

PENGAWASAN MUTU AGROINDUSTRI BERBASIS OBE



Penulis :

Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, MSi.

PENGAWASAN MUTU AGROINDUSTRI BERBASIS OBE

Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, MSi. CIRR



CV HEI PUBLISHING INDONESIA

PENGAWASAN MUTU AGROINDUSTRI BERBASIS OBE

Penulis :

Prof. Dr. Ir. I Ketut Budaraga, MSi. CIRR

ISBN : 978-634-7526-65-6

Editor : Metha Lubis, S.Si, M.Pd

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd, M.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Ipah Kurnia Putri S.St

Penerbit : CV HEI PUBLISHING INDONESIA

Anggota IKAPI No. 034/SBA/2023

Redaksi :

Jl. Air Paku No.29 RSUD Rasidin, Kel. Sungai Sapih, Kec Kuranji

Kota Padang Sumatera Barat

Email : heipublishing.id@gmail.com

Cetakan pertama, Maret 2026

Hak cipta dilindungi undang-undang Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai upaya memberikan panduan komprehensif mengenai sistem pengawasan mutu dalam industri agro yang sangat penting bagi keberlangsungan dan daya saing produk agroindustri di era modern saat ini.

Pengawasan mutu menjadi aspek krusial dalam memastikan produk agroindustri tidak hanya memenuhi standar keamanan dan kualitas, tetapi juga mampu menjawab kebutuhan pasar yang semakin kompleks dan dinamis. Melalui pendekatan Outcome Based Education (OBE), buku ini tidak hanya memberikan konsep dan teori dasar, tetapi juga mengintegrasikan praktik terbaik, regulasi, dan inovasi terkini dalam pengawasan mutu. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan kompetensi para pelaku industri, akademisi, serta praktisi dalam mengelola mutu produk agroindustri secara efektif dan efisien.

Buku ini membahas secara sistematis mulai dari konsep dasar mutu dan keamanan produk, regulasi, sistem pengawasan, pengawasan bahan baku hingga produk akhir, metode pengujian, serta dokumentasi dan audit mutu. Selain itu, buku ini juga menampilkan studi kasus dan praktik baik sebagai ilustrasi penerapan pengawasan mutu dalam konteks nyata, serta membahas tantangan dan inovasi yang dihadapi di masa depan.

Semoga buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik dalam bidang pengawasan mutu agroindustri, serta memberikan kontribusi positif bagi peningkatan kualitas produk agro yang berdaya saing di tingkat nasional maupun internasional.

Padang, 4 Maret 2026
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengertian Agroindustri.....	3
1.1.1 Konsep dan Ruang Lingkup Agroindustri.....	3
1.1.2 Peran Agroindustri dalam Sistem Agribisnis..	6
1.2 Pengertian Pengawasan Mutu Agroindustri.....	9
1.2.1 Mutu dan Keamanan Produk Agroindustri	10
1.2.2 Perbedaan Pengendalian Mutu dan Pengawasan Mutu	13
1.3 <i>Outcome-Based Education</i> (OBE) dalam Pembelajaran	15
1.3.1 Konsep Dasar OBE	16
1.3.2 Relevansi OBE pada Mata Kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri	18
1.4 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK).....	23
1.4.1 CPMK Sikap, Pengetahuan, dan Keterampilan.....	24
1.4.2 Keterkaitan CPMK dengan CPL dan Profil Lulusan	28
BAB 2 KONSEP DASAR MUTU DAN KEAMANAN PRODUK AGROINDUSTRI	33
2.1 Konsep Mutu Produk Agroindustri	35
2.1.1 Dimensi Mutu Fisik, Kimia, Mikrobiologis, dan Sensori.....	36
2.2 Keamanan Pangan dan Produk Agroindustri.....	39
2.2.1 Cemaran Biologis, Kimia, dan Fisik	40

2.2.2 Risiko dan dampak terhadap konsumen.....	43
2.3 Mutu sebagai Faktor Daya Saing.....	45
2.3.1 Mutu dan Kepuasan Konsumen	46
2.3.2 Mutu dalam Pasar Nasional dan Global	48
BAB 3 REGULASI DAN STANDAR MUTU	
AGROINDUSTRI	51
3.1 Kebijakan dan Regulasi Nasional.....	52
3.1.1 Peran BPOM, Kementerian Pertanian, dan Instansi Terkait	55
3.2 Standar Nasional dan Internasional.....	58
3.2.1 SNI, Codex Alimentarius.....	59
3.2.2 ISO 9001 dan ISO 22000	65
3.3 Sertifikasi dan Jaminan Mutu Produk Agroindustri	69
3.3.1 Fungsi Sertifikasi	72
3.3.2 Dampak Sertifikasi Terhadap Daya Saing	74
BAB 4 SISTEM PENGAWASAN MUTU	
AGROINDUSTRI	77
4.1 <i>Good Agricultural Practices</i> (GAP).....	78
4.2 <i>Good Handling Practices</i> (GHP)	83
4.3 <i>Good Manufacturing Practices</i> (GMP)	88
4.4 <i>Sanitation Standard Operating Procedures</i> (SSOP).....	93
4.5 <i>Hazard Analysis and Critical Control Point</i> (HACCP)	98
BAB 5 PENGAWASAN MUTU BAHAN BAKU	
AGROINDUSTRI	105
5.1 Karakteristik Mutu Bahan Baku	106
5.2 Seleksi dan Evaluasi Pemasok.....	111

5.3 Pengujian dan Penerimaan Bahan Baku	116
5.4 <i>Traceability</i> Bahan Baku	120
BAB 6 PENGAWASAN MUTU PROSES PRODUKSI ..	127
6.1 Pengendalian Proses Produksi.....	128
6.1.1 Pengendalian Suhu, Waktu, pH, dan Kelembaban	129
6.2 Higiene dan Sanitasi Lingkungan Produksi.....	133
6.3 Pengendalian Titik Kritis Produksi	137
6.4 Dokumentasi dan Monitoring Proses	142
BAB 7 PENGAWASAN MUTU PRODUK ANTARA DAN PRODUK AKHIR	149
7.1 Spesifikasi Mutu Produk	150
7.2 Sampling dan Inspeksi.....	155
7.3 Pengujian Mutu Produk Akhir.....	160
7.4 Penanganan Produk Tidak Sesuai	164
BAB 8 METODE DAN TEKNIK PENGUJIAN MUTU AGROINDUSTRI.....	171
8.1 Pengujian Fisik.....	172
8.2 Pengujian Kimia	178
8.3 Pengujian Mikrobiologis	185
8.4 Pengujian Sensori.....	192
BAB 9 PENGAWASAN MUTU PENYIMPANAN DAN DISTRIBUSI	201
9.1 Sistem Penyimpanan Produk Agroindustri	202
9.2 Manajemen Rantai Dingin (<i>Cold Chain</i>).....	207
9.3 Pengawasan Mutu Transportasi dan Distribusi	212
9.4 Sistem Recall Produk.....	216

BAB 10 DOKUMENTASI, AUDIT, DAN PENJAMINAN MUTU223

10.1 Sistem Dokumentasi Mutu224

10.2 Audit Internal dan Eksternal.....231

10.3 Tindakan Koreksi dan Pencegahan.....238

10.4 *Continuous Improvement*.....243

BAB 11 SUMBER DAYA MANUSIA DALAM PENGAWASAN MUTU AGROINDUSTRI249

11.1 Kompetensi dan Tanggung Jawab SDM250

11.2 Pelatihan dan Sertifikasi255

11.3 Budaya Mutu dan Keselamatan Produk260

BAB 12 ASESMEN PEMBELAJARAN BERBASIS OBE.....267

12.1 Prinsip Asesmen OBE.....268

12.2 Metode dan Instrumen Penilaian.....273

12.2.1 Penilaian Kognitif274

12.2.2 Penilaian keterampilan279

12.2.3 Penilaian sikap285

12.3 Rubrik Penilaian Pengawasan Mutu Agroindustri290

BAB 13 STUDI KASUS DAN BEST PRACTICES297

13.1 Studi Kasus dan *Best Practices* dalam Industri Pangan Agroindustri.....298

13.1.1 Studi Kasus dan *Best Practices* di Indonesia.....302

13.1.2 Studi Kasus dan *Best Practices* Internasional324

13.1.3 Manajemen Energi dan Ekonomi Sirkular (*Tyson Foods*)335

13.1.4 Otomasi dan AI dalam Pemilihan Bahan Baku (Cargill)	336
13.2 Analisis Permasalahan Mutu	336
13.3 Solusi dan Strategi Perbaikan.....	341
BAB 14 INOVASI DAN TANTANGAN	
PENGAWASAN MUTU AGROINDUSTRI	347
14.1 Tantangan Pengawasan Mutu di Era Industri 4.0	348
14.2 Digitalisasi dan <i>Smart Quality Control</i>	353
14.3 Arah Pengembangan Pengawasan Mutu Agroindustri.....	360
BAB 15 PENUTUP	365
15.1 Rangkuman materi	366
15.2 Implikasi bagi lulusan dan industri	369
15.3 Penguatan kompetensi berbasis OBE.....	371
DAFTAR PUSTAKA	385
BIODATA PENULIS	444

BAB 1

PENDAHULUAN



Agroindustri dipahami sebagai kegiatan pengolahan hasil pertanian yang mencakup transformasi bahan baku hayati menjadi produk bernilai tambah melalui penerapan teknologi, manajemen, dan sistem mutu, dengan ruang lingkup yang meliputi pengolahan primer hingga hilir, penyimpanan, distribusi, serta pengelolaan limbah, sehingga berperan strategis dalam sistem agribisnis sebagai penghubung antara sektor produksi dan pasar melalui peningkatan nilai ekonomi, stabilitas pasokan, dan daya saing produk, dalam konteks tersebut pengawasan mutu agroindustri menjadi elemen kunci yang berkaitan dengan

pemenuhan mutu dan keamanan produk, termasuk aspek fisik, kimia, mikrobiologi, serta kepatuhan terhadap standar dan regulasi, yang membedakan pengawasan mutu dari pengendalian mutu terletak pada cakupan dan pendekatannya, pengendalian mutu berfokus pada aktivitas teknis operasional untuk menjaga kesesuaian produk terhadap spesifikasi, sedangkan pengawasan mutu bersifat lebih sistemik dan manajerial yang mencakup perencanaan, pemantauan, evaluasi, dan perbaikan berkelanjutan sepanjang rantai proses, pembelajaran pengawasan mutu agroindustri dalam kerangka *Outcome-Based Education* menekankan perancangan proses pembelajaran yang berorientasi pada capaian hasil belajar terukur, dengan konsep dasar OBE yang menitikberatkan pada keselarasan antara tujuan, proses, dan evaluasi pembelajaran sehingga relevan untuk membekali mahasiswa dengan kompetensi nyata yang dibutuhkan di dunia agroindustri, relevansi ini diwujudkan melalui perumusan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah yang mencakup sikap profesional dan etika kerja, penguasaan pengetahuan konseptual dan aplikatif terkait mutu dan keamanan pangan, serta keterampilan analitis dan praktis dalam merancang dan mengevaluasi sistem pengawasan mutu, yang seluruhnya dikaitkan secara koheren dengan Capaian Pembelajaran Lulusan dan profil lulusan agar menghasilkan sumber daya manusia agroindustri yang kompeten, adaptif, dan berorientasi pada mutu.

1.1 Pengertian Agroindustri

Agroindustri merupakan suatu sistem terintegrasi yang memanfaatkan hasil pertanian sebagai bahan baku utama, mencakup proses pengolahan, penyediaan sarana produksi, hingga jasa pendukung yang bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah (*value added*) dari komoditas primer tersebut. Secara esensial, agroindustri menjembatani sektor hulu (pertanian) dan sektor hilir (konsumen) melalui serangkaian transformasi fisik, kimiawi, maupun biologis guna menghasilkan produk yang lebih tahan lama, mudah didistribusikan, dan memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi di pasar global. Dalam kerangka Outcome-Based Education (OBE), pemahaman terhadap agroindustri tidak hanya terbatas pada aspek teknis produksi semata, melainkan juga menekankan pada pencapaian kompetensi strategis yang mencakup efisiensi proses, keberlanjutan lingkungan, serta standar kualitas yang ketat agar lulusan atau pelaku industri mampu menjawab tantangan nyata di lapangan. Dengan demikian, agroindustri dipandang sebagai penggerak utama modernisasi ekonomi yang mentransformasi karakteristik produk pertanian yang bersifat musiman, mudah rusak, dan memiliki volume besar (*bulky*) menjadi produk industri yang standar, kompetitif, dan memiliki daya saing berkelanjutan.

1.1.1 Konsep dan Ruang Lingkup Agroindustri

Agroindustri merupakan pilar strategis dalam sistem ekonomi berbasis pertanian yang mengintegrasikan proses produksi primer dengan transformasi industrial untuk menciptakan nilai tambah yang signifikan pada produk hayati.

Secara konseptual, agroindustri tidak hanya terbatas pada aktivitas pengolahan komoditas pasca-panen, tetapi mencakup keterkaitan sistemik antara penyediaan sarana produksi (hulu), proses transformasi fisik, kimia, atau biologis (tengah), hingga manajemen rantai pasok dan pemasaran (hilir). Menurut Nazir dkk. (2020), ruang lingkup agroindustri modern melibatkan integrasi vertikal yang kuat, di mana efisiensi di tingkat pabrik sangat bergantung pada konsistensi kualitas dari lahan pertanian. Sebagai contoh, industri pengolahan kelapa sawit menjadi minyak goreng atau biodiesel memerlukan koordinasi presisi antara waktu panen tandan buah segar dengan kapasitas olah mesin guna meminimalkan kenaikan kadar asam lemak bebas, yang merupakan indikator utama penurunan mutu.

Dalam perspektif fungsional, agroindustri berperan sebagai jembatan yang menghubungkan karakteristik produk pertanian yang bersifat musiman, mudah rusak, dan bervariasi (*bulkiness*) dengan kebutuhan konsumen yang menuntut standarisasi dan ketersediaan sepanjang waktu. Hal ini menuntut adanya penerapan manajemen mutu yang ketat di setiap titik kritis dalam ruang lingkup operasionalnya. Firmansyah (2022) menekankan bahwa transformasi agroindustri di era digital kini melibatkan penggunaan teknologi sensor dan *internet of things* (IoT) untuk memantau perubahan fisiologis bahan baku secara real-time. Contoh konkretnya dapat dilihat pada industri ekspor buah tropis seperti mangga atau nanas, di mana ruang lingkup agroindustri mencakup teknologi pengemasan atmosfer termodifikasi (*Modified Atmosphere Packaging*) untuk

memperpanjang masa simpan tanpa menghilangkan atribut kesegaran yang diinginkan pasar internasional.

Implementasi *Outcome-Based Education* (OBE) dalam konteks pengawasan mutu agroindustri menjadi krusial untuk memastikan bahwa sumber daya manusia yang dihasilkan memiliki kompetensi yang selaras dengan kompleksitas ruang lingkup tersebut. Pendekatan OBE menuntut pemahaman mendalam bahwa mutu bukan sekadar hasil akhir, melainkan hasil dari rentetan proses yang terukur sesuai dengan standar keamanan pangan global. Ruang lingkup agroindustri dalam hal ini mencakup aspek teknis pengolahan dan aspek manajerial dalam pemenuhan sertifikasi seperti HACCP atau ISO 22000. Sari dan Pratama (2021) menyatakan bahwa integrasi kurikulum berbasis luaran dalam pendidikan teknik pertanian memungkinkan mahasiswa untuk mensimulasikan pengendalian mutu pada produk turunan komoditas lokal, seperti pengolahan kakao menjadi coklat artisan yang memerlukan kontrol suhu dan waktu fermentasi yang sangat spesifik guna menghasilkan profil rasa yang konsisten.

Lebih lanjut, ruang lingkup agroindustri juga mencakup dimensi keberlanjutan (sustainability) dan pemanfaatan limbah atau produk sampingan menjadi komoditas bernilai tinggi. Konsep biorefinery kini menjadi tren global di mana seluruh komponen tanaman diolah seminimal mungkin tanpa menghasilkan limbah (zero waste). Sebagai ilustrasi, industri tebu tidak hanya terpaku pada produksi gula kristal putih, tetapi juga mengoptimalkan bagas sebagai bahan bakar boiler (bioenergi) dan tetes tebu (molases) sebagai bahan baku industri fermentasi atau pakan ternak. Penataan ruang lingkup

yang komprehensif ini memastikan bahwa agroindustri mampu beroperasi secara efisien secara ekonomi sekaligus bertanggung jawab terhadap lingkungan, yang menjadi salah satu parameter mutu dalam pandangan konsumen modern yang kritis terhadap isu etika lingkungan.

Secara sistemik, pemahaman mengenai pengertian dan ruang lingkup agroindustri ini menjadi landasan bagi bab-bab selanjutnya dalam buku ini untuk membedah bagaimana pengawasan mutu dilakukan di setiap lini. Pengawasan mutu tidak lagi dilihat sebagai unit terpisah, melainkan sebagai fungsi integral dalam setiap tahapan ruang lingkup agroindustri, mulai dari seleksi varietas benih di tingkat petani hingga penanganan produk di rak ritel. Dengan memahami bahwa agroindustri adalah sebuah ekosistem yang saling ketergantungan, para praktisi dan akademisi dapat mengembangkan strategi pengawasan yang lebih proaktif dan preventif. Keberhasilan dalam mengelola ruang lingkup ini pada akhirnya akan menentukan daya saing produk agroindustri nasional di tengah gempuran produk impor yang seringkali memiliki keunggulan pada aspek standarisasi dan efisiensi biaya produksi.

1.1.2 Peran Agroindustri dalam Sistem Agribisnis

Peran agroindustri dalam sistem agribisnis sangat strategis karena berfungsi sebagai penghubung utama antara kegiatan produksi pertanian primer dan pasar, sehingga menentukan penciptaan nilai tambah dan efisiensi rantai pasok secara keseluruhan. Agroindustri mengolah komoditas pertanian yang bersifat mudah rusak dan bernilai ekonomi

relatif rendah menjadi produk olahan yang lebih tahan simpan, bernilai jual lebih tinggi, dan sesuai dengan preferensi konsumen. Dalam sistem agribisnis, agroindustri tidak hanya berperan sebagai sektor pengolahan, tetapi juga sebagai penggerak permintaan bahan baku, pendorong peningkatan kualitas produksi di tingkat petani, serta penentu spesifikasi mutu yang harus dipenuhi oleh seluruh pelaku di hulu. Sebagai contoh, industri pengolahan kakao berperan menentukan standar fermentasi biji kakao di tingkat petani agar dapat diolah menjadi coklat berkualitas tinggi yang kompetitif di pasar internasional, sehingga agroindustri menjadi instrumen penting dalam meningkatkan daya saing komoditas pertanian (FAO, 2017).

Dalam perspektif sistem agribisnis, agroindustri juga berfungsi sebagai pusat koordinasi berbagai subsistem yang meliputi penyediaan input, produksi, pengolahan, distribusi, dan pemasaran. Keberadaan agroindustri yang kuat mendorong integrasi vertikal dan horizontal antarpelaku usaha, sehingga aliran bahan baku, informasi, dan nilai ekonomi dapat berlangsung lebih efisien dan terkendali. Agroindustri berperan menetapkan kebutuhan kuantitas, kualitas, dan kontinuitas bahan baku, yang pada gilirannya memengaruhi pola budidaya, penggunaan teknologi, dan manajemen usaha tani. Contohnya dapat dilihat pada agroindustri kelapa sawit yang mengintegrasikan perkebunan, pabrik pengolahan, hingga industri hilir seperti minyak goreng dan produk oleokimia, di mana peran agroindustri sangat menentukan keberlanjutan sistem agribisnis secara keseluruhan (Trienekens, 2016).

Peran agroindustri dalam sistem agribisnis juga berkaitan erat dengan peningkatan nilai tambah ekonomi dan penciptaan lapangan kerja, terutama di wilayah pedesaan. Melalui kegiatan pengolahan, pengemasan, dan distribusi, agroindustri memperluas peluang usaha di luar sektor produksi primer dan mengurangi ketergantungan pada penjualan bahan mentah. Nilai tambah yang dihasilkan agroindustri tidak hanya dinikmati oleh pelaku industri, tetapi juga berdampak pada peningkatan pendapatan petani, tenaga kerja, dan pelaku usaha pendukung lainnya. Sebagai ilustrasi, pengembangan agroindustri berbasis jagung yang mengolah jagung pipilan menjadi pakan ternak atau produk pangan olahan mampu meningkatkan nilai ekonomi komoditas sekaligus memperkuat keterkaitan antara subsektor tanaman pangan dan peternakan dalam satu sistem agribisnis terpadu (OECD, 2019).

Selain aspek ekonomi, agroindustri berperan penting dalam menjamin mutu, keamanan, dan keberlanjutan produk dalam sistem agribisnis modern. Melalui penerapan standar mutu, sistem pengawasan, dan inovasi teknologi, agroindustri mendorong terciptanya produk yang aman, berkualitas, dan sesuai dengan tuntutan pasar nasional maupun global. Peran ini semakin penting seiring meningkatnya kesadaran konsumen terhadap mutu dan keamanan pangan serta tuntutan regulasi yang semakin ketat. Dalam konteks pengawasan mutu agroindustri berbasis Outcome Based Education, pemahaman terhadap peran agroindustri dalam sistem agribisnis menjadi landasan untuk membentuk kompetensi lulusan yang mampu melihat keterkaitan antar

subsistem, menganalisis permasalahan mutu secara menyeluruh, dan merancang solusi yang aplikatif sesuai kebutuhan industri, sehingga agroindustri tidak hanya berfungsi sebagai pengolah produk, tetapi juga sebagai pengendali mutu dan penggerak keberlanjutan agribisnis (FAO, 2017; Trienekens, 2016).

1.2 Pengertian Pengawasan Mutu Agroindustri

Pengawasan mutu agroindustri merupakan serangkaian aktivitas sistematis dan terpadu yang dilakukan sepanjang rantai nilai produksi, mulai dari penerimaan bahan baku hasil pertanian hingga produk jadi sampai ke tangan konsumen, untuk memastikan bahwa karakteristik produk memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan secara konsisten. Dalam konteks agroindustri yang memiliki tantangan khusus berupa variabilitas bahan baku hayati yang tinggi, pengawasan mutu tidak hanya sekadar melakukan inspeksi akhir pada produk (*quality control*), melainkan mencakup pencegahan kerusakan, pengendalian proses, serta penjaminan keamanan pangan (*food safety*) melalui penerapan regulasi dan standar teknis seperti HACCP, ISO, atau GMP. Implementasi pengawasan mutu berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) menuntut adanya integrasi antara pemahaman teoritis dengan kemampuan praktis dalam mengukur parameter mutu secara akurat, menganalisis penyimpangan secara kritis, dan mengambil keputusan manajerial yang berorientasi pada kepuasan pelanggan serta efisiensi sumber daya. Dengan demikian, pengawasan mutu berfungsi sebagai instrumen strategis untuk meminimalisir

produk cacat (*reject*), menjamin keberlanjutan bisnis, dan meningkatkan daya saing komoditas agroindustri di pasar internasional yang semakin ketat akan standarisasi kualitas.

1.2.1 Mutu dan Keamanan Produk Agroindustri

Pengawasan mutu dalam konteks agroindustri merupakan disiplin manajerial dan teknis yang sistematis untuk memastikan bahwa karakteristik produk memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan serta aman untuk dikonsumsi. Secara fundamental, mutu produk agroindustri bersifat multidimensi, mencakup atribut sensoris seperti warna dan tekstur, kandungan nutrisi, hingga aspek kepatuhan terhadap standar legal. Menurut Muhandri dan Kadarisman (2019), pengawasan mutu bukan sekadar aktivitas inspeksi di akhir lini produksi untuk memisahkan produk cacat, melainkan sebuah filosofi pencegahan yang terintegrasi di seluruh rantai nilai. Sebagai contoh, dalam industri pengolahan susu, pengawasan mutu dimulai dari pengujian angka reduktase dan berat jenis susu segar di tingkat peternak guna menjamin bahwa bahan baku tersebut layak diproses tanpa risiko kontaminasi mikroba yang dapat merusak seluruh batch produksi.

Keamanan produk menjadi parameter mutu yang paling kritis dan tidak dapat ditawar (*non-negotiable*) dalam sektor agroindustri, karena berkaitan langsung dengan kesehatan publik dan kepercayaan konsumen. Bahaya yang diawasi meliputi kontaminan fisik, kimia, dan biologis yang mungkin timbul selama proses budidaya, pengolahan, hingga distribusi. Hariyadi (2018) menekankan bahwa integrasi sistem

manajemen keamanan pangan seperti *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) merupakan bentuk nyata dari pengawasan mutu preventif yang sangat efektif. Contoh implementasinya terlihat pada industri pengalengan ikan, di mana pengawasan ketat terhadap suhu dan tekanan selama proses sterilisasi menjadi titik kendali kritis untuk memusnahkan spora *Clostridium botulinum*, sehingga produk yang dihasilkan tidak hanya bermutu secara fisik tetapi juga terjamin keamanannya secara mikrobiologis.

Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pengawasan mutu dipandang sebagai kompetensi terukur yang harus dikuasai untuk menghasilkan luaran produk yang konsisten dan kompetitif. Pendekatan ini menuntut pemahaman bahwa mutu adalah variabel yang dipengaruhi oleh interaksi antara manusia, mesin, metode, dan lingkungan kerja. Pengawasan mutu modern dalam agroindustri kini bergeser dari sekadar kontrol statistik menuju penjaminan mutu yang lebih komprehensif atau *Total Quality Management* (TQM). Purwanto dkk. (2023) dalam studinya menyatakan bahwa efektivitas pengawasan mutu di era industri 4.0 sangat bergantung pada kemampuan sumber daya manusia dalam menginterpretasikan data digital dari sensor otomatis untuk mendeteksi deviasi mutu secara dini. Sebagai ilustrasi, pada industri pengolahan minyak kelapa sawit (CPO), penggunaan teknologi spektral untuk memantau kadar air dan kotoran secara otomatis memungkinkan tindakan korektif dilakukan segera sebelum produk masuk ke tangki timbun.

Kaitan antara mutu dan nilai ekonomi produk agroindustri sangat erat, di mana ketidakmampuan dalam mengawasi mutu dapat menyebabkan kerugian finansial yang signifikan akibat penolakan produk (*product rejection*) atau penarikan produk dari pasar (*product recall*). Pengawasan mutu berfungsi sebagai mekanisme perlindungan merek dan peningkatan daya saing di pasar internasional yang memiliki persyaratan teknis sangat ketat. Produk agroindustri yang telah tersertifikasi mutunya, seperti melalui skema sertifikasi organik atau Indikasi Geografis (IG), seringkali memiliki nilai tawar yang jauh lebih tinggi. Contoh nyatanya adalah pada komoditas kopi spesialti (*specialty coffee*), di mana pengawasan mutu terhadap cacat biji (*defect*) dan profil sangrai (*roasting profile*) yang presisi sangat menentukan klasifikasi harga di bursa komoditas global.

Sebagai penutup, pengawasan mutu agroindustri yang berbasis pada luaran kompetensi (OBE) mengarahkan seluruh elemen organisasi untuk berfokus pada kepuasan pelanggan melalui konsistensi mutu dan jaminan keamanan. Hal ini menciptakan budaya mutu yang berkelanjutan, di mana setiap personel memahami dampak dari setiap parameter teknis yang mereka awasi terhadap kualitas akhir produk. Dengan mengintegrasikan standar global, teknologi pemantauan terkini, dan manajemen risiko yang handal, pengawasan mutu menjadi tulang punggung bagi keberlanjutan agroindustri dalam menghadapi dinamika pasar global yang semakin menuntut transparansi dan akuntabilitas produk dari hulu hingga ke meja makan konsumen.

1.2.2 Perbedaan Pengendalian Mutu dan Pengawasan Mutu

Perbedaan antara pengendalian mutu dan pengawasan mutu dalam agroindustri terletak pada fokus, ruang lingkup, dan pendekatan yang digunakan dalam menjamin kesesuaian produk terhadap persyaratan mutu dan keamanan. Pengendalian mutu pada dasarnya berorientasi pada kegiatan operasional yang bersifat teknis, yang dilakukan secara langsung pada proses produksi untuk memastikan parameter mutu berada dalam batas yang telah ditetapkan. Aktivitas ini meliputi pengukuran, pengujian, dan tindakan korektif segera apabila terjadi penyimpangan selama proses berlangsung. Sebaliknya, pengawasan mutu memiliki cakupan yang lebih luas dan bersifat sistemik karena mencakup perencanaan mutu, penetapan standar, pemantauan kinerja, evaluasi hasil, serta perbaikan berkelanjutan yang melibatkan aspek manajerial dan kebijakan. Dalam konteks agroindustri, pengendalian mutu dapat dipandang sebagai bagian operasional dari sistem pengawasan mutu yang lebih komprehensif (Evans & Lindsay, 2020).

Pengendalian mutu dalam agroindustri umumnya diterapkan pada titik-titik proses tertentu yang kritis terhadap mutu produk, dengan tujuan utama mencegah produk tidak sesuai sebelum mencapai tahap akhir. Pendekatan ini menekankan penggunaan alat statistik, prosedur operasional baku, serta inspeksi rutin untuk menjaga konsistensi proses. Sebagai contoh, dalam industri pengolahan minyak kelapa sawit, pengendalian mutu dilakukan melalui pemantauan suhu perebusan dan kadar asam lemak bebas selama proses

pengolahan untuk memastikan mutu minyak yang dihasilkan tetap sesuai spesifikasi. Fokus pengendalian mutu berada pada stabilitas proses dan kesesuaian produk, sehingga sifatnya lebih reaktif terhadap variasi yang muncul selama produksi (ISO, 2015).

Berbeda dengan itu, pengawasan mutu agroindustri menempatkan mutu dan keamanan produk sebagai tanggung jawab sistem secara keseluruhan yang melibatkan seluruh tahapan rantai produksi, mulai dari bahan baku hingga distribusi produk akhir. Pengawasan mutu tidak hanya mengandalkan inspeksi dan pengujian, tetapi juga mencakup audit, evaluasi pemasok, pengelolaan dokumentasi, serta pengambilan keputusan strategis berbasis risiko. Dalam industri pangan, pengawasan mutu diwujudkan melalui penerapan sistem manajemen mutu dan keamanan pangan seperti ISO 22000 atau sistem berbasis HACCP, yang bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya sejak awal dan mencegah terjadinya kegagalan mutu secara sistemik. Dengan pendekatan ini, pengawasan mutu bersifat preventif dan proaktif, serta berorientasi pada peningkatan kinerja jangka panjang (Trienekens, 2016).

Dalam kerangka pengawasan mutu agroindustri berbasis *Outcome Based Education*, pemahaman yang jelas mengenai perbedaan pengendalian mutu dan pengawasan mutu menjadi penting untuk membentuk kompetensi lulusan yang utuh. Lulusan tidak hanya diharapkan mampu melakukan pengendalian mutu secara teknis di lini produksi, tetapi juga memahami peran pengawasan mutu dalam merancang, mengevaluasi, dan memperbaiki sistem mutu secara

menyeluruh. Sebagai contoh, lulusan yang bekerja di industri pengolahan pangan diharapkan mampu membedakan tindakan korektif jangka pendek akibat penyimpangan proses dengan strategi perbaikan sistem mutu jangka panjang berbasis hasil audit dan analisis data. Dengan demikian, pembedaan konseptual dan praktis antara pengendalian mutu dan pengawasan mutu menjadi landasan penting dalam pengembangan sumber daya manusia agroindustri yang kompeten, adaptif, dan berorientasi pada jaminan mutu serta keamanan produk (Evans & Lindsay, 2020; Trienekens, 2016).

1.3 *Outcome-Based Education* (OBE) dalam Pembelajaran

Outcome-Based Education (OBE) merupakan paradigma pendidikan modern yang mengalihkan fokus dari apa yang diajarkan oleh pendidik (*teacher-centered*) menjadi apa yang benar-benar mampu dilakukan oleh mahasiswa setelah menyelesaikan proses pembelajaran (*student-centered*). Dalam implementasinya, OBE menekankan pada pencapaian kompetensi yang terukur melalui struktur kurikulum yang dirancang mundur (*design-down*), dimana profil lulusan dan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) ditetapkan terlebih dahulu berdasarkan kebutuhan industri sebelum menentukan materi serta metode evaluasi. Dalam bidang pengawasan mutu agroindustri, pendekatan OBE memastikan bahwa setiap aktivitas akademis tidak hanya bersifat teoretis, tetapi secara spesifik diarahkan untuk membentuk kemampuan praktis seperti keterampilan pengujian laboratorium, analisis data statistik mutu, hingga pengambilan keputusan manajerial

dalam menangani ketidaksesuaian produk. Melalui siklus *Continuous Quality Improvement* (CQI), OBE menuntut evaluasi berkelanjutan terhadap efektivitas pembelajaran guna menjamin bahwa lulusan memiliki kesiapan kerja (*job-readiness*) yang tinggi dan mampu beradaptasi dengan standar kualitas internasional yang dinamis. Dengan demikian, penerapan OBE dalam mata kuliah ini menjadi instrumen vital untuk menjembatani kesenjangan antara dunia pendidikan dengan realitas operasional di sektor agroindustri yang sangat mengandalkan presisi dan standarisasi.

1.3.1 Konsep Dasar OBE

Outcome Based Education merupakan pendekatan pembelajaran yang menempatkan capaian hasil belajar sebagai fokus utama dalam perancangan, pelaksanaan, dan evaluasi proses pendidikan, di mana seluruh komponen pembelajaran diselaraskan secara sistematis untuk memastikan lulusan memiliki kompetensi yang jelas, terukur, dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Konsep dasar OBE menekankan bahwa keberhasilan pembelajaran tidak diukur dari seberapa banyak materi yang disampaikan, melainkan dari kemampuan peserta didik dalam mendemonstrasikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang telah ditetapkan sebagai *outcome* pembelajaran. Dalam konteks pendidikan tinggi, OBE menjadi kerangka strategis untuk menjembatani kesenjangan antara proses akademik dan tuntutan profesional, karena capaian pembelajaran dirumuskan berdasarkan profil lulusan dan kebutuhan pemangku kepentingan, termasuk industri dan masyarakat (Spady, 2017).

Konsep dasar OBE berlandaskan pada prinsip perencanaan terbalik, di mana penetapan capaian pembelajaran dilakukan terlebih dahulu sebelum menentukan materi, metode, dan strategi asesmen. Capaian pembelajaran dirumuskan secara spesifik dan terukur, mencakup ranah pengetahuan, keterampilan, dan sikap, sehingga memberikan arah yang jelas bagi proses pembelajaran. Dalam pendekatan ini, dosen berperan sebagai perancang pengalaman belajar yang memungkinkan mahasiswa mencapai outcome yang diharapkan melalui aktivitas pembelajaran yang bermakna dan kontekstual. Sebagai contoh, dalam mata kuliah pengawasan mutu agroindustri, capaian pembelajaran dapat berupa kemampuan menganalisis sistem mutu dan merancang prosedur pengawasan, sehingga aktivitas pembelajaran diarahkan pada studi kasus industri, simulasi audit mutu, dan analisis permasalahan nyata, bukan sekadar penguasaan konsep teoritis (Harden, 2016).

Outcome Based Education juga menekankan pentingnya asesmen sebagai alat utama untuk mengukur ketercapaian capaian pembelajaran secara objektif dan berkelanjutan. Asesmen dalam OBE dirancang selaras dengan outcome yang telah ditetapkan dan menggunakan berbagai metode penilaian yang mampu merefleksikan kompetensi nyata mahasiswa. Prinsip ini mendorong penggunaan rubrik penilaian, penilaian kinerja, portofolio, dan proyek sebagai instrumen utama, sehingga hasil asesmen tidak hanya menggambarkan tingkat pemahaman kognitif, tetapi juga kemampuan aplikatif dan sikap profesional. Dalam praktiknya, asesmen berbasis OBE memungkinkan dosen dan institusi

melakukan evaluasi berkelanjutan terhadap efektivitas pembelajaran dan melakukan perbaikan secara sistematis berdasarkan bukti capaian hasil belajar mahasiswa (Biggs & Tang, 2019).

Penerapan konsep dasar OBE dalam pendidikan tinggi memiliki implikasi strategis terhadap pengembangan kurikulum, metode pembelajaran, dan penjaminan mutu pendidikan. OBE mendorong terciptanya keselarasan antara capaian pembelajaran mata kuliah, capaian pembelajaran lulusan, dan kebutuhan industri, sehingga lulusan diharapkan memiliki kompetensi yang relevan dan siap kerja. Dalam konteks pengawasan mutu agroindustri, OBE menjadi pendekatan yang tepat untuk membekali mahasiswa dengan kemampuan analitis, pengambilan keputusan, dan tanggung jawab profesional dalam menjamin mutu dan keamanan produk. Dengan demikian, konsep dasar OBE tidak hanya berfungsi sebagai pendekatan pedagogis, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam meningkatkan kualitas lulusan dan relevansi pendidikan tinggi terhadap dinamika industri agroindustri yang terus berkembang (Spady, 2017; Biggs & Tang, 2019).

1.3.2 Relevansi OBE pada Mata Kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri

Relevansi *Outcome Based Education* (OBE) pada mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri terletak pada kemampuan pendekatan ini untuk menjembatani antara tujuan pembelajaran akademik dengan kompetensi yang dibutuhkan di dunia industri agroindustri, terutama yang

berkaitan dengan mutu dan keamanan produk. Mata kuliah ini tidak hanya menekankan penguasaan konsep teoritis mengenai mutu, standar, dan sistem pengawasan, tetapi juga mempersiapkan mahasiswa untuk mampu menerapkan prinsip-prinsip pengawasan mutu secara praktis dalam konteks nyata industri. Dalam paradigma OBE, capaian pembelajaran dirumuskan berdasarkan kebutuhan kompetensi yang diharapkan oleh pemangku kepentingan, termasuk industri pengolahan pangan, regulator, dan asosiasi profesi, sehingga lulusan memiliki kesiapan profesional yang lebih tinggi setelah menyelesaikan pendidikan tinggi (Biggs & Tang, 2019). Misalnya, mahasiswa yang lulus dari program ini harus mampu merancang dan mengevaluasi sistem pengendalian mutu di pabrik pengolahan buah menjadi jus, mengidentifikasi titik kendali kritis melalui pendekatan HACCP, serta menyusun rekomendasi perbaikan berdasarkan data empiris dari proses produksi aktual.

OBE memfasilitasi integrasi antara pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri, sehingga mahasiswa tidak hanya memahami aspek teknis seperti metode pengujian mutu atau standar kualitas pangan, tetapi juga mampu berpikir kritis, mengambil keputusan berbasis bukti, serta berkomunikasi secara profesional dalam tim. Hal ini sesuai dengan karakteristik kompetensi yang diharapkan dalam industri modern, di mana pengawasan mutu tidak lagi menjadi aktivitas semata-mata tindak lanjut terhadap hasil uji laboratorium, tetapi bagian dari sistem manajemen yang strategis dalam menjamin konsistensi mutu produk. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan

pembelajaran berbasis capaian seperti OBE dapat meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran aktif dan kolaboratif, yang pada gilirannya memperkuat kemampuan mereka dalam menerapkan teori ke praktik (Spady, 2017). Sebagai contoh, kegiatan pembelajaran berbasis proyek yang meminta mahasiswa mengaudit sistem mutu di unit usaha mikro penyedia produk olahan lokal mampu mengembangkan keterampilan analitis dan pemecahan masalah yang lebih tinggi dibandingkan perkuliahan konvensional.

Prinsip OBE yang menekankan asesmen autentik menjadi relevan dalam mata kuliah ini karena instrumen penilaian dirancang untuk mengevaluasi kemampuan mahasiswa dalam melakukan tugas-tugas yang mencerminkan praktik profesional di lapangan. Penilaian tidak hanya berupa ujian tertulis, tetapi juga meliputi portofolio, presentasi analisis kasus, laporan audit mutu, dan simulasi perbaikan proses produksi berdasarkan temuan audit. Dengan demikian, asesmen OBE menyediakan gambaran komprehensif mengenai kemampuan mahasiswa dalam memenuhi standar kompetensi yang dibutuhkan oleh industri, termasuk kemampuan teknis, keterampilan interpersonal, dan sikap profesional. Mendesain rubrik penilaian yang jelas dan terukur memungkinkan dosen dan mahasiswa memiliki pemahaman bersama terhadap tingkat pencapaian kompetensi yang diharapkan (Harden, 2016). Contohnya, rubrik penilaian evaluasi audit sistem mutu di pabrik pengolahan susu dapat mencakup aspek pemahaman standar internasional ISO

22000, keakuratan identifikasi ketidaksesuaian, serta kualitas rekomendasi perbaikan yang diajukan.

Implementasi *Outcome-Based Education* (OBE) pada mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri sangat relevan karena adanya pergeseran kebutuhan industri yang kini menuntut lulusan tidak hanya menguasai teori, tetapi juga memiliki kompetensi praktis yang terukur dalam menjaga standar kualitas. Dalam dunia agroindustri, parameter mutu bersifat sangat dinamis dan dipengaruhi oleh variabilitas bahan baku hayati yang tinggi; oleh karena itu, pendekatan OBE yang berfokus pada Capaian Pembelajaran (*Learning Outcomes*) memastikan bahwa mahasiswa mampu mendemonstrasikan keterampilan spesifik, seperti melakukan analisis statistik proses (SPC), merancang rencana HACCP, hingga melakukan audit mutu yang sesuai dengan standar internasional (ISO). Relevansi ini terlihat dalam tiga aspek utama:

1. **Penyelarasan Kurikulum dengan Kebutuhan Industri:** OBE menuntut kurikulum dirancang mundur dari profil profesional yang dibutuhkan pasar kerja. Hal ini memastikan materi kuliah seperti teknik pengambilan sampel, pengujian laboratorium, dan regulasi pangan tetap mutakhir dan aplikatif.
2. **Metode Pembelajaran Berbasis Masalah (Case-Based Learning):** Karena pengawasan mutu berkaitan erat dengan pengambilan keputusan medis dan teknis saat terjadi penyimpangan di lini produksi, OBE mendorong mahasiswa untuk belajar melalui studi kasus nyata di industri, yang meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

3. Evaluasi Transparan dan Berkelanjutan: Melalui OBE, setiap asesmen didasarkan pada indikator kinerja yang jelas. Mahasiswa tidak hanya dinilai melalui ujian tulis, tetapi juga melalui unjuk kerja (performance-based assessment) dalam menangani simulasi krisis mutu produk agroindustri.

Secara keseluruhan, relevansi OBE dalam mata kuliah ini terletak pada penciptaan siklus *Continuous Quality Improvement* (CQI), di mana proses pembelajaran terus dievaluasi dan diperbaiki berdasarkan ketercapaian kompetensi mahasiswa, selaras dengan prinsip dasar manajemen mutu di industri itu sendiri yaitu siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA).

Konteks agroindustri yang dinamis dan penuh tantangan teknologi, regulasi, dan tuntutan pasar menuntut lulusan yang tidak hanya memiliki pengetahuan teoretis tetapi juga keterampilan yang siap pakai serta sikap profesional yang tangguh. OBE menjadi pendekatan ideal karena memfokuskan pada pencapaian kompetensi yang benar-benar relevan dan terukur dalam praktik industri yang nyata. Mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri yang disusun berdasarkan prinsip OBE akan menghasilkan lulusan yang mampu beradaptasi dengan perubahan teknologi pengolahan, memahami kebutuhan standar mutu nasional dan internasional, serta mampu mengambil peran strategis dalam sistem manajemen mutu perusahaan. Pendekatan ini juga mendorong hubungan yang lebih kuat antara dunia akademik dan industri melalui keterlibatan pemangku kepentingan

dalam perumusan capaian pembelajaran, sehingga kurikulum dapat terus disesuaikan dengan kebutuhan nyata pasar kerja (Biggs & Tang, 2019; Spady, 2017). Dengan demikian, relevansi OBE dalam mata kuliah ini tidak hanya meningkatkan kualitas proses pembelajaran tetapi juga memperkuat kontribusi pendidikan tinggi terhadap pembangunan industri agroindustri yang berdaya saing tinggi.

1.4 Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) merupakan pernyataan spesifik mengenai kompetensi yang diharapkan dapat dikuasai oleh mahasiswa sebagai hasil dari proses pembelajaran yang terukur dan selaras dengan standar industri. Dalam mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri berbasis OBE, CPMK dirancang untuk mengintegrasikan aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif yang mencakup kemampuan mahasiswa dalam menginternalisasi konsep standarisasi mutu, mengoperasikan perangkat kendali mutu statistik, hingga merancang sistem penjaminan mutu yang komprehensif seperti ISO dan HACCP. Perumusan CPMK ini tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi di dalam kelas, tetapi juga pada kemampuan mahasiswa dalam mendemonstrasikan penyelesaian masalah nyata di lini produksi agroindustri, seperti melakukan audit mutu internal dan mengidentifikasi titik kritis pada proses pengolahan hasil pertanian. Dengan adanya indikator kinerja yang jelas dalam setiap CPMK, proses evaluasi menjadi lebih transparan dan akuntabel, sehingga setiap lulusan dipastikan memiliki kualifikasi yang relevan dengan kebutuhan pasar kerja global

yang menuntut profesionalisme dalam menjaga integritas dan keamanan produk pangan maupun non-pangan.

1.4.1 CPMK Sikap, Pengetahuan, dan Keterampilan

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) sikap, pengetahuan, dan keterampilan dalam konteks *Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE* dirumuskan sebagai pernyataan spesifik mengenai kompetensi yang harus dimiliki mahasiswa setelah mengikuti seluruh proses pembelajaran secara sistematis, terukur, dan relevan dengan kebutuhan industri agroindustri modern. CPMK bukan sekadar daftar topik yang telah dibahas, tetapi merupakan deskripsi kemampuan yang mencakup tiga ranah utama yaitu sikap profesional, penguasaan pengetahuan, serta keterampilan aplikatif yang dapat diamati dan diukur secara objektif. Sikap yang dicapai harus mencerminkan nilai profesional seperti etika kerja, tanggung jawab dalam menjamin mutu dan keamanan produk, serta kemauan untuk terus memperbaiki proses sesuai prinsip *continuous improvement* dalam manajemen mutu (Biggs & Tang, 2019). Misalnya, seorang lulusan diharapkan menunjukkan komitmen terhadap keselamatan pangan dan tanggung jawab sosial ketika terlibat dalam audit mutu di pabrik pengolahan pangan.

Pengetahuan yang harus dikuasai mahasiswa meliputi aspek teoretis dan konseptual yang membentuk dasar pemikiran dalam pengawasan mutu agroindustri, termasuk pemahaman mengenai standar mutu nasional dan internasional seperti SNI, ISO 9001, serta prinsip *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP), dan keterkaitan

antara mutu produk dengan kesehatan konsumen (FAO/WHO, 2020). Pengetahuan ini mencakup pemahaman mengenai sifat bahan baku, karakteristik produk, teknik pengujian mutu, serta faktor-faktor yang memengaruhi stabilitas dan keamanan produk sepanjang rantai pasok agroindustri. Contohnya, mahasiswa harus mampu menjelaskan bagaimana variasi kadar air dalam tepung jagung dapat mempengaruhi risiko mikrobiologis pada produk olahan, serta cara pengendaliannya melalui parameter proses yang tepat. Pemahaman luas ini menjadi fondasi untuk pengembangan keterampilan teknis yang aplikatif.

Keterampilan yang dibangun melalui CPMK mencakup kemampuan analitis, teknis, dan komunikasi yang mendukung pelaksanaan pengawasan mutu secara efektif di lingkungan kerja nyata. Keterampilan teknis ini mencakup kemampuan melakukan pengujian mutu fisik, kimia, dan mikrobiologis, serta interpretasi hasil uji untuk pengambilan keputusan manajerial (Trienekens, 2016). Di samping itu, keterampilan analitis diperlukan untuk mengevaluasi sistem mutu perusahaan, mengidentifikasi titik kendali kritis dalam proses produksi, serta merancang rekomendasi perbaikan berdasarkan bukti empiris. Mahasiswa juga perlu menguasai keterampilan komunikasi profesional untuk menyusun laporan audit, menyampaikan temuan kepada tim lintas fungsi, dan berinteraksi dengan pemangku kepentingan lain. Misalnya, kemampuan mahasiswa dalam mengkomunikasikan rekomendasi pengurangan variasi mutu pada pabrik pengolahan susu kepada manajemen produksi menunjukkan

keterampilan yang aplikatif dan berorientasi pada penyelesaian masalah nyata.

Dalam kerangka Outcome-Based Education (OBE), Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dirancang sebagai satu kesatuan utuh yang mencakup tiga ranah kompetensi: sikap (*affective*), pengetahuan (*cognitive*), dan keterampilan (*psychomotor*). Berikut adalah penjelasan masing-masing ranah dalam mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri:

1. CPMK Ranah Sikap (*Attitude*)

Ranah sikap dalam pengawasan mutu menekankan pada internalisasi nilai-nilai profesionalisme dan etika yang menjadi pondasi seorang penjamin mutu. Mahasiswa diharapkan menunjukkan integritas tinggi terhadap akurasi data, tanggung jawab terhadap keamanan konsumen, serta kedisiplinan dalam mengikuti prosedur operasi standar (SOP). Sikap ini sangat krusial karena dalam industri pangan dan agroindustri, kejujuran dalam melaporkan hasil uji mutu (misalnya hasil uji kontaminasi) berkaitan langsung dengan nyawa manusia dan reputasi institusi. Selain itu, ranah ini mencakup kemampuan bekerja sama dalam tim lintas divisi untuk memecahkan masalah kualitas di pabrik.

2. CPMK Ranah Pengetahuan (*Knowledge*)

Ranah pengetahuan berfokus pada penguasaan teoretis dan konseptual mengenai prinsip-prinsip manajemen mutu modern. Mahasiswa diharapkan mampu menganalisis berbagai standar mutu (seperti SNI, ISO, atau Codex Alimentarius), memahami karakteristik kimia, fisik, dan biologis bahan baku agroindustri, serta menguasai

metodologi pengendalian mutu statistik (*Statistical Quality Control*). Pengetahuan ini menjadi dasar bagi mahasiswa untuk memahami "mengapa" suatu prosedur dilakukan, termasuk pemahaman mendalam mengenai titik kendali kritis dalam sistem HACCP guna mencegah bahaya keamanan pangan sebelum terjadi.

3. CPMK Ranah Keterampilan (*Skills*)

Ranah keterampilan mencakup kemampuan praktis dalam menerapkan alat dan teknik pengawasan mutu secara nyata. Ini terbagi menjadi dua bagian:

- a. Keterampilan Keras (*Hard Skills*): Kemampuan mengoperasikan alat laboratorium, melakukan pengambilan sampel (*sampling*) yang representatif, serta mengolah data mutu menggunakan perangkat lunak atau diagram kendali (*Control Charts*).
- b. Keterampilan Lunak (*Soft Skills*): Kemampuan melakukan audit mutu, memberikan rekomendasi perbaikan proses jika ditemukan produk cacat, dan mengomunikasikan laporan kualitas kepada pemangku kepentingan secara efektif.

Perumusan CPMK sikap, pengetahuan, dan keterampilan berdasarkan pendekatan OBE memastikan bahwa pembelajaran tidak hanya mengukur aspek kognitif, tetapi juga aspek afektif dan psikomotorik yang relevan dengan standar kompetensi industri agroindustri. Pendekatan ini mendorong integrasi antara kurikulum, metode pembelajaran, dan asesmen autentik sehingga capaian pembelajaran dapat dievaluasi melalui tugas realistik seperti studi kasus audit

mutu, pengembangan prosedur pengendalian mutu, dan proyek kolaboratif dengan pelaku industri. Evaluasi berbasis rubrik yang jelas dan terukur memungkinkan pengukuran yang tepat terhadap pencapaian CPMK ketiga ranah tersebut, serta memberikan umpan balik yang konstruktif bagi mahasiswa untuk meningkatkan kompetensi mereka (Biggs & Tang, 2019; FAO/WHO, 2020). Dengan demikian, CPMK yang dirumuskan secara komprehensif menjadi landasan dalam mencetak lulusan yang tidak hanya memiliki pengetahuan teoritis tetapi juga sikap profesional dan keterampilan praktis yang siap pakai di dunia kerja.

1.4.2 Keterkaitan CPMK dengan CPL dan Profil Lulusan

Keterkaitan antara Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dengan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) dan profil lulusan merupakan elemen kunci dalam penerapan *Outcome Based Education* pada mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri, karena memastikan bahwa kompetensi yang dibangun pada tingkat mata kuliah berkontribusi langsung terhadap kompetensi akhir lulusan program studi. CPMK dirancang sebagai turunan operasional dari CPL yang telah ditetapkan pada level program studi, sehingga setiap pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dicapai mahasiswa dalam mata kuliah ini selaras dengan profil lulusan yang diharapkan, seperti sebagai *quality control officer*, supervisor mutu agroindustri, atau analis keamanan pangan. Keterkaitan ini menjamin bahwa pembelajaran tidak bersifat terfragmentasi, melainkan menjadi bagian integral dari proses pembentukan lulusan yang kompeten, adaptif, dan relevan

dengan kebutuhan dunia kerja agroindustri modern (Biggs & Tang, 2019).

Dalam ranah pengetahuan, CPMK Pengawasan Mutu Agroindustri secara langsung mendukung CPL yang menekankan penguasaan konsep, prinsip, dan standar mutu serta keamanan pangan. Pengetahuan mengenai sistem pengawasan mutu, standar nasional dan internasional, serta metode pengujian mutu menjadi fondasi penting bagi lulusan untuk menjalankan peran profesionalnya di industri. Misalnya, CPL yang menuntut kemampuan analisis dan pemecahan masalah di bidang agroindustri dicapai melalui CPMK yang mengharuskan mahasiswa mampu mengevaluasi ketidaksesuaian mutu produk dan merumuskan tindakan perbaikan berdasarkan standar seperti ISO 22000 atau HACCP. Dengan demikian, CPMK berfungsi sebagai jembatan antara tujuan pembelajaran mata kuliah dan kompetensi lulusan yang telah dirumuskan secara strategis pada tingkat program studi (Spady, 2018).

Pada ranah keterampilan, keterkaitan CPMK dengan CPL dan profil lulusan tercermin melalui pengembangan kemampuan praktis dan aplikatif yang dibutuhkan di dunia kerja. CPMK diarahkan agar mahasiswa mampu melakukan pengujian mutu, menyusun dokumen pengawasan mutu, melaksanakan audit internal sederhana, serta menginterpretasikan data mutu untuk pengambilan keputusan. Keterampilan ini selaras dengan CPL yang menuntut lulusan memiliki kemampuan kerja profesional, penggunaan teknologi, serta komunikasi efektif dalam konteks agroindustri. Contohnya, profil lulusan sebagai tenaga

pengawas mutu diwujudkan melalui CPMK yang menuntut mahasiswa mampu menyusun laporan hasil inspeksi mutu bahan baku dan produk akhir secara sistematis dan sesuai kaidah industri, sehingga lulusan siap beradaptasi dengan lingkungan kerja nyata sejak awal karier profesionalnya (Trienekens & Zuurbier, 2017).

Keterkaitan CPMK dengan CPL dan profil lulusan juga terlihat pada ranah sikap dan tata nilai, yang menekankan profesionalisme, etika, dan tanggung jawab terhadap mutu dan keamanan produk. CPMK dirancang untuk menanamkan sikap disiplin, teliti, patuh terhadap prosedur, serta memiliki kepedulian terhadap keselamatan konsumen dan keberlanjutan industri. Sikap ini sejalan dengan CPL yang menuntut lulusan memiliki integritas, kemampuan bekerja sama, dan tanggung jawab sosial. Dalam praktik pembelajaran, keterkaitan tersebut dapat diwujudkan melalui penugasan berbasis studi kasus pelanggaran mutu produk pangan, di mana mahasiswa tidak hanya menganalisis aspek teknis tetapi juga mempertimbangkan dampak etis dan sosial dari kegagalan pengawasan mutu. Dengan demikian, keselarasan CPMK, CPL, dan profil lulusan memastikan bahwa mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri berkontribusi nyata dalam menghasilkan lulusan yang kompeten secara holistik dan siap menghadapi tantangan industri agroindustri yang semakin kompleks (Biggs & Tang, 2019; Spady, 2018).

Dalam sistem Outcome-Based Education (OBE), terdapat alur logika yang mengikat antara visi besar program studi dengan apa yang dipelajari mahasiswa di kelas. Berikut adalah penjelasan keterkaitan antara Capaian Pembelajaran Mata

Kuliah (CPMK), Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), dan Profil Lulusan dalam konteks Pengawasan Mutu Agroindustri:

1. Profil Lulusan: Target Jangka Panjang

Profil lulusan adalah peran atau profesi yang diharapkan dapat dijalankan oleh mahasiswa setelah 3–5 tahun menamatkan pendidikan. Dalam buku ini, profil lulusan yang disasar biasanya adalah *Quality Assurance (QA) Manager, Quality Control (QC) Supervisor*, atau Konsultan Keamanan Pangan. Profil ini menjadi "kompas" utama; jika industrinya adalah agroindustri, maka profil tersebut harus memiliki ketajaman dalam menangani karakteristik unik produk pertanian yang mudah rusak.

2. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL): Kompetensi Standar CPL merupakan rincian kompetensi (sikap, pengetahuan, dan keterampilan) yang harus dimiliki mahasiswa tepat pada saat mereka lulus. CPL diturunkan langsung dari profil lulusan. Misalnya, untuk menjadi seorang *QC Supervisor* (Profil), maka lulusan harus memiliki CPL berupa:

- a. Kemampuan merancang sistem manajemen mutu.
- b. Kemampuan mengevaluasi efektivitas pengendalian mutu di pabrik.
- c. Sikap profesional dan etis dalam pengambilan keputusan keamanan pangan.

3. CPMK: Jembatan Operasional di Kelas

CPMK adalah turunan dari CPL yang lebih spesifik untuk mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri. CPMK berfungsi sebagai unit kompetensi yang dapat diukur selama satu semester. Keterkaitannya bersifat kontributif:

jika mahasiswa berhasil menguasai seluruh CPMK (misalnya: mampu membuat diagram kendali statistik atau merancang dokumen HACCP), maka secara otomatis mereka telah berkontribusi pada pencapaian CPL program studi.

Komponen	Fokus Utama	Contoh Terapan
Profil Lulusan	Siapa mereka di masa depan?	<i>Quality Assurance Manager</i> di industri pengolahan sawit atau kakao.
CPL (Prodi)	Apa yang mereka bawa saat wisuda?	Mampu mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk mengendalikan mutu hasil pertanian.
CPMK (Mata Kuliah)	Apa yang dikuasai setelah kuliah ini?	Mahasiswa mampu menyusun rencana audit mutu internal berdasarkan standar ISO 22000.

Keterkaitan ini memastikan "*Constructive Alignment*" (Keselarasan Konstruktif). Artinya, setiap jam pertemuan di kelas, setiap tugas laboratorium, dan setiap ujian dalam mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri memiliki alasan yang jelas: yaitu untuk membentuk lulusan yang kompeten dan siap kerja sesuai standar industri. Tanpa keterkaitan ini, pembelajaran hanya akan menjadi tumpukan teori tanpa tujuan fungsional yang nyata.

BAB 2

KONSEP DASAR MUTU DAN KEAMANAN PRODUK AGROINDUSTRI



Mutu dan keamanan produk agroindustri merupakan konsep fundamental yang menentukan keberterimaan dan keberlanjutan produk di pasar, di mana mutu produk agroindustri dipahami sebagai kesesuaian karakteristik produk terhadap persyaratan yang ditetapkan dan harapan konsumen yang tercermin melalui dimensi mutu fisik seperti warna,

ukuran, dan tekstur, mutu kimia yang berkaitan dengan komposisi gizi, residu, dan stabilitas senyawa, mutu mikrobiologis yang mencerminkan tingkat keamanan dan ketahanan produk terhadap pertumbuhan mikroorganisme patogen maupun pembusuk, serta mutu sensori yang meliputi rasa, aroma, dan penampakan secara keseluruhan, dalam kaitannya dengan keamanan pangan, produk agroindustri berpotensi terpapar cemaran biologis berupa bakteri, kapang, dan virus, cemaran kimia seperti residu pestisida, logam berat, dan bahan tambahan pangan berlebih, serta cemaran fisik berupa benda asing yang dapat menimbulkan risiko kesehatan dan dampak serius bagi konsumen, mulai dari gangguan kesehatan ringan hingga penyakit kronis, sehingga pengelolaan mutu dan keamanan menjadi prasyarat utama dalam sistem agroindustri modern, lebih lanjut mutu tidak hanya berfungsi sebagai parameter teknis tetapi juga sebagai faktor strategis daya saing, karena mutu yang konsisten dan terjamin berkontribusi langsung terhadap kepuasan dan kepercayaan konsumen, memperkuat citra merek, serta meningkatkan loyalitas pasar, baik dalam konteks pasar nasional yang semakin kompetitif maupun pasar global yang menuntut pemenuhan standar internasional, sertifikasi, dan jaminan keamanan yang ketat, sehingga pemahaman menyeluruh mengenai konsep mutu dan keamanan produk agroindustri menjadi landasan penting bagi pengembangan sistem pengawasan mutu yang efektif dan berorientasi pada peningkatan daya saing.

2.1 Konsep Mutu Produk Agroindustri

Konsep mutu dalam produk agroindustri merupakan sebuah dimensi multidimensional yang melampaui sekadar karakteristik fisik, mencakup keseluruhan fitur dan sifat produk yang berpengaruh pada kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan konsumen baik yang tersurat maupun tersirat. Berbeda dengan produk manufaktur non-biologis, mutu dalam agroindustri memiliki kompleksitas tinggi karena sifat bahan baku pertanian yang bersifat *perishable* (mudah rusak), musiman, dan memiliki variabilitas biologis yang sangat beragam. Secara komprehensif, mutu ini diklasifikasikan ke dalam beberapa atribut utama, yakni mutu sensorik (warna, rasa, tekstur, dan aroma), mutu tersembunyi seperti nilai gizi dan keamanan mikrobiologis, serta mutu layanan yang mencakup kemudahan distribusi dan ketersediaan di pasar. Dalam perspektif operasional, mutu tidak hanya didefinisikan sebagai "kesesuaian terhadap standar" (*conformance to standards*), tetapi juga sebagai upaya berkelanjutan untuk mengurangi variasi dalam proses produksi agar menghasilkan output yang seragam. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai atribut mutu ini menjadi fondasi krusial dalam sistem pengawasan mutu, di mana setiap parameter harus dapat diukur, dikendalikan, dan ditingkatkan secara konsisten untuk membangun kepercayaan konsumen dan memenangkan persaingan di pasar agroindustri yang semakin kompetitif.

2.1.1 Dimensi Mutu Fisik, Kimia, Mikrobiologis, dan Sensori

Dimensi mutu produk agroindustri merupakan konsep multidimensional yang mencerminkan tingkat kesesuaian produk terhadap persyaratan teknis, keamanan, dan harapan konsumen, sehingga mutu tidak dapat dipahami hanya dari satu atribut tunggal. Dalam konteks agroindustri, mutu produk mencakup karakteristik fisik, kimia, mikrobiologis, dan sensori yang saling berkaitan dan menentukan nilai guna serta penerimaan produk di pasar. Setiap dimensi mutu memiliki indikator spesifik yang harus dikendalikan secara sistematis melalui pengawasan mutu yang terintegrasi, karena ketidaksesuaian pada satu dimensi dapat berdampak langsung terhadap dimensi lainnya. Sebagai contoh, kerusakan fisik pada bahan pangan segar dapat memicu perubahan kimia dan meningkatkan risiko kontaminasi mikrobiologis, yang pada akhirnya menurunkan mutu sensori dan keamanan produk secara keseluruhan (Luning et al., 2015).

Mutu fisik produk agroindustri berkaitan dengan sifat yang dapat diamati secara visual maupun diukur secara mekanis, seperti ukuran, bentuk, warna, tekstur, kekerasan, dan keutuhan produk. Dimensi ini sering menjadi indikator awal bagi konsumen dalam menilai kualitas suatu produk, khususnya pada produk segar dan produk olahan sederhana. Dalam industri pengolahan beras, misalnya, tingkat patahan, kebersihan, dan keseragaman ukuran butir menjadi parameter mutu fisik yang menentukan kelas mutu dan harga jual produk. Pengendalian mutu fisik dilakukan melalui pengaturan proses produksi, penanganan pascapanen, serta sistem sortasi

dan grading yang konsisten. Ketidakterkendalian mutu fisik tidak hanya menurunkan daya tarik produk, tetapi juga dapat memicu ketidaksesuaian pada tahap pengolahan lanjutan (Charters, 2017).

Dimensi mutu kimia berkaitan dengan komposisi dan kandungan zat kimia dalam produk agroindustri, baik yang bersifat gizi maupun non gizi, termasuk kadar air, protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, serta senyawa aditif atau residu kimia. Mutu kimia sangat menentukan nilai gizi, stabilitas produk, dan kesesuaiannya dengan standar regulasi yang berlaku. Sebagai contoh, kadar air yang terlalu tinggi pada tepung singkong dapat mempercepat reaksi degradasi kimia dan menurunkan daya simpan produk. Selain itu, keberadaan residu pestisida atau bahan kimia berbahaya menjadi aspek kritis yang harus dikendalikan untuk menjamin keamanan produk. Oleh karena itu, pengawasan mutu kimia memerlukan pengujian laboratorium yang terstandar dan pemantauan parameter proses secara berkelanjutan (FAO, 2019).

Mutu mikrobiologis merupakan dimensi mutu yang berhubungan langsung dengan keamanan produk agroindustri dan kesehatan konsumen. Dimensi ini mencakup keberadaan, jumlah, dan jenis mikroorganisme, baik yang bersifat patogen maupun pembusuk, yang dapat mempengaruhi keamanan dan umur simpan produk. Produk agroindustri seperti susu pasteurisasi, daging olahan, dan produk fermentasi sangat sensitif terhadap perubahan mutu mikrobiologis akibat kondisi proses dan sanitasi yang tidak memadai. Sebagai contoh, kegagalan pengendalian suhu

selama proses pendinginan dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri patogen yang berbahaya bagi konsumen. Oleh karena itu, dimensi mutu mikrobiologis harus dikendalikan melalui penerapan praktik higiene, sanitasi, dan sistem HACCP yang efektif (Forsythe, 2020).

Dimensi mutu sensori berkaitan dengan persepsi konsumen terhadap produk melalui pancaindra, meliputi rasa, aroma, warna, tekstur, dan penampilan keseluruhan. Mutu sensori menjadi faktor penentu utama dalam penerimaan dan kepuasan konsumen, terutama pada produk pangan olahan yang bersaing di pasar nasional dan global. Sebuah produk dengan mutu fisik dan kimia yang baik belum tentu diterima konsumen apabila karakteristik sensorinya tidak sesuai dengan preferensi pasar. Contohnya, produk minuman berbasis buah dengan aroma yang terlalu lemah atau rasa yang tidak seimbang akan sulit bersaing meskipun memenuhi standar keamanan pangan. Oleh karena itu, evaluasi sensori menjadi bagian penting dalam sistem pengawasan mutu agroindustri (Lawless & Heymann, 2018).

Keempat dimensi mutu tersebut tidak berdiri sendiri, melainkan saling berinteraksi dalam menentukan mutu akhir produk agroindustri. Perubahan pada satu dimensi dapat memicu perubahan pada dimensi lainnya, sehingga pendekatan pengawasan mutu harus bersifat holistik dan sistemik. Sebagai contoh, pengendalian suhu yang tepat selama proses pengolahan tidak hanya menjaga mutu mikrobiologis, tetapi juga mempertahankan mutu kimia dan sensori produk. Pendekatan terpadu ini menuntut pemahaman yang komprehensif dari tenaga pengawas mutu

terhadap karakteristik produk dan proses yang terlibat, agar keputusan pengendalian mutu dapat diambil secara tepat dan berbasis data (Luning et al., 2015).

Dalam konteks pembelajaran berbasis OBE, pemahaman mengenai dimensi mutu fisik, kimia, mikrobiologis, dan sensori menjadi kompetensi inti yang harus dicapai mahasiswa pada mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri. Mahasiswa tidak hanya dituntut untuk memahami konsep teoretis setiap dimensi mutu, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam analisis kasus nyata di industri. Misalnya, mahasiswa diharapkan mampu mengevaluasi penurunan mutu sensori produk olahan berbasis sereal dengan menelusuri keterkaitannya dengan perubahan mutu fisik dan kimia selama penyimpanan. Dengan demikian, penguasaan dimensi mutu produk agroindustri secara komprehensif menjadi landasan penting dalam membentuk lulusan yang kompeten dan siap berkontribusi dalam sistem pengawasan mutu agroindustri yang profesional dan berkelanjutan.

2.2 Keamanan Pangan dan Produk Agroindustri

Keamanan pangan merupakan parameter non-negosiasi dalam industri agroindustri yang merujuk pada kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah produk dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan fisik yang dapat mengganggu, merugikan, serta membahayakan kesehatan manusia. Dalam rantai pasok agroindustri yang panjang dan kompleks, risiko kontaminasi dapat terjadi pada setiap tahapan, mulai dari praktik budidaya di lahan (on-farm) yang berisiko residu pestisida, hingga proses pengolahan dan

distribusi yang rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme patogen atau paparan benda asing. Oleh karena itu, keamanan produk agroindustri tidak lagi dipandang sebagai aspek terpisah dari mutu, melainkan sebagai fondasi utama (*pre-requisite*) yang harus dipenuhi sebelum atribut mutu lainnya dipertimbangkan. Implementasi sistem manajemen keamanan pangan yang berbasis risiko, seperti *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP), menjadi sangat krusial dalam mengidentifikasi bahaya secara spesifik dan menetapkan tindakan pengendalian yang efektif. Melalui pengawasan keamanan pangan yang ketat, perusahaan agroindustri tidak hanya memenuhi kepatuhan terhadap regulasi nasional maupun internasional, tetapi juga melindungi reputasi merek dan memitigasi risiko ekonomi akibat penarikan produk (*product recall*) yang dapat menghancurkan keberlangsungan bisnis.

2.2.1 Cemaran Biologis, Kimia, dan Fisik

Keamanan pangan dan produk agroindustri merupakan aspek fundamental dalam sistem pengawasan mutu karena berkaitan langsung dengan perlindungan kesehatan konsumen dan keberlanjutan industri. Salah satu ancaman utama terhadap keamanan produk agroindustri adalah cemaran biologis yang berasal dari mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, kapang, dan parasit. Cemaran biologis dapat terjadi pada berbagai tahapan rantai produksi mulai dari bahan baku, proses pengolahan, hingga penyimpanan dan distribusi. Contohnya adalah keberadaan *Salmonella spp.* pada produk unggas olahan atau *Escherichia coli* pada sayuran

segar akibat sanitasi yang tidak memadai. Keberadaan mikroorganisme patogen tersebut dapat menyebabkan penyakit bawaan pangan sehingga pengawasan mutu harus difokuskan pada pengendalian higiene, sanitasi, suhu, dan waktu proses untuk menekan risiko pertumbuhan dan kontaminasi mikrobiologis (Forsythe, 2020).

Selain cemaran biologis, cemaran kimia juga menjadi isu kritis dalam keamanan produk agroindustri karena dapat menimbulkan dampak kesehatan jangka pendek maupun jangka panjang. Cemaran kimia dapat berasal dari residu pestisida, logam berat, bahan tambahan pangan yang melebihi batas, serta kontaminan proses seperti residu pembersih dan pelumas mesin. Dalam produk berbasis pertanian, residu pestisida yang melebihi ambang batas maksimum dapat terjadi akibat penggunaan bahan kimia pertanian yang tidak sesuai dengan prinsip *good agricultural practices*. Sebagai contoh, kandungan logam berat seperti timbal atau kadmium pada produk olahan berbasis umbi dan sereal dapat berasal dari tanah atau air yang tercemar. Oleh karena itu, pengawasan cemaran kimia memerlukan pemantauan ketat terhadap sumber bahan baku, proses produksi, serta pengujian laboratorium yang mengacu pada standar dan regulasi keamanan pangan yang berlaku (FAO/WHO, 2020).

Cemaran fisik merupakan jenis cemaran lain yang meskipun tidak selalu menimbulkan efek toksik, namun dapat membahayakan konsumen dan menurunkan kepercayaan terhadap produk agroindustri. Cemaran fisik meliputi benda asing seperti serpihan logam, pecahan kaca, potongan plastik,

batu, atau bagian serangga yang tidak sengaja masuk ke dalam produk selama proses produksi dan pengemasan. Contohnya adalah ditemukannya serpihan logam pada produk tepung akibat keausan mesin penggiling atau pecahan kaca pada produk minuman akibat kerusakan botol. Cemaran fisik sering kali berkaitan dengan lemahnya pengendalian proses, perawatan peralatan, dan prosedur inspeksi. Oleh karena itu, penerapan sistem pengawasan mutu seperti penggunaan metal detector, visual inspection, dan prosedur standar operasional menjadi langkah penting untuk mencegah terjadinya cemaran fisik pada produk akhir (Luning et al., 2015).

Pengendalian cemaran biologis, kimia, dan fisik harus dilakukan secara terpadu melalui pendekatan sistemik yang mencakup seluruh rantai pasok agroindustri. Sistem seperti Hazard Analysis and Critical Control Point memungkinkan identifikasi sumber bahaya, penetapan titik kendali kritis, serta penerapan tindakan pengendalian yang terukur dan terdokumentasi. Sebagai contoh, pengendalian suhu pemasakan pada produk olahan daging berfungsi untuk menekan cemaran biologis, sementara pengawasan bahan baku dan peralatan produksi mencegah cemaran kimia dan fisik. Dalam konteks pembelajaran berbasis OBE, pemahaman mengenai jenis dan sumber cemaran ini menjadi kompetensi penting agar mahasiswa mampu menganalisis risiko keamanan pangan secara komprehensif dan merumuskan strategi pengawasan mutu yang efektif, sesuai dengan tuntutan regulasi dan kebutuhan industri agroindustri modern (Forsythe, 2020; FAO/WHO, 2020).

2.2.2 Risiko dan dampak terhadap konsumen

Risiko keamanan pangan pada produk agroindustri merupakan konsekuensi dari paparan konsumen terhadap bahaya biologis, kimia, dan fisik yang tidak terkontrol selama proses produksi, penyimpanan, dan distribusi. Risiko tersebut dapat bersifat akut maupun kronis tergantung pada jenis bahaya, tingkat paparan, dan kerentanan konsumen. Risiko akut umumnya muncul akibat cemaran mikrobiologis patogen yang menyebabkan keracunan pangan dalam waktu singkat, sedangkan risiko kronis sering dikaitkan dengan paparan jangka panjang terhadap cemaran kimia seperti logam berat atau residu pestisida. Sebagai contoh, konsumsi produk olahan yang terkontaminasi *Salmonella* dapat menyebabkan gangguan pencernaan akut, sementara paparan residu pestisida secara terus menerus dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan jangka panjang. Oleh karena itu, identifikasi dan analisis risiko menjadi bagian penting dalam sistem pengawasan mutu agroindustri untuk melindungi konsumen secara menyeluruh (FAO/WHO, 2020).

Dampak risiko keamanan pangan terhadap konsumen tidak hanya terbatas pada aspek kesehatan fisik, tetapi juga mencakup aspek psikologis dan sosial. Kasus keracunan pangan dapat menurunkan rasa aman dan kepercayaan konsumen terhadap suatu produk atau merek tertentu, bahkan terhadap seluruh kategori produk agroindustri. Dalam skala yang lebih luas, kejadian keamanan pangan dapat memicu kepanikan publik dan perubahan perilaku konsumsi, seperti penghindaran produk tertentu meskipun tidak seluruh produk tersebut bermasalah. Contohnya, kasus kontaminasi

bakteri patogen pada produk susu dapat menyebabkan konsumen enggan mengonsumsi produk susu dalam jangka waktu tertentu. Dampak ini menunjukkan bahwa kegagalan pengawasan mutu tidak hanya merugikan konsumen secara individual, tetapi juga berdampak pada persepsi masyarakat terhadap keamanan pangan secara umum (Luning et al., 2015).

Risiko keamanan pangan juga memiliki implikasi serius terhadap kelompok konsumen yang rentan, seperti anak-anak, lansia, ibu hamil, dan individu dengan sistem imun yang lemah. Kelompok ini memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap dampak negatif cemaran pangan, sehingga paparan dalam jumlah kecil sekalipun dapat menimbulkan efek kesehatan yang signifikan. Sebagai contoh, cemaran *Listeria monocytogenes* pada produk pangan siap saji dapat menyebabkan komplikasi serius pada ibu hamil dan janin. Oleh karena itu, pengawasan mutu agroindustri harus mempertimbangkan karakteristik dan kebutuhan kelompok rentan dalam penetapan standar keamanan dan batas cemaran yang diizinkan. Pendekatan berbasis risiko menjadi landasan penting dalam perumusan kebijakan dan penerapan sistem pengawasan mutu yang berorientasi pada perlindungan konsumen (Forsythe, 2020).

Dalam konteks pembelajaran berbasis OBE, pemahaman mengenai risiko dan dampak keamanan pangan terhadap konsumen menjadi kompetensi penting yang harus dicapai mahasiswa pada mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri. Mahasiswa diharapkan mampu menganalisis hubungan antara kegagalan pengendalian mutu dengan dampak kesehatan dan sosial yang ditimbulkan, serta merumuskan strategi

pencegahan yang efektif. Misalnya, melalui studi kasus kejadian *foodborne disease*, mahasiswa dapat mengevaluasi titik lemah sistem pengawasan mutu dan menyusun rekomendasi perbaikan berbasis analisis risiko. Dengan demikian, penguasaan konsep risiko dan dampaknya terhadap konsumen tidak hanya meningkatkan kesadaran akan pentingnya keamanan pangan, tetapi juga membentuk sikap profesional dan tanggung jawab sosial lulusan dalam menjamin mutu dan keamanan produk agroindustri secara berkelanjutan (FAO/WHO, 2020; Luning et al., 2015).

2.3 Mutu sebagai Faktor Daya Saing

Dalam era pasar global yang semakin terbuka, mutu bukan lagi sekadar keunggulan tambahan melainkan telah menjadi faktor determinan utama dalam menentukan daya saing sebuah unit usaha agroindustri di kancah internasional. Kemampuan sebuah perusahaan untuk memproduksi komoditas dengan standar kualitas yang tinggi dan konsisten memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan, karena konsumen modern kini cenderung lebih kritis dalam memilih produk yang tidak hanya menawarkan harga terjangkau, tetapi juga jaminan keamanan, kesehatan, dan keberlanjutan. Mutu yang terkelola dengan baik mampu menciptakan diferensiasi produk di tengah banjirnya komoditas serupa, yang pada gilirannya akan meningkatkan loyalitas pelanggan dan memperkuat posisi tawar (*bargaining power*) produsen di pasar ekspor. Selain itu, kepatuhan terhadap standar mutu internasional seperti ISO atau GlobalGAP bertindak sebagai paspor perdagangan yang meruntuhkan hambatan teknis di

berbagai negara tujuan, sehingga memperluas pangsa pasar dan meminimalisir kerugian akibat penolakan barang. Dengan mengintegrasikan prinsip pengawasan mutu dalam setiap lini operasional, agroindustri dapat mencapai efisiensi biaya melalui pengurangan limbah (*waste*) dan pengerjaan ulang (*rework*), yang secara kolektif akan meningkatkan profitabilitas dan daya saing jangka panjang industri berbasis pertanian tersebut.

2.3.1 Mutu dan Kepuasan Konsumen

Mutu produk agroindustri memiliki hubungan yang erat dengan kepuasan konsumen karena mutu mencerminkan kemampuan produk dalam memenuhi kebutuhan, harapan, dan preferensi konsumen secara konsisten. Konsumen menilai mutu tidak hanya dari aspek keamanan, tetapi juga dari kesesuaian karakteristik produk dengan janji produsen, seperti rasa, tekstur, penampilan, dan daya simpan. Kepuasan konsumen terbentuk ketika persepsi terhadap mutu produk setara atau melebihi ekspektasi awal, sedangkan ketidaksesuaian mutu akan menimbulkan ketidakpuasan yang berdampak pada penurunan loyalitas. Dalam konteks agroindustri, produk pangan olahan yang memiliki mutu stabil dan konsisten cenderung lebih mudah diterima pasar karena memberikan rasa aman dan kepercayaan kepada konsumen dalam jangka panjang (Luning et al., 2015).

Mutu yang terjaga secara konsisten menjadi dasar terbentuknya kepercayaan konsumen terhadap suatu merek atau produsen agroindustri. Kepercayaan ini berperan penting dalam keputusan pembelian ulang dan pembentukan loyalitas

konsumen, yang pada akhirnya memperkuat daya saing produk di pasar. Sebagai contoh, produk susu olahan yang memiliki cita rasa konsisten, kemasan yang baik, serta umur simpan yang sesuai dengan informasi pada label akan lebih dipercaya oleh konsumen dibandingkan produk dengan mutu yang fluktuatif. Dalam jangka panjang, kepuasan konsumen yang berkelanjutan akan mendorong rekomendasi dari mulut ke mulut dan memperluas pangsa pasar produk agroindustri tersebut. Oleh karena itu, pengawasan mutu tidak hanya berfungsi sebagai alat pengendalian teknis, tetapi juga sebagai strategi pemasaran tidak langsung yang berorientasi pada kepuasan konsumen (Kotler & Keller, 2016).

Kepuasan konsumen terhadap mutu produk agroindustri juga dipengaruhi oleh persepsi nilai yang diterima, yaitu perbandingan antara mutu yang dirasakan dengan harga yang dibayarkan. Produk dengan mutu yang baik dan harga yang sepadan akan memberikan nilai tambah bagi konsumen, sehingga meningkatkan tingkat kepuasan dan preferensi terhadap produk tersebut. Dalam industri pangan olahan berbasis komoditas lokal, peningkatan mutu melalui pengendalian bahan baku dan proses produksi dapat meningkatkan nilai produk tanpa harus menaikkan harga secara signifikan. Misalnya, peningkatan mutu sensori dan keamanan pada produk olahan berbasis umbi lokal dapat meningkatkan minat konsumen urban yang semakin sadar akan kualitas dan keamanan pangan. Hal ini menunjukkan bahwa mutu berperan sebagai instrumen strategis dalam menciptakan kepuasan konsumen sekaligus meningkatkan daya saing produk agroindustri (Grunert et al., 2015).

Dalam perspektif pembelajaran berbasis OBE, pemahaman mengenai hubungan antara mutu dan kepuasan konsumen menjadi kompetensi penting bagi mahasiswa agar mampu melihat pengawasan mutu sebagai bagian dari strategi bisnis dan keberlanjutan industri. Mahasiswa diharapkan mampu menganalisis bagaimana kegagalan menjaga mutu dapat berdampak pada keluhan konsumen, penurunan citra merek, dan kehilangan pasar, serta sebaliknya bagaimana peningkatan mutu dapat meningkatkan kepuasan dan loyalitas konsumen. Sebagai contoh, melalui analisis kasus penarikan produk akibat ketidaksesuaian mutu, mahasiswa dapat mengevaluasi dampaknya terhadap kepuasan konsumen dan reputasi perusahaan. Dengan demikian, penguasaan konsep mutu dan kepuasan konsumen tidak hanya memperkuat aspek teknis pengawasan mutu, tetapi juga membentuk pola pikir lulusan yang berorientasi pada konsumen dan daya saing agroindustri secara berkelanjutan (Kotler & Keller, 2016; Luning et al., 2015).

2.3.2 Mutu dalam Pasar Nasional dan Global

Mutu produk agroindustri merupakan faktor penentu utama daya saing dalam pasar nasional karena berfungsi sebagai dasar diferensiasi produk, perlindungan konsumen, dan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku. Di tingkat nasional, standar mutu seperti SNI dan ketentuan keamanan pangan menjadi acuan minimum yang harus dipenuhi produsen agar produk dapat diterima dan dipasarkan secara luas. Produk dengan mutu yang konsisten dan terverifikasi cenderung memperoleh kepercayaan konsumen domestik

serta akses yang lebih baik ke jaringan distribusi modern. Sebagai contoh, produk olahan berbasis sereal yang memenuhi persyaratan mutu fisik, kimia, dan mikrobiologis sesuai standar nasional akan lebih mudah masuk ke ritel modern dan program pengadaan pemerintah, sehingga memperluas pangsa pasar dan memperkuat posisi kompetitif produsen di dalam negeri (Luning et al., 2015).

Dalam pasar global, mutu berperan sebagai prasyarat sekaligus instrumen strategis untuk memasuki dan mempertahankan akses pasar internasional yang sangat kompetitif dan teregulasi ketat. Negara tujuan ekspor umumnya mensyaratkan pemenuhan standar internasional seperti Codex Alimentarius, ISO 22000, dan skema sertifikasi pihak ketiga yang menjamin keamanan dan konsistensi mutu produk. Kegagalan memenuhi persyaratan tersebut dapat berujung pada penolakan produk, penarikan dari pasar, dan kerugian ekonomi yang signifikan. Sebagai contoh, produk pangan olahan yang tidak memenuhi batas maksimum residu pestisida atau persyaratan ketertelusuran akan sulit menembus pasar Uni Eropa. Oleh karena itu, pengawasan mutu yang kuat dan terdokumentasi menjadi kunci dalam membangun reputasi produk agroindustri di pasar global (FAO/WHO, 2020).

Mutu juga memengaruhi kemampuan produk agroindustri untuk bersaing melalui nilai tambah, bukan semata harga, baik di pasar nasional maupun global. Strategi berbasis mutu memungkinkan produsen menghindari persaingan harga yang ketat dengan menonjolkan keunggulan seperti keamanan, konsistensi sensori,

keberlanjutan, dan kepatuhan standar. Produk dengan mutu unggul dan tersertifikasi sering kali memiliki elastisitas harga yang lebih rendah karena konsumen bersedia membayar lebih untuk jaminan kualitas dan keamanan. Sebagai contoh, produk kopi olahan dengan sistem pengendalian mutu yang baik dan sertifikasi keamanan pangan dapat memperoleh premium price di pasar ekspor. Hal ini menunjukkan bahwa mutu berfungsi sebagai pengungkit daya saing yang berkelanjutan dalam struktur pasar yang semakin terintegrasi (Trienekens, 2016).

Dalam konteks pembelajaran berbasis OBE, pemahaman tentang peran mutu dalam pasar nasional dan global menjadi kompetensi esensial agar mahasiswa mampu mengaitkan pengawasan mutu dengan strategi bisnis dan kebijakan perdagangan. Mahasiswa diharapkan mampu menganalisis dampak ketidaksesuaian mutu terhadap akses pasar, biaya kepatuhan, dan reputasi merek, serta merumuskan langkah penguatan sistem mutu yang selaras dengan tuntutan pasar sasaran. Melalui studi kasus ekspor produk agroindustri yang menghadapi hambatan teknis perdagangan, mahasiswa dapat mengevaluasi peran standar dan sertifikasi sebagai alat peningkatan daya saing. Dengan demikian, penguasaan konsep mutu sebagai faktor daya saing membekali lulusan dengan perspektif strategis untuk mendukung kinerja agroindustri di pasar nasional dan global secara berkelanjutan (Luning et al., 2015; FAO/WHO, 2020).

BAB 3

REGULASI DAN STANDAR MUTU AGROINDUSTRI



Regulasi dan standar mutu agroindustri berfungsi sebagai kerangka pengendali yang menjamin keamanan, mutu, dan keandalan produk bagi konsumen sekaligus memberikan kepastian hukum bagi pelaku usaha, pada tingkat nasional kebijakan dan regulasi disusun dan diimplementasikan oleh berbagai instansi seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan yang berperan dalam pengawasan keamanan pangan olahan, Kementerian Pertanian yang mengatur mutu dan keamanan produk hasil pertanian primer, serta instansi terkait lainnya yang memastikan kesesuaian proses dan produk dengan peraturan

perundangan, dalam lingkup yang lebih luas penerapan standar nasional dan internasional seperti Standar Nasional Indonesia dan Codex Alimentarius menjadi acuan penting dalam harmonisasi mutu dan keamanan pangan, sementara standar sistem manajemen mutu ISO 9001 dan sistem manajemen keamanan pangan ISO 22000 menekankan pendekatan sistematis dan berbasis risiko dalam pengelolaan proses agroindustri, keberadaan sertifikasi atas standar-standar tersebut berfungsi sebagai bentuk jaminan mutu yang terverifikasi secara independen, meningkatkan transparansi dan kepercayaan konsumen, serta memfasilitasi akses produk agroindustri ke pasar yang lebih luas, dampak sertifikasi tidak hanya terbatas pada pemenuhan persyaratan regulatif tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap peningkatan daya saing melalui penguatan reputasi, efisiensi operasional, dan kemampuan bersaing di pasar nasional maupun global yang semakin menuntut jaminan mutu dan keamanan produk yang konsisten.

3.1 Kebijakan dan Regulasi Nasional

Kebijakan dan regulasi nasional merupakan instrumen hukum fundamental yang ditetapkan oleh pemerintah untuk mengatur, mengawasi, dan melindungi integritas sektor agroindustri guna menjamin keselamatan konsumen serta kelancaran perdagangan dalam negeri. Di Indonesia, kerangka regulasi ini bersumber pada undang-undang payung seperti Undang-Undang Pangan, Undang-Undang Perindustrian, serta Undang-Undang Perlindungan Konsumen, yang kemudian diturunkan ke dalam berbagai Peraturan

Pemerintah (PP) dan Peraturan Menteri untuk mengatur standar teknis secara spesifik. Kebijakan nasional ini mencakup kewajiban pemenuhan Standar Nasional Indonesia (SNI) bagi komoditas tertentu, sertifikasi halal, hingga pendaftaran izin edar melalui Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) atau Kementerian Pertanian. Dalam perspektif pengawasan mutu berbasis *Outcome-Based Education* (OBE), pemahaman terhadap regulasi ini sangat krusial karena lulusan harus mampu menavigasi aspek legalitas dan kepatuhan dalam operasional industri agar produk yang dihasilkan tidak hanya unggul secara kualitas tetapi juga sah secara hukum. Dengan adanya regulasi yang ketat dan konsisten, pemerintah berupaya menciptakan iklim usaha yang sehat, mencegah praktik penipuan mutu, serta memastikan bahwa produk agroindustri lokal memiliki fondasi hukum yang kuat untuk bersaing dengan produk impor maupun saat melakukan penetrasi ke pasar global.

Kebijakan dan regulasi nasional merupakan instrumen hukum utama yang ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia untuk mengatur dan mengawasi jalannya sektor agroindustri guna menjamin keamanan, kesehatan, dan keselamatan konsumen serta kelestarian lingkungan. Regulasi ini berfungsi sebagai standar operasional minimum yang bersifat mengikat secara hukum bagi seluruh pelaku usaha agroindustri. Secara hierarki, regulasi ini dimulai dari undang-undang payung seperti Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan, yang mengamanatkan bahwa penyelenggaraan pangan harus memenuhi persyaratan keamanan, mutu, dan gizi. Selain itu, regulasi nasional juga mencakup Undang-Undang No. 33

Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal, yang kini menjadi mandatori bagi sebagian besar produk agroindustri di Indonesia.

Dalam tataran teknis, kebijakan ini diturunkan menjadi Peraturan Pemerintah (PP) dan Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) serta Peraturan Menteri Pertanian atau Perindustrian yang mengatur:

1. Penerapan Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (CPPOB): Sebagai prasyarat dasar penjaminan mutu.
2. Standar Nasional Indonesia (SNI): Baik yang bersifat sukarela maupun wajib, untuk memastikan keseragaman kualitas produk.
3. Sistem Sertifikasi dan Izin Edar: Seperti nomor pendaftaran MD (Makanan Dalam Negeri) atau P-IRT untuk industri rumah tangga.

Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), penguasaan terhadap regulasi nasional ini bukan sekadar hafalan teks hukum, melainkan kemampuan mahasiswa untuk menginterpretasikan dan mengaplikasikan aturan tersebut ke dalam rancangan sistem mutu di industri. Lulusan diharapkan mampu menjamin bahwa setiap proses produksi yang mereka awasi tidak hanya unggul secara komersial, tetapi juga sepenuhnya patuh (*comply*) terhadap hukum yang berlaku, sehingga terhindar dari sanksi hukum maupun risiko penarikan produk dari pasar.

3.1.1 Peran BPOM, Kementerian Pertanian, dan Instansi Terkait

Kebijakan dan regulasi nasional di bidang agroindustri berfungsi sebagai landasan hukum dan operasional dalam menjamin mutu dan keamanan produk yang beredar di masyarakat. Regulasi ini dirancang untuk melindungi konsumen, meningkatkan daya saing produk dalam negeri, serta memastikan praktik produksi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Dalam konteks pengawasan mutu agroindustri, kebijakan nasional tidak hanya mengatur standar teknis produk, tetapi juga mengatur tata kelola proses produksi, distribusi, dan pemasaran. Kejelasan peran dan kewenangan setiap instansi terkait menjadi faktor penting agar sistem pengawasan mutu berjalan efektif dan tidak tumpang tindih, sehingga pelaku usaha memiliki pedoman yang jelas dalam memenuhi persyaratan mutu dan keamanan produk (Luning et al., 2015).

Badan Pengawas Obat dan Makanan memiliki peran sentral dalam pengawasan mutu dan keamanan pangan olahan yang beredar di pasar. BPOM bertanggung jawab dalam penyusunan regulasi teknis, penetapan persyaratan keamanan pangan, evaluasi pra edar, serta pengawasan pasca edar melalui inspeksi dan pengujian produk. Peran ini sangat strategis dalam mencegah beredarnya produk agroindustri yang tidak memenuhi standar mutu dan berpotensi membahayakan konsumen. Sebagai contoh, kewajiban pendaftaran pangan olahan dan pencantuman label yang sesuai merupakan instrumen pengawasan BPOM untuk menjamin transparansi informasi mutu dan keamanan produk

kepada konsumen. Dengan demikian, BPOM menjadi garda terdepan dalam perlindungan konsumen melalui pengawasan mutu berbasis regulasi (FAO/WHO, 2020).

Kementerian Pertanian memiliki peran penting dalam pengawasan mutu agroindustri pada tahap hulu, khususnya yang berkaitan dengan produksi primer seperti tanaman pangan, hortikultura, dan peternakan. Melalui kebijakan dan regulasi yang mengatur penerapan *good agricultural practices* dan *good animal husbandry practices*, kementerian ini berupaya menjamin bahwa bahan baku agroindustri memenuhi persyaratan mutu dan keamanan sejak awal rantai pasok. Pengawasan terhadap penggunaan pestisida, pakan, dan obat hewan merupakan contoh konkret peran Kementerian Pertanian dalam mencegah cemaran kimia dan biologis pada produk agroindustri. Kualitas bahan baku yang terjamin akan memudahkan pengendalian mutu pada tahap pengolahan selanjutnya dan menurunkan risiko ketidaksesuaian produk akhir (Trienekens, 2016).

Selain BPOM dan Kementerian Pertanian, instansi terkait lainnya seperti Kementerian Perindustrian, Kementerian Perdagangan, dan Badan Standardisasi Nasional juga memiliki peran strategis dalam sistem regulasi mutu agroindustri. Kementerian Perindustrian berperan dalam pembinaan industri agro, penerapan *good manufacturing practices*, serta peningkatan efisiensi dan konsistensi proses produksi. Kementerian Perdagangan berperan dalam pengawasan peredaran produk dan perlindungan konsumen dari praktik perdagangan yang tidak adil, sementara Badan Standardisasi Nasional bertanggung jawab dalam perumusan dan

pengembangan Standar Nasional Indonesia sebagai acuan mutu produk agroindustri. Sinergi antarinstansi ini diperlukan untuk menciptakan sistem pengawasan mutu yang komprehensif dan berkesinambungan (Luning et al., 2015).

Koordinasi antarinstansi dalam pengawasan mutu agroindustri menjadi tantangan sekaligus kebutuhan utama dalam implementasi regulasi nasional. Perbedaan ruang lingkup kewenangan dan pendekatan pengawasan dapat menimbulkan celah regulasi apabila tidak dikelola secara terpadu. Oleh karena itu, mekanisme koordinasi dan pertukaran data antarinstansi sangat penting untuk memastikan efektivitas pengawasan mutu dari hulu hingga hilir. Sebagai contoh, integrasi data pengawasan bahan baku oleh Kementerian Pertanian dengan pengawasan pangan olahan oleh BPOM dapat memperkuat sistem ketertelusuran dan penanganan risiko keamanan pangan secara nasional. Pendekatan terintegrasi ini sejalan dengan prinsip manajemen mutu modern yang menekankan pengendalian sistem secara menyeluruh (FAO/WHO, 2020).

Regulasi nasional juga berperan sebagai instrumen pembinaan dan peningkatan kapasitas pelaku usaha agroindustri, khususnya usaha kecil dan menengah. Melalui kebijakan yang bersifat edukatif dan fasilitatif, instansi terkait mendorong pelaku usaha untuk memahami dan menerapkan standar mutu secara bertahap sesuai dengan kapasitasnya. Program pendampingan penerapan standar mutu, sertifikasi, dan pelatihan pengawasan mutu merupakan contoh upaya pemerintah dalam meningkatkan kepatuhan regulasi sekaligus daya saing industri nasional. Pendekatan ini menunjukkan

bahwa regulasi tidak semata bersifat represif, tetapi juga berfungsi sebagai alat pembangunan industri agroindustri yang berkelanjutan (Trienekens, 2016).

Dalam perspektif pembelajaran berbasis OBE, pemahaman terhadap peran BPOM, Kementerian Pertanian, dan instansi terkait dalam kebijakan dan regulasi nasional menjadi kompetensi penting bagi mahasiswa mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri. Mahasiswa diharapkan mampu menganalisis peran masing masing lembaga dalam sistem pengawasan mutu serta mengaitkannya dengan praktik industri nyata. Melalui analisis studi kasus penerapan regulasi nasional pada produk agroindustri, mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir sistemik dan regulatif yang dibutuhkan dalam dunia kerja. Dengan demikian, penguasaan aspek kebijakan dan regulasi nasional tidak hanya memperkuat pengetahuan teoretis, tetapi juga membentuk sikap profesional dan tanggung jawab lulusan dalam mendukung sistem pengawasan mutu agroindustri yang efektif dan berorientasi pada perlindungan konsumen.

3.2 Standar Nasional dan Internasional

Standar nasional dan internasional merupakan pilar teknis dalam pengawasan mutu agroindustri yang berfungsi sebagai tolok ukur universal untuk menilai kualitas, keamanan, dan efisiensi produk di pasar global. Di tingkat domestik, Standar Nasional Indonesia (SNI) menjadi acuan utama yang disusun untuk melindungi kepentingan konsumen sekaligus meningkatkan daya saing produk lokal, di mana penerapannya mencakup spesifikasi teknis bahan baku hingga metode

pengujian produk akhir. Namun, untuk menembus pasar ekspor, pelaku agroindustri harus mampu menyelaraskan sistem mutunya dengan standar internasional seperti ISO 22000 untuk manajemen keamanan pangan, ISO 9001 untuk manajemen mutu, serta standar *Codex Alimentarius* yang merupakan referensi global dalam perlindungan kesehatan konsumen dan praktik perdagangan pangan yang jujur. Dalam perspektif *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa dituntut tidak hanya memahami teks standar tersebut secara teoretis, tetapi juga memiliki kompetensi praktis untuk melakukan harmonisasi antara standar nasional dan internasional dalam operasional industri. Hal ini krusial karena ketidakmampuan dalam memenuhi standar internasional sering kali menjadi hambatan teknis perdagangan (*Technical Barriers to Trade*) yang dapat merugikan posisi ekonomi suatu negara. Dengan mengintegrasikan kedua level standarisasi ini, sistem pengawasan mutu agroindustri bertransformasi dari sekadar kepatuhan administratif menjadi instrumen strategis untuk menjamin kepercayaan pelanggan di seluruh dunia.

3.2.1 SNI, Codex Alimentarius

Standar Nasional Indonesia dan *Codex Alimentarius* merupakan instrumen utama dalam sistem pengawasan mutu agroindustri yang berfungsi sebagai acuan teknis untuk menjamin mutu, keamanan, dan keseragaman produk. SNI dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan nasional dengan mempertimbangkan karakteristik bahan baku lokal, kondisi industri, serta kepentingan perlindungan konsumen dalam negeri. Penerapan SNI membantu pelaku usaha agroindustri

dalam menghasilkan produk yang konsisten dan sesuai dengan persyaratan minimum yang ditetapkan pemerintah. Sebagai contoh, SNI pada produk pangan olahan mengatur parameter mutu fisik, kimia, dan mikrobiologis yang harus dipenuhi sebelum produk diedarkan, sehingga menjadi dasar penting dalam proses pengawasan mutu di tingkat industri dan distribusi (BSN, 2020).

Codex Alimentarius berperan sebagai standar internasional yang dikembangkan oleh FAO dan WHO untuk melindungi kesehatan konsumen dan memastikan praktik perdagangan pangan yang adil di tingkat global. Standar Codex mencakup pedoman keamanan pangan, batas maksimum cemaran, aditif pangan, serta praktik higiene yang diakui secara internasional. Dalam konteks agroindustri, Codex menjadi rujukan utama bagi negara negara dalam menyusun regulasi nasional dan menjadi dasar penyelesaian sengketa perdagangan pangan internasional. Misalnya, batas maksimum residu pestisida yang ditetapkan Codex sering digunakan sebagai acuan dalam ekspor produk pertanian dan pangan olahan ke berbagai negara tujuan (FAO/WHO, 2020).

Dalam buku Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE, pembahasan mengenai SNI dan Codex Alimentarius ditempatkan sebagai pilar utama dalam bab regulasi. Keduanya merupakan instrumen yang menjamin bahwa produk agroindustri tidak hanya memenuhi ekspektasi kualitas, tetapi juga aman bagi konsumen dan legal secara hukum perdagangan. Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai peran keduanya sebagai regulasi dan standar mutu:

1. Standar Nasional Indonesia (SNI)

SNI adalah satu-satunya standar yang berlaku secara nasional di Indonesia, yang dirumuskan oleh Komite Teknis dan ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN).

- a. Fungsi Regulasi: SNI berfungsi sebagai instrumen perlindungan pemerintah terhadap konsumen (terkait keamanan dan kesehatan) serta produsen lokal (terkait persaingan tidak sehat). Ada dua jenis penerapan SNI: Sukarela (berdasarkan kebutuhan pasar) dan Wajib (ditetapkan oleh menteri teknis karena alasan keamanan, keselamatan, kesehatan, dan lingkungan).
- b. Aspek Mutu: SNI mengatur spesifikasi teknis yang sangat mendalam, mulai dari karakteristik bahan baku, syarat mutu produk jadi (misalnya kadar air, cemaran logam), hingga cara pengemasan dan pelabelan.
- c. Relevansi OBE: Mahasiswa diharapkan mampu melakukan audit kesesuaian proses industri dengan dokumen SNI spesifik, sehingga produk yang dihasilkan memiliki sertifikasi SPPT SNI yang sah.

2. *Codex Alimentarius*

Codex Alimentarius (bahasa Latin untuk "Undang-Undang Pangan") adalah kumpulan standar, pedoman, dan kode praktik internasional yang diakui secara global. Standar ini dikelola oleh *Codex Alimentarius Commission* (CAC) di bawah naungan FAO dan WHO.

- a. Fungsi Regulasi: Codex merupakan referensi tertinggi dalam perdagangan internasional. Ketika terjadi

- sengketa perdagangan antarnegara di bawah WTO (*World Trade Organization*), standar Codex digunakan sebagai penentu apakah suatu produk dianggap memenuhi syarat keamanan pangan dunia atau tidak.
- b. Aspek Mutu: Codex fokus pada perlindungan kesehatan konsumen dan praktik perdagangan yang jujur. Standar ini mencakup Batas Maksimum Residu (BMR) pestisida, penggunaan Bahan Tambahan Pangan (BTP), serta prinsip-prinsip HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) yang menjadi kiblat sistem keamanan pangan dunia.
 - c. Relevansi OBE: Mahasiswa didorong untuk memiliki wawasan global agar mampu mengharmonisasikan standar lokal dengan standar Codex, sehingga produk agroindustri Indonesia siap menembus pasar ekspor tanpa hambatan teknis.

Dimensi	Standar Nasional Indonesia (SNI)	Codex Alimentarius
Cakupan Wilayah	Berlaku di wilayah hukum Republik Indonesia.	Berlaku sebagai referensi perdagangan global (internasional).
Fokus Utama	Spesifikasi teknis produk dan perlindungan industri dalam negeri.	Keamanan pangan dunia dan harmonisasi standar antarnegara.
Dasar Hukum	UU No. 20 Tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian.	Kesepakatan antarnegara anggota FAO/WHO dan referensi WTO.

Hubungan antara SNI dan Codex Alimentarius bersifat saling melengkapi, di mana SNI dapat mengadopsi atau mengadaptasi ketentuan Codex sesuai dengan kebutuhan dan kondisi nasional. Harmonisasi standar ini penting untuk mengurangi hambatan teknis perdagangan serta meningkatkan daya saing produk agroindustri di pasar internasional. Produk yang telah memenuhi SNI yang selaras dengan Codex akan lebih mudah diterima di pasar ekspor karena dianggap telah memenuhi persyaratan mutu dan keamanan yang diakui secara global. Sebagai contoh, produk olahan hasil pertanian yang diproduksi sesuai SNI berbasis Codex memiliki peluang lebih besar untuk menembus pasar regional dan global tanpa memerlukan penyesuaian standar yang signifikan (Luning et al., 2015).

Penerapan SNI dan Codex Alimentarius dalam pengawasan mutu agroindustri menuntut pemahaman yang komprehensif terhadap parameter teknis dan pendekatan berbasis risiko. Standar tersebut tidak hanya menetapkan batas mutu akhir produk, tetapi juga menekankan pengendalian proses melalui penerapan praktik produksi yang baik dan sistem pengendalian bahaya. Dalam praktik industri, penerapan standar ini membantu perusahaan mengidentifikasi titik kritis yang berpotensi menurunkan mutu atau membahayakan keamanan produk. Sebagai contoh, penerapan pedoman higiene Codex dalam proses pengolahan pangan dapat menurunkan risiko kontaminasi mikrobiologis secara signifikan dan meningkatkan keandalan sistem pengawasan mutu internal (Forsythe, 2020).

Dari perspektif daya saing, kepatuhan terhadap SNI dan Codex memberikan nilai tambah bagi produk agroindustri karena meningkatkan kepercayaan konsumen dan mitra dagang. Produk yang memenuhi standar yang jelas dan terverifikasi cenderung memiliki citra mutu yang lebih baik dan risiko penolakan pasar yang lebih rendah. Dalam pasar domestik, pencantuman klaim pemenuhan SNI pada label produk dapat menjadi faktor pembeda yang mempengaruhi keputusan pembelian konsumen. Di pasar internasional, kesesuaian dengan Codex sering menjadi prasyarat utama untuk akses pasar dan keberlanjutan hubungan dagang jangka panjang (Trienekens, 2016).

Dalam konteks pembelajaran berbasis OBE, pemahaman mengenai SNI dan Codex Alimentarius menjadi kompetensi penting agar mahasiswa mampu mengaitkan standar dengan praktik pengawasan mutu di industri nyata. Mahasiswa diharapkan tidak hanya memahami isi standar, tetapi juga mampu menganalisis implikasinya terhadap desain proses produksi, pengujian mutu, dan strategi pemasaran produk agroindustri. Melalui studi kasus penerapan SNI dan Codex pada produk pangan tertentu, mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan analitis dan regulatif yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Dengan demikian, penguasaan standar nasional dan internasional memperkuat peran lulusan sebagai tenaga profesional yang mampu mendukung sistem pengawasan mutu agroindustri yang kredibel dan berdaya saing.

3.2.2 ISO 9001 dan ISO 22000

ISO 9001 dan ISO 22000 merupakan standar internasional yang banyak diterapkan dalam agroindustri sebagai kerangka sistem manajemen untuk menjamin konsistensi mutu dan keamanan produk. ISO 9001 berfokus pada sistem manajemen mutu yang menekankan kepuasan pelanggan, pendekatan proses, manajemen risiko, serta perbaikan berkelanjutan dalam seluruh aktivitas organisasi. Standar ini tidak secara spesifik mengatur aspek keamanan pangan, namun memberikan fondasi manajerial yang kuat untuk mengendalikan proses, dokumentasi, dan kinerja organisasi secara sistematis.

Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pemahaman terhadap ISO 9001 dan ISO 22000 merupakan kompetensi kritical karena keduanya merupakan standar manajemen internasional yang menjadi bahasa universal dalam industri global. Meskipun keduanya diterbitkan oleh *International Organization for Standardization* (ISO), masing-masing memiliki fokus yang berbeda namun saling melengkapi dalam pengawasan mutu agroindustri. Berikut adalah penjelasan mengenai peran keduanya sebagai regulasi mandiri dan standar mutu:

1. ISO 9001: Sistem Manajemen Mutu (QMS)

ISO 9001 adalah standar internasional yang menetapkan kriteria untuk Sistem Manajemen Mutu. Standar ini bersifat generik, artinya dapat diterapkan pada semua jenis industri, termasuk agroindustri.

- a. Fokus Utama: Kepuasan pelanggan, kepemimpinan, dan perbaikan berkelanjutan (*Continuous Improvement*).
 - b. Peran dalam Agroindustri: ISO 9001 memastikan bahwa proses bisnis, mulai dari perencanaan, pengadaan bahan baku, hingga pelayanan purna jual, berjalan secara konsisten untuk menghasilkan produk yang memenuhi persyaratan pelanggan. Standar ini menggunakan pendekatan PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).
 - c. Relevansi OBE: Mahasiswa diharapkan mampu merancang Prosedur Operasi Standar (SOP) dan instruksi kerja yang selaras dengan klausul ISO 9001 untuk meminimalisir variabilitas produk hasil pertanian.
2. ISO 22000: Sistem Manajemen Keamanan Pangan (FSMS)
ISO 22000 adalah standar khusus yang mengintegrasikan prinsip HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) dengan langkah-langkah prasyarat (PRP) untuk menjamin keamanan pangan di seluruh rantai pasok.
 - a. Fokus Utama: Mengendalikan bahaya keamanan pangan (biologis, kimia, dan fisik) agar produk agroindustri aman untuk dikonsumsi.
 - b. Peran dalam Agroindustri: Karena bahan baku agroindustri sangat rentan terhadap kontaminasi dan kerusakan, ISO 22000 memberikan kerangka kerja yang ketat untuk mengidentifikasi titik kendali kritis (CCP) selama proses pengolahan.

- c. Relevansi OBE: Dalam pendekatan OBE, capaian pembelajaran ditekankan pada kemampuan mahasiswa untuk menyusun dokumen analisis bahaya dan menetapkan batas kritis yang akurat sesuai dengan protokol ISO 22000.

Aspek Perbandingan	ISO 9001	ISO 22000
Tujuan Utama	Efisiensi proses dan kepuasan pelanggan.	Keamanan produk bagi konsumen.
Cakupan	Seluruh manajemen organisasi.	Spesifik pada rantai pasok pangan/agro.
Komponen Kunci	Fokus pada konteks organisasi & risiko bisnis.	Fokus pada bahaya pangan & pengendalian kritis (HACCP).
Sifat Standar	Umum (Manajemen Mutu).	Teknis dan Spesifik (Keamanan Pangan).

Dalam konteks agroindustri, penerapan ISO 9001 membantu perusahaan memastikan bahwa setiap tahapan produksi dijalankan secara terkendali dan konsisten, sehingga variasi mutu produk dapat ditekan dan keandalan proses dapat ditingkatkan (Hoyle, 2017). ISO 22000 merupakan standar sistem manajemen keamanan pangan yang dirancang khusus untuk organisasi dalam rantai pangan, termasuk agroindustri. Standar ini mengintegrasikan prinsip Hazard Analysis and Critical Control Point dengan pendekatan sistem manajemen berbasis risiko, sehingga memungkinkan

pengendalian bahaya keamanan pangan secara sistematis dari hulu hingga hilir. ISO 22000 mencakup persyaratan komunikasi interaktif, program prasyarat, analisis bahaya, dan pengendalian titik kritis yang terdokumentasi dengan baik. Sebagai contoh, industri pengolahan produk susu yang menerapkan ISO 22000 diwajibkan mengidentifikasi potensi bahaya mikrobiologis pada proses pasteurisasi dan menetapkan pengendalian suhu serta waktu sebagai titik kendali kritis untuk menjamin keamanan produk akhir (FAO, 2019).

Perbedaan fokus antara ISO 9001 dan ISO 22000 menunjukkan bahwa kedua standar ini saling melengkapi dalam sistem pengawasan mutu agroindustri. ISO 9001 lebih menekankan aspek manajemen mutu secara umum, termasuk kepuasan pelanggan dan efisiensi proses, sedangkan ISO 22000 menitikberatkan pada jaminan keamanan pangan yang berbasis analisis bahaya. Dalam praktik industri, banyak perusahaan agroindustri mengintegrasikan kedua standar tersebut untuk membangun sistem manajemen yang komprehensif. Misalnya, penerapan ISO 9001 memastikan konsistensi dokumentasi dan evaluasi kinerja, sementara ISO 22000 memastikan bahwa produk yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi. Integrasi ini memberikan keuntungan strategis berupa peningkatan kepercayaan konsumen dan mitra dagang serta pengurangan risiko kegagalan mutu dan keamanan produk (Trienekens, 2016).

Dalam konteks pembelajaran berbasis OBE, pemahaman terhadap ISO 9001 dan ISO 22000 menjadi kompetensi penting bagi mahasiswa mata kuliah Pengawasan Mutu

Agroindustri. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan prinsip dasar kedua standar, menganalisis perbedaannya, serta mengaitkannya dengan penerapan nyata di industri agroindustri. Melalui studi kasus penerapan sistem manajemen mutu dan keamanan pangan, mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan analitis dalam menilai efektivitas sistem pengawasan mutu dan merumuskan rekomendasi perbaikan. Dengan demikian, penguasaan standar ISO 9001 dan ISO 22000 tidak hanya memperkuat pengetahuan teoretis, tetapi juga membekali lulusan dengan keterampilan praktis dan pola pikir sistemik yang dibutuhkan untuk mendukung daya saing dan keberlanjutan agroindustri di tingkat nasional dan global.

3.3 Sertifikasi dan Jaminan Mutu Produk Agroindustri

Sertifikasi dan jaminan mutu merupakan prosedur formal yang memberikan pengakuan tertulis dari lembaga independen terakreditasi bahwa suatu produk, proses, atau layanan agroindustri telah memenuhi persyaratan standar yang ditetapkan, baik secara nasional maupun internasional. Dalam ekosistem agroindustri, sertifikasi berfungsi sebagai mekanisme validasi pihak ketiga yang mengubah atribut mutu yang tidak terlihat (*credence attributes*) menjadi informasi yang dapat dipercaya oleh konsumen, seperti sertifikasi Halal, sertifikasi Organik, atau sertifikasi *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Jaminan mutu (*Quality Assurance*) dalam konteks ini tidak hanya berfokus pada pemeriksaan produk akhir, tetapi mencakup seluruh perencanaan dan

tindakan sistematis yang diperlukan untuk memberikan keyakinan memadai bahwa produk tersebut akan memuaskan persyaratan mutu secara berkelanjutan.

Dalam konteks Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE, pembahasan mengenai Sertifikasi dan Jaminan Mutu merupakan muara dari seluruh aktivitas pengendalian kualitas. Bagian ini menjelaskan bagaimana sebuah perusahaan membuktikan secara formal bahwa produk mereka layak, aman, dan memenuhi standar pasar. Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai Sertifikasi dan Jaminan Mutu Produk Agroindustri:

1. Jaminan Mutu (*Quality Assurance* - QA)

Jaminan Mutu adalah pendekatan proaktif yang berfokus pada pencegahan kesalahan dengan membangun sistem yang terstruktur.

- a. Konsep Utama: QA memastikan bahwa "proses yang benar dilakukan dengan cara yang benar" untuk menghasilkan "produk yang benar". Ini mencakup penyusunan Manual Mutu, Prosedur Operasi Standar (SOP), instruksi kerja, serta pelatihan bagi personel.
- b. Peran dalam Agroindustri: Mengingat bahan baku agroindustri memiliki risiko kontaminasi tinggi, QA merancang sistem pemantauan sejak dari lahan hingga ke gudang penyimpanan untuk menjamin konsistensi kualitas sebelum produk benar-benar dibuat.
- c. Relevansi OBE: Mahasiswa dilatih untuk memiliki kemampuan manajerial dalam merancang dokumen

mutu dan memastikan seluruh elemen organisasi patuh terhadap standar yang telah ditetapkan.

2. Sertifikasi Produk Agroindustri

Sertifikasi adalah pengakuan tertulis (sertifikat) yang diberikan oleh lembaga pihak ketiga (Lembaga Sertifikasi) setelah melalui proses audit yang ketat. Sertifikasi ini membuktikan bahwa produk atau sistem manajemen telah sesuai dengan standar tertentu.

Jenis sertifikasi utama dalam agroindustri meliputi:

- a. Sertifikasi Keamanan Pangan: Seperti HACCP atau ISO 22000, yang membuktikan produk bebas dari bahaya fisik, kimia, dan biologi.
- b. Sertifikasi Kepatuhan Standar: Sertifikat SPPT SNI (Standar Nasional Indonesia).
- c. Sertifikasi Kepercayaan Konsumen: Sertifikat Halal dari BPJPH dan sertifikasi Organik bagi produk yang bebas bahan kimia sintetis.

3. Keterkaitan Sertifikasi dengan Daya Saing

Sertifikasi bukan sekadar "stiker" pada kemasan, melainkan paspor perdagangan. Di pasar global, pembeli (terutama ritel besar dan eksportir) hanya mau menerima produk yang memiliki jaminan mutu bersertifikat. Sertifikasi memberikan:

- a. Akses Pasar: Syarat wajib untuk masuk ke supermarket atau pasar ekspor.
- b. Mitigasi Risiko: Melindungi perusahaan dari tuntutan hukum jika terjadi masalah kesehatan konsumen.

- c. Efisiensi Biaya: Mengurangi jumlah produk yang ditolak (*reject*) karena sistem produksi yang sudah terkontrol.

Implementasi jaminan mutu berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) membekali mahasiswa dengan kompetensi teknis dalam menyusun dokumen mutu, melakukan persiapan audit, hingga mengevaluasi efektivitas sistem penjaminan mutu di lapangan. Dengan kepemilikan sertifikasi yang sah, sebuah unit usaha agroindustri memperoleh nilai tambah strategis untuk menembus pasar ritel modern dan pasar global, sekaligus memitigasi risiko hukum dan finansial akibat ketidaksesuaian kualitas produk yang dihasilkan.

3.3.1 Fungsi Sertifikasi

Sertifikasi dalam agroindustri berfungsi sebagai mekanisme formal untuk menjamin bahwa produk, proses, dan sistem manajemen telah memenuhi standar mutu dan keamanan yang ditetapkan oleh lembaga berwenang. Melalui sertifikasi, kepatuhan terhadap persyaratan teknis dapat diverifikasi secara objektif dan terdokumentasi, sehingga mengurangi asimetri informasi antara produsen dan konsumen. Dalam konteks pengawasan mutu, sertifikasi berperan sebagai alat pengendalian eksternal yang melengkapi pengendalian internal perusahaan, karena penilaian dilakukan oleh pihak independen yang kompeten. Sebagai contoh, sertifikasi ISO 22000 pada industri pengolahan pangan memastikan bahwa sistem manajemen keamanan pangan telah diterapkan secara konsisten dan

diaudit secara berkala, sehingga risiko bahaya pangan dapat diminimalkan dan keandalan mutu produk meningkat (FAO, 2019).

Fungsi sertifikasi juga berkaitan erat dengan peningkatan kepercayaan konsumen dan pemangku kepentingan lainnya. Label atau tanda sertifikasi pada produk agroindustri menjadi sinyal mutu yang mudah dikenali oleh konsumen, terutama dalam pasar yang kompetitif dan terbuka. Konsumen cenderung memiliki persepsi positif terhadap produk yang tersertifikasi karena diasumsikan lebih aman, berkualitas, dan diproduksi sesuai standar yang berlaku. Sebagai contoh, produk kopi olahan yang memiliki sertifikasi keamanan pangan dan mutu proses lebih mudah diterima oleh pasar ritel modern dibandingkan produk tanpa sertifikasi, karena ritel membutuhkan jaminan konsistensi mutu dan kepatuhan regulasi. Dengan demikian, sertifikasi berfungsi sebagai instrumen komunikasi mutu antara produsen dan pasar (Luning & Marcelis, 2020).

Selain sebagai alat pemasaran, sertifikasi berfungsi sebagai pendorong perbaikan berkelanjutan dalam sistem pengawasan mutu agroindustri. Proses sertifikasi menuntut perusahaan untuk melakukan evaluasi diri, dokumentasi proses, serta penerapan tindakan korektif dan pencegahan terhadap ketidaksesuaian yang ditemukan. Siklus audit internal dan eksternal yang melekat pada sistem sertifikasi mendorong organisasi untuk secara rutin meninjau kinerja mutu dan keamanan produk. Sebagai contoh, industri pengolahan sayuran beku yang mengikuti skema sertifikasi mutu harus secara berkala mengevaluasi efektivitas program

sanitasi dan pengendalian suhu penyimpanan, sehingga standar mutu tidak hanya dipenuhi pada saat audit, tetapi dipertahankan secara berkelanjutan dalam operasional sehari-hari (Hoyle, 2017).

Dalam kerangka pembelajaran berbasis OBE, pemahaman tentang fungsi sertifikasi menjadi bagian penting dari capaian pembelajaran mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri. Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan peran sertifikasi dalam sistem jaminan mutu, menganalisis manfaatnya bagi industri dan konsumen, serta mengevaluasi implikasinya terhadap daya saing produk agroindustri. Melalui studi kasus sertifikasi produk pangan, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan analitis dan pengambilan keputusan berbasis standar dan regulasi. Dengan demikian, fungsi sertifikasi tidak hanya dipahami sebagai persyaratan administratif, tetapi sebagai instrumen strategis dalam pengawasan mutu dan pengembangan profesional lulusan yang siap berkontribusi di industri agroindustri berbasis standar (Trienekens & Zuurbier, 2017).

3.3.2 Dampak Sertifikasi Terhadap Daya Saing

Sertifikasi mutu memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan daya saing produk agroindustri melalui penguatan kredibilitas dan kepercayaan pasar. Produk yang tersertifikasi menunjukkan bahwa proses produksi telah memenuhi standar mutu dan keamanan yang diakui, sehingga lebih mudah diterima oleh konsumen, distributor, dan mitra bisnis. Dalam pasar yang semakin kompetitif, sertifikasi berfungsi sebagai pembeda non harga yang memperkuat

posisi produk dibandingkan produk sejenis yang tidak memiliki jaminan mutu formal. Sebagai contoh, produk olahan hasil pertanian yang telah memiliki sertifikasi ISO 22000 atau HACCP cenderung lebih dipercaya oleh konsumen karena dianggap aman dan konsisten mutunya, sehingga memiliki peluang lebih besar untuk dipilih dalam keputusan pembelian (Luning & Marcelis, 2020).

Dampak sertifikasi terhadap daya saing juga terlihat pada akses pasar nasional dan global. Banyak pasar modern, industri hilir, dan negara tujuan ekspor mensyaratkan sertifikasi tertentu sebagai prasyarat masuk pasar. Sertifikasi menjadi tiket masuk yang memungkinkan produk agroindustri bersaing tidak hanya di tingkat lokal tetapi juga di pasar internasional. Sebagai contoh, produk pangan olahan yang telah tersertifikasi standar internasional seperti ISO 22000 atau mengikuti pedoman Codex Alimentarius memiliki peluang lebih besar untuk menembus pasar ekspor karena telah memenuhi persyaratan keamanan dan mutu yang diakui secara global. Kondisi ini menunjukkan bahwa sertifikasi berperan strategis dalam memperluas jaringan pemasaran dan meningkatkan volume penjualan produk agroindustri (Trienekens & Zuurbier, 2017).

Selain aspek pasar, sertifikasi berdampak pada peningkatan efisiensi internal dan kinerja organisasi yang pada akhirnya memperkuat daya saing jangka panjang. Penerapan sistem sertifikasi mendorong perusahaan untuk melakukan standarisasi proses, pengendalian risiko, dan perbaikan berkelanjutan. Proses produksi yang lebih terkendali mengurangi tingkat cacat produk, pemborosan bahan baku,

serta potensi penarikan produk dari pasar. Sebagai contoh, industri pengolahan hasil hortikultura yang menerapkan sistem manajemen mutu tersertifikasi mampu menurunkan tingkat kerusakan produk selama penyimpanan dan distribusi, sehingga biaya produksi lebih efisien dan margin keuntungan meningkat. Efisiensi ini menjadi faktor penting dalam mempertahankan daya saing di tengah tekanan harga dan tuntutan mutu yang semakin tinggi (Hoyle, 2017).

Dalam perspektif pembelajaran berbasis OBE, pemahaman mengenai dampak sertifikasi terhadap daya saing menjadi kompetensi penting bagi mahasiswa pengawasan mutu agroindustri. Mahasiswa diharapkan mampu menganalisis hubungan antara penerapan sertifikasi, peningkatan mutu proses, dan keunggulan kompetitif produk. Melalui kajian kasus dan evaluasi sistem sertifikasi di industri nyata, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir strategis dan pengambilan keputusan berbasis data mutu. Dengan demikian, sertifikasi tidak hanya dipahami sebagai kewajiban regulatif, tetapi sebagai instrumen strategis yang mendukung keberlanjutan usaha dan kesiapan lulusan untuk berkontribusi dalam meningkatkan daya saing agroindustri berbasis standar dan hasil pembelajaran yang terukur (Biggs & Tang, 2019).

BAB 4

SISTEM PENGAWASAN MUTU AGROINDUSTRI



Sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan rangkaian pendekatan terpadu yang dirancang untuk menjamin mutu dan keamanan produk sejak tahap praproduksi hingga produk akhir, yang diwujudkan melalui penerapan berbagai pedoman dan sistem berbasis praktik terbaik, *Good Agricultural Practices* berperan dalam memastikan bahan baku dihasilkan melalui budidaya yang memperhatikan aspek mutu, keamanan, dan keberlanjutan lingkungan, *Good Handling Practices* mengatur penanganan pascapanen agar mutu bahan tetap terjaga dan risiko

kontaminasi dapat diminimalkan, sementara Good Manufacturing Practices menjadi landasan dalam pengendalian proses pengolahan dengan menekankan kebersihan, tata letak fasilitas, peralatan, serta kompetensi sumber daya manusia, aspek sanitasi diperkuat melalui *Sanitation Standard Operating Procedures* yang memberikan pedoman operasional terstandar untuk menjaga kebersihan lingkungan produksi dan mencegah kontaminasi silang, keseluruhan praktik tersebut diintegrasikan dan dilengkapi dengan *Hazard Analysis and Critical Control Point* sebagai sistem pengawasan mutu dan keamanan pangan berbasis analisis bahaya dan pengendalian titik kritis, sehingga membentuk sistem pengawasan mutu agroindustri yang komprehensif, preventif, dan berorientasi pada jaminan mutu serta perlindungan konsumen.

4.1 Good Agricultural Practices (GAP)

Good Agricultural Practices merupakan seperangkat prinsip, standar, dan rekomendasi teknis yang diterapkan pada tahap budidaya untuk menjamin mutu, keamanan, dan keberlanjutan bahan baku agroindustri. GAP mencakup pengelolaan lahan, pemilihan benih, penggunaan input produksi, pengendalian organisme pengganggu tanaman, serta praktik panen yang tepat agar produk pertanian memenuhi persyaratan mutu fisik, kimia, dan biologis. Penerapan GAP menjadi fondasi awal sistem pengawasan mutu agroindustri karena mutu produk akhir sangat ditentukan oleh kualitas bahan baku yang dihasilkan di tingkat primer. Sebagai contoh, penerapan GAP pada budidaya

sayuran meliputi pengolahan tanah yang baik, penggunaan benih bersertifikat, dan pengaturan jarak tanam yang optimal untuk menghasilkan produk yang seragam, segar, dan minim cemaran, sehingga lebih mudah memenuhi standar industri pengolahan pangan (FAO, 2018).

Dalam kerangka Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE, *Good Agricultural Practices* (GAP) ditempatkan sebagai sistem penjaminan mutu pada tingkat hulu (*on-farm*) yang sangat menentukan kualitas produk akhir di tingkat hilir. GAP merupakan sekumpulan prinsip dan praktik teknis yang diterapkan dalam proses produksi pertanian untuk menghasilkan produk yang aman, bermutu, dan berkelanjutan. Berikut adalah penjelasan mengenai peran GAP sebagai sistem pengawasan mutu:

1. Fondasi Kendali Mutu di Titik Nol

Dalam agroindustri, kualitas bahan baku sering kali tidak dapat diperbaiki jika sudah rusak di lahan. GAP berfungsi untuk mengendalikan variabilitas biologis sejak dini melalui standarisasi pemilihan benih, pengelolaan tanah, penggunaan pupuk, dan perlindungan tanaman dari hama. Dengan menerapkan GAP, produsen memastikan bahwa bahan baku yang masuk ke pabrik pengolahan memiliki keseragaman (uniformitas) dan profil nutrisi yang sesuai dengan spesifikasi industri.

2. Penjaminan Keamanan dari Cemaran (*Food Safety*)

Salah satu fokus utama GAP adalah memitigasi risiko kontaminasi pada rantai pasok paling awal. Ini mencakup pengendalian residu pestisida, logam berat dari air irigasi, serta kontaminasi mikroba patogen dari pupuk organik

yang tidak terolah sempurna. Sebagai sistem pengawasan, GAP mewajibkan adanya catatan (logbook) penggunaan bahan kimia, sehingga menciptakan sistem ketertelusuran (*traceability*) yang kuat; jika terjadi kegagalan mutu di pasar, sumber masalahnya dapat dilacak hingga ke petak lahan tertentu.

3. Aspek Keberlanjutan dan Kesejahteraan

Berbeda dengan sistem kontrol kualitas pabrik yang bersifat mekanis, GAP mengintegrasikan pengawasan mutu dengan kelestarian lingkungan dan kesejahteraan pekerja. Sistem ini memastikan bahwa praktik pertanian tidak merusak ekosistem (seperti degradasi tanah atau pencemaran air) dan menjamin keselamatan kerja petani. Dalam perspektif global, kepatuhan terhadap standar seperti *GlobalGAP* telah menjadi syarat mutlak bagi produk agroindustri untuk bisa menembus pasar ekspor di negara-negara maju.

4. Relevansi dalam Kurikulum Berbasis OBE

Dalam pembelajaran berbasis *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa tidak hanya mempelajari teori budidaya, tetapi ditekankan pada capaian kompetensi untuk:

- a. Merancang Instruksi Kerja (IK): Mampu menyusun panduan teknis operasional di lapangan yang sesuai standar GAP.
- b. Melakukan Inspeksi Lahan: Keterampilan dalam mengaudit praktik pertanian dan mengidentifikasi potensi bahaya (*hazard*) yang dapat menurunkan mutu komoditas.

- c. Pengambilan Keputusan Klinis: Mampu memutuskan apakah suatu lahan atau hasil panen layak masuk ke tahap pengolahan berdasarkan data kepatuhan GAP.

Aspek penting dalam GAP adalah pengendalian penggunaan input pertanian seperti pupuk, pestisida, dan air irigasi agar tidak menimbulkan residu berbahaya pada produk. Penggunaan pestisida harus mengikuti prinsip tepat jenis, tepat dosis, tepat waktu, dan tepat cara aplikasi, serta memperhatikan masa henti sebelum panen. Praktik ini berperan langsung dalam menjamin keamanan pangan dan mencegah residu kimia melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh standar nasional maupun internasional. Sebagai contoh, pada budidaya padi atau hortikultura untuk bahan baku industri, penerapan pencatatan penggunaan pestisida dan pemupukan menjadi bagian dari sistem pengawasan mutu yang memungkinkan penelusuran apabila ditemukan ketidaksesuaian mutu produk di tahap pengolahan selanjutnya (Luning & Marcelis, 2020).

GAP juga menekankan pentingnya pengelolaan lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam sebagai bagian dari sistem mutu agroindustri jangka panjang. Praktik konservasi tanah, efisiensi penggunaan air, dan pengelolaan limbah pertanian berkontribusi terhadap stabilitas produksi dan konsistensi mutu bahan baku. Agroindustri membutuhkan pasokan bahan baku yang berkelanjutan dengan mutu yang relatif seragam, sehingga degradasi lingkungan akibat praktik budidaya yang tidak terkendali dapat menjadi risiko mutu di masa depan. Contohnya, penerapan rotasi tanaman dan

pengelolaan bahan organik pada lahan pertanian bahan baku sorgum atau jagung dapat meningkatkan kesuburan tanah dan kestabilan hasil, yang pada akhirnya mendukung mutu bahan baku bagi industri pengolahan (OECD, 2019).

Dimensi higiene dan keselamatan kerja juga menjadi bagian integral dari GAP yang berkontribusi terhadap pengawasan mutu agroindustri. Kebersihan pekerja, peralatan panen, serta fasilitas penanganan pascapanen awal harus dijaga untuk mencegah kontaminasi mikrobiologis. Penerapan GAP mengatur penggunaan alat panen yang bersih, wadah yang sesuai, serta perlindungan produk dari kontak langsung dengan sumber cemaran. Sebagai contoh, pada produksi buah segar untuk industri pengolahan jus, penerapan GAP mengharuskan pencucian tangan pekerja dan penggunaan wadah panen yang higienis guna menurunkan risiko kontaminasi mikroba patogen sejak tahap awal rantai pasok (Trienekens & Zuurbier, 2017).

Dalam konteks sistem pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE, pemahaman dan penerapan GAP menjadi kompetensi penting yang harus dikuasai oleh mahasiswa. Mahasiswa tidak hanya dituntut memahami konsep GAP secara teoritis, tetapi juga mampu menganalisis penerapannya di lapangan serta dampaknya terhadap mutu bahan baku dan produk akhir. Studi kasus penerapan GAP pada komoditas tertentu dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan evaluasi mutu, identifikasi risiko, dan pengambilan keputusan berbasis data. Misalnya, mahasiswa dapat menganalisis perbedaan mutu bahan baku antara petani yang menerapkan GAP secara konsisten dan yang tidak, serta

implikasinya terhadap efisiensi proses pengolahan di industri (Biggs & Tang, 2019).

Penerapan GAP sebagai bagian dari sistem pengawasan mutu agroindustri juga mendukung integrasi dengan standar lanjutan seperti *Good Manufacturing Practices* dan sistem manajemen keamanan pangan. GAP berfungsi sebagai titik awal pengendalian mutu yang terhubung dengan seluruh rantai nilai agroindustri, mulai dari produksi primer hingga produk akhir. Dengan bahan baku yang memenuhi persyaratan GAP, industri memiliki dasar yang lebih kuat untuk mencapai standar mutu dan keamanan yang lebih tinggi, sekaligus meningkatkan daya saing produk. Oleh karena itu, GAP tidak hanya dipandang sebagai pedoman budidaya, tetapi sebagai elemen strategis dalam sistem pengawasan mutu agroindustri yang berkelanjutan dan selaras dengan capaian pembelajaran berbasis hasil (FAO, 2018).

4.2 *Good Handling Practices* (GHP)

Good Handling Practices merupakan seperangkat pedoman teknis yang diterapkan pada tahap penanganan pascapanen awal untuk mempertahankan mutu dan keamanan produk agroindustri sebelum memasuki proses pengolahan lebih lanjut. GHP berfokus pada kegiatan seperti sortasi, pencucian, pengemasan awal, penyimpanan sementara, dan distribusi internal bahan baku dengan tujuan meminimalkan kerusakan fisik, kehilangan mutu, serta risiko kontaminasi. Tahap penanganan ini bersifat kritis karena produk pertanian pada umumnya bersifat mudah rusak dan sangat sensitif terhadap perlakuan mekanis dan lingkungan.

Sebagai contoh, penanganan buah segar yang tidak tepat, seperti penumpukan berlebihan atau penggunaan wadah yang kasar, dapat menyebabkan memar dan mempercepat proses pembusukan sehingga menurunkan mutu bahan baku bagi industri pengolahan (Luning & Marcelis, 2020).

Dalam kerangka Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE, *Good Handling Practices* (GHP) merupakan sistem pengawasan mutu yang berfokus pada fase krusial pascapanen. Jika GAP menjaga kualitas di lahan, maka GHP memastikan bahwa kualitas yang telah terbentuk tersebut tidak mengalami degradasi selama proses penanganan, pembersihan, sortasi, hingga transportasi sebelum sampai ke unit pengolahan atau konsumen akhir. Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai GHP sebagai sistem pengawasan mutu:

1. Meminimalisir Kehilangan Pascapanen (*Post-Harvest Losses*)

Karakteristik utama produk agroindustri adalah sifatnya yang *perishable* (mudah rusak) dan memiliki kadar air tinggi. GHP berfungsi sebagai sistem kendali untuk menekan tingkat kerusakan fisik, fisiologis, dan mekanis. Dengan menerapkan prosedur penanganan yang benar, seperti teknik pemanenan yang tepat, penggunaan wadah yang ergonomis, dan pengaturan suhu ruang simpan, perusahaan dapat menjamin bahwa rendemen dan kesegaran produk tetap terjaga, yang secara langsung berdampak pada efisiensi ekonomi industri.

2. Standarisasi dan Sortasi Produk

Sebagai sistem pengawasan mutu, GHP mewajibkan adanya proses Grading dan Sortasi yang ketat berdasarkan parameter fisik seperti ukuran, warna, bentuk, dan tingkat kematangan. Hal ini memastikan bahwa produk yang masuk ke lini produksi atau pasar memiliki standar kualitas yang seragam. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut memiliki kompetensi untuk menetapkan kriteria *pass/fail* dalam proses sortasi ini guna menjamin hanya bahan baku berkualitas prima yang diproses lebih lanjut.

3. Pengendalian Kontaminasi Silang dan Rantai Dingin

GHP mengatur kebersihan sarana dan prasarana pascapanen untuk mencegah kontaminasi silang dari lingkungan, alat angkut, maupun pekerja. Salah satu pilar utama dalam GHP agroindustri adalah manajemen Rantai Dingin (*Cold Chain*). Pengawasan suhu dan kelembapan selama transportasi dan penyimpanan menjadi parameter mutu kritis yang harus dipantau secara kontinu untuk menghambat aktivitas enzimatik dan pertumbuhan mikroba pembusuk.

4. Implementasi Berbasis OBE (*Outcome-Based Education*)

Dalam kurikulum berbasis OBE, pembelajaran GHP diarahkan pada pencapaian kemampuan praktis yang terukur, antara lain:

- a. Kemampuan Merancang SOP: Mahasiswa mampu menyusun Standar Operasional Prosedur penanganan pascapanen yang spesifik untuk berbagai jenis

- komoditas (misalnya perbedaan penanganan hortikultura vs sereal).
- b. Analisis Titik Kerusakan: Mahasiswa terampil mengidentifikasi pada tahap mana kerusakan mutu paling sering terjadi dalam rantai distribusi dan memberikan solusi teknis untuk memperbaikinya.
 - c. Validasi Kelayakan: Mahasiswa mampu melakukan pengujian organoleptik dan fisik untuk memvalidasi bahwa prosedur GHP telah berjalan efektif.

Aspek utama dalam GHP adalah pengendalian kebersihan dan sanitasi selama proses penanganan produk. Seluruh peralatan, wadah, lantai, dan permukaan yang bersentuhan dengan produk harus dalam kondisi bersih dan terbuat dari bahan yang tidak mencemari. Selain itu, higiene personal pekerja menjadi faktor penting dalam mencegah kontaminasi mikrobiologis, khususnya pada produk pangan segar. Penerapan prosedur kebersihan tangan, penggunaan alat pelindung diri, serta pengaturan alur kerja yang memisahkan produk bersih dan kotor merupakan bagian dari GHP yang berkontribusi langsung terhadap pengawasan mutu. Contohnya, pada penanganan sayuran daun untuk industri pangan, pencucian menggunakan air bersih yang memenuhi persyaratan mutu dapat menurunkan beban mikroba dan meningkatkan umur simpan produk (James & James, 2019).

Pengendalian kondisi lingkungan selama penanganan juga menjadi komponen penting dalam GHP, terutama terkait suhu, kelembaban, dan waktu penanganan. Produk

agroindustri yang dibiarkan terlalu lama pada suhu ruang tanpa pengendalian dapat mengalami percepatan respirasi dan pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, GHP mendorong penerapan pendinginan awal, peneduhan, atau penyimpanan sementara yang sesuai dengan karakteristik produk. Sebagai contoh, penerapan pre-cooling pada komoditas hortikultura sebelum dikirim ke unit pengolahan dapat mempertahankan kesegaran dan mutu sensori, sekaligus mengurangi susut bobot dan kerusakan selama transportasi internal (FAO, 2018).

GHP juga berperan dalam mendukung sistem penelusuran atau traceability bahan baku agroindustri melalui pencatatan kegiatan penanganan. Informasi mengenai asal bahan, waktu panen, metode sortasi, dan kondisi penyimpanan awal menjadi data penting dalam sistem pengawasan mutu terpadu. Pencatatan yang baik memungkinkan identifikasi sumber masalah mutu apabila ditemukan ketidaksesuaian pada tahap pengolahan atau produk akhir. Sebagai contoh, apabila terjadi penurunan mutu produk olahan, data GHP dapat digunakan untuk menelusuri apakah penyebabnya berasal dari kerusakan mekanis atau kontaminasi selama penanganan pascapanen (Trienekens & Zuurbier, 2017).

Dalam sistem pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE, penguasaan GHP menjadi kompetensi aplikatif yang harus dimiliki oleh lulusan. Mahasiswa dituntut tidak hanya memahami prinsip GHP, tetapi juga mampu mengevaluasi penerapannya di lapangan dan merancang perbaikan berbasis risiko. Pembelajaran berbasis studi kasus penanganan bahan

baku yang tidak sesuai GHP dapat melatih kemampuan analisis mutu, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan. Misalnya, mahasiswa dapat menganalisis dampak keterlambatan penanganan pascapanen terhadap mutu bahan baku susu segar yang akan diolah, serta merumuskan solusi teknis sesuai prinsip GHP (Biggs & Tang, 2019).

Penerapan GHP secara konsisten menjadi jembatan antara praktik budidaya yang baik dan proses pengolahan yang memenuhi standar mutu dan keamanan. GHP memperkuat efektivitas sistem GMP dan HACCP dengan memastikan bahwa bahan baku yang masuk ke lini produksi berada dalam kondisi mutu yang terkendali. Dengan demikian, GHP tidak hanya berfungsi sebagai pedoman operasional, tetapi juga sebagai bagian strategis dalam sistem pengawasan mutu agroindustri yang berkelanjutan. Integrasi GHP dalam pendidikan berbasis OBE mendukung pencapaian lulusan yang kompeten, adaptif, dan siap berkontribusi dalam menjamin mutu dan keamanan produk agroindustri di tingkat industri maupun rantai pasok yang lebih luas (Luning & Marcelis, 2020).

4.3 *Good Manufacturing Practices (GMP)*

Good Manufacturing Practices merupakan sistem dasar yang mengatur tata cara produksi yang baik di industri agroindustri untuk menjamin agar produk yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu dan keamanan secara konsisten. GMP mencakup pengendalian fasilitas produksi, peralatan, bahan baku, proses, hingga personel yang terlibat dalam kegiatan manufaktur. Penerapan GMP menekankan bahwa

mutu tidak hanya diuji pada produk akhir, tetapi harus dibangun sejak awal proses produksi melalui prosedur yang terstandar dan terdokumentasi. Sebagai contoh, pada industri pengolahan pangan berbasis sereal, penerapan GMP meliputi desain bangunan yang mencegah kontaminasi silang, penggunaan peralatan food grade, serta alur proses yang terpisah antara bahan mentah dan produk jadi sehingga risiko cemaran dapat dikendalikan secara sistematis (Luning & Marcelis, 2020).

Dalam kerangka Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE, *Good Manufacturing Practices* (GMP) atau Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (CPPOB) dipandang sebagai sistem pengawasan mutu esensial yang berfokus pada seluruh aspek produksi di dalam pabrik. Jika GAP dan GHP berfokus pada bahan baku, maka GMP adalah standar emas untuk menjamin kualitas selama proses transformasi bahan mentah menjadi produk jadi. Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai peran GMP sebagai sistem pengawasan mutu:

1. Pengendalian Total Aspek Lingkungan dan Fasilitas

GMP bukan hanya mengatur proses pengolahan, tetapi juga menetapkan standar ketat bagi infrastruktur pendukung. Ini mencakup desain dan tata letak bangunan pabrik untuk mencegah kontaminasi silang, spesifikasi material mesin yang harus bersifat *food grade*, hingga ketersediaan fasilitas sanitasi bagi personel. Pengawasan dalam GMP memastikan bahwa lingkungan produksi tidak menjadi sumber bahaya bagi produk agroindustri.

2. Standarisasi Operasional Produksi

Sebagai sistem pengawasan mutu, GMP mewajibkan adanya dokumentasi dan penerapan Prosedur Operasi Standar (SOP) yang konsisten. Hal ini mencakup pengendalian bahan pembantu, penanganan bahan kimia pembersih, hingga manajemen penyimpanan produk akhir. Dengan adanya GMP, setiap personil di lini produksi memiliki panduan yang sama, sehingga meminimalisir kesalahan manusia (*human error*) yang dapat menyebabkan kegagalan mutu massal.

3. Jaminan Keamanan Pangan Melalui Sanitasi dan Higiene

Fokus utama GMP dalam agroindustri adalah pencegahan cemaran biologis, kimia, dan fisik. Sistem ini mengawasi praktik higiene karyawan (seperti penggunaan APD dan prosedur cuci tangan) serta program sanitasi peralatan secara periodik. Dalam hierarki sistem manajemen mutu, GMP merupakan persyaratan dasar (*pre-requisite*) yang harus terpenuhi secara sempurna sebelum sebuah industri dapat menerapkan sistem yang lebih tinggi seperti HACCP atau ISO 22000.

4. Implementasi Berbasis OBE (*Outcome-Based Education*)

Dalam kurikulum berbasis OBE, pengajaran GMP diarahkan agar mahasiswa tidak sekadar menghafal regulasi, tetapi mampu mendemonstrasikan kompetensi nyata sebagai calon pengawas mutu, antara lain:

- a. Audit Fasilitas: Mahasiswa terampil melakukan inspeksi sarana produksi dan mengidentifikasi ketidaksesuaian (*non-conformity*) terhadap standar CPPOB.

- b. Penyusunan Manual SSOP: Kemampuan merancang *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) yang efektif untuk menjaga kebersihan area kerja.
- c. Evaluasi Kinerja Sanitasi: Mahasiswa mampu mengukur keberhasilan program sanitasi menggunakan parameter mikrobiologis atau uji usap (*swab test*) alat.

Aspek fasilitas dan peralatan merupakan elemen kunci dalam GMP karena berpengaruh langsung terhadap mutu dan keamanan produk agroindustri. Tata letak ruang produksi harus dirancang untuk mendukung alur proses yang efisien dan higienis, termasuk pemisahan area bersih dan area kotor. Peralatan produksi wajib mudah dibersihkan, dirawat, dan tidak menjadi sumber kontaminasi fisik maupun kimia. Sebagai contoh, penggunaan peralatan berbahan stainless steel pada industri pengolahan susu dapat mencegah korosi dan kontaminasi logam berat, sekaligus memudahkan proses pembersihan dan sanitasi sehingga mutu produk lebih terjamin (Codex Alimentarius Commission, 2020).

Pengendalian proses produksi merupakan inti dari penerapan GMP yang berorientasi pada konsistensi mutu. Setiap tahapan proses harus memiliki prosedur operasi baku yang jelas, mencakup parameter kritis seperti suhu, waktu, kecepatan, dan urutan proses. Pengawasan terhadap parameter ini memungkinkan deteksi dini terhadap penyimpangan yang berpotensi menurunkan mutu produk. Contohnya, dalam proses pengolahan produk olahan berbasis umbi, pengendalian suhu pemasakan dan waktu pengeringan

sangat menentukan tekstur dan stabilitas produk akhir, sehingga GMP berfungsi sebagai alat pengendalian proses yang preventif (Forsythe, 2020).

Sumber daya manusia memiliki peran strategis dalam efektivitas penerapan GMP karena manusia merupakan pelaksana utama seluruh prosedur produksi. GMP menuntut pekerja yang memiliki kompetensi, kesadaran mutu, serta disiplin dalam menerapkan higiene dan sanitasi. Pelatihan rutin, evaluasi kinerja, dan pengawasan kepatuhan terhadap prosedur menjadi bagian integral dari sistem GMP. Sebagai contoh, pada industri pengolahan hasil perikanan, pelatihan higiene personal dan penggunaan alat pelindung diri terbukti mampu menurunkan tingkat kontaminasi mikrobiologis pada produk, sehingga meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap mutu produk (Mortimore & Wallace, 2018).

Dalam kerangka sistem pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE, GMP menjadi materi esensial yang mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap profesional mahasiswa. Mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep GMP, tetapi juga dilatih untuk menganalisis penerapannya melalui studi kasus industri nyata, audit sederhana, dan simulasi penyusunan prosedur operasi baku. Pendekatan ini mendukung capaian pembelajaran yang menekankan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mutu. Sebagai contoh, mahasiswa dapat diminta mengevaluasi ketidaksesuaian GMP pada suatu unit produksi dan merumuskan tindakan perbaikan yang realistis dan terukur sesuai prinsip industri (Biggs & Tang, 2019).

Penerapan GMP yang konsisten menjadi fondasi bagi sistem pengawasan mutu yang lebih lanjut seperti SSOP dan HACCP, karena GMP menyediakan lingkungan produksi yang terkendali dan stabil. Tanpa GMP yang baik, sistem pengendalian risiko lanjutan akan sulit diterapkan secara efektif. Oleh karena itu, GMP tidak hanya berfungsi sebagai persyaratan regulatif, tetapi juga sebagai instrumen strategis untuk meningkatkan efisiensi proses, menurunkan risiko produk cacat, dan memperkuat daya saing agroindustri. Integrasi GMP dalam pembelajaran berbasis OBE diharapkan mampu menghasilkan lulusan yang siap terlibat aktif dalam pengelolaan mutu agroindustri yang berorientasi pada standar, keberlanjutan, dan kebutuhan pasar (Luning & Marcelis, 2020).

4.4 Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP)

Sanitation Standard Operating Procedures merupakan seperangkat prosedur tertulis yang mengatur pelaksanaan kegiatan sanitasi secara konsisten dan terdokumentasi dalam lingkungan agroindustri guna menjamin mutu dan keamanan produk. SSOP berfungsi memastikan bahwa kondisi kebersihan fasilitas, peralatan, personel, serta lingkungan produksi selalu berada dalam batas yang dapat diterima sebelum, selama, dan setelah proses produksi berlangsung. Penerapan SSOP menekankan pendekatan preventif terhadap potensi cemaran mikrobiologis, kimia, dan fisik yang dapat memengaruhi mutu produk. Sebagai contoh, pada industri pengolahan pangan, SSOP mengatur prosedur pembersihan

lantai, dinding, meja kerja, dan peralatan produksi untuk mencegah akumulasi kotoran dan pertumbuhan mikroorganisme patogen yang dapat mencemari produk (Codex Alimentarius Commission, 2020).

Dalam kerangka Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE, *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) dipandang sebagai pilar operasional yang mendampingi GMP untuk memastikan kebersihan lingkungan produksi terjaga secara konsisten. Jika GMP memberikan pedoman umum tentang "apa" yang harus dicapai dalam hal sanitasi, maka SSOP adalah panduan rinci mengenai "bagaimana", "kapan", "siapa", dan "dengan apa" pembersihan tersebut dilakukan. Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai peran SSOP sebagai sistem pengawasan mutu:

1. Standardisasi Prosedur Pembersihan dan Sanitasi

SSOP berfungsi untuk menghilangkan variabilitas dalam aktivitas sanitasi. Dalam agroindustri yang berurusan dengan bahan biologis yang cepat membusuk, sisa bahan baku pada mesin dapat menjadi media pertumbuhan bakteri patogen. SSOP menyediakan instruksi kerja yang seragam, mulai dari konsentrasi bahan kimia pembersih yang digunakan hingga durasi kontak bahan sanitasi pada permukaan mesin, sehingga hasil kebersihan bersifat terukur dan dapat direplikasi setiap hari oleh personel yang berbeda.

2. Monitoring Delapan Kunci Sanitasi

Sebagai sistem pengawasan, SSOP di Indonesia umumnya mengacu pada 8 kunci sanitasi utama yang menjadi fokus pemantauan, yaitu:

- a. Keamanan air dan es.
 - b. Kondisi dan kebersihan permukaan yang kontak dengan produk.
 - c. Pencegahan kontaminasi silang.
 - d. Fasilitas cuci tangan, sanitasi, dan toilet.
 - e. Perlindungan produk dari bahan kontaminan (kimia/fisik).
 - f. Pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan bahan toksik secara tepat.
 - g. Kesehatan dan kebersihan karyawan.
 - h. Pengendalian hama (*pest control*).
3. Dokumentasi dan Verifikasi Ketertelusuran
- Salah satu keunggulan SSOP sebagai sistem pengawasan adalah kewajiban pengisian formulir monitoring secara *real-time*. Dokumentasi ini bukan sekadar catatan administratif, melainkan bukti otentik bagi pengawas mutu bahwa prosedur sanitasi benar-benar dilakukan. Jika hasil uji mikrobiologi pada produk menunjukkan adanya penyimpangan, tim QA dapat merujuk kembali pada log SSOP untuk melakukan pelacakan (*traceability*) dan mengidentifikasi kegagalan prosedur di area tertentu.
4. Implementasi Berbasis OBE (*Outcome-Based Education*)
- Dalam kurikulum berbasis OBE, pengajaran SSOP bertujuan agar mahasiswa mencapai kompetensi profesional sebagai penjamin mutu yang mampu:
- a. Merancang Dokumen SSOP: Mahasiswa tidak hanya menghafal 8 kunci sanitasi, tetapi mampu menyusun draf prosedur spesifik untuk jenis komoditas berbeda

- (misalnya, prosedur sanitasi pabrik pengolahan ikan akan berbeda dengan pabrik penggilingan padi).
- b. Melakukan Validasi Efektivitas: Mahasiswa terampil menggunakan alat uji cepat (seperti *ATP swab test* atau uji residu kimia) untuk membuktikan secara ilmiah bahwa permukaan mesin benar-benar bersih setelah prosedur SSOP dijalankan.
 - c. Tindakan Koreksi Cepat: Mahasiswa memiliki kemampuan analisis untuk memberikan solusi instan jika ditemukan kondisi sanitasi yang tidak memenuhi syarat sebelum proses produksi dimulai.

Aspek penting dalam SSOP adalah sanitasi peralatan dan fasilitas yang bersentuhan langsung dengan produk agroindustri. Prosedur pembersihan dan sanitasi harus mencakup jenis bahan pembersih, konsentrasi, metode aplikasi, frekuensi, serta verifikasi efektivitasnya. Peralatan yang tidak dibersihkan secara tepat dapat menjadi sumber kontaminasi silang dan menyebabkan penurunan mutu produk secara konsisten. Sebagai contoh, pada industri pengolahan susu, residu produk yang tertinggal pada pipa dan tangki dapat menjadi media pertumbuhan bakteri apabila prosedur *clean in place* tidak diterapkan sesuai SSOP, sehingga berdampak pada keamanan dan umur simpan produk akhir (Forsythe, 2020).

Sanitasi personel merupakan komponen krusial dalam SSOP karena manusia merupakan salah satu sumber utama kontaminasi mikrobiologis. SSOP mengatur higiene personal pekerja, termasuk kebersihan tangan, penggunaan pakaian

kerja yang bersih, alat pelindung diri, serta pembatasan akses ke area produksi. Kepatuhan terhadap prosedur ini berkontribusi langsung terhadap pengendalian mutu dan keamanan produk. Sebagai contoh, penerapan prosedur cuci tangan yang benar dan penggunaan sarung tangan pada industri pengolahan produk siap saji terbukti mampu menurunkan risiko kontaminasi mikroba patogen yang berasal dari pekerja (Mortimore & Wallace, 2018).

SSOP juga mencakup pengendalian sanitasi lingkungan produksi, termasuk kualitas air, pengelolaan limbah, dan pengendalian hama. Air yang digunakan untuk pencucian bahan baku, peralatan, atau sebagai bahan proses harus memenuhi persyaratan mutu agar tidak menjadi sumber cemaran. Pengelolaan limbah yang tidak tepat dapat menarik hama dan menciptakan kondisi lingkungan yang tidak higienis. Sebagai contoh, sistem pengendalian hama yang terintegrasi dalam SSOP pada fasilitas pengolahan biji-bijian dapat mencegah kontaminasi fisik dan biologis akibat serangga atau hewan pengerat yang berpotensi menurunkan mutu produk (Luning & Marcelis, 2020).

Dalam kerangka sistem pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE, SSOP menjadi sarana pembelajaran aplikatif yang mengintegrasikan pengetahuan prosedural, keterampilan teknis, dan sikap profesional. Mahasiswa diharapkan mampu menyusun, menerapkan, serta mengevaluasi SSOP berdasarkan kondisi nyata di industri. Studi kasus pelanggaran sanitasi dan dampaknya terhadap mutu produk dapat digunakan untuk melatih kemampuan analisis risiko dan penetapan tindakan perbaikan. Sebagai

contoh, mahasiswa dapat diminta mengevaluasi kegagalan SSOP yang menyebabkan kontaminasi produk dan merancang prosedur sanitasi yang lebih efektif dan realistis sesuai standar industri (Biggs & Tang, 2019).

Penerapan SSOP yang konsisten memperkuat efektivitas sistem GMP dan menjadi prasyarat penting bagi implementasi HACCP dalam pengawasan mutu agroindustri. SSOP menyediakan lingkungan produksi yang higienis dan terkendali, sehingga potensi bahaya dapat diminimalkan sebelum dianalisis sebagai titik kritis. Dengan demikian, SSOP tidak hanya berfungsi sebagai pedoman operasional sanitasi, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam menjamin keberlanjutan mutu dan keamanan produk agroindustri. Integrasi SSOP dalam pembelajaran berbasis OBE diharapkan menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi praktis dan kesadaran mutu yang tinggi, sesuai dengan tuntutan industri dan regulasi yang berlaku (Codex Alimentarius Commission, 2020).

4.5 Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)

Hazard Analysis and Critical Control Point merupakan sistem pengawasan mutu dan keamanan pangan yang bersifat preventif dan sistematis dengan tujuan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan bahaya yang signifikan dalam proses agroindustri. HACCP berfokus pada pengendalian titik kritis sepanjang rantai produksi, mulai dari penerimaan bahan baku hingga distribusi produk akhir, sehingga potensi bahaya biologis, kimia, dan fisik dapat

dicegah sebelum menimbulkan risiko bagi konsumen. Pendekatan ini menekankan bahwa pengujian produk akhir saja tidak cukup untuk menjamin keamanan, melainkan harus dibangun melalui pengendalian proses secara berkelanjutan. Sebagai contoh, dalam industri pengolahan pangan berbasis daging, HACCP digunakan untuk mengidentifikasi bahaya mikrobiologis seperti Salmonella dan menetapkan titik kritis pada tahap pemasakan guna memastikan suhu dan waktu pemanasan yang memadai untuk mematikan patogen tersebut (Mortimore & Wallace, 2018).

Dalam kerangka Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE, *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) dipandang sebagai sistem pengawasan mutu yang paling mutakhir dan bersifat preventif. Berbeda dengan sistem inspeksi tradisional yang berfokus pada pengujian produk akhir (deteksi kegagalan), HACCP bekerja dengan cara mengidentifikasi potensi bahaya di setiap titik proses dan menetapkan langkah pencegahan sebelum produk tersebut selesai diproduksi. Berikut adalah penjelasan mengenai peran HACCP sebagai sistem pengawasan mutu agroindustri:

1. Transformasi dari Reaktif ke Preventif

HACCP dirancang untuk meminimalkan risiko kesehatan dengan mengalihkan fokus pengawasan dari "menguji masalah" menjadi "mencegah masalah". Dalam agroindustri, di mana bahan baku bersifat biologis dan sangat bervariasi, HACCP memungkinkan pengawas mutu untuk memetakan di mana bahaya fisik (seperti pecahan logam), kimia (residu pestisida), atau biologis (bakteri

patogen) kemungkinan besar muncul, dan mengendalikannya secara tepat sasaran.

2. Tujuh Prinsip sebagai Instrumen Kendali Mutu

Sistem pengawasan HACCP dijalankan melalui tujuh prinsip sistematis yang menjadi kompetensi utama dalam manajemen mutu:

- a. Analisis Bahaya: Mengidentifikasi semua bahaya potensial pada setiap tahap produksi.
- b. Penetapan CCP (*Critical Control Point*): Menentukan titik dalam proses yang jika tidak dikendalikan dapat menyebabkan bahaya.
- c. Penetapan Batas Kritis: Menentukan batas (seperti suhu atau waktu) yang harus dipenuhi untuk menjamin keamanan.
- d. Prosedur Pemantauan: Menetapkan cara untuk memantau bahwa batas kritis selalu terjaga.
- e. Tindakan Koreksi: Langkah yang diambil jika terjadi penyimpangan pada CCP.
- f. Prosedur Verifikasi: Cara untuk membuktikan bahwa sistem HACCP bekerja efektif.
- g. Dokumentasi: Pencatatan semua aktivitas sebagai bukti kepatuhan standar.

3. Prasyarat Dasar (*Pre-requisite Programs*)

Dalam buku ini ditekankan bahwa HACCP tidak dapat berdiri sendiri. Keberhasilan pengawasan HACCP bergantung sepenuhnya pada penerapan GMP (*Good Manufacturing Practices*) dan SSOP (*Sanitation Standard Operating Procedures*) yang kuat. Jika prasyarat dasar ini

belum stabil, maka penerapan HACCP akan menjadi tidak efektif dan sulit dikelola.

4. Implementasi Berbasis OBE (*Outcome-Based Education*)

Dalam kurikulum berbasis OBE, pengajaran HACCP bertujuan agar mahasiswa mencapai kompetensi profesional yang sangat spesifik, yaitu:

- a. Keahlian Analisis Risiko: Mahasiswa mampu melakukan penilaian risiko secara ilmiah untuk membedakan mana bahaya yang signifikan dan mana yang tidak.
- b. Penyusunan Rencana HACCP (*HACCP Plan*): Kemampuan merancang dokumen teknis yang komprehensif untuk satu lini produksi agroindustri (misalnya pengalengan ikan atau pembekuan udang).
- c. Audit dan Verifikasi: Mahasiswa memiliki keterampilan untuk memverifikasi apakah data pemantauan di lapangan sesuai dengan realitas di jalur produksi, serta mampu melakukan audit internal sistem keamanan pangan.

Penerapan HACCP diawali dengan analisis bahaya yang komprehensif terhadap setiap tahapan proses produksi. Analisis ini mencakup identifikasi potensi bahaya, penilaian tingkat risiko, serta penentuan langkah pengendalian yang paling efektif. Tahapan ini membutuhkan pemahaman mendalam terhadap karakteristik bahan baku, proses, peralatan, dan kondisi lingkungan produksi. Dalam agroindustri berbasis hasil pertanian, misalnya, bahaya kimia berupa residu pestisida dapat diidentifikasi pada tahap

penerimaan bahan baku, sementara bahaya fisik seperti serpihan logam berpotensi muncul pada tahap penggilingan atau pemotongan. Analisis bahaya yang tepat memungkinkan penetapan strategi pengendalian yang terarah dan efisien (Codex Alimentarius Commission, 2020).

Penentuan *Critical Control Point* merupakan inti dari sistem HACCP karena pada titik inilah pengendalian harus dilakukan untuk mencegah atau menghilangkan bahaya hingga tingkat yang dapat diterima. Setiap CCP harus dilengkapi dengan batas kritis yang terukur, seperti suhu, waktu, pH, atau aktivitas air, yang menjadi indikator keberhasilan pengendalian. Contohnya, pada proses pasteurisasi susu, suhu dan waktu pemanasan ditetapkan sebagai batas kritis yang harus dipenuhi untuk menjamin keamanan mikrobiologis produk. Apabila batas kritis tidak tercapai, produk berpotensi tidak aman dan harus ditangani sesuai prosedur yang telah ditetapkan (Forsythe, 2020).

Monitoring dan tindakan koreksi merupakan komponen penting dalam memastikan efektivitas HACCP di lapangan. Monitoring dilakukan secara rutin dan terencana untuk memastikan bahwa setiap CCP berada dalam kendali, sedangkan tindakan koreksi diterapkan apabila terjadi penyimpangan dari batas kritis. Prosedur ini harus terdokumentasi dengan baik agar dapat digunakan sebagai bukti penerapan sistem pengawasan mutu. Sebagai contoh, apabila suhu pemasakan produk olahan tidak mencapai batas kritis, tindakan koreksi dapat berupa pemrosesan ulang atau penarikan produk sebelum dipasarkan, sehingga risiko

terhadap konsumen dapat diminimalkan (Luning & Marcelis, 2020).

Dalam sistem pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE, HACCP menjadi sarana pembelajaran yang mengintegrasikan kemampuan analisis risiko, pengambilan keputusan, dan tanggung jawab profesional. Mahasiswa dituntut mampu menyusun rencana HACCP sederhana, mengidentifikasi CCP, serta merancang sistem monitoring dan tindakan koreksi berdasarkan studi kasus nyata. Pendekatan ini mendorong pencapaian capaian pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada pengetahuan konseptual, tetapi juga keterampilan praktis dan sikap kehati-hatian dalam menjamin mutu dan keamanan produk. Misalnya, mahasiswa dapat menganalisis kasus kegagalan HACCP di industri pangan dan mengevaluasi dampaknya terhadap mutu produk dan kepercayaan konsumen (Biggs & Tang, 2019).

Penerapan HACCP yang efektif sangat bergantung pada prasyarat dasar seperti GMP dan SSOP yang telah berjalan dengan baik, karena HACCP tidak dirancang untuk menggantikan praktik dasar higiene dan sanitasi. HACCP berfungsi sebagai sistem pengawasan lanjutan yang memperkuat pengendalian mutu secara menyeluruh dan terintegrasi. Dalam konteks agroindustri modern, HACCP juga menjadi persyaratan penting untuk akses pasar nasional dan global karena diakui secara luas sebagai sistem jaminan keamanan pangan. Oleh karena itu, pemahaman dan penerapan HACCP secara komprehensif menjadi kompetensi kunci bagi lulusan yang diharapkan mampu berperan aktif dalam sistem pengawasan mutu agroindustri yang berbasis

standar dan berorientasi pada hasil (Codex Alimentarius Commission, 2020).

BAB 5

PENGAWASAN MUTU BAHAN BAKU AGROINDUSTRI



Pengawasan mutu bahan baku agroindustri merupakan tahap awal yang sangat menentukan mutu dan keamanan produk akhir, karena kualitas bahan baku akan memengaruhi stabilitas proses, karakteristik produk, dan tingkat risiko yang mungkin muncul selama pengolahan, karakteristik mutu bahan baku mencakup aspek fisik seperti ukuran, warna, dan tingkat kerusakan, aspek kimia yang berkaitan dengan komposisi dan kandungan residu, serta aspek mikrobiologis yang berhubungan dengan keamanan dan daya simpan, untuk

menjamin kesesuaian karakteristik tersebut diperlukan proses seleksi dan evaluasi pemasok yang sistematis melalui penilaian konsistensi mutu, kepatuhan terhadap standar, serta kemampuan pemasok dalam menerapkan praktik produksi yang baik, bahan baku yang diterima selanjutnya harus melalui tahapan pengujian dan penerimaan berdasarkan spesifikasi dan kriteria mutu yang telah ditetapkan guna memastikan hanya bahan yang memenuhi persyaratan yang digunakan dalam proses produksi, keseluruhan proses pengawasan mutu bahan baku ini diperkuat dengan penerapan traceability yang memungkinkan penelusuran asal usul bahan baku secara akurat sepanjang rantai pasok, sehingga mendukung pengendalian mutu, penanganan ketidaksesuaian, serta peningkatan kepercayaan konsumen terhadap produk agroindustri.

5.1 Karakteristik Mutu Bahan Baku

Karakteristik mutu bahan baku merupakan determinan paling krusial dalam rantai produksi agroindustri karena sifat komoditas pertanian yang memiliki variabilitas biologis tinggi dan rentan terhadap kerusakan setelah pemanenan. Pengawasan mutu pada tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap input yang masuk ke lini produksi memenuhi standar spesifikasi yang telah ditetapkan guna menjamin konsistensi kualitas produk akhir. Secara teoritis, karakteristik mutu bahan baku agroindustri dapat diklasifikasikan ke dalam atribut fisik, kimia, dan biologis yang saling berinteraksi secara kompleks. Sebagaimana dikemukakan oleh Hubeis et al. (2019) dalam literatur manajemen mutu, pengendalian mutu

di tingkat hulu merupakan investasi strategis karena biaya kegagalan mutu pada bahan baku akan meningkat secara eksponensial apabila penyimpangan tersebut baru terdeteksi pada tahap produk jadi. Sebagai contoh, dalam industri pengolahan tepung tapioka, kadar pati dalam ubi kayu harus dipantau secara ketat karena penurunan kadar pati akibat penundaan waktu pascapanen akan secara langsung menurunkan rendemen dan profitabilitas operasional pabrik.

Atribut fisik merupakan karakteristik mutu yang paling awal diamati melalui penilaian sensori maupun pengukuran teknis, yang mencakup dimensi, berat, warna, tekstur, serta ketersediaan cacat fisik. Karakteristik fisik ini tidak hanya berpengaruh pada estetika produk akhir, tetapi juga pada efisiensi penggunaan mesin pengolahan otomatis yang memerlukan keseragaman ukuran bahan baku (*uniformity*). Dalam perspektif *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa dituntut untuk menguasai metode pengukuran fisik yang akurat serta mampu menetapkan ambang batas toleransi terhadap kerusakan mekanis. Misalnya, pada industri pengolahan tomat kaleng, tekstur buah yang terlalu lunak dapat menyebabkan kehancuran struktur selama proses termal, sehingga standarisasi kekerasan buah (*firmness*) menjadi parameter fisik yang wajib dikendalikan sebelum proses pembersihan dimulai.

Karakteristik kimia bahan baku agroindustri mencakup komposisi nutrisi seperti kadar air, protein, lemak, karbohidrat, vitamin, serta parameter spesifik seperti tingkat keasaman (pH) dan aktivitas air. Pengawasan karakteristik kimia ini sangat vital karena berkaitan langsung dengan stabilitas

penyimpanan dan profil rasa produk. Penilaian terhadap parameter kimia sering kali memerlukan instrumentasi laboratorium yang presisi untuk memastikan tidak adanya penyimpangan yang kasat mata. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Syah (2012), karakteristik kimia bahan baku menentukan kinetika reaksi degradasi selama pengolahan, sehingga pemahaman terhadap komposisi proksimat bahan mentah menjadi dasar dalam optimasi formulasi produk agroindustri. Contoh aplikasinya terlihat pada industri kakao, di mana kadar lemak dan profil asam lemak dalam biji kakao kering sangat menentukan kualitas *mouthfeel* dari produk coklat yang dihasilkan.

Karakteristik biologis dan mikrobiologis menempati posisi sentral dalam sistem penjaminan keamanan pangan karena berkaitan dengan keberadaan mikroorganisme pembusuk maupun patogen yang dapat membahayakan konsumen. Bahan baku agroindustri secara alami membawa beban mikrobial dari lahan budidaya, sehingga pengawasan mutu harus mampu mengidentifikasi potensi cemaran seperti *Salmonella*, *Escherichia coli*, atau kapang penghasil mikotoksin. Dalam kerangka OBE, capaian pembelajaran difokuskan pada kemampuan mahasiswa untuk merancang skema pengambilan sampel mikrobiologis yang representatif sesuai dengan tingkat risiko bahan baku. Sebagai contoh, pada industri pakan ternak dan pengolahan jagung, pengawasan terhadap kadar aflatoksin yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus flavus* adalah mandatori karena sifatnya yang karsinogenik dan sangat stabil terhadap suhu tinggi selama proses pengolahan.

Sifat *perishability* atau daya simpan yang rendah merupakan karakteristik unik bahan baku agroindustri yang membedakannya dengan industri manufaktur non-pertanian. Setelah dipanen, bahan baku masih melakukan aktivitas metabolisme seperti respirasi dan transpirasi yang menyebabkan degradasi komponen kimia dan perubahan tekstur secara progresif. Laju respirasi ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan lingkungan, sehingga pengawasan mutu bahan baku juga mencakup pemantauan kondisi lingkungan selama transportasi. Sebagaimana dijelaskan oleh Muhandri dan Kadarisman (2012), manajemen rantai dingin merupakan solusi teknis untuk menghambat laju kerusakan biologis tersebut. Contoh nyatanya pada industri sayuran beku, di mana jeda waktu antara panen dan proses *blanching* di pabrik harus diminimalisir guna menjaga kandungan vitamin C dan klorofil agar tidak teroksidasi oleh enzim endogen.

Karakteristik sensori atau organoleptik yang meliputi aroma, rasa, dan penampakan keseluruhan merupakan parameter mutu yang langsung bersentuhan dengan preferensi konsumen. Meskipun bersifat subjektif, industri agroindustri modern telah mengembangkan metode kuantifikasi sensori melalui panelis terlatih atau instrumen seperti *electronic nose* untuk memastikan konsistensi profil organoleptik bahan baku. Dalam kurikulum berbasis OBE, mahasiswa dilatih untuk melakukan uji organoleptik secara sistematis menggunakan skala hedonik maupun diskriminatif. Sebagai contoh, dalam industri kopi, karakteristik aroma dan cita rasa (*cupping test*) biji kopi hijau menjadi penentu utama

kelas mutu dan harga pasar, di mana keberadaan aroma "musty" atau "earthy" yang diakibatkan oleh kesalahan pengeringan akan menyebabkan penolakan bahan baku secara total oleh pihak pabrik.

Variabilitas genetik dan pengaruh lingkungan tempat tumbuh juga memberikan kontribusi signifikan terhadap karakteristik mutu bahan baku agroindustri. Perbedaan varietas, jenis tanah, ketinggian tempat, dan pola pemupukan dapat menghasilkan bahan baku dengan karakteristik yang berbeda meskipun berasal dari jenis tanaman yang sama. Oleh karena itu, sistem pengawasan mutu berbasis OBE menekankan pada pentingnya standardisasi sumber bahan baku melalui kemitraan atau pemetaan wilayah produksi. Misalnya, industri gula memerlukan tebu dengan kadar rendemen (nira) yang tinggi, yang hanya dapat dicapai jika bahan baku dipanen pada tingkat kemasakan fisiologis yang tepat sesuai dengan varietasnya, sehingga pengawasan mutu harus dimulai dari inspeksi kemasakan di lahan sebelum tebu dikirim ke penggilingan.

Terakhir, karakteristik keamanan bahan baku terkait residu kimia seperti pestisida, herbisida, dan logam berat menjadi standar non-negosiasi dalam perdagangan internasional. Pengawasan terhadap parameter ini memerlukan sistem ketertelusuran (*traceability*) yang kuat untuk memastikan bahwa bahan baku diproduksi sesuai dengan prinsip *Good Agricultural Practices* (GAP). Kegagalan dalam mengawasi residu kimia tidak hanya berdampak pada penolakan produk oleh otoritas kesehatan, tetapi juga merusak reputasi perusahaan secara jangka panjang. Contoh

implementasinya adalah pada ekspor buah-buahan tropis ke Uni Eropa, di mana setiap lot bahan baku harus disertai dengan sertifikat analisis residu pestisida yang membuktikan bahwa kadar kimia di dalamnya berada di bawah ambang batas *Maximum Residue Limits* (MRLs) yang ditetapkan secara internasional.

5.2 Seleksi dan Evaluasi Pemasok

Seleksi dan evaluasi pemasok merupakan tahapan strategis dalam sistem pengawasan mutu agroindustri yang berfungsi sebagai lini pertahanan pertama dalam menjaga integritas rantai pasok. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan untuk mampu merancang kriteria penilaian yang objektif guna memitigasi risiko kegagalan mutu yang bersumber dari bahan baku eksternal. Proses seleksi ini tidak hanya berorientasi pada aspek harga, tetapi lebih menitikberatkan pada kemampuan pemasok dalam menjamin ketersediaan bahan baku yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan standar keamanan pangan secara berkelanjutan. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), kolaborasi yang kuat dengan pemasok yang kompeten merupakan kunci utama dalam implementasi manajemen mutu terpadu, karena kualitas produk akhir agroindustri secara fundamental sangat bergantung pada kualitas input primer yang dihasilkan oleh mitra penyedia. Sebagai contoh, industri pengolahan susu mentah harus melakukan seleksi ketat terhadap peternakan rakyat guna memastikan bahwa susu yang disuplai bebas dari residu

antibiotik dan memiliki jumlah sel somatik di bawah ambang batas standar nasional.

Prosedur seleksi pemasok diawali dengan penetapan profil kriteria yang mencakup aspek legalitas, kapasitas produksi, stabilitas finansial, dan rekam jejak kepatuhan terhadap standar mutu seperti GAP (*Good Agricultural Practices*). Dalam dunia akademik dan praktis, metode *Supplier Quality Audit* sering digunakan untuk memverifikasi secara langsung kondisi lapangan dan sistem manajemen yang diterapkan oleh calon pemasok. Evaluasi awal ini bertujuan untuk memetakan potensi bahaya yang mungkin dibawa oleh bahan baku sebelum kontrak kerja sama ditandatangani. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), perusahaan harus menerapkan pendekatan berbasis risiko dalam memilih pemasok, di mana pemasok bahan baku kritis yang memiliki dampak besar terhadap keamanan konsumen wajib melalui proses verifikasi yang lebih mendalam dibandingkan pemasok bahan penunjang. Misalnya, sebuah pabrik pengolahan kakao akan menempatkan kriteria pengeringan biji kakao yang sempurna sebagai bobot penilaian tertinggi dalam menyeleksi pengepul tingkat desa untuk menghindari kontaminasi mikotoksin.

Evaluasi kinerja pemasok secara periodik merupakan kelanjutan dari proses seleksi yang bertujuan untuk memantau konsistensi mutu sepanjang masa kontrak. Sistem penilaian ini biasanya menggunakan parameter kuantitatif seperti persentase produk yang ditolak (*rejection rate*), ketepatan waktu pengiriman, dan kecepatan respon terhadap komplain mutu. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dilatih untuk

menyusun *Supplier Scorecard* sebagai instrumen evaluasi yang transparan dan dapat dipertanggungjawabkan secara saintifik. Hasil dari evaluasi ini akan menentukan klasifikasi pemasok ke dalam kategori mitra utama, pemasok dalam pengawasan, atau pemasok yang harus diputus kontraknya. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa pemberian peringkat pada pemasok tidak hanya meningkatkan kedisiplinan mitra, tetapi juga mendorong adanya perbaikan berkelanjutan pada sisi hulu agroindustri melalui umpan balik teknis yang diberikan oleh pihak industri.

Aspek ketertelusuran (*traceability*) menjadi kriteria krusial dalam evaluasi pemasok agroindustri modern, terutama terkait dengan jaminan keamanan pangan global. Pemasok diwajibkan memiliki sistem dokumentasi yang mampu melacak asal-usul bahan baku hingga ke tingkat lahan atau kelompok tani tertentu. Evaluasi terhadap kemampuan ketertelusuran ini dilakukan untuk memastikan bahwa jika terjadi kasus penarikan produk di pasar, perusahaan dapat dengan cepat mengidentifikasi sumber kontaminasi pada level pemasok. Hal ini sangat relevan dalam industri hortikultura ekspor, di mana setiap lot pengiriman dari pemasok harus disertai dengan catatan penggunaan pestisida yang dapat divalidasi. Dengan demikian, jaminan mutu tidak lagi bersifat administratif semata, melainkan menjadi bukti empiris akan kepatuhan terhadap regulasi internasional yang berlaku di sepanjang rantai nilai.

Pengembangan pemasok (*Supplier Development*) merupakan evolusi dari sekadar evaluasi menjadi bentuk kemitraan strategis yang saling menguntungkan. Industri

agroindustri yang mengadopsi prinsip ini tidak hanya menilai kekurangan pemasok, tetapi juga memberikan pendampingan teknis dan pelatihan guna meningkatkan kapabilitas mutu mitra mereka. Dalam kurikulum berbasis OBE, mahasiswa diajarkan untuk berperan sebagai konsultan mutu bagi pemasok, membantu mereka menerapkan standar higiene dan sanitasi yang lebih baik. Sebagai gambaran, industri pembekuan udang sering kali mengirimkan tim kendali mutu mereka ke tambak-tambak pemasok untuk mengedukasi petambak mengenai cara pemanenan yang higienis guna menjaga suhu rantai dingin tetap terjaga sejak dari kolam, yang pada akhirnya akan menguntungkan industri dengan mendapatkan bahan baku berkualitas prima.

Faktor keberlanjutan (*sustainability*) dan etika kini mulai diintegrasikan ke dalam kriteria seleksi dan evaluasi pemasok agroindustri. Perusahaan tidak hanya mengevaluasi mutu fisik bahan baku, tetapi juga memantau apakah pemasok mereka menerapkan praktik pertanian yang ramah lingkungan dan tidak melibatkan pekerja di bawah umur. Kriteria ini sering kali menjadi syarat dalam sertifikasi internasional seperti RSPO (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*) atau ISPO (*Indonesian Sustainable Palm Oil*). Melalui pengawasan yang ketat terhadap etika pemasok, industri agroindustri dapat menghindari risiko reputasi yang dapat merusak citra merek di mata konsumen global yang semakin kritis. Mahasiswa diharapkan mampu merancang audit sosial dan lingkungan sebagai bagian integral dari sistem pengawasan mutu bahan baku yang komprehensif dan modern.

Implementasi teknologi informasi dalam sistem evaluasi pemasok, seperti penggunaan *Real-time Monitoring* dan *Blockchain*, telah merevolusi cara pengawasan mutu bahan baku dilakukan. Data hasil inspeksi bahan baku saat kedatangan di pabrik dapat langsung terhubung ke profil digital pemasok, sehingga tren penurunan mutu dapat dideteksi lebih dini melalui analisis statistik. Dalam pengajaran berbasis OBE, penguasaan perangkat lunak manajemen mutu menjadi capaian pembelajaran yang penting agar lulusan mampu mengelola database pemasok dalam jumlah besar secara efektif. Contohnya, pada industri manufaktur makanan besar, setiap penyimpangan kadar air pada gandum yang dikirim oleh pemasok akan otomatis memicu peringatan sistem yang mengharuskan pemasok melakukan tindakan korektif sebelum pengiriman berikutnya diizinkan.

Sebagai kesimpulan, seleksi dan evaluasi pemasok dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan proses dinamis yang menjembatani standar teknis dengan realitas lapangan di sektor pertanian. Efektivitas sistem ini diukur dari kemampuannya untuk menciptakan rantai pasok yang tangguh, transparan, dan berorientasi pada kualitas. Dengan menyeleksi mitra yang tepat dan melakukan evaluasi secara berkelanjutan, industri agroindustri dapat meminimalkan kerugian operasional akibat bahan baku yang cacat dan memaksimalkan nilai tambah produk di mata pelanggan. Sinergi antara standar nasional, kebutuhan industri, dan kapabilitas pemasok inilah yang pada akhirnya akan membentuk ekosistem agroindustri yang kompetitif dan berdaya saing tinggi di kancah nasional maupun internasional.

5.3 Pengujian dan Penerimaan Bahan Baku

Pengujian dan penerimaan bahan baku dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan fase kritis yang menentukan apakah suatu input layak diteruskan ke lini produksi atau harus ditolak guna menghindari risiko kontaminasi dan kegagalan fungsional. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa ditekankan pada kemampuan teknis dalam melakukan verifikasi spesifikasi bahan baku melalui prosedur yang saintifik dan akuntabel. Proses ini dimulai dari pemeriksaan dokumen ketertelusuran hingga pengujian laboratorium yang mendalam untuk memastikan bahwa setiap atribut mutu sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dalam kontrak pengadaan. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), pengawasan pada titik masuk pabrik (*gatekeeping*) adalah instrumen pengendalian yang paling efektif untuk mencegah biaya pemborosan akibat pengolahan bahan yang cacat. Sebagai contoh, pada industri pengolahan minyak kelapa sawit, pengujian kadar asam lemak bebas (ALB) pada buah sawit yang baru datang menjadi penentu utama dalam klasifikasi mutu minyak yang akan dihasilkan.

Prosedur pengujian diawali dengan teknik pengambilan sampel (*sampling*) yang representatif, di mana metode yang digunakan harus mampu menggambarkan kondisi keseluruhan lot bahan baku secara akurat. Dalam agroindustri, heterogenitas bahan baku merupakan tantangan utama, sehingga penggunaan standar sampling seperti *Military Standard* atau ISO 2859 menjadi sangat krusial. Mahasiswa dalam sistem OBE dilatih untuk memahami kalkulasi ukuran

sampel dan kriteria penerimaan (*acceptance quality level*) agar keputusan untuk menerima atau menolak suatu kiriman didasarkan pada data statistik yang kuat, bukan sekadar perkiraan visual. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), manajemen kualitas yang modern mengharuskan adanya sinkronisasi antara metode pengujian di laboratorium dengan kecepatan operasional di lini penerimaan guna menjaga kelancaran alokasi bahan baku. Misalnya, pada pabrik penggilingan gandum, pengujian kadar air dan protein dilakukan secara cepat menggunakan instrumen *Near-Infrared* (NIR) agar truk pengangkut dapat segera dibongkar jika memenuhi standar.

Aspek keamanan pangan merupakan prioritas tertinggi dalam pengujian bahan baku, terutama terkait dengan deteksi cemaran biologis, kimia, dan fisik yang dapat membahayakan konsumen. Pengujian mikrobiologis untuk mendeteksi patogen seperti *Salmonella* atau *Listeria* sering kali menjadi prosedur mandatori bagi bahan baku berisiko tinggi seperti produk hortikultura dan peternakan. Selain itu, pengujian residu pestisida dan logam berat menggunakan kromatografi cair atau gas menjadi standar wajib dalam pemenuhan regulasi keamanan pangan global. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) mengonfirmasi bahwa penguatan laboratorium internal di perusahaan agroindustri berkontribusi signifikan terhadap penurunan tingkat penarikan produk di pasar. Contoh konkretnya terlihat pada industri pembekuan udang, di mana setiap batch bahan baku dari tambak harus diuji keberadaan residu antibiotik kloramfenikol secara ketat untuk menjamin kelayakan ekspor ke pasar internasional.

Penerimaan bahan baku juga mencakup evaluasi karakteristik organoleptik yang memberikan informasi cepat mengenai kesegaran dan tingkat kerusakan fisiologis komoditas. Penilaian warna, aroma, tekstur, dan penampakan keseluruhan dilakukan oleh panelis terlatih atau staf kendali mutu yang memiliki kepekaan sensoris tinggi. Dalam pengawasan mutu agroindustri, uji organoleptik bertindak sebagai penyaring awal untuk mendeteksi tanda-tanda awal pembusukan atau fermentasi yang tidak diinginkan yang mungkin luput dari pengujian kimiawi sederhana. Sebagai gambaran, pada industri pengolahan kopi, biji kopi hijau yang datang akan menjalani inspeksi visual untuk mencari biji cacat (*defect*) dan aroma "*musty*" yang mengindikasikan kontaminasi jamur, di mana keberadaan aroma menyimpang tersebut dapat memicu penolakan seluruh lot kiriman tanpa perlu melalui pengujian lebih lanjut.

Sistem dokumentasi dan pencatatan dalam proses pengujian menjadi elemen vital untuk menjamin ketertelusuran dan akuntabilitas jaminan mutu. Setiap hasil pengujian harus dicatat secara sistematis dalam formulir laporan penerimaan bahan baku yang mencakup identitas pemasok, nomor lot, tanggal kedatangan, hasil pengujian, serta keputusan akhir (terima/tolak). Dalam era digitalisasi agroindustri, penggunaan sistem informasi manajemen laboratorium (LIMS) memungkinkan integrasi data hasil pengujian secara *real-time* ke seluruh departemen terkait. Hal ini selaras dengan pendekatan OBE yang menuntut mahasiswa untuk mahir dalam mengelola data mutu sebagai basis pengambilan keputusan manajerial. Contoh aplikasinya adalah

pada industri gula, di mana data rendemen tebu dari setiap truk dicatat secara digital untuk menentukan besaran insentif bagi petani sekaligus mengatur jadwal giling pabrik.

Pengelolaan bahan baku yang ditolak (*rejection management*) merupakan bagian integral dari sistem pengawasan mutu yang sering kali diabaikan. Prosedur penerimaan harus memiliki protokol yang jelas mengenai perlakuan terhadap bahan baku yang tidak memenuhi spesifikasi, mulai dari pelabelan status "Ditolak", isolasi di area karantina, hingga proses pengembalian kepada pemasok atau pemusnahan jika membahayakan lingkungan. Pengawasan yang ketat pada barang reject mencegah terjadinya penggunaan bahan yang tidak standar secara tidak sengaja dalam proses produksi. Dalam praktiknya, industri yang baik akan memberikan laporan ketidaksesuaian (*Non-Conformity Report*) kepada pemasok sebagai umpan balik untuk perbaikan mutu di masa mendatang. Misalnya, pabrik pengalengan ikan akan menolak ikan dengan kadar histamin tinggi dan memastikan batch tersebut tidak bercampur dengan bahan baku segar melalui pemisahan fisik yang tegas di area dermaga.

Interaksi antara petugas pengawas mutu dengan departemen logistik dan gudang sangat menentukan efektivitas pengujian di lapangan. Kondisi penyimpanan sementara di area bongkar muat harus diawasi agar tidak menyebabkan penurunan mutu bahan baku yang sedang menunggu hasil pengujian laboratorium. Mahasiswa yang belajar dengan metode OBE harus memahami bahwa pengawasan mutu adalah tanggung jawab lintas sektoral;

keterlambatan dalam proses pengujian dapat menyebabkan akumulasi panas respirasi pada komoditas segar yang akhirnya menurunkan kualitas bahan baku tersebut. Sebagai contoh, di industri pengolahan sayuran, bahan baku yang menunggu hasil inspeksi harus ditempatkan di area teduh atau berpendingin untuk mencegah pelayuan yang cepat, sehingga hasil pengujian laboratorium tetap valid saat bahan tersebut diputuskan untuk diproses.

Secara keseluruhan, sistem pengujian dan penerimaan bahan baku yang kokoh adalah fondasi dari reputasi dan keberlanjutan ekonomi sebuah unit agroindustri. Keberhasilan sistem ini tidak hanya diukur dari kemampuannya mendeteksi kerusakan, tetapi juga dari kontribusinya dalam membangun kepercayaan pelanggan melalui jaminan konsistensi produk. Dengan menerapkan pengujian yang berbasis sains dan manajemen penerimaan yang terorganisir, industri mampu meminimalkan risiko operasional dan memaksimalkan nilai tambah dari setiap bahan mentah yang diolah. Melalui pendidikan OBE, diharapkan lahir profesional mutu yang tidak hanya cakap dalam teknik laboratorium, tetapi juga memiliki integritas tinggi dalam menjaga standar keamanan pangan nasional dan global demi perlindungan konsumen yang optimal.

5.4 *Traceability* Bahan Baku

Ketertelusuran (*traceability*) bahan baku dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan kemampuan untuk menelusuri riwayat, aplikasi, atau lokasi suatu bahan melalui tahap-tahap produksi, pengolahan, hingga distribusi yang

terekam secara sistematis. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pemahaman mengenai ketertelusuran bukan sekadar pengumpulan data administratif, melainkan kompetensi strategis dalam mengelola risiko dan menjamin transparansi rantai pasok. Sistem ini memungkinkan industri untuk mengidentifikasi sumber bahan baku secara presisi, mulai dari unit terkecil seperti blok lahan petani hingga ke tangan konsumen akhir. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), ketertelusuran merupakan instrumen krusial dalam manajemen mutu modern karena berfungsi sebagai alat verifikasi klaim kualitas dan keamanan pangan yang tidak dapat dinegosiasikan. Sebagai contoh, pada industri ekspor sarang burung walet, setiap kemasan produk harus memiliki kode unik yang mampu melacak asal rumah monyet dan waktu panen guna memenuhi syarat karantina internasional.

Implementasi ketertelusuran bahan baku berfungsi sebagai mekanisme mitigasi risiko yang sangat efektif, terutama saat terjadi kasus penarikan produk (*product recall*) di pasar. Dengan sistem rekam jejak yang akurat, perusahaan tidak perlu menarik seluruh stok produk yang beredar, melainkan hanya lot tertentu yang terbukti menggunakan bahan baku bermasalah dari pemasok spesifik. Hal ini secara signifikan meminimalkan kerugian finansial dan mencegah kerusakan reputasi merek yang lebih luas di mata publik. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), efektivitas sistem manajemen mutu sangat bergantung pada ketersediaan data yang terintegrasi, di mana ketertelusuran menyediakan basis data empiris untuk pengambilan keputusan saat terjadi penyimpangan kritis. Contoh nyata terlihat pada industri

pengolahan daging sapi, di mana jika ditemukan kontaminasi bakteri *E. coli* pada produk akhir, sistem ketertelusuran dapat mengarahkan tim audit langsung ke peternakan atau rumah potong hewan asal tanpa harus menghentikan seluruh jalur produksi.

Penerapan *traceability* dalam agroindustri memerlukan sinkronisasi antara pencatatan fisik dan digital yang mencakup identitas bahan, volume, tanggal kedatangan, serta status inspeksi mutu. Setiap batch bahan baku yang diterima di gudang harus diberi kode identifikasi unik, seperti barcode atau *QR Code*, yang mengandung informasi detail mengenai karakteristik spesifiknya. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut untuk menguasai manajemen basis data mutu agar mampu merancang arsitektur informasi yang menghubungkan aliran material dengan aliran informasi secara *real-time*. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) mengonfirmasi bahwa penggunaan teknologi informasi dalam sistem pelacakan mutu secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional dan kepercayaan pembeli pada pasar ritel modern. Sebagai gambaran, pada industri minyak kelapa sawit, sistem ketertelusuran memungkinkan pelacakan Tandan Buah Segar (TBS) hingga ke titik koordinat perkebunan untuk memastikan bahwa bahan baku tersebut tidak berasal dari lahan deforestasi atau area konservasi.

Ketertelusuran juga berperan penting dalam mendukung klaim keberlanjutan (*sustainability*) dan keaslian produk yang menjadi tuntutan pasar global saat ini. Sertifikasi seperti organik, perdagangan adil (*fair trade*), atau indikasi geografis hanya dapat dipertahankan apabila industri mampu

membuktikan melalui dokumen ketertelusuran bahwa tidak terjadi pencampuran bahan baku selama proses produksi. Dalam konteks pengawasan mutu, hal ini menjamin bahwa atribut kualitas "tak kasat mata" benar-benar terjaga dari hulu hingga hilir. Misalnya, industri pengolahan kopi Gayo memerlukan sistem dokumentasi yang ketat untuk memastikan bahwa biji kopi yang diproses benar-benar berasal dari dataran tinggi Tanah Gayo, sehingga nilai ekonomi premium yang melekat pada nama geografis tersebut terlindungi dari pemalsuan produk oleh oknum yang tidak bertanggung jawab.

Secara teknis, sistem ketertelusuran dibagi menjadi dua dimensi utama, yaitu ketertelusuran internal dan eksternal, yang keduanya harus terintegrasi secara sempurna. Ketertelusuran eksternal berfokus pada perpindahan bahan antar organisasi dalam rantai pasok, sedangkan ketertelusuran internal mengawasi pergerakan bahan di dalam unit pengolahan, termasuk proses pencampuran (*mixing*) dan pengolahan termal. Mahasiswa dalam program OBE dilatih untuk melakukan simulasi pelacakan (*mock trace*) guna memverifikasi kecepatan dan akurasi sistem yang mereka rancang dalam waktu kurang dari empat jam sesuai standar audit internasional. Sebagai contoh, di industri pengalengan ikan, sistem harus mampu mengaitkan nomor kaleng produk akhir dengan catatan suhu saat sterilisasi, identitas kapal penangkap ikan, hingga waktu pendaratan ikan di pelabuhan untuk menjamin transparansi total proses produksi.

Penggunaan teknologi mutakhir seperti *Blockchain* kini mulai diadaptasi dalam sistem ketertelusuran agroindustri

untuk menciptakan catatan yang tidak dapat diubah (*immutable*) dan terdesentralisasi. Teknologi ini memungkinkan setiap pemangku kepentingan dalam rantai pasok, mulai dari petani kecil hingga distributor internasional, untuk mengakses data yang sama secara transparan tanpa risiko manipulasi informasi. Dalam kurikulum OBE, pengenalan terhadap digitalisasi rantai pasok menjadi capaian pembelajaran yang esensial agar lulusan siap menghadapi tantangan industri 4.0. Implementasi *blockchain* pada industri ekspor udang beku, misalnya, memungkinkan pembeli di Eropa untuk memindai kode pada kemasan dan melihat riwayat penggunaan pakan, hasil uji laboratorium terhadap antibiotik, hingga bukti kepatuhan terhadap standar kesejahteraan tenaga kerja di lokasi budidaya secara instan.

Selain fungsi keamanan dan kualitas, ketertelusuran bahan baku juga memberikan nilai tambah dalam optimasi inventaris dan manajemen gudang. Dengan mengetahui umur simpan dan karakteristik spesifik dari setiap lot bahan baku, perusahaan dapat menerapkan sistem *First-In-First-Out* (FIFO) atau *First-Expired-First-Out* (FEFO) secara lebih presisi untuk meminimalkan pemborosan akibat bahan baku yang kedaluwarsa. Pengawasan mutu berbasis data ini memastikan bahwa hanya bahan baku dengan kondisi optimal yang masuk ke proses produksi, yang pada gilirannya akan meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan bahan pembantu. Contoh aplikasinya adalah pada industri pengolahan buah tropis, di mana sistem pelacakan membantu manajer produksi menentukan batch mana yang harus diproses terlebih dahulu

berdasarkan tingkat kematangan buah yang tercatat saat penerimaan di gudang.

Sebagai kesimpulan, ketertelusuran bahan baku merupakan jantung dari integritas sistem pengawasan mutu agroindustri yang modern dan berorientasi pada hasil. Melalui penguasaan kompetensi *traceability* dalam pendidikan OBE, diharapkan lahir profesional mutu yang mampu membangun kepercayaan konsumen melalui transparansi data yang objektif dan ilmiah. Sistem ketertelusuran yang kokoh bukan hanya menjadi beban biaya administratif, melainkan investasi strategis yang memperkuat daya saing bangsa di pasar internasional. Dengan menjamin bahwa setiap produk dapat dilacak hingga ke akarnya, agroindustri nasional tidak hanya memberikan jaminan kesehatan bagi konsumen, tetapi juga membuktikan komitmen terhadap praktik produksi yang bertanggung jawab dan berkelanjutan bagi masa depan lingkungan global.

BAB 6

PENGAWASAN MUTU PROSES PRODUKSI



Pengawasan mutu proses produksi agroindustri merupakan upaya sistematis untuk memastikan setiap tahapan pengolahan berlangsung secara terkendali dan konsisten sehingga menghasilkan produk yang memenuhi persyaratan mutu dan keamanan, pengendalian proses produksi dilakukan melalui pengaturan parameter kritis seperti suhu, waktu, pH, dan kelembaban yang berpengaruh langsung terhadap karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologis produk, efektivitas pengendalian tersebut harus didukung oleh penerapan higiene dan sanitasi lingkungan produksi yang memadai guna mencegah terjadinya kontaminasi dari

peralatan, pekerja, maupun lingkungan, dalam konteks pengawasan berbasis risiko diperlukan pengendalian titik kritis produksi yang memungkinkan identifikasi, pemantauan, dan tindakan korektif pada tahapan proses yang berpotensi menimbulkan bahaya, seluruh aktivitas pengawasan mutu proses produksi selanjutnya harus didokumentasikan dan dimonitor secara berkelanjutan sebagai dasar evaluasi kinerja proses, penelusuran ketidaksesuaian, serta perbaikan berkelanjutan dalam rangka menjamin konsistensi mutu dan keamanan produk agroindustri.

6.1 Pengendalian Proses Produksi

Berdasarkan struktur kurikulum berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) yang menekankan pada penguasaan kompetensi praktis dan hasil kerja yang terukur, pengendalian proses produksi dalam agroindustri merupakan tahapan krusial untuk memastikan bahwa setiap parameter transformasi bahan baku menjadi produk jadi tetap berada dalam batas standar yang ditetapkan. Pengendalian ini tidak hanya fokus pada pemantauan teknis terhadap mesin dan peralatan, tetapi juga mencakup penerapan sensor dan instrumentasi otomatis untuk menjaga konsistensi variabel kritis seperti suhu pasteurasi, tekanan ekstraksi, tingkat keasaman (pH), hingga kadar air produk. Dalam konteks agroindustri yang dinamis, pengendalian proses berfungsi sebagai tindakan preventif untuk meminimalisir variabilitas produk, mengurangi limbah (waste), dan mencegah terjadinya kegagalan mutu sebelum produk mencapai tahap akhir. Melalui integrasi data *real-time* dan evaluasi berkelanjutan

sesuai prinsip OBE, mahasiswa dan praktisi diharapkan mampu melakukan tindakan korektif secara cepat dan akurat, sehingga efisiensi produksi meningkat dan standar keamanan pangan tetap terjaga di seluruh lini manufaktur.

6.1.1 Pengendalian Suhu, Waktu, pH, dan Kelembaban

Pengendalian parameter proses seperti suhu, waktu, pH, dan kelembaban merupakan inti dari sistem pengawasan mutu selama proses produksi agroindustri guna menjamin stabilitas produk dan keamanan konsumen. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa dituntut untuk tidak hanya memahami teori perubahan kimia, tetapi memiliki kompetensi dalam menentukan batas kritis (*critical limits*) yang harus dipantau secara kontinu di lini produksi. Pengendalian yang presisi terhadap variabel-variabel ini sangat krusial karena karakteristik produk agroindustri yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, di mana sedikit deviasi pada parameter proses dapat menyebabkan degradasi nutrisi atau pertumbuhan mikroba patogen. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), pengawasan mutu proses adalah upaya preventif untuk membangun kualitas ke dalam produk (*build quality into the product*) daripada sekadar mengandalkan inspeksi produk akhir. Sebagai contoh, dalam industri pengolahan susu pasteurisasi, kombinasi suhu dan waktu yang tepat sangat vital untuk membunuh bakteri patogen tanpa merusak struktur protein dan vitamin yang terkandung di dalamnya.

Suhu merupakan parameter yang paling kritis dalam pengolahan agroindustri karena pengaruhnya yang langsung

terhadap laju reaksi kimia, aktivitas enzimatik, dan kinetika kematian mikroba. Pengawasan suhu selama proses, baik pada tahap pemanasan (pasteurisasi/sterilisasi) maupun tahap pendinginan (pembekuan), harus dilakukan dengan menggunakan sensor yang terkalibrasi secara rutin. Dalam perspektif OBE, capaian pembelajaran difokuskan pada kemampuan mahasiswa dalam melakukan validasi distribusi panas pada mesin pengolah guna memastikan tidak adanya "titik dingin" (*cold spot*) yang dapat membahayakan keamanan produk. Merujuk pada pemikiran Syah (2012), setiap kenaikan suhu tertentu akan mempercepat laju reaksi degradasi mutu, sehingga optimasi suhu proses menjadi kunci dalam mempertahankan atribut sensori produk. Contoh aplikasinya terlihat pada proses penggorengan vakum keripik buah, di mana suhu harus dijaga tetap rendah untuk mempertahankan warna alami dan rasa buah asli tanpa menyebabkan gosong.

Waktu merupakan dimensi pengendalian yang tidak terpisahkan dari suhu, di mana interaksi keduanya membentuk kecukupan panas (*lethality*) yang dibutuhkan dalam pengolahan pangan. Pengawasan waktu proses bertujuan untuk menjamin bahwa produk mendapatkan perlakuan yang cukup untuk mencapai sterilitas komersial atau tingkat kematangan yang diinginkan tanpa terjadi pengolahan berlebih (*overprocessing*) yang menurunkan rendemen. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa dilatih untuk menghitung nilai F0 dan nilai D sebagai indikator kecukupan proses termal berdasarkan jenis mikroba target. Hal ini sangat relevan dalam industri pengalengan sayuran, di mana waktu retensi di dalam

retort harus dikendalikan secara otomatis menggunakan sistem pengatur waktu digital untuk memastikan bahwa spora *Clostridium botulinum* telah tereliminasi sepenuhnya, namun tekstur sayuran tetap terjaga kekenyalannya.

Pengendalian derajat keasaman (pH) berperan sebagai rintangan kimia (*chemical hurdle*) yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme merugikan sekaligus menentukan karakteristik fungsional produk. Banyak produk agroindustri yang mengandalkan asidifikasi atau fermentasi sebagai metode pengawetan alami, sehingga pemantauan pH secara *real-time* menjadi indikator keberhasilan proses. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), konsistensi pH pada produk olahan sangat berpengaruh terhadap daya terima konsumen dan masa simpan produk di rak. Sebagai contoh, dalam produksi yogurt atau keju, pengawasan penurunan pH selama proses inkubasi sangat menentukan titik akhir proses produksi; kegagalan dalam mencapai pH target tidak hanya merusak tekstur produk (koagulasi protein), tetapi juga memungkinkan bakteri pembusuk untuk berkembang biak.

Kelembaban, baik dalam bentuk kadar air produk maupun kelembaban relatif (RH) lingkungan, merupakan parameter kunci dalam pengawasan proses pengeringan dan penyimpanan antara. Pengendalian kelembaban bertujuan untuk mengatur aktivitas air produk guna mencegah pertumbuhan kapang dan reaksi pencoklatan non-enzimatik (Maillard). Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa diharapkan mampu mengoperasikan alat pengukur aktivitas air dan merancang sistem tata udara di ruang produksi untuk

mencegah kondensasi. Pada industri pengolahan bubuk kopi instan atau susu bubuk, pengendalian kelembaban di ruang pengemasan sangat krusial; jika kelembaban udara terlalu tinggi, produk bubuk akan mudah menggumpal (*caking*) dan mengalami penurunan kelarutan, yang secara langsung menurunkan persepsi kualitas di mata pelanggan.

Integrasi keempat parameter ini (suhu, waktu, pH, dan kelembaban) dalam satu sistem monitoring terpadu seperti SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) memungkinkan pengawasan mutu proses dilakukan secara lebih akurat dan responsif. Penggunaan teknologi automasi mengurangi risiko kesalahan manusia (*human error*) dalam pencatatan data dan memungkinkan dilakukannya tindakan koreksi secara instan jika terjadi deviasi. Dalam kerangka OBE, penguasaan terhadap teknologi digital dan interpretasi data statistik proses menjadi kompetensi baru yang esensial bagi lulusan agroindustri di era Industri 4.0. Sebagai gambaran, pada industri pembuatan roti skala besar, sistem otomatis akan mengatur suhu dan kelembaban ruang proofer serta waktu pemanggangan di oven secara sinkron untuk menghasilkan roti dengan volume dan warna kulit yang seragam pada setiap batch produksi.

Sebagai kesimpulan, pengendalian parameter proses produksi dalam pengawasan mutu agroindustri merupakan sinergi antara sains pangan, teknik proses, dan manajemen sistem. Keberhasilan dalam menjaga suhu, waktu, pH, dan kelembaban pada batas yang ditentukan tidak hanya menjamin keamanan konsumen, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan bahan baku. Melalui

pendidikan berbasis OBE, diharapkan lahir profesional mutu yang mampu melakukan inovasi pada optimasi parameter proses guna menghasilkan produk agroindustri yang berdaya saing tinggi secara global. Dengan kontrol proses yang ketat, industri dapat meminimalkan variabilitas produk dan membangun kepercayaan pelanggan jangka panjang melalui jaminan mutu yang konsisten dan terukur secara ilmiah.

6.2 Higiene dan Sanitasi Lingkungan Produksi

Higiene dan sanitasi lingkungan produksi merupakan pilar fundamental dalam pengawasan mutu agroindustri yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang antara lingkungan pabrik dengan produk yang diolah. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada kemampuan merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi sistem sanitasi yang komprehensif guna menjamin keamanan pangan secara konsisten. Fokus utama dari higiene lingkungan produksi adalah menciptakan zona kerja yang aseptik melalui pengendalian aspek bangunan, peralatan, hingga personil yang terlibat langsung dalam proses transformasi bahan baku. Sebagaimana dikemukakan oleh Hubeis et al. (2019) dalam literatur manajemen mutu pangan, lingkungan produksi yang tidak terkontrol secara saniter merupakan sumber utama kegagalan mutu mikrobiologis yang dapat menyebabkan penarikan produk secara massal. Sebagai contoh, dalam industri pengolahan daging beku, desain lantai yang memiliki kemiringan tepat dan drainase yang tertutup sangat krusial

untuk mencegah genangan air yang berpotensi menjadi sarang pertumbuhan bakteri *Listeria monocytogenes*.

Implementasi standar higiene dan sanitasi memerlukan pemahaman mendalam mengenai prinsip *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) yang mencakup delapan kunci sanitasi utama. Pengawasan mutu pada aspek ini tidak hanya dilakukan melalui pembersihan fisik secara visual, tetapi juga melalui validasi mikrobiologis pada permukaan alat yang kontak langsung dengan produk. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut untuk mampu melakukan uji usap (*swab test*) dan menginterpretasikan data hasil laboratorium untuk memastikan bahwa prosedur pembersihan telah mencapai tingkat efektivitas yang disyaratkan. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), sistem manajemen mutu yang efektif harus mengintegrasikan audit sanitasi secara berkala sebagai bagian dari budaya kerja perusahaan, bukan sekadar pemenuhan syarat administratif. Misalnya, pada industri susu bubuk, penggunaan sistem *Clean-in-Place* (CIP) otomatis harus divalidasi setiap hari melalui pengukuran sisa residu protein pada tangki pencampuran guna menghindari kontaminasi antar-batch.

Higiene personil menempati posisi sentral dalam menjaga sterilitas lingkungan produksi, mengingat manusia merupakan pembawa kontaminan biologis yang paling dinamis di area pabrik. Pengawasan mutu berbasis OBE menekankan pada capaian kompetensi karyawan dalam menerapkan praktik higiene yang benar, seperti penggunaan alat pelindung diri (APD), prosedur cuci tangan yang terstandarisasi, serta kepatuhan terhadap kebijakan kesehatan

kerja. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), tingkat kepatuhan higiene personil berkorelasi positif dengan penurunan angka cemaran mikroba pada produk akhir. Contoh nyata dapat dilihat pada lini pengemasan produk hortikultura siap saji, di mana penggunaan penutup rambut, masker, dan sarung tangan yang diganti secara periodik merupakan prosedur non-negosiasi untuk mencegah transfer patogen manusia ke produk segar yang tidak melalui proses pemanasan kembali.

Pengendalian hama (*pest control*) adalah aspek integral dari sanitasi lingkungan produksi yang bertujuan untuk mencegah masuk dan berkembang biaknya vektor penyakit seperti tikus, kecoa, dan serangga di dalam area pengolahan. Sistem pengawasan mutu agroindustri harus memiliki skema manajemen hama terpadu yang mencakup pemasangan perangkap, penggunaan tirai udara (*air curtain*), serta pengawasan terhadap integritas bangunan dari kebocoran fisik. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa diharapkan mampu merancang denah penempatan *pest trap* dan melakukan audit terhadap efektivitas pengendalian hama tanpa mencemari produk dengan bahan kimia beracun. Sebagai gambaran, pabrik penggilingan terigu wajib memiliki sistem filtrasi udara dan penanganan debu yang ketat untuk mencegah infestasi kumbang tepung yang dapat merusak kualitas stok dan menyebabkan penolakan produk oleh konsumen.

Manajemen air dan es merupakan kunci sanitasi lainnya yang wajib diawasi secara ketat karena air sering kali bersentuhan langsung dengan produk agroindustri sebagai bahan pencuci maupun bahan pembantu. Pengawasan mutu

harus menjamin bahwa air yang digunakan memenuhi standar air minum (*potable water*) baik secara kimia maupun mikrobiologis. Dalam sistem pendidikan OBE, mahasiswa dilatih untuk melakukan analisis kadar klorin sisa dan pengujian koliform pada air proses secara rutin. Pada industri pengolahan udang segar, misalnya, air yang digunakan untuk memproduksi es pendingin harus melalui proses filtrasi dan penyinaran ultraviolet (UV) guna memastikan tidak ada bakteri pencemar yang berpindah ke udang selama proses distribusi dingin, sehingga masa simpan produk tetap terjaga optimal.

Aspek sanitasi fasilitas pendukung, seperti toilet dan ruang ganti, juga tidak boleh luput dari pengawasan mutu karena fasilitas tersebut merupakan titik transit utama bagi personil sebelum memasuki area produksi. Desain fasilitas sanitasi harus menjamin bahwa tidak terjadi aliran udara atau limbah dari toilet menuju ruang pengolahan. Pengawasan dilakukan dengan memastikan ketersediaan bahan sanitasi seperti sabun cair, pengering tangan, dan larutan disinfektan alas kaki (*footbath*) di pintu masuk area produksi. Melalui pendekatan OBE, mahasiswa diajarkan untuk merancang alur pergerakan personil (*man flow*) yang logis untuk mencegah kontaminasi silang antara area kotor dan area bersih, seperti yang diterapkan pada industri farmasi atau agroindustri berisiko tinggi lainnya yang memerlukan standar higiene absolut.

Dokumentasi harian terhadap seluruh aktivitas sanitasi merupakan bukti empiris yang diperlukan untuk keperluan audit mutu, baik internal maupun eksternal. Rekaman tersebut harus mencakup jadwal pembersihan, konsentrasi disinfektan

yang digunakan, hasil monitoring suhu ruang, hingga catatan kesehatan karyawan. Dalam era digitalisasi, penggunaan aplikasi monitoring sanitasi berbasis cloud memungkinkan pengawas mutu untuk mendapatkan notifikasi *real-time* jika terdapat parameter yang berada di luar batas toleransi. Kesadaran akan pentingnya data yang akurat ini merupakan bagian dari capaian pembelajaran OBE agar lulusan memiliki integritas tinggi dalam pelaporan jaminan mutu. Contohnya, jika terjadi audit dari BPOM atau pembeli internasional, perusahaan dapat dengan mudah membuktikan konsistensi higiene lingkungan produksi melalui arsip digital yang lengkap dan terstruktur.

Sebagai kesimpulan, higiene dan sanitasi lingkungan produksi dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan manifestasi dari komitmen perusahaan terhadap keamanan konsumen. Sinergi antara fasilitas fisik yang saniter, prosedur operasional yang disiplin, dan personil yang kompeten akan membentuk sistem perlindungan mutu yang tangguh. Melalui pendidikan yang berorientasi pada hasil nyata, diharapkan lahir tenaga ahli yang mampu menciptakan inovasi dalam teknik sanitasi yang lebih ramah lingkungan namun tetap efektif. Lingkungan produksi yang higienis bukan hanya syarat legalitas, melainkan aset strategis yang meningkatkan kepercayaan pasar dan menjamin keberlanjutan bisnis agroindustri di kancah global.

6.3 Pengendalian Titik Kritis Produksi

Pengendalian Titik Kendali Kritis atau *Critical Control Point* (CCP) merupakan manifestasi operasional dari sistem

HACCP yang menjadi inti dalam pengawasan mutu proses produksi agroindustri guna memitigasi bahaya keamanan pangan secara sistematis. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa dituntut untuk tidak sekadar memahami definisi CCP, tetapi memiliki kompetensi dalam melakukan analisis risiko untuk menentukan pada tahapan mana suatu bahaya dapat dihilangkan atau dikurangi hingga batas yang dapat diterima. Penentuan CCP dilakukan melalui alat bantu berupa pohon keputusan (*decision tree*) yang mempertimbangkan signifikan atau tidaknya suatu bahaya terhadap kesehatan konsumen. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019) dalam literatur manajemen mutu pangan, identifikasi CCP yang tepat memungkinkan perusahaan untuk memfokuskan sumber daya pengawasan pada titik-titik yang paling berisiko, sehingga efisiensi kendali mutu dapat tercapai tanpa mengabaikan aspek keamanan. Sebagai contoh, pada industri susu pasteurisasi, tahap pemanasan di dalam unit *heat exchanger* ditetapkan sebagai CCP karena merupakan satu-satunya tahap yang mampu mengeliminasi bakteri patogen seperti *Coxiella burnetii*.

Setelah titik kritis ditetapkan, langkah selanjutnya dalam sistem pengawasan mutu adalah penetapan batas kritis (*critical limits*) yang harus dipenuhi untuk menjamin bahwa CCP berada dalam kendali. Batas kritis ini harus bersifat spesifik, terukur, dan berbasis pada data saintifik atau regulasi pemerintah, seperti suhu minimum, durasi waktu maksimal, atau kadar pH tertentu. Dalam kurikulum berbasis OBE, mahasiswa dilatih untuk melakukan validasi terhadap batas kritis tersebut guna memastikan bahwa parameter yang

ditetapkan benar-benar efektif dalam mengendalikan bahaya target. Menurut pemikiran Syah (2012), batas kritis merupakan garis pemisah antara produk yang aman dan produk yang berpotensi membahayakan, sehingga akurasi sensor dan kalibrasi instrumen di lini produksi menjadi prasyarat mutlak. Misalnya, pada proses sterilisasi komersial produk ikan kaleng, batas kritis suhu harus ditetapkan secara presisi pada 121°C selama waktu tertentu untuk menjamin kematian spora *Clostridium botulinum*.

Monitoring atau pemantauan secara kontinu merupakan jantung dari pengendalian CCP guna mendeteksi jika terjadi penyimpangan dari batas kritis secara *real-time*. Pengawasan mutu pada tahap ini memerlukan prosedur sistematis yang mencakup apa yang dipantau, bagaimana caranya, frekuensi pemantauan, dan siapa yang bertanggung jawab. Dalam era digitalisasi agroindustri, penggunaan perangkat lunak integrasi data memungkinkan pengawas mutu mendapatkan notifikasi otomatis melalui sistem alarm jika sensor mendeteksi parameter yang mendekati ambang batas. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa implementasi sistem monitoring digital pada CCP secara signifikan menurunkan tingkat kegagalan proses dan meningkatkan kepercayaan otoritas pengawas terhadap sistem jaminan mutu perusahaan. Contoh aplikasinya adalah penggunaan detektor logam pada lini akhir pengemasan keripik buah, di mana setiap kontaminasi fisik yang terdeteksi akan memicu sistem penolakan (*rejector*) otomatis untuk mengeluarkan produk dari jalur distribusi.

Tindakan koreksi merupakan prosedur terencana yang harus segera diambil apabila hasil pemantauan menunjukkan bahwa CCP berada di luar kendali atau melampaui batas kritis. Dalam perspektif OBE, mahasiswa harus memiliki kemampuan analisis untuk menentukan nasib produk yang diproduksi selama masa penyimpanan serta melakukan evaluasi akar penyebab (*root cause analysis*) agar masalah serupa tidak terulang kembali. Pengawasan mutu tidak berhenti pada perbaikan produk, tetapi mencakup pemulihan kontrol proses secara total. Sebagai gambaran, jika pada industri pengolahan jus jeruk ditemukan bahwa suhu pasteurisasi turun di bawah batas minimal, maka tindakan koreksinya mencakup penghentian aliran produk, melakukan sirkulasi ulang produk untuk dipanaskan kembali, serta mengisolasi produk yang sudah terlanjur terkemas untuk dilakukan pengujian laboratorium lebih lanjut.

Verifikasi merupakan tahap pengawasan untuk membuktikan bahwa sistem pengendalian CCP telah berjalan sesuai dengan rencana HACCP yang disusun dan tetap efektif dalam menghadapi dinamika produksi. Prosedur verifikasi dapat mencakup peninjauan kembali catatan pemantauan, kalibrasi instrumen secara periodik, hingga pengambilan sampel produk akhir untuk uji laboratorium sebagai pembuktian ilmiah. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa diarahkan untuk melakukan audit internal sistem secara mandiri guna memastikan bahwa seluruh personel patuh terhadap protokol CCP yang ditetapkan. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), verifikasi memberikan keyakinan tambahan kepada manajemen dan pihak eksternal

bahwa sistem keamanan pangan tidak hanya ada di atas kertas, tetapi benar-benar terimplementasi di lapangan. Contoh nyatanya adalah pengujian mikrobiologi rutin pada permukaan alat setelah proses sanitasi untuk memverifikasi bahwa prosedur SSOP telah mendukung pengendalian titik kritis secara optimal.

Dokumentasi dan pencatatan hasil pengendalian CCP merupakan bukti legal dan teknis yang menunjukkan bahwa produk agroindustri diproduksi dalam kondisi aman. Setiap log pemantauan, catatan tindakan koreksi, dan laporan verifikasi harus disimpan secara sistematis untuk keperluan audit dan ketertelusuran (*traceability*). Dalam sistem OBE, keterampilan dalam menyusun dokumentasi yang rapi, akurat, dan tidak dapat dimanipulasi merupakan capaian pembelajaran yang sangat dihargai oleh industri. Pencatatan ini menjadi "kotak hitam" perusahaan saat menghadapi komplain konsumen atau tuntutan hukum terkait keamanan produk. Misalnya, pada industri ekspor udang beku, rekaman suhu selama proses pembekuan cepat (*Individual Quick Freezing*) menjadi dokumen wajib yang harus dilampirkan dalam pengiriman untuk membuktikan bahwa standar kualitas internasional telah terpenuhi sepanjang proses pengolahan.

Implementasi pengendalian titik kritis juga harus mempertimbangkan aspek efisiensi biaya dan keberlanjutan operasional perusahaan. Terlalu banyak menetapkan CCP pada tahap yang tidak relevan akan menyebabkan beban biaya pengawasan yang tinggi dan memperlambat alur produksi, sedangkan terlalu sedikit CCP akan meningkatkan risiko keamanan pangan. Oleh karena itu, mahasiswa dalam

metode OBE dilatih untuk memiliki insting manajerial dalam menentukan "titik kontrol" yang paling efisien namun tetap menjamin keamanan absolut. Pendekatan ini selaras dengan prinsip manajemen mutu terpadu yang menekankan pada efektivitas kendali di titik-titik strategis. Sebagai contoh, daripada memantau kebersihan di setiap sudut lantai, industri lebih fokus pada pengawasan suhu pada tangki pendingin yang secara langsung berdampak pada stabilitas mikrobiologis bahan baku cair selama proses menunggu pengolahan.

Sebagai kesimpulan, pengendalian titik kritis produksi dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan sinergi antara keahlian teknis, ketelitian administratif, dan ketajaman analisis risiko. Melalui penguasaan kompetensi pengendalian CCP, diharapkan lulusan mampu menjadi garda terdepan dalam menjaga reputasi industri agroindustri nasional di pasar global. Sistem pengendalian yang kokoh tidak hanya melindungi konsumen dari bahaya kesehatan, tetapi juga memberikan perlindungan bagi keberlangsungan bisnis dari kerugian akibat penarikan produk dan hilangnya kepercayaan pasar. Dengan integrasi teknologi digital dan pemahaman prinsip dasar yang kuat, pengawasan titik kritis akan tetap menjadi fondasi utama bagi kemajuan agroindustri yang modern, aman, dan kompetitif.

6.4 Dokumentasi dan Monitoring Proses

Dokumentasi dan monitoring proses merupakan infrastruktur kritis dalam sistem pengawasan mutu agroindustri yang berfungsi untuk menyediakan bukti objektif

serta data *real-time* mengenai kepatuhan operasional terhadap standar yang ditetapkan. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada kemampuan merancang arsitektur pendokumentasian yang sistematis sehingga setiap tahapan transformasi bahan baku dapat ditelusuri dan dipertanggungjawabkan secara saintifik. Dokumentasi bukan sekadar aktivitas pencatatan administratif, melainkan instrumen manajerial untuk mendeteksi deviasi proses lebih dini guna mencegah terjadinya kegagalan mutu pada produk akhir. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), sistem dokumentasi yang kokoh adalah fondasi dari jaminan mutu pangan yang memungkinkan organisasi melakukan evaluasi berbasis data dan memenuhi persyaratan audit internal maupun eksternal. Sebagai contoh, pada industri pengolahan minyak goreng, catatan harian mengenai suhu pemurnian dan kadar adsorben yang digunakan menjadi dokumen vital untuk menjamin warna dan stabilitas oksidatif produk tetap konsisten pada setiap batch produksi.

Monitoring proses secara kontinu memungkinkan pengawas mutu untuk mendapatkan gambaran dinamis mengenai perilaku parameter kritis di lini produksi, seperti fluktuasi suhu, tekanan, atau laju aliran. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut memiliki keterampilan dalam menggunakan instrumen monitoring modern, mulai dari lembar kontrol (*check sheet*) manual hingga sensor digital yang terintegrasi dengan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA). Pengawasan yang dilakukan secara *real-time* memberikan keunggulan strategis bagi perusahaan

untuk melakukan tindakan pencegahan sebelum parameter proses melampaui batas kritis yang diizinkan. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), monitoring yang efektif harus didasarkan pada prinsip statistik agar setiap data yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar perbaikan proses yang berkelanjutan (*continuous improvement*). Misalnya, pada pabrik pengeringan biji kakao, penggunaan sensor kelembaban otomatis yang mencatat data setiap lima menit membantu memastikan bahwa biji mencapai kadar air standar tanpa mengalami pengeringan berlebih yang merusak profil aroma.

Sistem dokumentasi dalam pengawasan mutu agroindustri harus mencakup seluruh hirarki informasi, mulai dari Manual Mutu, Prosedur Operasi Standar (SOP), hingga instruksi kerja dan rekaman harian. Keberadaan dokumen ini menjamin bahwa pengetahuan teknis tidak hanya bergantung pada individu tertentu, melainkan terlembagakan dalam sistem perusahaan sehingga konsistensi mutu tetap terjaga meskipun terjadi rotasi personil. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa dilatih untuk menyusun dokumen yang komunikatif, mudah dipahami oleh operator lapangan, namun tetap memenuhi kaidah teknis yang ketat. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa kejelasan dokumentasi operasional berkorelasi langsung dengan penurunan angka kesalahan manusia (*human error*) di lantai produksi. Contoh implementasinya adalah penggunaan *Visual SOP* berupa poster alur proses yang dilengkapi gambar di area produksi untuk memudahkan operator dalam melakukan kalibrasi timbangan secara tepat dan tercatat.

Ketertelusuran data (*data traceability*) menjadi esensi utama dari sistem dokumentasi, di mana setiap catatan harus mampu menghubungkan input bahan baku, parameter proses, dan nomor lot produk jadi. Hal ini sangat penting dalam manajemen risiko keamanan pangan, terutama jika perusahaan perlu melakukan investigasi terhadap keluhan konsumen atau kegagalan uji laboratorium. Dokumentasi yang baik harus memenuhi prinsip ALCOA (*Attributable, Legible, Contemporaneous, Original, and Accurate*) untuk menjamin integritas data yang dihasilkan. Sebagai gambaran, pada industri pembekuan udang, dokumen monitoring harus mampu menunjukkan kaitan antara suhu pembekuan di mesin *Contact Plate Freezer* dengan identitas pemasok udang dan waktu pengemasan, sehingga jika ditemukan kontaminasi bakteri pada pasar tujuan, akar masalah dapat dilokalisasi dengan cepat pada batch tertentu saja.

Transformasi menuju dokumentasi digital dan monitoring berbasis Internet of Things (IoT) kini menjadi tuntutan utama dalam pengawasan mutu agroindustri di era Industri 4.0. Penggunaan sistem berbasis awan (*cloud-based*) memungkinkan manajemen mutu untuk mengakses laporan produksi dari lokasi manapun secara instan, sekaligus mengurangi beban penggunaan kertas (*paperless*) di lingkungan pabrik. Dalam pengajaran berbasis OBE, penguasaan literasi digital menjadi capaian pembelajaran yang krusial agar lulusan mampu mengelola ekosistem data mutu yang kompleks. Sebagai contoh, di pabrik pengolahan susu cair, sistem sensor cerdas dapat mengirimkan notifikasi otomatis ke perangkat seluler pengawas mutu jika suhu tangki

penyimpanan bahan baku naik di atas 4°C, sehingga tindakan koreksi dapat dilakukan sebelum kualitas susu menurun akibat aktivitas mikrobiologis.

Monitoring proses juga mencakup pengawasan terhadap aspek non-teknis seperti kebersihan personil dan kondisi sanitasi area kerja yang dicatat dalam log harian SSOP. Dokumentasi pada area ini berfungsi untuk memverifikasi bahwa lingkungan produksi telah disiapkan secara layak sebelum proses transformasi bahan dimulai. Mahasiswa dalam sistem OBE diarahkan untuk melakukan audit silang terhadap catatan sanitasi guna memastikan bahwa aktivitas pembersihan benar-benar dilakukan sesuai jadwal dan bukan sekadar pengisian administratif formalitas. Contoh nyatanya adalah pada industri pengalengan buah, di mana formulir pemeriksaan visual kebersihan mesin sebelum digunakan harus ditandatangani oleh operator dan diverifikasi oleh penyelia mutu sebagai bukti bahwa rantai higiene tidak terputus sebelum proses pengalengan berjalan.

Analisis tren berdasarkan data monitoring jangka panjang merupakan fungsi strategis dari pendokumentasian yang mendukung proses pengambilan keputusan manajerial. Dengan mengumpulkan data parameter proses selama berbulan-bulan, tim jaminan mutu dapat mengidentifikasi pola keausan mesin atau penurunan efisiensi proses yang mungkin tidak terlihat pada pengamatan harian. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa diajarkan untuk menggunakan perangkat lunak statistik guna melakukan pemodelan data mutu dan memprediksi potensi kegagalan di masa depan. Sebagai contoh, pada industri penggilingan padi modern,

analisis tren data kadar air gabah masuk dibandingkan dengan rendemen beras pecah kulit membantu manajer produksi dalam menetapkan jadwal perawatan mesin giling guna menjaga performa optimal dan meminimalisir pemborosan bahan baku.

Sebagai kesimpulan, dokumentasi dan monitoring proses dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan instrumen transparansi dan akuntabilitas yang menjembatani standar teknis dengan performa lapangan. Melalui penguasaan kompetensi di bidang ini, diharapkan lulusan mampu membangun sistem pengawasan yang adaptif terhadap perubahan teknologi dan tuntutan pasar global. Sistem dokumentasi yang rapi dan monitoring yang akurat bukan hanya menjadi syarat untuk memperoleh sertifikasi internasional, melainkan menjadi identitas keunggulan operasional perusahaan dalam menghasilkan produk agroindustri yang aman, konsisten, dan berdaya saing. Dengan data yang tervalidasi, industri mampu melakukan lompatan inovasi proses yang didasarkan pada bukti nyata, sehingga keberlanjutan bisnis agroindustri di masa depan tetap terjamin.

BAB 7

PENGAWASAN MUTU PRODUK ANTARA DAN PRODUK AKHIR



Pengawasan mutu produk antara dan produk akhir merupakan tahapan krusial untuk memastikan bahwa hasil proses produksi agroindustri telah memenuhi spesifikasi mutu dan keamanan yang ditetapkan sebelum didistribusikan kepada konsumen, spesifikasi mutu produk disusun sebagai acuan teknis yang mencakup parameter fisik, kimia, mikrobiologis, dan sensori sesuai dengan standar dan kebutuhan pasar, pemenuhan spesifikasi tersebut diverifikasi melalui kegiatan sampling dan inspeksi yang dilakukan secara representatif dan sistematis guna memperoleh gambaran akurat mengenai keseragaman dan konsistensi mutu, selanjutnya pengujian mutu produk akhir dilaksanakan dengan metode yang terstandar untuk memastikan kesesuaian produk terhadap persyaratan regulasi dan harapan

konsumen, apabila ditemukan produk yang tidak sesuai maka diperlukan prosedur penanganan yang jelas dan terdokumentasi, termasuk pemisahan, evaluasi, dan tindakan korektif, sehingga pengawasan mutu produk antara dan produk akhir tidak hanya berfungsi sebagai alat verifikasi akhir tetapi juga sebagai mekanisme umpan balik untuk peningkatan mutu dan pencegahan ketidaksesuaian secara berkelanjutan.

7.1 Spesifikasi Mutu Produk

Spesifikasi mutu produk antara dan produk akhir dalam pengawasan mutu agroindustri merupakan pernyataan teknis tertulis yang menetapkan batasan karakteristik fisik, kimia, dan biologis yang harus dipenuhi agar produk dinyatakan layak dan aman untuk dikonsumsi. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), penetapan spesifikasi ini bukan sekadar aktivitas administratif, melainkan kompetensi inti mahasiswa dalam menerjemahkan ekspektasi konsumen dan regulasi hukum ke dalam parameter terukur. Spesifikasi mutu pada produk antara (*work-in-progress*) berfungsi sebagai titik kendali untuk memastikan bahwa proses pada tahap sebelumnya telah berjalan sempurna sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya, sementara spesifikasi produk akhir menjadi janji kualitas perusahaan kepada pelanggan. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), spesifikasi yang jelas merupakan dasar bagi tim *Quality Control* untuk melakukan pengambilan keputusan "terima atau tolak" secara objektif dan konsisten. Sebagai contoh, pada industri gula, kristal gula kasar sebagai produk antara harus memiliki kadar air dan

ukuran butiran tertentu sebelum masuk ke tahap pengeringan dan pengemasan akhir guna mencegah penggumpalan.

Karakteristik fisik dalam spesifikasi mutu sering kali menjadi parameter pertama yang dievaluasi karena berkaitan dengan aspek estetika dan fungsionalitas produk di tangan konsumen. Spesifikasi fisik mencakup dimensi, berat bersih, warna, tekstur, serta ketiadaan cacat visual yang dapat menurunkan nilai jual. Dalam kurikulum berbasis OBE, mahasiswa dilatih untuk menggunakan instrumen pengukuran fisik yang presisi serta mengembangkan standar visual (*limit samples*) untuk meminimalisir subjektivitas dalam penilaian. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), standarisasi karakteristik fisik sangat penting untuk menjamin konsistensi *brand image* di pasar global, di mana konsumen mengharapkan produk dengan tampilan yang seragam pada setiap pembelian. Contoh aplikasinya terlihat pada industri pasta tomat, di mana spesifikasi warna diukur menggunakan kromameter untuk memastikan nilai merah (*a-value*) berada pada rentang yang ditentukan guna memberikan kesan kesegaran alami.

Parameter kimia merupakan komponen krusial dalam spesifikasi mutu yang menentukan profil nutrisi, stabilitas, dan karakteristik sensoris produk agroindustri. Spesifikasi kimia mencakup kadar air, aktivitas air, kadar lemak, protein, serta parameter spesifik seperti tingkat keasaman (pH) dan kandungan bahan tambahan pangan (BTP). Pengawasan terhadap parameter ini memerlukan dukungan laboratorium yang terakreditasi untuk menjamin akurasi data yang dihasilkan. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al.

(2020), ketidaksesuaian spesifikasi kimia tidak hanya berdampak pada kegagalan fungsi produk, tetapi juga berisiko melanggar regulasi pelabelan pangan yang dapat berujung pada sanksi hukum. Sebagai gambaran, pada industri mi instan, kadar air pada produk akhir harus berada di bawah 10% untuk memastikan stabilitas penyimpanan selama berbulan-bulan tanpa pertumbuhan jamur, sekaligus menjaga tekstur kenyal saat dimasak kembali oleh konsumen.

Spesifikasi mikrobiologis menempati posisi tertinggi dalam hirarki jaminan keamanan pangan karena berkaitan langsung dengan risiko kesehatan publik. Industri harus menetapkan batas maksimum cemaran mikroba seperti angka lempeng total (ALT), serta ketiadaan bakteri patogen spesifik seperti *Salmonella* spp. dan *Staphylococcus aureus*. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa diarahkan untuk memahami standar mikrobiologi nasional (SNI) maupun internasional (*Codex Alimentarius*) sebagai basis penetapan spesifikasi perusahaan. Pengawasan terhadap produk antara sangat penting di sini; jika produk antara menunjukkan tren peningkatan jumlah mikroba, tindakan koreksi pada lingkungan produksi harus segera dilakukan sebelum produk akhir terkontaminasi secara masif. Contoh nyatanya adalah pada industri susu UHT, di mana spesifikasi produk akhir harus mencapai sterilitas komersial, yang divalidasi melalui uji inkubasi pada suhu ruang selama beberapa hari sebelum produk diizinkan keluar dari gudang karantina.

Penetapan spesifikasi mutu juga harus mempertimbangkan karakteristik organoleptik yang mencakup aroma, rasa, dan *mouthfeel*, yang sering kali

menjadi pembeda utama produk di pasar yang kompetitif. Meskipun bersifat subjektif, spesifikasi organoleptik dapat dikuantifikasi melalui profil sensoris menggunakan panelis terlatih atau instrumen sensoris elektronik. Dalam perspektif OBE, kemampuan mahasiswa dalam melakukan evaluasi sensoris secara sistematis merupakan capaian pembelajaran yang sangat berharga bagi departemen penelitian dan pengembangan (*R&D*). Sebagai contoh, pada industri kopi kemasan, spesifikasi rasa harus mencakup tingkat kepahitan, keasaman, dan intensitas aroma tertentu yang harus tetap konsisten meskipun terjadi perubahan pada batch bahan baku hijau, sehingga loyalitas konsumen terhadap cita rasa khas merek tersebut tetap terjaga.

Dinamika pasar dan perubahan regulasi menuntut spesifikasi mutu untuk bersifat adaptif dan ditinjau secara berkala melalui mekanisme *Continuous Quality Improvement*. Spesifikasi yang terlalu ketat dapat meningkatkan biaya produksi secara berlebihan tanpa memberikan nilai tambah yang signifikan, sementara spesifikasi yang terlalu longgar akan membahayakan reputasi merek. Mahasiswa dalam sistem OBE diajarkan untuk melakukan analisis biaya kualitas guna menemukan titik optimal antara standar mutu yang kompetitif dan efisiensi operasional. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), tinjauan manajemen terhadap spesifikasi produk akhir merupakan bagian dari strategi inovasi untuk menjawab tren kebutuhan konsumen, seperti permintaan akan produk rendah gula atau produk dengan label bersih (*clean label*) yang memerlukan penyesuaian spesifikasi teknis pada lini produksi.

Dokumentasi spesifikasi mutu harus terintegrasi ke dalam sistem manajemen informasi perusahaan sehingga dapat diakses oleh bagian pengadaan, produksi, dan pemasaran. Sinkronisasi ini memastikan bahwa setiap bagian bekerja dengan target kualitas yang sama, menghindari miskomunikasi yang dapat menyebabkan pemborosan sumber daya. Dalam era digital, spesifikasi mutu disimpan dalam database terpusat yang secara otomatis akan membandingkan hasil uji laboratorium dengan standar yang berlaku. Contoh implementasinya pada industri pengalengan ikan, di mana setiap lot produk akhir yang hasil pengujiannya berada di luar spesifikasi akan secara otomatis diberi status "blokir" dalam sistem inventaris gudang, sehingga tidak mungkin terpilih untuk proses pemuatan ke dalam truk pengiriman sebelum dilakukan evaluasi lebih lanjut oleh manajer kualitas.

Sebagai kesimpulan, spesifikasi mutu produk antara dan produk akhir merupakan kompas dalam sistem pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE yang menjembatani antara integritas proses dengan kepuasan pelanggan. Penguasaan kompetensi dalam menetapkan dan mengawasi spesifikasi ini akan menghasilkan lulusan yang mampu menjaga standar keamanan pangan sekaligus mendorong daya saing produk di pasar global. Spesifikasi yang saintifik, terukur, dan patuh regulasi adalah pondasi bagi keberlanjutan bisnis agroindustri di masa depan. Dengan menjaga setiap unit produk tetap berada dalam koridor spesifikasi yang ditetapkan, industri mampu membangun kepercayaan publik yang kuat dan meminimalkan risiko penolakan produk, yang pada akhirnya

akan memperkuat posisi agroindustri nasional sebagai penyedia pangan yang bermutu tinggi dan aman.

7.2 Sampling dan Inspeksi

Sampling dan inspeksi dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan prosedur verifikasi krusial yang berfungsi untuk memastikan bahwa karakteristik produk antara maupun produk akhir selaras dengan spesifikasi mutu yang telah ditetapkan. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa dituntut untuk memiliki kompetensi strategis dalam merancang rencana pengambilan sampel (*sampling plan*) yang secara statistik mampu mewakili keseluruhan lot produksi tanpa harus melakukan pengujian destruktif pada setiap unit. Mengingat sifat produk agroindustri yang bervariasi secara biologis, ketepatan dalam menentukan ukuran sampel dan teknik pengambilan menjadi penentu validitas data mutu yang dihasilkan. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), prosedur sampling yang tidak representatif dapat menimbulkan risiko produsen (penolakan lot yang sebenarnya baik) atau risiko konsumen (penerimaan lot yang sebenarnya cacat). Sebagai contoh, pada industri pengolahan tepung terigu, pengambilan sampel dari setiap sepuluh karung menggunakan alat *trier* pada posisi yang berbeda sangat penting untuk mendeteksi adanya ketidakseragaman kadar air atau kontaminasi serangga yang mungkin terjadi selama proses pengemasan.

Metode inspeksi dalam agroindustri berkembang dari sekadar pemeriksaan visual menjadi sistem verifikasi multi-parameter yang mencakup pengujian fisik, kimia, dan

mikrobiologis. Inspeksi dilakukan pada tahap produk antara untuk memitigasi penyebaran kegagalan mutu ke proses hilir, serta pada tahap produk akhir sebagai gerbang terakhir sebelum produk sampai ke tangan konsumen. Dalam perspektif OBE, mahasiswa diarahkan untuk menguasai standar internasional seperti ISO 2859-1 untuk sampling atribut guna menetapkan batas kualitas yang dapat diterima (*Acceptable Quality Level/AQL*). Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), integrasi antara inspeksi manual dan otomatis merupakan kunci efisiensi dalam industri modern, di mana penggunaan data statistik hasil inspeksi menjadi dasar bagi perbaikan proses berkelanjutan. Misalnya, pada industri pengalengan nanas, inspeksi visual dilakukan untuk memastikan kebersihan potongan buah, sementara sensor otomatis digunakan untuk mengecek integritas segel kaleng guna mencegah kebocoran yang berisiko menyebabkan botulisme.

Penggunaan statistik dalam sampling adalah pilar utama yang menjamin objektivitas keputusan dalam pengawasan mutu. Tanpa dasar statistik yang kuat, inspeksi hanya akan menjadi aktivitas yang menghabiskan biaya tanpa memberikan jaminan keamanan. Mahasiswa dalam sistem OBE dilatih untuk memahami kurva karakteristik operasi (*Operating Characteristic Curve*) guna mengevaluasi efektivitas rencana sampling yang mereka susun. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa perusahaan agroindustri yang menerapkan prosedur sampling berbasis risiko secara konsisten mampu menekan biaya operasional sekaligus meningkatkan kepercayaan mitra dagang

internasional. Contoh aplikasinya terlihat pada industri ekspor biji kopi, di mana jumlah sampel yang diambil dari setiap kontainer harus mengikuti protokol dari *International Coffee Organization* (ICO) untuk memastikan hasil uji kadar air dan tingkat cacat biji dapat dipertanggungjawabkan secara global.

Inspeksi mikrobiologis pada produk akhir menuntut ketajaman dalam prosedur sampling aseptik karena kontaminasi sekunder saat pengambilan sampel dapat menyebabkan hasil positif palsu (*false positive*). Dalam agroindustri, produk antara yang berada dalam fase kritis, seperti susu setelah proses pasteurisasi namun sebelum dikemas, harus diinspeksi secara rutin untuk memastikan tidak ada re-kontaminasi dari jalur pipa. Pendekatan OBE menekankan pada keterampilan praktis mahasiswa dalam melakukan teknik sampling di area *high-care* menggunakan peralatan steril. Sebagai gambaran, pada industri pembuatan yogurt, pengambilan sampel produk antara dari tangki inkubasi harus dilakukan melalui katup pengambilan sampel steril guna memantau perkembangan kultur starter dan pH secara akurat tanpa mengganggu proses fermentasi yang sedang berlangsung di dalam tangki utama.

Aspek dokumentasi dalam sampling dan inspeksi merupakan komponen vital untuk menjamin ketertelusuran mutu (*traceability*) dan akuntabilitas hasil kerja departemen penjaminan mutu. Setiap sampel yang diambil harus diberi label identifikasi yang unik, mencakup nomor lot, waktu produksi, dan nama petugas pengambil sampel. Dalam era digitalisasi, penggunaan perangkat genggam yang terhubung dengan sistem *Laboratory Information Management System*

(LIMS) memungkinkan data inspeksi diinput langsung dari rantai produksi ke database pusat. Hal ini selaras dengan tuntutan kurikulum OBE yang mengharapkan mahasiswa mampu mengelola ekosistem informasi mutu digital. Contohnya, pada industri pembekuan udang, hasil inspeksi suhu produk akhir di dalam *cold storage* yang dicatat secara digital setiap jam memberikan bukti historis bagi pembeli bahwa rantai dingin tetap terjaga tanpa terputus selama masa penyimpanan.

Variabilitas instrumen dan kemampuan manusia (*human element*) dalam inspeksi memerlukan program kalibrasi dan uji kompetensi panelis yang ketat untuk menjaga akurasi hasil pengawasan mutu. Dalam agroindustri, inspeksi organoleptik masih memegang peranan penting, sehingga standarisasi persepsi sensoris antar inspektur mutu menjadi tantangan tersendiri. Pendidikan berbasis OBE mengatasi hal ini dengan memberikan pelatihan intensif pada mahasiswa untuk menjadi panelis terlatih yang memiliki konsistensi tinggi dalam menilai atribut rasa, aroma, dan warna. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), validasi metode inspeksi merupakan bagian dari persyaratan ISO 17025 bagi laboratorium industri agar hasil pengujian diakui secara hukum. Sebagai contoh, industri teh premium menggunakan panelis ahli yang telah tersertifikasi untuk melakukan inspeksi akhir pada setiap batch guna memastikan profil rasa "sepet-wangi" tetap konsisten sesuai dengan standar merek.

Sistem pengambilan sampel juga harus adaptif terhadap tingkat performa pemasok atau stabilitas proses produksi internal melalui penggunaan skema sampling ketat, normal,

atau longgar. Jika data historis menunjukkan konsistensi mutu yang tinggi, frekuensi sampling dapat dikurangi untuk menghemat biaya, namun jika ditemukan penyimpangan, sistem harus secara otomatis beralih ke inspeksi yang lebih intensif. Dalam perspektif OBE, kemampuan mahasiswa dalam menganalisis data tren mutu untuk menyesuaikan rencana sampling merupakan level kompetensi manajerial yang tinggi. Misalnya, pada pabrik minyak goreng, jika hasil inspeksi kadar asam lemak bebas selama satu bulan selalu berada jauh di bawah ambang batas, perusahaan dapat mengajukan pengurangan frekuensi sampling kepada bagian penjaminan mutu sebagai bentuk efisiensi operasional tanpa mengorbankan standar keamanan.

Sebagai kesimpulan, sampling dan inspeksi dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE adalah instrumen verifikasi ilmiah yang menjembatani antara realitas produksi dengan standar ideal keamanan pangan. Penguasaan teknik sampling yang benar dan prosedur inspeksi yang akurat akan menghasilkan lulusan yang mampu menjaga integritas produk nasional di tengah persaingan pasar yang semakin ketat. Keberhasilan pengawasan mutu tidak diukur dari seberapa banyak sampel yang diuji, melainkan dari seberapa efektif sampel tersebut menggambarkan kualitas seluruh populasi produk. Dengan landasan statistik, kompetensi praktis, dan integritas data, sistem sampling dan inspeksi akan terus menjadi fondasi utama bagi kemajuan agroindustri yang modern, efisien, dan terpercaya bagi konsumen secara luas.

7.3 Pengujian Mutu Produk Akhir

Pengujian mutu produk akhir dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan tahap verifikasi final yang bersifat mandatori untuk memastikan bahwa seluruh rangkaian proses produksi telah berhasil menghasilkan komoditas yang aman, layak, dan sesuai dengan standar yang dijanjikan. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa diarahkan untuk menguasai berbagai teknik analisis laboratorium yang mencakup parameter fisik, kimiawi, dan mikrobiologis sebagai bentuk validasi terhadap efektivitas sistem penjaminan mutu yang telah diterapkan sejak tahap hulu. Pengujian ini tidak hanya berfungsi sebagai alat kontrol kualitas, tetapi juga sebagai dasar hukum bagi perusahaan untuk menerbitkan sertifikat analisis (*Certificate of Analysis*) yang menjamin hak konsumen atas produk yang berkualitas tinggi. Sebagaimana dikemukakan oleh Hubeis et al. (2019), pengujian pada produk akhir adalah garis pertahanan terakhir yang mencegah produk sub-standar masuk ke jalur distribusi, sehingga reputasi merek dapat terjaga di pasar yang kompetitif. Sebagai contoh, pada industri pengolahan bubuk cokelat, pengujian terhadap ukuran partikel dan kadar lemak harus dilakukan secara presisi sebelum pengemasan untuk menjamin sifat fungsionalitasnya saat diaplikasikan oleh konsumen di tingkat industri maupun rumah tangga.

Analisis mikrobiologis pada produk akhir merupakan pengujian paling krusial dalam aspek keamanan pangan, terutama untuk mendeteksi keberadaan mikroba patogen dan indikator sanitasi yang mungkin muncul akibat kontaminasi silang selama proses pengolahan. Pengujian ini biasanya

mencakup analisis Angka Lempeng Total (ALT), koliform, *Escherichia coli*, serta patogen spesifik seperti *Salmonella* spp. dan *Staphylococcus aureus* yang disesuaikan dengan profil risiko produk. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut memiliki kompetensi teknis dalam prosedur isolasi dan identifikasi mikroba secara aseptik sesuai dengan metode referensi internasional yang diakui. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), akurasi hasil laboratorium sangat bergantung pada kompetensi personil dan kalibrasi peralatan, sehingga pengujian produk akhir harus dilakukan dalam ekosistem laboratorium yang memenuhi standar ISO 17025. Contoh nyata terlihat pada industri susu UHT, di mana setiap lot harus melalui uji inkubasi pada suhu ruang dan suhu hangat selama 7-15 hari untuk memverifikasi sterilitas komersial sebelum dinyatakan layak untuk didistribusikan ke pasar.

Pengujian parameter kimiawi pada produk akhir bertujuan untuk memvalidasi kandungan nutrisi, konsistensi formulasi, serta ketiadaan residu kimia berbahaya yang dapat menurunkan nilai kesehatan produk. Parameter kimia yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, protein, lemak, karbohidrat, serta kandungan bahan tambahan pangan (BTP) seperti pengawet dan pewarna agar tetap berada dalam ambang batas legal. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa dilatih untuk mengoperasikan instrumen analisis canggih seperti *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC) atau *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) guna mendeteksi komponen spesifik secara akurat. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa konsistensi dalam pengujian komposisi kimia pada produk akhir sangat berpengaruh

terhadap loyalitas konsumen dan kepatuhan terhadap regulasi pelabelan gizi. Sebagai gambaran, pada industri minyak goreng sawit, pengujian angka peroksida dan kadar asam lemak bebas (ALB) pada produk akhir sangat penting untuk memprediksi masa simpan dan stabilitas minyak saat digunakan untuk penggorengan suhu tinggi.

Atribut fisik dan organoleptik tetap menjadi fokus utama dalam pengujian produk akhir karena aspek ini merupakan representasi kualitas yang dirasakan langsung oleh panca indera konsumen. Pengujian fisik meliputi berat bersih, integritas kemasan, warna, dan viskositas, sementara uji organoleptik mencakup profil rasa, aroma, dan tekstur melalui panelis terlatih. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa tidak hanya belajar mengenai subjektivitas rasa, tetapi juga diajarkan cara mengonversi persepsi sensoris menjadi data kuantitatif menggunakan metode seperti *Quantitative Descriptive Analysis* (QDA). Hal ini sangat relevan dalam industri kopi siap minum (*ready-to-drink*), di mana setiap batch produk akhir harus melalui uji cicip (*cupping*) untuk memastikan profil keasaman dan kepahitan tetap identik dengan standar emas merek tersebut, sehingga kepuasan pelanggan tetap terjaga secara konsisten.

Sistem karantina produk dan status kelulusan (*release/reject*) merupakan bagian integral dari protokol pengujian produk akhir yang menjamin bahwa tidak ada produk yang didistribusikan sebelum seluruh hasil pengujian keluar dan diverifikasi. Produk akhir yang baru selesai dikemas diberi label "Hold" atau "Under Test" dan ditempatkan di area karantina yang terpisah secara fisik maupun sistemik. Dalam

perspektif OBE, kemampuan mahasiswa dalam mengelola alur informasi status produk ini merupakan kompetensi manajerial yang vital untuk mencegah kesalahan pengiriman produk yang belum tervalidasi. Contoh implementasinya dapat dilihat pada industri pengalengan daging, di mana produk harus ditahan di gudang karantina hingga hasil uji mikrobiologi dan stabilitas kaleng dinyatakan memenuhi syarat, barulah petugas jaminan mutu mengubah statusnya menjadi "Release" dalam sistem manajemen inventaris perusahaan.

Integrasi teknologi digital dalam pencatatan hasil pengujian produk akhir memungkinkan manajemen mutu untuk melakukan analisis tren kualitas secara cepat dan akurat melalui penggunaan *Statistical Process Control* (SPC). Dengan memetakan hasil uji laboratorium ke dalam peta kendali, perusahaan dapat mendeteksi adanya pergeseran rata-rata mutu meskipun hasil pengujian masih berada dalam batas spesifikasi. Hal ini selaras dengan pendekatan OBE yang menekankan pada kemampuan mahasiswa dalam melakukan evaluasi data untuk perbaikan proses berkelanjutan (*continuous improvement*). Sebagai gambaran, jika hasil pengujian kadar air pada produk biskuit menunjukkan tren mendekati batas atas selama beberapa hari berturut-turut, departemen produksi dapat segera melakukan penyesuaian suhu oven sebelum terjadi kegagalan mutu massal yang berujung pada penolakan produk.

Validasi kemasan dan pelabelan juga menjadi bagian dari pengujian produk akhir guna memastikan bahwa informasi yang disampaikan kepada konsumen bersifat akurat dan melindungi integritas produk di dalamnya. Pengujian ini

meliputi uji kebocoran kemasan, kekuatan segel, kejelasan tanggal kedaluwarsa, serta verifikasi nomor kode produksi untuk kepentingan ketertelusuran (*traceability*). Dalam sistem OBE, mahasiswa diarahkan untuk teliti dalam melakukan pemeriksaan label terhadap standar regulasi pangan terbaru yang berlaku di wilayah pemasaran. Contoh aplikasinya adalah pada industri ekspor buah dalam kaleng, di mana setiap label harus diverifikasi bahasanya sesuai negara tujuan ekspor dan segel kaleng harus diuji tekanannya guna menjamin kondisi vakum yang sempurna selama masa transportasi di laut yang ekstrem.

Sebagai kesimpulan, pengujian mutu produk akhir dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan pilar akuntabilitas industri yang menjembatani standar teknis dengan perlindungan konsumen. Melalui penguasaan kompetensi di bidang analisis laboratorium dan manajemen data mutu, diharapkan lulusan mampu menjadi penjamin kualitas yang handal bagi industri nasional. Keberhasilan pengujian tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan alat, tetapi oleh integritas personil dalam menjalankan prosedur yang saintifik dan jujur. Dengan sistem pengujian yang kokoh, agroindustri tidak hanya mampu menghasilkan produk yang aman, tetapi juga memiliki daya saing yang tinggi di pasar global sebagai penyedia komoditas berkualitas unggul yang terpercaya.

7.4 Penanganan Produk Tidak Sesuai

Penanganan produk tidak sesuai dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan protokol krusial

yang mengatur tata cara identifikasi, isolasi, dan disposisi terhadap produk antara maupun produk akhir yang gagal memenuhi spesifikasi mutu yang telah ditetapkan. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada kemampuan manajerial untuk mengambil keputusan yang cepat dan akurat guna mencegah produk cacat atau tidak aman terdistribusi ke tangan konsumen. Prosedur ini merupakan bagian integral dari sistem jaminan mutu yang bertujuan untuk meminimalisir risiko kerugian perusahaan dan melindungi reputasi merek di pasar. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), efektivitas penanganan produk tidak sesuai sangat bergantung pada kejelasan Standard Operating Procedures (SOP) dan integritas personel dalam melaporkan setiap penyimpangan tanpa adanya intimidasi. Sebagai contoh, dalam industri pengolahan tepung terigu, apabila ditemukan kontaminasi fisik berupa serpihan logam pada unit pengemasan, seluruh batch yang diproses pada waktu tersebut harus segera dihentikan dan diberi status karantina untuk evaluasi lebih lanjut.

Identifikasi dan pelabelan yang tegas merupakan langkah awal yang non-negosiasi dalam mengendalikan produk tidak sesuai di area produksi. Setiap produk yang terdeteksi menyimpang harus segera diberi tanda fisik yang mencolok, seperti label berwarna merah bertuliskan "Ditolak" atau "Hold", untuk menghindari penggunaan yang tidak sengaja dalam proses produksi selanjutnya atau pengiriman ke gudang produk jadi. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dilatih untuk disiplin dalam pencatatan administrasi mutu yang mencakup jumlah produk, nomor lot, jenis ketidaksesuaian,

dan lokasi penyimpanan sementara. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), keterlambatan dalam melakukan pelabelan status dapat memicu kegagalan sistemik dalam rantai pasok yang berujung pada biaya penarikan produk yang sangat mahal. Contoh aplikasinya terlihat pada industri susu cair, di mana produk dengan hasil uji stabilitas protein yang negatif harus segera diisolasi di area khusus karantina yang memiliki akses terbatas hanya bagi personel kualitas.

Isolasi fisik dan sistemik terhadap produk tidak sesuai merupakan tindakan pengamanan untuk memastikan bahwa integritas stok produk yang "lulus uji" tetap terjaga dari risiko kontaminasi silang atau kesalahan pengambilan. Area karantina harus dirancang sedemikian rupa sehingga memiliki batas yang jelas dan sistem penguncian jika diperlukan, terutama untuk produk yang terindikasi mengandung bahaya mikrobiologis atau residu kimia berbahaya. Dalam era digitalisasi agroindustri, isolasi juga harus dilakukan pada sistem manajemen inventaris (ERP) dengan cara memblokir status lot tersebut agar tidak dapat diproses untuk pengiriman secara sistemik. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) mengonfirmasi bahwa integrasi antara isolasi fisik dan digital secara signifikan menurunkan angka insiden pengiriman produk cacat hingga ke level nol. Sebagai gambaran, pada industri pembekuan udang, batch yang mengandung kadar antibiotik di atas ambang batas akan dikunci dalam sistem gudang beku sehingga petugas muat tidak dapat memindai barcode produk tersebut untuk dimasukkan ke dalam kontainer ekspor.

Disposisi atau penentuan nasib akhir dari produk tidak sesuai merupakan proses pengambilan keputusan yang harus didasarkan pada penilaian risiko dan pertimbangan ekonomi yang matang. Opsi disposisi yang umum dalam agroindustri meliputi pengerjaan ulang (*rework*), penurunan kelas mutu (*downgrading*), penggunaan untuk tujuan lain seperti pakan ternak, atau pemusnahan total jika produk dianggap membahayakan. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa dituntut mampu melakukan analisis dampak terhadap setiap pilihan disposisi, termasuk implikasinya terhadap biaya produksi dan kepatuhan terhadap regulasi keamanan pangan. Sebagai contoh, pada industri biskuit, produk yang pecah secara fisik namun masih memenuhi syarat keamanan mikrobiologis dapat diproses ulang menjadi remah biskuit untuk bahan baku pelapis cokelat, namun jika ketidaksesuaian disebabkan oleh tengik (oksidasi), maka produk tersebut wajib dimusnahkan agar tidak merusak cita rasa produk akhir lainnya.

Analisis akar penyebab (*Root Cause Analysis*) terhadap setiap kejadian produk tidak sesuai adalah langkah strategis untuk mencegah berulangnya penyimpangan serupa di masa depan. Pengawasan mutu tidak boleh berhenti pada sekadar memisahkan barang cacat, tetapi harus mampu mengidentifikasi apakah kegagalan tersebut disebabkan oleh faktor manusia, mesin, metode, atau bahan baku. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa dilatih menggunakan alat bantu kualitas seperti diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) atau metode *5-Whys* untuk menemukan sumber masalah yang sebenarnya. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), penanganan produk tidak sesuai yang

tidak disertai dengan tindakan korektif yang tepat hanyalah pemborosan yang berulang, sedangkan industri yang sehat menggunakan ketidaksesuaian sebagai peluang untuk perbaikan proses. Misalnya, jika ditemukan kadar air yang tinggi pada produk kopi bubuk, tim mutu harus menyelidiki apakah terjadi kebocoran pada kemasan atau adanya malfungsi pada suhu mesin pengering saat proses produksi berlangsung.

Tindakan koreksi dan pencegahan (CAPA) yang dihasilkan dari analisis akar penyebab harus didokumentasikan secara formal dan dipantau efektivitasnya dalam jangka waktu tertentu. Pengawasan mutu berbasis OBE menuntut mahasiswa untuk tidak hanya memberikan solusi teknis, tetapi juga melakukan verifikasi apakah tindakan tersebut benar-benar mampu menurunkan angka ketidaksesuaian pada periode berikutnya. Dokumentasi CAPA ini menjadi bukti penting saat perusahaan menghadapi audit eksternal atau inspeksi dari otoritas keamanan pangan. Contoh nyata dapat dilihat pada industri jus buah, di mana setelah ditemukan kontaminasi jamur akibat kebocoran pipa, tindakan pencegahannya mencakup perubahan jadwal sanitasi mendalam dan penggantian material *seal* pada sambungan pipa secara berkala, yang kemudian divalidasi dengan uji usap mikrobiologi rutin.

Pemusnahan produk tidak sesuai yang tidak dapat diperbaiki atau membahayakan kesehatan harus dilakukan melalui prosedur yang bertanggung jawab dan memenuhi standar kelestarian lingkungan. Dokumentasi pemusnahan, yang mencakup berita acara pemusnahan, saksi dari bagian

kualitas dan keamanan, serta dokumentasi visual, sangat diperlukan untuk mencegah produk tersebut "bocor" kembali ke pasar melalui jalur ilegal. Dalam perspektif OBE, etika profesional dalam penanganan limbah produk merupakan nilai penting yang harus dimiliki oleh lulusan agroindustri. Sebagai contoh, pada industri pengalengan ikan, produk yang mengalami kembung kaleng (*swelling*) akibat kegagalan sterilisasi harus dimusnahkan melalui proses penggilingan dan sterilisasi limbah sebelum dibuang ke unit pengolahan limbah, guna memastikan spora bakteri berbahaya tidak mencemari lingkungan sekitar pabrik.

Sebagai kesimpulan, penanganan produk tidak sesuai dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan manifestasi dari tanggung jawab industri terhadap perlindungan konsumen dan efisiensi operasional. Sistem yang kokoh dalam mengidentifikasi, mengisolasi, dan mengevaluasi penyimpangan akan membentuk organisasi yang tangguh dan adaptif terhadap dinamika produksi. Melalui penguasaan kompetensi di bidang manajemen ketidaksesuaian, diharapkan lahir tenaga ahli yang mampu menjaga integritas produk nasional di tengah persaingan global yang semakin mengutamakan aspek keamanan pangan. Penanganan yang sistematis terhadap produk tidak sesuai bukan hanya merupakan beban biaya, melainkan investasi jangka panjang dalam membangun kepercayaan pelanggan dan menjamin keberlanjutan bisnis agroindustri di masa depan.

BAB 8

METODE DAN TEKNIK PENGUJIAN MUTU AGROINDUSTRI



Metode dan teknik pengujian mutu agroindustri merupakan instrumen utama dalam sistem pengawasan mutu yang berfungsi untuk menilai kesesuaian produk terhadap spesifikasi dan standar yang telah ditetapkan secara objektif dan terukur, pengujian fisik dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik seperti ukuran, berat, tekstur, warna, dan tingkat kerusakan yang mencerminkan kondisi dan keseragaman produk, pengujian kimia bertujuan mengidentifikasi komposisi, kandungan gizi, residu, serta perubahan senyawa yang dapat memengaruhi mutu dan keamanan, sementara pengujian mikrobiologis berperan penting dalam mendeteksi keberadaan dan jumlah mikroorganisme patogen maupun

pembusuk sebagai indikator utama keamanan pangan, selain itu pengujian sensori digunakan untuk menilai atribut rasa, aroma, warna, dan penerimaan keseluruhan oleh panelis sebagai representasi persepsi konsumen, integrasi keempat metode pengujian tersebut memberikan gambaran mutu produk secara komprehensif dan menjadi dasar pengambilan keputusan dalam pengawasan mutu agroindustri yang akurat, andal, dan berorientasi pada perlindungan konsumen serta peningkatan daya saing produk.

8.1 Pengujian Fisik

Pengujian fisik dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan garda terdepan dalam evaluasi kualitas karena parameter ini umumnya bersifat non-destruktif, cepat, dan memberikan gambaran langsung mengenai integritas struktural serta estetika produk. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada penguasaan instrumentasi fisik yang presisi untuk meminimalisir subjektivitas dalam penilaian kualitas bahan baku maupun produk jadi. Karakteristik fisik seperti dimensi, berat jenis, tekstur, dan warna bukan sekadar atribut visual, melainkan indikator teknis yang mencerminkan keberhasilan proses hulu dan penanganan pascapanen. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), pengawasan mutu fisik yang konsisten sangat krusial dalam industri pangan untuk menjamin keseragaman produk di mata konsumen serta efisiensi dalam proses pengemasan otomatis. Sebagai contoh, pada industri pengolahan biji kopi, pengujian fisik terhadap ukuran biji menggunakan ayakan standar (*grading*) sangat

menentukan profil sangrai yang seragam dan klasifikasi harga jual di pasar internasional.

Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pengujian fisik dalam agroindustri bukan sekadar rutinitas laboratorium, melainkan kompetensi esensial untuk mengevaluasi karakteristik objektif bahan hasil pertanian yang berkorelasi langsung dengan persepsi konsumen dan nilai fungsional produk. Metode pengujian fisik mencakup analisis parameter yang dapat diukur secara mekanis atau optis tanpa mengubah komposisi kimiawi produk secara drastis. Berikut adalah aspek-aspek utama dalam Pengujian Fisik Agroindustri:

1. Karakteristik Morfologi dan Geometris

Pengujian ini berfokus pada dimensi fisik yang menentukan klasifikasi atau *grading* produk.

- a. Ukuran dan Bentuk: Menggunakan alat ukur presisi (jangka sorong) atau metode *image analysis* untuk menentukan volume, luas permukaan, dan kebundaran.
- b. Berat dan Densitas: Pengukuran bobot jenis (*bulk density*) sangat krusial dalam menentukan desain kemasan dan ruang penyimpanan (gudang/siloper).

2. Sifat Reologi dan Tekstur

Tekstur adalah penentu utama penerimaan konsumen terhadap produk pangan maupun non-pangan.

- a. Kekerasan (*Hardness*): Diukur menggunakan *Penetrometer* atau *Texture Analyzer* untuk mengetahui tingkat kematangan buah atau daya tahan produk olahan.

- b. Viskositas: Menggunakan *Viscometer* (seperti Brookfield) untuk mengukur kekentalan produk cair atau semi-padat (saus, sirup, minyak), yang memengaruhi kemudahan proses pemompaan dalam pabrik.
3. Sifat Optis (Warna dan Penampilan)

Warna sering kali menjadi indikator pertama kualitas dan keamanan produk.

 - *Colorimetry*. Menggunakan sistem warna CIE Lab* dengan alat *Chromameter*. Parameter ini memberikan data kuantitatif mengenai tingkat kecerahan (L), kemerahan (a), dan kekuningan (b) secara akurat, melampaui subjektivitas mata manusia.
4. Sifat Termal dan Kadar Air

Meskipun sering bersinggungan dengan kimia, pengujian kadar air secara fisik (misalnya dengan *Moisture Analyzer* berbasis pemanasan halogen) dianggap sebagai teknik fisik cepat.

 - a. Kadar Air Fisik: Menentukan daya simpan dan risiko aktivitas mikroba.
 - b. Titik Beku/Didih: Digunakan untuk mendeteksi pemalsuan, misalnya pada pengujian kemurnian susu segar.

Signifikansi dalam Kurikulum OBE

Dalam pendekatan OBE, penguasaan teknik ini dinilai melalui kemampuan mahasiswa dalam:

1. Mengoperasikan instrumen sesuai prosedur standar (SOP).

2. Menginterpretasikan data hasil uji untuk pengambilan keputusan *pass/fail* di lini produksi.
3. Melakukan kalibrasi alat untuk menjamin validitas data hasil pengawasan mutu.

Tekstur merupakan parameter fisik kritis yang menentukan daya terima konsumen terhadap produk agroindustri, terutama untuk komoditas hortikultura dan produk olahan berbasis pati atau protein. Pengujian tekstur kini telah bertransformasi dari sekadar penilaian organoleptik menjadi pengukuran kuantitatif menggunakan instrumen *Texture Analyzer* yang mampu mengukur parameter kekerasan (*hardness*), kekenyalan (*springiness*), dan kerenyahan (*crispiness*). Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut mampu mengoperasikan instrumen ini dan menginterpretasikan kurva deformasi untuk memvalidasi tekstur produk akhir. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), konsistensi tekstur pada produk antara sangat berpengaruh terhadap stabilitas proses pada tahap selanjutnya. Misalnya, pada industri mi instan, pengujian kekuatan tarik (*tensile strength*) untaian mi mentah dilakukan untuk memastikan bahwa mi tidak mudah putus saat melalui proses pengukusan dan penggorengan.

Warna merupakan atribut fisik primer yang sering digunakan sebagai indikator kematangan, kesegaran, serta tingkat kerusakan termal pada produk agroindustri. Penggunaan alat *Colorimeter* atau *Spectrophotometer* dengan sistem koordinat L, a, b memungkinkan pengawas mutu untuk mendeteksi perubahan warna yang sangat kecil

yang tidak dapat ditangkap oleh mata manusia. Dalam kurikulum berbasis OBE, mahasiswa dilatih untuk menetapkan standar toleransi warna guna menjaga konsistensi identitas merek produk. Sebagaimana ditegaskan oleh Syah (2012), warna produk akhir merupakan representasi dari stabilitas komponen kimia di dalamnya, seperti klorofil, karotenoid, atau antosianin. Contoh aplikasinya terlihat pada industri jus jeruk, di mana pengawasan warna dilakukan secara rutin untuk mendeteksi tanda-tanda awal pencoklatan non-enzimatik akibat penyimpanan pada suhu yang tidak tepat.

Parameter densitas dan berat jenis menjadi instrumen pengawasan mutu fisik yang vital dalam industri cairan serta biji-bijian karena berkaitan erat dengan kemurnian dan konsentrasi bahan. Pengujian berat jenis menggunakan piknometer atau refraktometer pada produk cair dapat memberikan informasi cepat mengenai total padatan terlarut tanpa perlu melalui pengujian kimia yang rumit. Dalam sistem OBE, kemampuan mahasiswa dalam mengaitkan parameter fisik dengan komposisi kimia adalah level analisis yang diharapkan dalam pemecahan masalah mutu. Sebagai gambaran, pada industri madu, pengujian berat jenis dan viskositas dilakukan sebagai deteksi dini terhadap potensi pemalsuan atau pengenceran madu dengan sirup gula, di mana penyimpangan nilai fisik tersebut menjadi dasar kuat untuk melakukan penolakan bahan baku saat kedatangan.

Uji kadar air secara fisik menggunakan metode *Moisture Analyzer* berbasis pemanasan halogen atau inframerah memberikan efisiensi waktu yang signifikan dibandingkan metode oven konvensional. Kadar air merupakan parameter

fisik paling determinan dalam mengatur aktivitas air dan stabilitas penyimpanan produk kering. Mahasiswa dalam pengajaran berbasis OBE diarahkan untuk memahami hubungan antara kadar air dengan tekstur dan risiko pertumbuhan jamur. Pada industri tepung terigu, misalnya, pengujian kadar air dilakukan pada setiap batch sebelum pengemasan untuk memastikan nilai tersebut berada di bawah batas kritis 14%, guna mencegah terjadinya penggumpalan (*caking*) dan kerusakan akibat aktivitas enzimatik selama distribusi.

Integritas kemasan dan pengujian fisik terhadap kekuatan segel merupakan bagian dari pengawasan mutu produk akhir yang menjamin perlindungan terhadap kontaminasi lingkungan. Pengujian seperti *Burst Test* atau *Leak Test* dilakukan untuk memverifikasi bahwa kemasan mampu menahan tekanan selama proses transportasi dan penyimpanan tumpuk. Dalam perspektif OBE, mahasiswa diharapkan mampu merancang simulasi tekanan fisik untuk memprediksi masa simpan produk dalam berbagai kondisi logistik. Contoh nyatanya adalah pada industri pengalengan ikan, di mana pemeriksaan fisik terhadap *double seam* (lipatan kaleng) dilakukan menggunakan mikroskop khusus untuk menjamin kondisi kedap udara yang sempurna, yang menjadi syarat mutlak bagi sterilitas komersial produk.

Ukuran partikel dan granulometri merupakan pengujian fisik esensial bagi produk agroindustri berbentuk bubuk atau tepung guna menjamin kelarutan dan fungsionalitas produk. Penggunaan metode ayakan getar atau *Laser Diffraction Particle Size Analyzer* memungkinkan pengawasan distribusi

ukuran partikel secara presisi. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa mempelajari pengaruh luas permukaan partikel terhadap laju pelarutan dan persepsi sensoris di mulut (*mouthfeel*). Sebagai contoh, pada produksi bubuk susu atau coklat, spesifikasi ukuran partikel yang sangat halus diwajibkan untuk menjamin kelarutan yang cepat saat diseduh dengan air dingin serta memberikan tekstur lembut yang tidak terasa berpasir saat dikonsumsi.

Sebagai kesimpulan, pengujian fisik dalam sistem pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan jembatan antara efisiensi laboratorium dengan kebutuhan industri akan data yang cepat dan akurat. Penguasaan teknik pengujian fisik yang saintifik akan menghasilkan tenaga ahli yang mampu menjaga konsistensi kualitas produk nasional di pasar global yang semakin menuntut kesempurnaan atribut visual dan tekstur. Keberhasilan pengawasan mutu fisik bukan hanya dilihat dari kemiripan produk dengan standar, melainkan dari kemampuannya memprediksi perilaku produk sepanjang rantai pasok. Dengan integrasi teknologi instrumentasi modern, pengujian fisik akan terus menjadi pilar utama dalam membangun kepercayaan konsumen melalui jaminan kualitas yang tampak nyata dan terukur secara objektif.

8.2 Pengujian Kimia

Pengujian kimia dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan instrumen analisis yang sangat vital untuk memverifikasi komposisi nutrisi, kemurnian bahan, serta keberadaan residu yang dapat membahayakan kesehatan

konsumen. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa tidak hanya ditekankan pada keterampilan prosedural di laboratorium, tetapi juga pada kemampuan interpretasi data kimia untuk mendukung pengambilan keputusan manajerial terkait status kelayakan produk. Analisis kimia memberikan data objektif mengenai karakteristik produk yang tidak dapat dideteksi melalui pengamatan fisik maupun organoleptik, seperti profil asam lemak, kadar protein, atau residu pestisida. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), pengawasan mutu kimiawi yang ketat merupakan prasyarat mutlak bagi industri untuk memenuhi regulasi keamanan pangan internasional dan standar pelabelan gizi. Sebagai contoh, pada industri pengolahan minyak goreng, pengujian angka peroksida secara rutin menjadi parameter kimia utama untuk mendeteksi tingkat oksidasi awal yang menentukan masa simpan dan mutu minyak yang dihasilkan.

Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pengujian kimia merupakan kompetensi inti yang membekali praktisi agroindustri dengan kemampuan analisis mendalam untuk memastikan keamanan, kemurnian, dan nilai gizi suatu produk. Berbeda dengan pengujian fisik yang bersifat visual atau mekanis, pengujian kimia masuk ke level molekuler untuk mendeteksi substansi yang terkandung di dalam bahan. Berikut adalah penjelasan mengenai Pengujian Kimia sebagai metode dan teknik pengujian mutu agroindustri:

1. Analisis Komposisi Proksimat

Ini adalah teknik dasar untuk menentukan komponen utama dalam bahan pangan maupun non-pangan hasil pertanian.

- a. Kadar Protein: Biasanya diukur dengan metode *Kjeldahl* (penentuan nitrogen total). Dalam OBE, mahasiswa dituntut mampu menghitung faktor konversi protein secara akurat.
- b. Kadar Lemak: Menggunakan metode ekstraksi *Soxhlet*. Parameter ini krusial untuk menentukan umur simpan produk karena potensi ketengikan (oksidasi lemak).
- c. Kadar Abu: Digunakan untuk menentukan total mineral dalam produk melalui proses pengabuan di dalam tanur (*muffle furnace*).

2. Pengujian Parameter Kimiawi Spesifik

Metode ini digunakan untuk mengukur karakteristik kimia tertentu yang menjadi indikator mutu:

- a. Nilai pH dan Keasaman Titrasi: Menggunakan pH meter atau titrasi asam-basa untuk memantau proses fermentasi atau tingkat kesegaran bahan (misalnya pada sari buah atau susu).
- b. Kadar Gula (Brix): Meskipun sering menggunakan alat fisik (Refraktometer), secara kimiawi sering diuji dengan metode *Luff Schoorl* untuk menentukan jenis gula pereduksi.
- c. Bilangan Peroksida dan Asam Lemak Bebas (FFA): Sangat penting dalam industri minyak sawit (CPO)

atau minyak goreng untuk memastikan produk tidak rusak secara kimiawi.

3. Deteksi Kontaminan dan Keamanan Pangan

Dalam standar mutu internasional, pengujian kimia wajib dilakukan untuk menjamin produk tidak berbahaya.

- a. Residu Pestisida & Logam Berat: Menggunakan instrumen canggih seperti *Gas Chromatography* (GC) atau *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).
- b. Bahan Tambahan Pangan (BTP): Memastikan kadar pengawet (seperti benzoat) atau pewarna berada dalam batas aman yang diizinkan oleh regulasi (BPOM/Codex).

4. Implementasi dalam Pendekatan OBE

Dalam pembelajaran atau penerapan berbasis OBE, pengujian kimia ditekankan pada:

- a. Akurasi dan Presisi: Mahasiswa tidak hanya tahu cara menguji, tetapi harus mampu melakukan validasi metode untuk memastikan hasil uji dapat dipercaya.
- b. Kepatuhan terhadap Standar (SNI/ISO): Mampu membandingkan hasil uji kimia dengan standar legal yang berlaku untuk menentukan apakah suatu produk layak rilis (*releasing*) atau ditolak (*rejecting*).
- c. Analisis Data: Kemampuan menginterpretasikan hasil laboratorium menjadi keputusan teknis di lini produksi (misalnya: menambah waktu proses atau mengganti bahan baku).

Analisis proksimat yang mencakup penentuan kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat darat menjadi dasar

dalam standarisasi nilai gizi produk agroindustri. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut mahir mengoperasikan peralatan seperti metode *Kjeldahl* untuk protein atau *Soxhlet* untuk lemak, serta memahami prinsip termogravimetri dalam penentuan kadar abu. Akurasi dalam pengujian kimia proksimat sangat krusial karena data ini merupakan dasar dalam penyusunan Informasi Nilai Gizi yang wajib dicantumkan pada kemasan produk. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), ketidakkonsistenan komposisi kimiawi pada produk akhir sering kali menjadi penyebab utama penolakan produk pada pasar ekspor yang memiliki ambang batas spesifikasi yang ketat. Contoh aplikasinya terlihat pada industri pakan ternak, di mana kadar protein kasar dalam bahan baku harus diuji secara cepat menggunakan *Near-Infrared Spectroscopy* (NIRS) guna memastikan formulasi pakan tetap memenuhi standar kebutuhan nutrisi hewan.

Pengujian parameter kimia spesifik seperti derajat keasaman (pH) dan aktivitas air merupakan elemen kunci dalam pengawasan stabilitas produk terhadap kerusakan mikrobiologis dan enzimatis. Pengendalian pH yang akurat menggunakan *pH meter* terkalibrasi sangat menentukan fungsionalitas protein dan efektivitas bahan pengawet dalam sistem pangan. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa mempelajari hubungan kinetika reaksi kimia dengan stabilitas produk, sehingga mereka mampu merancang rintangan kimia (*hurdle technology*) yang tepat. Sebagaimana ditegaskan oleh Syah (2012), nilai pH yang konsisten merupakan indikator keberhasilan proses fermentasi pada produk seperti yogurt

atau saus tomat, di mana penyimpangan nilai pH dapat mengakibatkan kegagalan tekstur dan risiko pertumbuhan bakteri patogen. Sebagai gambaran, pada industri jus buah, pengawasan terhadap total asam tertitrasi dan derajat Brix dilakukan secara simultan untuk menjaga keseimbangan rasa manis-asam yang menjadi ciri khas profil sensoris produk.

Analisis residu kimia dan kontaminan berbahaya merupakan aspek non-negosiasi dalam sistem keamanan pangan agroindustri modern yang berorientasi ekspor. Pengujian ini mencakup deteksi residu pestisida, logam berat, serta cemaran kimia dari proses produksi seperti akrilamida atau senyawa hasil migrasi kemasan. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa diarahkan untuk memahami penggunaan instrumen tingkat tinggi seperti *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) atau *Inductively Coupled Plasma* (ICP). Contoh nyata adalah pada ekspor buah-buahan tropis, di mana setiap batch produk harus melalui pengujian residu pestisida untuk memastikan kadarnya berada di bawah *Maximum Residue Limits* (MRLs) yang ditetapkan oleh negara tujuan, guna menghindari pemusnahan produk oleh otoritas bea cukai internasional.

Pengawasan terhadap penggunaan Bahan Tambahan Pangan (BTP) seperti pengawet, pewarna, dan pemanis buatan memerlukan pengujian kimia yang presisi untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi dosis maksimal yang diizinkan. Pengujian ini sangat penting untuk melindungi konsumen dari risiko kesehatan jangka panjang akibat konsumsi BTP yang berlebihan. Melalui pendekatan OBE, mahasiswa dilatih untuk melakukan analisis kuantitatif BTP menggunakan metode

kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) dan membandingkan hasilnya dengan standar Peraturan BPOM. Sebagai contoh, pada industri minuman ringan, kadar natrium benzoat sebagai pengawet harus dipantau ketat pada setiap batch produksi agar tidak melebihi ambang batas yang ditetapkan, sekaligus memastikan produk tetap terlindungi dari aktivitas khamir dan kapang selama masa distribusi.

Karakteristik kimia minyak dan lemak, seperti kadar asam lemak bebas (ALB), bilangan iod, dan komposisi profil asam lemak, merupakan parameter mutu esensial bagi agroindustri berbasis lipid. Pengawasan parameter ini dilakukan untuk menilai tingkat hidrolisis dan oksidasi yang mempengaruhi kualitas rasa serta kesehatan minyak. Dalam perspektif OBE, mahasiswa diharapkan mampu melakukan analisis kimia lemak untuk memprediksi stabilitas oksidatif produk yang mengandung lemak tinggi. Contoh aplikasinya adalah pada industri produsen margarin, di mana pengujian profil asam lemak trans menjadi keharusan dalam memenuhi tuntutan konsumen global akan produk pangan yang lebih sehat dan bebas lemak trans berbahaya, yang memerlukan teknik metilasi dan analisis kromatografi gas yang akurat.

Validasi metode pengujian kimia merupakan bagian integral dari sistem manajemen laboratorium untuk menjamin bahwa data yang dihasilkan bersifat valid, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan secara saintifik. Hal ini mencakup pengujian akurasi, presisi, limit deteksi, dan linearitas metode yang digunakan di laboratorium internal perusahaan. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa mempelajari pentingnya sertifikasi ISO 17025 bagi laboratorium penguji guna meningkatkan

kredibilitas hasil analisis mutu. Sebagai gambaran, sebuah pabrik pengolahan tepung tapioka harus melakukan validasi terhadap metode pengujian kadar pati dan residu sulfur dioksida secara berkala untuk memastikan bahwa hasil pengujian internal selaras dengan hasil pengujian laboratorium referensi nasional, sehingga tidak terjadi sengketa mutu dengan pihak pembeli.

Sebagai kesimpulan, pengujian kimia dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan pilar deterministik yang menjamin keamanan, nutrisi, dan kepatuhan regulasi produk pangan dan non-pangan. Penguasaan teknik kimia analisis yang komprehensif oleh sumber daya manusia akan mendorong transformasi agroindustri nasional menuju standarisasi global. Keberhasilan sistem ini tidak hanya diukur dari kecanggihan peralatan laboratorium, tetapi juga dari kemampuan profesional mutu dalam menerjemahkan angka-angka kimia menjadi strategi perbaikan proses. Dengan integrasi data kimiawi ke dalam sistem manajemen mutu terpadu, industri mampu memberikan jaminan perlindungan konsumen yang maksimal sekaligus memperkuat daya saing produk di pasar internasional melalui pembuktian kualitas yang berbasis bukti ilmiah.

8.3 Pengujian Mikrobiologis

Pengujian mikrobiologis dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan pilar penjaminan keamanan pangan yang paling krusial karena berkaitan langsung dengan pencegahan risiko wabah penyakit akibat pangan (*foodborne diseases*). Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE),

kompetensi mahasiswa diarahkan pada kemampuan analitis untuk mengidentifikasi potensi cemaran biologis serta penguasaan teknik aseptik yang presisi guna mendapatkan data yang valid. Berbeda dengan pengujian fisik atau kimia, hasil pengujian mikrobiologis memerlukan waktu inkubasi tertentu, sehingga pengawasan pada tahap ini sering kali menjadi penentu status kelulusan (*release*) produk dari gudang karantina. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), pengujian mikrobiologis berfungsi untuk memvalidasi bahwa sistem sanitasi (SSOP) dan pengendalian proses (HACCP) telah berjalan efektif dalam menekan populasi mikroba hingga batas aman. Sebagai contoh, pada industri susu pasteurisasi, pengujian bakteri koliform dilakukan sebagai indikator sanitasi pasca-proses untuk mendeteksi adanya kontaminasi silang setelah tahap pemanasan.

Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pengujian mikrobiologis merupakan kompetensi krusial yang berkaitan langsung dengan aspek keamanan pangan (*food safety*) dan daya simpan produk agroindustri. Fokus utama dari metode ini adalah untuk mendeteksi, menghitung, dan mengidentifikasi mikroorganisme yang dapat menyebabkan kerusakan produk atau penyakit pada konsumen. Berikut adalah penjelasan mengenai Pengujian Mikrobiologis sebagai metode dan teknik pengujian mutu:

1. Pengujian Kuantitatif (Enumerasi)

Metode ini bertujuan untuk menghitung jumlah mikroba dalam suatu sampel guna menentukan apakah produk memenuhi standar batas maksimum cemaran.

- a. Total Plate Count (TPC) / Angka Lempung Total (ALT): Menghitung seluruh mikroorganisme aerobik yang tumbuh pada media agar. Ini merupakan indikator umum sanitasi selama proses produksi.
 - b. Perhitungan Kapang dan Khamir: Khusus untuk produk dengan aktivitas air rendah atau pH asam yang rentan terhadap jamur.
 - c. Metode MPN (Most Probable Number): Sering digunakan untuk menguji kualitas air proses atau sampel dengan tingkat kontaminasi rendah, khususnya untuk bakteri golongan Coliform.
2. Pengujian Kualitatif (Deteksi Patogen)
- Metode ini bersifat "ada atau tidak ada" (*presence/absence test*) terhadap bakteri berbahaya yang tidak boleh ada sama sekali dalam produk (nol toleransi).
- a. Identifikasi Bakteri Patogen: Meliputi pengujian terhadap *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Listeria monocytogenes*.
 - b. Teknik Pengayaan (*Enrichment*): Melibatkan penggunaan media khusus untuk menumbuhkan bakteri target yang jumlahnya mungkin sedikit namun sangat berbahaya.
3. Teknik Pengujian Modern
- Selain metode konvensional berbasis cawan petri, agroindustri modern berbasis OBE juga mengenalkan teknik cepat (*rapid methods*):
- a. Metode Molekuler (PCR): Mendeteksi DNA mikroba secara cepat dan akurat.

- b. Uji Swab Permukaan: Menguji efektivitas sanitasi pada alat produksi dan tangan pekerja menggunakan metode *swab* atau *ATP bioluminescence* untuk deteksi kontaminasi instan.
- 4. Implementasi dalam Perspektif OBE

Dalam pendekatan OBE, penguasaan pengujian mikrobiologis tidak hanya dinilai dari kemampuan teknis laboratorium, tetapi juga dari:

 - a. Integrasi dengan HACCP: Mahasiswa harus mampu menghubungkan hasil uji mikrobiologi dengan penentuan Titik Kendali Kritis (*Critical Control Points*) dalam alur produksi.
 - b. Kepatuhan Regulasi: Kemampuan memvalidasi hasil laboratorium berdasarkan standar legal seperti Peraturan BPOM atau Standar Nasional Indonesia (SNI).
 - c. Budaya Kerja Aseptik: Menekankan pada kompetensi bekerja secara steril untuk mencegah kontaminasi silang, yang merupakan sikap kerja profesional di industri.

Analisis kuantitatif melalui perhitungan Angka Lempeng Total (ALT) atau *Total Plate Count* (TPC) merupakan parameter mikrobiologis dasar yang memberikan gambaran umum mengenai beban mikrobial suatu produk agroindustri. Nilai ALT yang tinggi mencerminkan kondisi higiene yang buruk selama proses produksi atau penggunaan bahan baku dengan kualitas rendah. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dilatih untuk melakukan teknik pengenceran berseri (*serial dilution*)

dan inokulasi metode tuang (*pour plate*) atau sebar (*spread plate*) secara akurat sesuai standar ISO atau SNI. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), konsistensi dalam menjaga angka mikrobial tetap rendah secara signifikan memperpanjang masa simpan produk dan mengurangi risiko penarikan produk dari pasar. Contoh aplikasinya terlihat pada pengolahan tepung tapioka, di mana pengawasan terhadap jumlah kapang dan khamir sangat menentukan stabilitas produk selama penyimpanan di gudang yang memiliki kelembaban tinggi.

Deteksi bakteri patogen spesifik merupakan aspek non-negosiasi dalam pengawasan mutu agroindustri karena keberadaannya dalam jumlah kecil sekalipun dapat membahayakan keselamatan jiwa konsumen. Bakteri seperti *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Listeria monocytogenes* menjadi target utama dalam pengujian keamanan produk. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa tidak hanya mempelajari metode konvensional berbasis kultur, tetapi juga mulai diperkenalkan dengan metode cepat (*rapid methods*) berbasis molekuler seperti *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk mempercepat waktu deteksi. Sebagaimana dijelaskan oleh Syah (2012), kriteria mikrobiologi harus ditetapkan berdasarkan profil risiko produk; misalnya, pada industri udang beku ekspor, ketiadaan bakteri *Vibrio cholerae* merupakan syarat mutlak yang harus dibuktikan melalui hasil uji laboratorium yang tersertifikasi sebelum produk diizinkan untuk dikapalkan.

Penggunaan mikroba indikator, seperti kelompok Enterobacteriaceae atau koliform, menjadi strategi

pengawasan yang efisien untuk memantau integritas lingkungan produksi secara keseluruhan. Kehadiran mikroba indikator ini tidak selalu menunjukkan keberadaan patogen, namun memberikan sinyal kuat bahwa telah terjadi kegagalan dalam prosedur sanitasi atau adanya paparan feces dalam rantai pasok. Melalui pendekatan OBE, mahasiswa diharapkan mampu merancang titik-titik pengambilan sampel lingkungan (*environmental sampling*) di area produksi, seperti pada permukaan mesin, tangan pekerja, hingga kualitas udara ruang pengemasan. Sebagai gambaran, pada industri pemotongan ayam, pengujian *E. coli* pada air pendingin (*chiller*) digunakan sebagai parameter kunci untuk mengevaluasi efektivitas proses pencucian karkas dalam meminimalkan kontaminasi kotoran selama tahap de-eviserasi.

Pengujian sterilitas komersial merupakan pengujian mikrobiologis khusus yang wajib dilakukan pada produk agroindustri berasam rendah yang dikemas secara hermetis, seperti pangan dalam kaleng atau kemasan aseptik. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses termal yang diberikan telah cukup untuk memusnahkan spora bakteri tahan panas, terutama *Clostridium botulinum*. Dalam sistem OBE, mahasiswa dilatih untuk melakukan uji inkubasi pada suhu ekstrem (35°C dan 55°C) selama jangka waktu tertentu guna memicu pertumbuhan mikroba termofilik yang mungkin masih tertinggal. Contoh praktisnya adalah pada pabrik pengalengan ikan, di mana setiap lot produksi wajib dikarantina selama minimum 14 hari; jika ditemukan kaleng yang menggembung (*swelling*) atau hasil uji mikrobiologi

menunjukkan adanya pertumbuhan kuman, maka seluruh batch tersebut dinyatakan gagal dan tidak boleh diedarkan.

Validasi metode mikrobiologis dan penggunaan kultur referensi yang terstandarisasi merupakan bagian penting dari manajemen laboratorium untuk menjamin akurasi dan ketertelusuran hasil pengujian. Hal ini mencakup pengujian produktivitas media pertumbuhan serta verifikasi kemampuan personil laboratorium dalam mengidentifikasi mikroba secara benar. Dalam perspektif OBE, integritas data mikrobiologis sangat ditekankan, mengingat kesalahan dalam pelaporan (seperti *false negative*) dapat berakibat fatal bagi kesehatan publik. Sebagai contoh, laboratorium internal pada industri pengolahan telur cair harus secara rutin melakukan uji profisiensi dengan laboratorium rujukan untuk memastikan bahwa metode deteksi *Salmonella* yang digunakan memiliki sensitivitas yang cukup tinggi sesuai dengan standar regulasi pangan internasional.

Transformasi menuju otomatisasi mikrobiologi dan penggunaan biosensor kini menjadi tren baru dalam pengawasan mutu agroindustri 4.0 untuk mengatasi keterbatasan waktu pada metode kultur konvensional. Teknologi seperti *Automated Colony Counter*, sistem berbasis bioluminesensi ATP untuk uji kebersihan cepat, hingga identifikasi mikroba berbasis MALDI-TOF memberikan efisiensi luar biasa dalam pengambilan keputusan mutu. Dalam pengajaran berbasis OBE, penguasaan literasi teknologi ini menjadi capaian pembelajaran tambahan agar lulusan mampu mengelola laboratorium modern yang responsif terhadap dinamika produksi. Contoh aplikasinya adalah pada

industri minuman ringan, di mana penggunaan sistem filtrasi membran otomatis yang dikombinasikan dengan pewarnaan fluoresensi memungkinkan deteksi cemaran khamir dalam waktu kurang dari 24 jam, jauh lebih cepat dibandingkan metode standar yang memerlukan waktu 3 hingga 5 hari.

Sebagai kesimpulan, pengujian mikrobiologis dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan instrumen perlindungan konsumen yang menggabungkan ketelitian teknis dengan tanggung jawab etis. Keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada sinkronisasi antara hasil laboratorium dengan tindakan koreksi di lini produksi secara cepat. Melalui penguasaan kompetensi mikrobiologi yang komprehensif, diharapkan profesional mutu agroindustri mampu membangun sistem keamanan pangan yang tangguh dan adaptif terhadap ancaman biologis baru. Dengan menjamin bahwa setiap produk yang keluar dari pabrik memenuhi kriteria mikrobiologis yang ketat, industri tidak hanya mematuhi regulasi, tetapi juga memperkuat kepercayaan masyarakat terhadap kualitas dan keamanan pangan nasional di kancah global.

8.4 Pengujian Sensori

Pengujian sensori dalam pengawasan mutu agroindustri merupakan metode evaluasi kualitas yang menggunakan panca indera manusia sebagai instrumen utama untuk mengukur tekstur, warna, aroma, dan rasa produk. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada kemampuan mentransformasi persepsi subjektif menjadi data kuantitatif yang objektif dan

terukur secara saintifik. Berbeda dengan pengujian fisik atau kimia yang menggunakan mesin, pengujian sensori mampu menangkap interaksi kompleks antar komponen bahan pangan yang menentukan daya terima konsumen secara keseluruhan. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), pengujian sensori berfungsi sebagai jembatan antara standar teknis laboratorium dengan preferensi pasar, sehingga perusahaan dapat memastikan bahwa setiap batch produksi memiliki profil organoleptik yang konsisten. Sebagai contoh, pada industri pengolahan teh, uji sesap (*tea tasting*) tetap menjadi standar emas untuk menentukan *grade* dan harga jual produk karena belum ada instrumen elektronik yang mampu menandingi sensitivitas lidah manusia dalam mendeteksi nuansa rasa sepat dan aroma bunga yang spesifik.

Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pengujian sensori merupakan metode pengujian mutu yang menggunakan indra manusia (penglihatan, penciuman, perasa, peraba, dan pendengaran) sebagai instrumen pengukur. Meski bersifat subjektif pada dasarnya, dalam pengawasan mutu agroindustri, metode ini diformalkan menjadi teknik ilmiah yang terukur untuk menilai akseptabilitas konsumen dan konsistensi produk.

Berikut adalah penjelasan mengenai Pengujian Sensori sebagai metode dan teknik pengujian mutu:

1. Laboratorium dan Panelis sebagai Instrumen

Dalam pengujian sensori, manusia bertindak sebagai "alat ukur". Oleh karena itu, standarisasi sangat diperlukan:

- a. Panelis Terlatih: Individu yang telah melalui seleksi dan pelatihan khusus untuk mendeteksi perbedaan kecil dalam rasa, aroma, atau tekstur.
- b. Lingkungan Terkendali: Pengujian dilakukan di bilik sensorial (*sensory booths*) yang suhunya, pencahayaannya, dan sirkulasi udaranya diatur agar tidak memengaruhi persepsi panelis.

2. Metode Pengujian Sensori

Terdapat tiga kategori utama metode yang dipelajari dan diterapkan dalam kurikulum berbasis OBE:

- a. Uji Diskriminatif (Pembedaan): Digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara dua produk. Contohnya adalah *Triangle Test* (tiga sampel, cari satu yang berbeda) atau *Duo-Trio Test*. Ini penting saat perusahaan mengganti pemasok bahan baku.
- b. Uji Deskriptif: Panelis menguraikan karakteristik spesifik produk secara mendalam, seperti tingkat "kekerunyahan", "aroma tanah", atau "aftertaste". Hasilnya sering digambarkan dalam bentuk *Spider Chart*.
- c. Uji Afektif (Hedonik): Digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen. Menggunakan skala hedonik (sangat suka hingga sangat tidak suka).

3. Parameter Sensori Utama

- a. Warna dan Penampilan: Indikator visual pertama mutu (misalnya, kecerahan minyak goreng).
- b. Flavor (Aroma dan Rasa): Kombinasi kompleks yang dideteksi oleh hidung dan lidah.

- c. Tekstur (*Mouthfeel*): Sensasi fisik saat produk dikunyah atau disentuh (misalnya, kelembutan roti).
- 4. Implementasi dalam Perspektif OBE
Dalam pendekatan OBE, pengujian sensori ditekankan pada kemampuan praktis mahasiswa untuk:
 - a. Merancang Protokol Uji: Mampu menentukan metode mana yang tepat untuk masalah tertentu (misalnya, memilih uji *Triangle* saat ada perubahan formulasi).
 - b. Analisis Statistik: Mengolah data kualitatif dari panelis menggunakan perangkat lunak statistik (seperti ANOVA atau uji Chi-Square) untuk menghasilkan kesimpulan yang objektif.
 - c. Pengambilan Keputusan Bisnis: Mampu memberikan rekomendasi apakah produk layak diluncurkan berdasarkan korelasi antara data teknis (fisik/kimia) dengan data sensori.

Pengujian sensori menjembatani hasil laboratorium (kimia/fisik) dengan realitas pasar. Dalam agroindustri, meskipun produk aman secara mikrobiologis, produk tersebut tidak akan laku jika secara sensori tidak diterima oleh konsumen. Oleh karena itu, penguasaan teknik ini merupakan kompetensi vital dalam manajemen mutu.

Laboratorium evaluasi sensori harus dirancang sedemikian rupa untuk meminimalkan faktor lingkungan yang dapat mengalihkan perhatian atau memengaruhi objektivitas panelis. Pengawasan mutu pada aspek ini mencakup pengendalian suhu ruang, kelembaban, serta penggunaan pencahayaan standar (seperti lampu merah untuk

menyamarkan perbedaan warna saat fokus pada rasa). Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut mampu merancang desain ruang uji yang sesuai dengan standar ISO, termasuk penyediaan bilik-bilik individu (*booths*) untuk mencegah komunikasi antar panelis. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), standarisasi lingkungan pengujian berkorelasi langsung dengan validitas data yang dihasilkan, karena gangguan sekecil apa pun dapat menyebabkan bias sensoris. Misalnya, pada pengujian aroma minyak atsiri, keberadaan bau asing di ruangan laboratorium harus ditiadakan melalui sistem ventilasi yang kuat agar panelis dapat mengidentifikasi profil kemurnian produk secara akurat.

Panelis merupakan instrumen hidup yang memerlukan seleksi, pelatihan, dan kalibrasi secara periodik agar memiliki sensitivitas dan konsistensi yang tinggi. Pengawasan mutu berbasis OBE menekankan pada kemampuan mahasiswa dalam melakukan rekrutmen dan pelatihan panelis, mulai dari uji ambang batas (*threshold test*) hingga uji perbedaan (*discrimination test*). Panelis terlatih bertindak sebagai alat ukur yang presisi, bukan sebagai konsumen yang menyatakan suka atau tidak suka, melainkan sebagai detektor keberadaan atribut tertentu. Sebagaimana ditegaskan oleh Syah (2012), reliabilitas hasil uji sensori sangat bergantung pada kondisi fisik dan psikologis panelis, sehingga pemberian instruksi yang jelas dan kuesioner yang terstruktur menjadi prasyarat mutlak. Contoh aplikasinya terlihat pada industri cokelat, di mana panelis terlatih harus mampu membedakan tingkat kelancaran (*smoothness*) dan intensitas *aftertaste* pahit pada berbagai

formulasi lemak kakao untuk menjaga standar kualitas produk premium.

Metode uji perbedaan (*discrimination tests*), seperti uji duo-trio atau uji segitiga (*triangle test*), sering digunakan dalam pengawasan mutu untuk mendeteksi apakah terjadi perubahan yang signifikan pada produk akibat penggantian bahan baku atau modifikasi proses. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa dilatih untuk menggunakan analisis statistik non-parametrik guna menentukan signifikansi perbedaan tersebut pada tingkat kepercayaan tertentu. Pengujian ini sangat krusial ketika industri melakukan efisiensi biaya, seperti mengganti pemasok pemanis, tanpa ingin mengubah persepsi rasa di mata pelanggan. Sebagai gambaran, pada industri minuman ringan, uji segitiga dilakukan secara rutin setiap kali ada perubahan batch konsentrat buah untuk memastikan bahwa konsumen tidak merasakan perbedaan antara produk baru dengan produk standar yang sudah ada di pasar.

Uji deskriptif, khususnya *Quantitative Descriptive Analysis* (QDA), merupakan teknik sensori paling komprehensif yang memungkinkan pengawas mutu memetakan profil sensoris produk secara mendetail dalam bentuk diagram radar (*spider web*). Dalam perspektif OBE, mahasiswa diharapkan terampil dalam memandu panelis mendefinisikan atribut (*lexicon*) produk dan mengukur intensitasnya pada skala garis atau numerik. Hasil dari analisis deskriptif ini memberikan data visual yang memudahkan departemen produksi dalam melakukan tindakan koreksi jika terdapat atribut yang menyimpang dari spesifikasi mutu. Contoh nyatanya adalah pada industri kopi *specialty*, di mana

diagram radar digunakan untuk memvisualisasikan keseimbangan antara keasaman (*acidity*), ketebalan rasa (*body*), dan aroma buah, yang menjadi parameter penentu klasifikasi kualitas internasional.

Pengujian hedonik atau uji kesukaan dilakukan untuk mengukur tingkat penerimaan konsumen terhadap produk akhir agroindustri melalui panelis tidak terlatih yang mewakili target pasar. Berbeda dengan uji deskriptif, uji hedonik bersifat afektif dan fokus pada evaluasi subjektif mengenai kepuasan konsumen. Melalui pendekatan OBE, mahasiswa mempelajari teknik survei pasar dan penggunaan skala penilaian (misalnya skala 1-9) untuk menarik kesimpulan mengenai potensi keberhasilan produk di rak penjualan. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) mengonfirmasi bahwa integrasi antara uji laboratorium teknis dengan uji hedonik konsumen merupakan strategi terbaik bagi UKM agroindustri untuk meningkatkan daya saing global. Sebagai contoh, industri keripik buah harus melakukan uji hedonik secara berkala untuk memastikan bahwa tingkat kerenyahan dan rasa manis produk mereka masih sesuai dengan tren selera konsumen yang dinamis.

Validasi hasil uji sensori melalui korelasi dengan data instrumen kimia dan fisik merupakan tingkat kompetensi tertinggi dalam pengawasan mutu agroindustri modern. Perusahaan sering kali menghubungkan data dari *electronic nose* (e-nose) atau *electronic tongue* dengan hasil penilaian panelis manusia untuk menciptakan sistem monitoring yang lebih cepat dan otomatis. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa diarahkan untuk memahami bahwa instrumen

elektronik dapat membantu tugas panelis terutama untuk sampel yang bersifat toksik atau pengujian yang memerlukan frekuensi tinggi. Contoh aplikasinya adalah pada industri pengolahan daging, di mana korelasi antara kadar asam laktat (uji kimia), tekstur fisik (uji mesin), dan keasaman rasa (uji sensori) digunakan secara simultan untuk memvalidasi tingkat kesegaran bahan baku yang masuk ke jalur produksi.

Sebagai kesimpulan, pengujian sensori dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan disiplin ilmu yang memadukan fisiologi manusia, psikologi, dan statistik untuk menjamin kualitas produk yang berorientasi pada kepuasan pelanggan. Penguasaan teknik evaluasi sensori yang profesional akan menghasilkan lulusan yang mampu menjaga integritas organoleptik produk nasional di tengah gempuran produk impor. Keberhasilan pengawasan mutu tidak hanya diukur dari keamanan secara laboratoris, tetapi juga dari kenikmatan yang dirasakan oleh konsumen saat mengonsumsi produk tersebut. Dengan sistem pengujian sensori yang terstandarisasi, industri agroindustri mampu membangun loyalitas konsumen yang kuat melalui penyajian produk yang tidak hanya aman dan bergizi, tetapi juga memiliki profil sensoris unggul yang konsisten dari waktu ke waktu.

BAB 9

PENGAWASAN MUTU PENYIMPANAN DAN DISTRIBUSI



Pengawasan mutu penyimpanan dan distribusi agroindustri merupakan tahapan lanjutan yang berperan penting dalam mempertahankan mutu dan keamanan produk setelah proses produksi selesai, sistem penyimpanan produk agroindustri harus dirancang sesuai dengan karakteristik produk melalui pengendalian kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, ventilasi, dan kebersihan agar kerusakan dan penurunan mutu dapat diminimalkan, untuk produk yang sensitif terhadap suhu diperlukan penerapan manajemen rantai dingin yang terintegrasi dan berkesinambungan guna menjaga stabilitas mutu dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan dan distribusi,

pengawasan mutu transportasi dan distribusi dilakukan untuk memastikan bahwa penanganan produk, kemasan, serta kondisi pengiriman tetap memenuhi persyaratan mutu dan keamanan hingga produk diterima oleh konsumen atau pelaku usaha berikutnya, seluruh sistem tersebut harus didukung oleh mekanisme recall produk yang efektif dan terdokumentasi sebagai langkah pengendalian risiko apabila ditemukan ketidaksesuaian atau potensi bahaya, sehingga pengawasan mutu penyimpanan dan distribusi menjadi bagian strategis dalam menjamin perlindungan konsumen, kepatuhan regulasi, dan kepercayaan pasar terhadap produk agroindustri.

9.1 Sistem Penyimpanan Produk Agroindustri

Sistem penyimpanan produk agroindustri merupakan fase krusial dalam rantai nilai yang berfungsi untuk mempertahankan integritas kualitas yang telah dibangun selama proses produksi hingga sampai ke tangan konsumen. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada kemampuan merancang dan mengelola lingkungan penyimpanan yang mampu menekan laju degradasi fisiologis, kimiawi, dan mikrobiologis pada komoditas pertanian. Pengawasan mutu di gudang penyimpanan bukan sekadar aktivitas penataan barang, melainkan penerapan prinsip-prinsip sains atmosfer dan termodinamika untuk menciptakan kondisi mikroklimat yang optimal. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), kegagalan dalam sistem penyimpanan sering kali menjadi penyebab utama kehilangan hasil (*post-harvest losses*) yang

signifikan, sehingga standarisasi infrastruktur gudang menjadi prasyarat mutlak dalam manajemen mutu terpadu. Sebagai contoh, pada industri penyimpanan beras, penggunaan sistem silo dengan pengaturan aerasi yang tepat sangat vital untuk mencegah peningkatan kadar air yang dapat memicu pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus*.

Pengendalian suhu dan kelembaban relatif (RH) merupakan parameter fisik paling determinan dalam menentukan masa simpan (*shelf-life*) produk agroindustri. Setiap jenis komoditas memiliki persyaratan suhu penyimpanan spesifik; deviasi kecil pada parameter ini dapat memicu respirasi yang berlebihan pada produk segar atau oksidasi lemak pada produk olahan. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut untuk mampu melakukan pemetaan suhu (*temperature mapping*) di area gudang guna mengidentifikasi adanya titik-titik panas (*hot spots*) yang berisiko merusak produk. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), implementasi teknologi pemantauan suhu berbasis IoT (*Internet of Things*) secara *real-time* terbukti meningkatkan efektivitas pengawasan mutu di gudang pendingin hingga 40%. Contoh aplikasinya terlihat pada industri ekspor buah mangga, di mana penggunaan *Cold Storage* dengan suhu terjaga pada 10-13°C sangat penting untuk menghambat proses pematangan dini selama masa tunggu pengapalan.

Manajemen stok berbasis sistem *First-In-First-Out* (FIFO) dan *First-Expired-First-Out* (FEFO) merupakan teknik operasional wajib untuk menjamin bahwa produk yang lebih lama atau yang mendekati masa kedaluwarsa didistribusikan terlebih dahulu. Pengawasan mutu dalam hal ini melibatkan

penggunaan sistem informasi manajemen gudang yang terintegrasi dengan pelabelan barcode atau RFID pada setiap palet produk. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa mempelajari cara melakukan audit stok secara periodik guna memastikan tidak ada produk "mati" (*dead stock*) yang tersimpan terlalu lama dan mengalami penurunan kualitas di tempat. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), kedisiplinan dalam rotasi stok merupakan indikator kesehatan manajemen mutu perusahaan yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan dan efisiensi biaya. Misalnya, pada industri susu bubuk, penerapan sistem FEFO memastikan bahwa setiap lot yang keluar dari gudang masih memiliki masa simpan yang cukup untuk sampai ke pengecer dan konsumen akhir.

Aspek sanitasi dan pengendalian hama (*pest control*) di area penyimpanan merupakan lini pertahanan untuk mencegah kontaminasi silang dan kerusakan fisik produk oleh tikus, serangga, maupun burung. Pengawasan mutu mencakup inspeksi rutin terhadap kebersihan lantai, dinding, dan palet, serta pemantauan perangkap hama secara terjadwal. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa diharapkan mampu menyusun protokol sanitasi gudang yang tidak mencemari produk dengan bahan kimia pembersih. Sebagai gambaran, pada gudang penyimpanan tepung terigu, pengawasan terhadap integritas kemasan dan kebersihan palet plastik menjadi sangat krusial; sedikit saja kebocoran pada karung dapat mengundang infestasi kutu bubuk yang dapat merambat ke seluruh lot penyimpanan, sehingga tindakan preventif seperti fumigasi yang terkontrol harus dilakukan sesuai standar keamanan pangan.

Pengaturan tata letak (*layout*) dan kepadatan penyimpanan sangat memengaruhi sirkulasi udara dan kemudahan dalam melakukan inspeksi mutu harian. Produk tidak boleh diletakkan langsung bersentuhan dengan lantai atau menempel pada dinding gudang untuk menghindari transmisi kelembaban dan panas. Penggunaan palet yang terstandarisasi dan pengaturan jarak antar barisan tumpukan memungkinkan udara dingin atau aerasi menjangkau seluruh bagian produk secara merata. Melalui pendekatan OBE, mahasiswa dilatih untuk merancang denah gudang yang mempertimbangkan aliran barang (*material flow*) yang logis guna meminimalkan risiko kerusakan mekanis akibat penanganan yang berlebihan. Contoh praktisnya adalah pada gudang penyimpanan minyak goreng dalam kemasan karton, di mana tinggi tumpukan dibatasi agar kotak bagian bawah tidak mengalami kompresi yang dapat menyebabkan kebocoran botol atau deformasi kemasan.

Integritas kemasan selama masa penyimpanan harus dipantau secara visual untuk mendeteksi tanda-tanda kerusakan seperti kondensasi, karat pada kaleng, atau kerusakan segel. Perubahan lingkungan gudang yang drastis, seperti fluktuasi suhu antara siang dan malam, dapat menyebabkan fenomena *sweating* yang merusak label dan memicu korosi. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa mempelajari pengaruh bahan kemasan terhadap permeabilitas uap air dan oksigen selama penyimpanan jangka panjang. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), pengawasan mutu kemasan di gudang bertujuan untuk memastikan bahwa fungsi proteksi primer tetap berfungsi hingga produk

didistribusikan. Sebagai contoh, pada industri pengalengan daging, inspeksi rutin dilakukan untuk melihat adanya tanda-tanda *swelling* (kaleng kembung) yang menunjukkan kegagalan sterilisasi atau kebocoran kecil yang terjadi selama proses pemindahan di gudang.

Sistem dokumentasi dan pelaporan ketidaksesuaian di gudang penyimpanan memberikan data historis yang penting untuk evaluasi kinerja rantai pasok. Setiap kejadian penyimpangan suhu atau adanya kerusakan fisik harus dicatat secara rinci dalam log harian pengawasan gudang sebagai bagian dari prinsip ketertelusuran (*traceability*). Dalam perspektif OBE, integritas data dalam pencatatan mutu penyimpanan menjadi indikator profesionalisme lulusan dalam menjaga standar perusahaan. Contoh aplikasinya adalah ketika ditemukan batch produk yang mengalami kerusakan akibat kebocoran atap gudang, maka seluruh produk di area terdampak harus diisolasi, didokumentasikan dalam Laporan Produk Tidak Sesuai, dan dilakukan evaluasi risiko sebelum diputuskan apakah produk tersebut masih bisa diselamatkan atau harus dimusnahkan.

Sebagai kesimpulan, sistem penyimpanan produk agroindustri dalam pengawasan mutu berbasis OBE merupakan jembatan kritis yang menjaga kestabilan kualitas dari pabrik hingga ke pasar. Penguasaan teknik penyimpanan yang modern, didukung oleh teknologi pemantauan yang akurat, akan menghasilkan sumber daya manusia yang mampu menekan tingkat pemborosan di sektor agroindustri nasional. Keberhasilan pengawasan di tahap ini tidak hanya diukur dari ketersediaan stok, tetapi dari kemampuannya

mempertahankan atribut mutu produk tetap identik dengan kondisi saat keluar dari lini produksi. Dengan manajemen penyimpanan yang saintifik dan terukur, industri agroindustri dapat memberikan jaminan kesegaran dan keamanan produk secara berkelanjutan, yang pada akhirnya memperkuat daya saing bangsa di pasar domestik maupun global.

9.2 Manajemen Rantai Dingin (*Cold Chain*)

Manajemen rantai dingin (*cold chain*) dalam sistem pengawasan mutu agroindustri merupakan serangkaian aktivitas logistik yang dirancang untuk menjaga produk dalam rentang suhu rendah yang spesifik guna mempertahankan integritas biologis dan keamanan pangan. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada penguasaan teknik pengendalian termal yang presisi untuk memitigasi risiko kerusakan oksidatif dan mikrobiologis pada komoditas yang bersifat *perishable*. Pengawasan mutu pada rantai dingin tidak hanya mencakup aspek pendinginan statis, tetapi juga melibatkan pemantauan suhu secara kontinu selama proses pemuatan, pengangkutan, hingga pembongkaran di titik tujuan. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), integritas rantai dingin adalah syarat mutlak dalam manajemen mutu pangan modern, karena kegagalan satu titik suhu saja dapat mengakibatkan akumulasi panas yang mempercepat pembusukan dan pertumbuhan patogen berbahaya. Sebagai contoh, pada industri ekspor udang beku, suhu harus dijaga secara konsisten di bawah -18°C sepanjang perjalanan dari gudang pendingin pabrik

hingga ke retail di negara tujuan untuk mencegah terjadinya denaturasi protein dan kontaminasi silang.

Prinsip utama dalam pengawasan mutu rantai dingin adalah pemahaman mengenai "zona bahaya" suhu di mana mikroorganisme dapat berkembang biak dengan sangat cepat. Mahasiswa dalam sistem OBE dilatih untuk merancang sistem pemantauan yang mampu mendeteksi deviasi suhu secara *real-time* menggunakan perangkat *data logger* atau sensor berbasis IoT yang terintegrasi. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), kualitas produk dalam rantai dingin bersifat kumulatif, di mana setiap paparan suhu di luar batas kritis akan mengurangi sisa masa simpan produk secara signifikan. Oleh karena itu, pengawasan dilakukan dengan menetapkan batas toleransi suhu yang ketat pada setiap moda transportasi, baik itu truk berpendingin, kontainer laut, maupun kargo udara. Sebagai gambaran, pada distribusi vaksin atau enzim untuk industri pengolahan pangan, penggunaan kemasan terinsulasi dengan material *Phase Change Material* (PCM) sering diaplikasikan untuk menjaga stabilitas suhu meskipun terjadi gangguan pada sistem pendingin utama.

Kesenjangan suhu (*temperature abuse*) selama proses pemuatan dan pembongkaran merupakan titik paling kritis dalam manajemen rantai dingin yang sering kali luput dari pengawasan. Prosedur operasional standar (SOP) harus menetapkan waktu maksimal pintu gudang atau kontainer terbuka guna mencegah masuknya udara panas dan kelembaban yang dapat memicu kondensasi. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa diharapkan mampu melakukan audit terhadap fasilitas *loading dock* dan memastikan penggunaan

dock seal atau *air curtain* berfungsi optimal untuk menjaga stabilitas termal area transisi. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa koordinasi yang buruk antara tim gudang dan tim logistik sering menjadi penyebab utama fluktuasi suhu yang merusak tekstur produk beku. Contoh aplikasinya adalah pada industri es krim, di mana kenaikan suhu sesaat selama pemindahan ke truk distribusi dapat menyebabkan pencairan sebagian yang kemudian membeku kembali membentuk kristal es besar (*heat shock*), yang secara permanen merusak kualitas organoleptik produk.

Aspek ketertelusuran suhu (*temperature traceability*) menjadi jaminan legal dan teknis bagi pelanggan bahwa standar keamanan pangan telah dipenuhi sepanjang rantai pasok. Dokumentasi digital yang dihasilkan oleh sensor suhu selama perjalanan menjadi bukti empiris yang diperlukan untuk proses penerimaan barang di gudang tujuan. Dalam perspektif OBE, integritas data dalam pelaporan rantai dingin merupakan capaian pembelajaran yang sangat dihargai, karena data ini berfungsi sebagai sistem peringatan dini jika terjadi anomali mutu. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), ketertelusuran suhu memungkinkan perusahaan untuk melakukan investigasi akar penyebab secara presisi jika ditemukan kerusakan produk di pasar. Sebagai contoh, jika sebuah kontainer buah beri tiba dengan kondisi berjamur, tim kualitas dapat memeriksa log data suhu untuk mengidentifikasi apakah kegagalan sistem pendingin terjadi di darat atau saat di kapal laut.

Validasi dan kalibrasi peralatan pendingin, mulai dari termostat pada truk hingga sensor suhu di gudang,

merupakan prosedur mandatori untuk menjamin akurasi pengawasan mutu. Tanpa instrumen yang terkalibrasi, data yang dihasilkan bisa menyesatkan dan menyebabkan pengambilan keputusan yang salah terhadap status keamanan produk. Dalam sistem OBE, mahasiswa mempelajari cara melakukan validasi sistem pendingin melalui uji pemetaan suhu (*temperature mapping*) untuk memastikan udara dingin terdistribusi secara merata di seluruh sudut ruang penyimpanan atau kontainer. Contoh nyatanya terlihat pada distribusi produk susu pasteurisasi, di mana penempatan *data logger* pada posisi "paling panas" di dalam truk pengirim memberikan jaminan bahwa seluruh lot produk berada dalam kondisi aman selama perjalanan yang menempuh waktu berjam-jam.

Manajemen energi dan efisiensi operasional juga menjadi pertimbangan dalam pengawasan mutu rantai dingin berbasis berkelanjutan. Penggunaan energi yang berlebihan untuk menjaga suhu rendah harus diimbangi dengan teknologi isolasi gedung dan kendaraan yang efisien guna menekan biaya sekaligus mengurangi jejak karbon. Melalui pendekatan OBE, mahasiswa didorong untuk mengusulkan inovasi pada sistem refrigerasi yang lebih ramah lingkungan namun tetap efektif dalam menjaga mutu. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), manajemen kualitas yang modern selalu mengintegrasikan efisiensi sumber daya sebagai bagian dari daya saing industri. Sebagai gambaran, penggunaan tirai plastik berlapis pada pintu masuk gudang beku merupakan langkah sederhana namun efektif untuk mencegah hilangnya

energi pendinginan hingga 30%, yang secara langsung berdampak pada stabilitas suhu produk di dalamnya.

Aspek higiene dan sanitasi pada fasilitas rantai dingin tidak boleh diabaikan karena kelembaban tinggi di area pendingin merupakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan kapang dan bakteri psikrotrofik seperti *Listeria monocytogenes*. Pengawasan mutu mencakup pembersihan rutin unit evaporator, dinding gudang, dan lantai kendaraan guna mencegah kontaminasi silang. Dalam perspektif OBE, mahasiswa diarahkan untuk memahami risiko biologi pada suhu rendah dan mampu menyusun jadwal sanitasi yang kompatibel dengan operasional pendinginan. Contohnya, pada industri pengolahan daging dingin, penggunaan disinfektan khusus yang efektif pada suhu rendah sangat penting untuk memastikan area *chiller* tetap steril tanpa meninggalkan residu kimia yang dapat mencemari daging yang tidak dikemas secara kedap.

Sebagai kesimpulan, manajemen rantai dingin dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan sinergi kompleks antara teknologi termal, disiplin operasional, dan integritas data. Penguasaan kompetensi di bidang ini memungkinkan lulusan untuk menjadi arsitek rantai pasok yang mampu menjamin kesegaran produk nasional hingga ke kancah global. Keberhasilan manajemen rantai dingin diukur dari kemampuannya mempertahankan kurva suhu yang stabil sejak dari pintu keluar pabrik hingga ke meja makan konsumen. Dengan pengawasan yang saintifik dan terukur, agroindustri nasional dapat memberikan jaminan perlindungan konsumen yang maksimal sekaligus

meningkatkan nilai ekonomi komoditas melalui pengurangan tingkat kerusakan pascapanen yang signifikan di sepanjang jalur distribusi.

9.3 Pengawasan Mutu Transportasi dan Distribusi

Pengawasan mutu pada tahap transportasi dan distribusi dalam sistem agroindustri merupakan mata rantai krusial yang menghubungkan integritas produksi dengan kepuasan konsumen akhir. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa dituntut untuk memiliki kompetensi dalam mengidentifikasi titik-titik risiko fisik, kimia, dan biologis yang muncul selama pergerakan barang dari gudang pabrik ke pusat distribusi hingga peritel. Pengawasan pada fase ini tidak hanya berfokus pada kecepatan pengiriman, tetapi lebih pada pemeliharaan kondisi lingkungan yang mampu mencegah degradasi kualitas produk. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), pengawasan mutu distribusi merupakan perluasan dari jaminan mutu pabrik, di mana setiap moda transportasi harus diperlakukan sebagai "gudang berjalan" yang memerlukan standar sanitasi dan pengendalian iklim yang ketat. Sebagai contoh, pada industri pengolahan sari buah, pengawasan selama transportasi sangat menitikberatkan pada pencegahan paparan cahaya matahari langsung dan guncangan berlebih yang dapat memicu oksidasi vitamin serta kerusakan kemasan primer.

Aspek teknis dalam pengawasan transportasi mencakup verifikasi kelaikan armada angkut, yang meliputi kebersihan ruang muat, ketiadaan bau asing, serta integritas struktur kendaraan untuk mencegah kebocoran dari luar. Dalam

perspektif OBE, mahasiswa diarahkan untuk mampu menyusun daftar periksa (*checklist*) pra-pemuatan yang komprehensif guna memastikan bahwa kendaraan tidak membawa kontaminan sisa dari muatan sebelumnya. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), kualitas distribusi sangat bergantung pada standarisasi operasional, di mana ketidakpatuhan pada prosedur pemuatan dapat membatalkan seluruh upaya penjaminan mutu yang telah dilakukan di lini produksi. Contoh nyata terlihat pada pengangkutan tepung terigu curah, di mana tangki pengangkut harus melalui proses sanitasi dan pengeringan total sebelum dimuati untuk mencegah tumbuhnya kapang atau penggumpalan material akibat kelembaban sisa.

Manajemen beban dan tata letak produk di dalam kendaraan transportasi menjadi faktor penentu dalam meminimalkan kerusakan mekanis akibat tekanan fisik dan getaran selama perjalanan. Pengawasan mutu melibatkan pengaturan skema penumpukan (*stacking*) yang sesuai dengan kekuatan kompresi kemasan sekunder, serta penggunaan alat bantu seperti *airbags* atau *strapping* untuk mencegah pergeseran muatan. Dalam kurikulum berbasis OBE, mahasiswa mempelajari dinamika logistik untuk menghitung beban maksimal tumpukan agar produk di lapisan bawah tidak mengalami deformasi. Sebagai gambaran, pada distribusi telur ayam ras, penggunaan baki telur yang terstandarisasi dan pengaturan posisi palet yang stabil di atas suspensi kendaraan yang baik adalah bentuk pengawasan mutu fisik untuk menekan angka pecah telur di bawah ambang batas toleransi industri.

Ketertelusuran (*traceability*) selama proses distribusi merupakan elemen vital yang memungkinkan perusahaan melacak lokasi produk secara *real-time* dan merespons cepat jika terjadi insiden mutu di lapangan. Penggunaan teknologi *Global Positioning System* (GPS) yang terintegrasi dengan sistem manajemen armada memungkinkan pengawas mutu memantau rute pengiriman dan memastikan kendaraan tidak berhenti di area berisiko tinggi atau menyimpang dari rute yang ditetapkan. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), digitalisasi sistem distribusi pada agroindustri terbukti menurunkan angka klaim kerusakan barang dari distributor hingga 25%. Contoh aplikasinya adalah pada distribusi produk daging olahan, di mana pelacakan digital memastikan bahwa produk sampai ke gudang distributor tepat waktu, sehingga sisa masa simpan (*shelf-life*) yang diterima oleh peritel masih dalam rentang yang optimal untuk penjualan.

Interaksi antara produk agroindustri dengan faktor lingkungan selama distribusi, seperti fluktuasi suhu dan kelembaban udara, memerlukan pengawasan melalui penggunaan alat pemantau data (*data loggers*) yang diletakkan di dalam kemasan atau ruang muat. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dilatih untuk menganalisis data log tersebut guna memvalidasi apakah terjadi penyimpangan suhu yang ekstrem selama transit. Hal ini sangat krusial bagi produk sensitif yang tidak memerlukan rantai dingin tetapi tetap memerlukan perlindungan dari panas berlebih, seperti coklat atau minyak goreng kemasan. Sebagai contoh, pada pengiriman coklat batangan antar pulau, pemantauan suhu

di dalam kontainer kering (*dry container*) sangat penting untuk mencegah fenomena *fat bloom*, di mana lemak kakao naik ke permukaan dan merubah warna produk menjadi putih akibat paparan suhu di atas 30°C selama perjalanan laut.

Higiene personil distribusi, termasuk pengemudi dan petugas bongkar muat, juga menjadi objek pengawasan mutu guna mencegah kontaminasi silang dan kerusakan akibat penanganan yang kasar (*mishandling*). Program pelatihan bagi kru logistik mengenai praktik penanganan barang yang baik (*Good Distribution Practices*) merupakan bagian dari capaian pembelajaran OBE yang harus diimplementasikan dalam industri. Pengawasan dilakukan melalui inspeksi mendadak terhadap cara petugas melakukan pemuatan, penggunaan alat pelindung diri, serta kepatuhan terhadap larangan merokok atau makan di dekat area muatan. Contoh praktisnya adalah pada distribusi produk bakeri kemasan, di mana petugas dilarang melempar karton saat pembongkaran guna mencegah kerusakan remah roti yang dapat menurunkan nilai estetika dan kualitas tekstur saat diterima konsumen.

Sistem dokumentasi yang menyertai proses distribusi, seperti Surat Jalan, Sertifikat Analisis (CoA), dan Laporan Pemeriksaan Kendaraan, menyediakan alur informasi yang akuntabel bagi seluruh pemangku kepentingan. Dalam kerangka OBE, mahasiswa diharapkan mahir dalam mengelola dokumen digital yang dapat diakses secara instan oleh pihak penerima untuk melakukan verifikasi mutu sebelum barang dibongkar. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), transparansi informasi antara pengirim dan penerima merupakan fondasi dari manajemen mutu rantai pasok yang

tangguh. Sebagai gambaran, pada pengiriman bahan baku industri seperti gula rafinasi, pihak pabrik tujuan akan menolak pembongkaran jika segel kendaraan ditemukan rusak atau jika dokumen hasil uji laboratorium dari pabrik asal tidak menyertai pengiriman tersebut.

Sebagai kesimpulan, pengawasan mutu transportasi dan distribusi dalam agroindustri berbasis OBE merupakan manifestasi dari tanggung jawab berkelanjutan industri untuk menjamin keamanan dan kualitas hingga titik konsumsi. Sinergi antara teknologi pemantauan, kelaikan armada, dan kompetensi personil akan membentuk sistem distribusi yang efisien dan minim risiko. Melalui penguasaan kompetensi ini, lulusan agroindustri diharapkan mampu menekan tingkat kehilangan hasil pascaproduksi dan menjaga daya saing produk di pasar domestik maupun internasional. Pengawasan mutu distribusi yang efektif bukan hanya tentang memindahkan barang, melainkan tentang menjaga kepercayaan konsumen melalui pengiriman produk yang tetap segar, utuh, dan aman sesuai dengan standar kualitas yang telah dijanjikan sejak dari awal proses produksi.

9.4 Sistem Recall Produk

Sistem penarikan kembali produk (*product recall*) dalam manajemen agroindustri merupakan mekanisme pertahanan terakhir yang bersifat reaktif namun terencana untuk melindungi kesehatan publik ketika produk yang tidak sesuai atau berbahaya terlanjur beredar di pasar. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada penguasaan prosedur identifikasi risiko dan

kecepatan respons dalam mengisolasi produk bermasalah dari rantai pasok. Penarikan produk bukan sekadar tindakan logistik, melainkan manifestasi dari akuntabilitas industri terhadap standar keamanan pangan yang telah ditetapkan. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), sistem *recall* yang efektif harus didukung oleh dokumentasi produksi yang presisi dan sistem ketertelusuran (*traceability*) yang mampu melacak posisi unit terkecil produk dalam hitungan jam. Sebagai contoh, jika ditemukan kontaminasi fragmen logam pada satu batch biskuit, perusahaan harus segera mengaktifkan tim krisis untuk menghentikan penjualan seluruh produk dengan kode lot yang sama guna menghindari cedera fisik pada konsumen.

Landasan utama dari sistem *recall* yang tangguh adalah integrasi sistem informasi yang memungkinkan pelacakan maju (*forward tracking*) dari pabrik ke distributor hingga ke pengecer. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dilatih untuk merancang arsitektur data yang menghubungkan nomor batch produksi dengan data pengiriman, sehingga cakupan penarikan dapat dilokalisasi secara spesifik tanpa harus menarik seluruh stok di pasar yang akan menyebabkan kerugian finansial yang tidak perlu. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), kecepatan dalam melakukan isolasi produk merupakan indikator utama kematangan sistem manajemen mutu sebuah organisasi. Contoh nyata terlihat pada industri susu formula, di mana keberadaan bakteri *Cronobacter sakazakii* pada hasil uji rutin pasca-pasar menuntut perusahaan untuk mengidentifikasi seluruh ritel yang

menerima batch tersebut dalam waktu kurang dari 24 jam untuk dilakukan penarikan segera.

Klasifikasi *recall* dibagi berdasarkan tingkat risiko kesehatan yang ditimbulkan, mulai dari risiko serius yang mengancam jiwa hingga masalah teknis yang tidak membahayakan kesehatan namun melanggar regulasi. Mahasiswa dalam pengajaran berbasis OBE dituntut memiliki kemampuan analisis risiko untuk menentukan kategori tindakan yang harus diambil, apakah penarikan sukarela (*voluntary recall*) atau penarikan wajib atas perintah otoritas pengawas. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), transparansi perusahaan dalam melakukan penarikan secara proaktif justru dapat mempertahankan loyalitas konsumen jangka panjang dibandingkan jika masalah tersebut ditemukan terlebih dahulu oleh publik melalui insiden keracunan. Sebagai gambaran, pada industri kacang olahan, jika ditemukan kesalahan pelabelan terkait kandungan alergen seperti kacang tanah yang tidak tercantum, perusahaan wajib melakukan penarikan Kelas I karena berpotensi menyebabkan syok anafilaktik bagi konsumen yang memiliki alergi.

Komunikasi krisis merupakan elemen vital dalam prosedur *recall* untuk memberikan informasi yang jelas kepada masyarakat mengenai bahaya produk dan cara pengembaliannya. Pengawasan mutu dalam hal ini melibatkan kerja sama antara departemen jaminan mutu, hukum, dan hubungan masyarakat untuk menyusun siaran pers yang akurat. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa diberikan simulasi untuk menangani tekanan publik dan otoritas sambil memastikan informasi teknis mengenai produk yang ditarik

tidak mengalami distorsi. Contoh aplikasinya adalah pada kasus temuan residu pestisida di atas ambang batas pada produk teh kemasan; perusahaan harus segera mengumumkan nomor lot yang terdampak melalui media massa dan media sosial serta menyediakan saluran *hotline* khusus bagi konsumen yang telah terlanjur membeli produk tersebut.

Setelah produk berhasil ditarik dari peredaran, pengawasan mutu beralih pada prosedur rekonsiliasi stok dan karantina di gudang khusus untuk memastikan produk bermasalah tersebut tidak masuk kembali ke jalur distribusi secara tidak sengaja. Setiap unit yang kembali harus dihitung dan dicocokkan dengan jumlah yang tercatat di pasar untuk mengukur efektivitas persentase keberhasilan penarikan. Dalam perspektif OBE, mahasiswa mempelajari cara mengelola logistik balik (*reverse logistics*) dan dokumentasi pemusnahan yang sah. Sebagai contoh, pada penarikan produk sarden karena kerusakan kaleng yang meluas, seluruh produk yang kembali harus dilubangi atau dihancurkan di bawah pengawasan petugas otoritas pangan dan dibuatkan berita acara pemusnahan sebagai bukti legal bahwa bahaya telah dieliminasi secara total.

Analisis akar penyebab (*Root Cause Analysis*) pasca-insiden penarikan merupakan tahap yang sangat krusial dalam sistem pengawasan mutu untuk mencegah terulangnya kejadian serupa di masa depan. Tim penjaminan mutu harus meninjau kembali seluruh catatan proses, mulai dari penerimaan bahan baku, kebersihan mesin, hingga prosedur distribusi. Dalam sistem pendidikan OBE, kemampuan

mahasiswa dalam memberikan rekomendasi perbaikan sistemik menjadi tolak ukur keberhasilan pembelajaran pada bab ini. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), penarikan produk harus dianggap sebagai audit sistem secara nyata yang menunjukkan celah-celah dalam pengawasan mutu yang perlu segera ditambah melalui tindakan korektif dan pencegahan (CAPA) yang komprehensif. Misalnya, jika penarikan disebabkan oleh kontaminasi bakteri, tindakan koreksinya mungkin berupa perombakan total pada jadwal sanitasi atau penggantian pemasok bahan baku yang terbukti menjadi sumber kontaminan.

Audit simulasi penarikan (*Mock Recall*) secara berkala wajib dilaksanakan oleh industri agroindustri untuk menguji kesiapan tim dan keandalan sistem ketertelusuran yang dimiliki. Dalam perspektif OBE, mahasiswa diarahkan untuk melakukan latihan simulasi di mana mereka diberikan satu kode lot secara acak dan harus mampu menemukan keberadaan produk tersebut di seluruh rantai distribusi dalam waktu singkat. Latihan ini membantu perusahaan mengidentifikasi hambatan komunikasi atau kekurangan data dalam sistem manajemen gudang mereka. Contoh praktisnya adalah pada industri pengolahan daging, di mana simulasi penarikan dilakukan setiap enam bulan sekali untuk memastikan bahwa jika terjadi situasi darurat yang sebenarnya, seluruh personil sudah memahami peran masing-masing dan sistem digital mampu menyajikan data distribusi secara akurat dan cepat.

Sebagai kesimpulan, sistem penarikan produk dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan pilar

integritas yang menjamin keamanan konsumen melalui tindakan yang terstruktur dan berbasis data. Penguasaan kompetensi di bidang manajemen krisis dan ketertelusuran logistik akan menghasilkan profesional mutu yang mampu melindungi kepentingan publik sekaligus menjaga kelangsungan bisnis dari risiko hukum yang lebih besar. Keberhasilan sistem *recall* bukan hanya diukur dari sedikitnya produk yang ditarik, tetapi dari seberapa cepat dan tuntas perusahaan mampu mengendalikan risiko saat penyimpangan terjadi. Dengan sistem yang transparan dan responsif, agroindustri nasional dapat membangun kepercayaan pasar global sebagai penyedia pangan yang tidak hanya berkualitas, tetapi juga bertanggung jawab penuh terhadap setiap produk yang dihasilkannya.

BAB 10

DOKUMENTASI, AUDIT, DAN PENJAMINAN MUTU



Dokumentasi, audit, dan penjaminan mutu merupakan pilar utama dalam sistem pengawasan mutu agroindustri yang berfungsi memastikan konsistensi penerapan standar serta efektivitas pengendalian mutu dan keamanan produk, sistem dokumentasi mutu disusun secara terstruktur untuk merekam seluruh aktivitas, prosedur, dan hasil pengawasan sebagai bukti objektif kesesuaian proses dan produk terhadap persyaratan yang ditetapkan, penerapan audit internal dan eksternal dilakukan secara berkala untuk menilai tingkat kepatuhan, mengidentifikasi ketidaksesuaian, serta mengevaluasi kinerja sistem pengawasan mutu secara

menyeluruh, temuan audit selanjutnya menjadi dasar pelaksanaan tindakan koreksi dan pencegahan yang bertujuan menghilangkan penyebab ketidaksesuaian dan mencegah terulangnya masalah yang sama, keseluruhan rangkaian tersebut diarahkan pada penerapan continuous improvement sebagai upaya perbaikan berkelanjutan yang sistematis dan terukur, sehingga penjaminan mutu agroindustri tidak hanya bersifat reaktif terhadap masalah, tetapi proaktif dalam meningkatkan efektivitas proses, daya saing produk, dan kepercayaan pemangku kepentingan.

10.1 Sistem Dokumentasi Mutu

Sistem dokumentasi mutu dalam pengawasan mutu agroindustri merupakan infrastruktur informasi yang bersifat fundamental untuk menjamin bahwa seluruh aktivitas produksi, pengujian, dan distribusi dilakukan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan secara konsisten dan dapat dibuktikan. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada kemampuan merancang arsitektur dokumentasi yang hierarkis, mulai dari kebijakan mutu tingkat makro hingga instruksi kerja teknis yang sangat spesifik. Dokumentasi bukan sekadar pengumpulan kertas atau file digital, melainkan instrumen untuk membangun ketertelusuran (*traceability*) dan akuntabilitas dalam setiap tahapan transformasi bahan baku pertanian. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), dokumentasi yang tertata rapi merupakan prasyarat mutlak bagi industri untuk memperoleh sertifikasi internasional, karena dokumen tersebut berfungsi sebagai bukti objektif

bahwa sistem manajemen mutu benar-benar diimplementasikan, bukan sekadar rencana di atas kertas. Sebagai contoh, pada industri pengolahan minyak kelapa sawit, setiap tahap mulai dari penerimaan Tandan Buah Segar (TBS) hingga pengapalan minyak sawit mentah (CPO) harus memiliki logbook yang mencatat parameter suhu, durasi proses, dan personil pelaksana secara detail.

Dalam kerangka Outcome-Based Education (OBE), sistem dokumentasi mutu bukan sekadar pengarsipan kertas, melainkan instrumen untuk menjamin ketertelusuran (*traceability*), konsistensi, dan bukti pencapaian kompetensi serta standar produk. Dokumentasi ini berfungsi sebagai "ingatan" organisasi yang memungkinkan audit mutu berjalan efektif dan perbaikan berkelanjutan (*Continuous Quality Improvement*) dapat dilakukan berdasarkan data.

Sistem dokumentasi mutu dalam agroindustri umumnya mengikuti struktur hierarki piramida untuk memastikan setiap tindakan di lapangan memiliki dasar hukum dan prosedur yang jelas:

1. Hierarki Dokumentasi Mutu

Untuk mencapai standar operasional yang akuntabel, dokumentasi disusun menjadi empat level utama:

- a. Level I: Panduan Mutu (*Quality Manual*): Dokumen tingkat tertinggi yang berisi kebijakan mutu, sasaran mutu, dan komitmen manajemen perusahaan agroindustri. Dalam OBE, ini mencerminkan visi dan misi program atau organisasi.
- b. Level II: Prosedur Operasional Standar (SOP): Penjelasan mengenai "siapa melakukan apa, kapan,

dan di mana". SOP mengatur alur kerja antar departemen, misalnya prosedur penerimaan bahan baku atau prosedur penanganan produk cacat.

- c. Level III: Instruksi Kerja (IK): Dokumen teknis yang sangat spesifik mengenai "bagaimana" melakukan suatu tugas. Contoh: instruksi cara mengkalibrasi pH meter atau cara menyalakan mesin pengering (*dryer*).
- d. Level IV: Rekaman Mutu (Records): Formulir, *logbook*, atau data yang telah diisi. Ini adalah bukti nyata bahwa kegiatan pengawasan mutu telah dilakukan. Rekaman ini sangat krusial dalam audit sertifikasi (seperti HACCP atau ISO 22000).

2. Prinsip Dokumentasi dalam Konteks OBE

Dalam sistem berbasis OBE, dokumentasi harus memenuhi kriteria berikut:

- a. *Traceability* (Ketertelusuran): Jika ditemukan kontaminasi pada produk jadi, dokumentasi harus mampu melacak kembali hingga ke nomor batch bahan baku, jam produksi, dan petugas yang bertanggung jawab.
- b. *Up-to-Date* (Mutakhir): Dokumen harus direview secara berkala. Dokumen yang sudah kedaluwarsa harus ditarik agar tidak menyebabkan kesalahan prosedur di lapangan.
- c. *Accountability*: Setiap rekaman harus ditandatangani atau divalidasi oleh petugas yang berwenang untuk menunjukkan tanggung jawab profesional.

3. Komponen Utama Dokumen di Agroindustri

Beberapa dokumen spesifik yang wajib ada dalam pengawasan mutu agroindustri meliputi:

- a. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk Jadi: Standar fisik, kimia, dan mikrobiologi yang harus dipenuhi.
- b. Lembar Pemeriksaan (*Checksheets*): Digunakan di lini produksi untuk memantau parameter kritis (suhu, waktu, tekanan).
- c. Laporan Ketidaksesuaian (*Non-Conformance Report*): Mencatat jika ada parameter yang menyimpang dan tindakan koreksi yang telah diambil.

Hierarki dokumentasi dalam sistem manajemen mutu agroindustri umumnya mengikuti struktur piramida yang menempatkan Manual Mutu pada puncaknya, diikuti oleh Prosedur Operasi Standar (SOP), Instruksi Kerja (IK), dan Form Rekaman. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dituntut untuk memiliki keterampilan dalam menyusun SOP yang komunikatif namun tetap memenuhi kaidah teknis yang ketat guna meminimalisir interpretasi ganda oleh operator di lapangan. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), kejelasan instruksi kerja merupakan kunci dalam menekan angka kesalahan manusia (*human error*) yang sering menjadi penyebab utama fluktuasi mutu produk. Contoh aplikasinya terlihat pada industri pengalengan ikan, di mana SOP pembersihan mesin (*cleaning*) harus dirinci langkah demi langkah, termasuk jenis bahan kimia pembersih yang digunakan dan durasi pembilasan, untuk menjamin tidak adanya residu kontaminan yang tertinggal pada batch produksi berikutnya.

Rekaman mutu (*Quality Records*) merupakan dokumen level dasar namun paling krusial karena merupakan bukti historis dari aktivitas yang telah dilaksanakan, seperti hasil uji laboratorium, catatan suhu penyimpanan, dan logbook pemeliharaan alat. Dalam sistem OBE, mahasiswa ditekankan pada pentingnya integritas data dalam pengisian rekaman, di mana setiap entri harus memenuhi prinsip ALCOA (*Attributable, Legible, Contemporaneous, Original, and Accurate*). Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa digitalisasi sistem rekaman mutu pada UKM agroindustri mampu meningkatkan kecepatan pengambilan keputusan manajerial karena data dapat diolah secara instan menjadi tren statistik. Sebagai gambaran, pada industri pembekuan udang ekspor, rekaman suhu *cold storage* yang tercatat secara otomatis setiap jam menjadi dokumen legal yang wajib dilampirkan untuk membuktikan bahwa rantai dingin tidak terputus selama masa penyimpanan di pabrik.

Pengendalian dokumen merupakan prosedur yang menjamin bahwa hanya dokumen edisi terbaru dan sah yang tersedia di tempat kerja, guna mencegah penggunaan prosedur usang yang dapat membahayakan mutu produk. Sistem pengawasan mutu berbasis OBE mengajarkan mahasiswa tentang siklus hidup dokumen, mulai dari penyusunan, peninjauan, persetujuan, distribusi, hingga penarikan dokumen yang sudah tidak berlaku (*obsolete*). Hal ini sangat vital dalam industri agroindustri yang dinamis, di mana perubahan regulasi keamanan pangan sering kali menuntut revisi cepat terhadap batas kritis dalam rencana HACCP. Misalnya, jika terjadi perubahan standar ambang

batas residu pestisida oleh pemerintah, maka seluruh dokumen spesifikasi bahan baku dan formulir pengujian di laboratorium harus segera direvisi dan didistribusikan kembali secara serentak ke seluruh departemen terkait untuk menghindari ketidakpatuhan hukum.

Transformasi menuju sistem dokumentasi digital atau *Electronic Quality Management System* (e-QMS) kini menjadi keniscayaan bagi agroindustri modern guna meningkatkan efisiensi dan keamanan data. Penggunaan tanda tangan digital, enkripsi data, dan pembatasan hak akses merupakan elemen pengawasan mutu baru yang harus dikuasai oleh lulusan dalam kerangka OBE. Dokumentasi digital memungkinkan dilakukannya audit jarak jauh (*remote audit*) dan memudahkan pelacakan produk dari hilir ke hulu dalam waktu singkat. Sebagai contoh, di pabrik susu formula, penggunaan sistem barcode pada setiap kemasan yang terhubung ke database produksi memungkinkan tim penjaminan mutu untuk menarik data hasil uji mikrobiologi dan komposisi nutrisi hanya dengan memindai satu unit produk, sehingga mempercepat proses penanganan klaim pelanggan atau penarikan produk jika diperlukan.

Standarisasi terminologi dan format dokumen di seluruh bagian organisasi merupakan kunci untuk menciptakan bahasa mutu yang seragam di antara berbagai departemen seperti produksi, pengadaan, dan pemasaran. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa diarahkan untuk memahami standar ISO 9001:2015 mengenai informasi terdokumentasi yang memberikan fleksibilitas namun tetap menekankan pada efektivitas kendali. Dokumentasi yang

seragam memudahkan proses induksi bagi karyawan baru dan meminimalisir risiko kegagalan komunikasi saat terjadi pergantian shift kerja. Contoh praktisnya adalah penggunaan kode unik untuk setiap dokumen yang mencerminkan kode departemen dan nomor revisi, sehingga petugas gudang di pabrik pengolahan kopi dapat dengan mudah memastikan bahwa mereka menggunakan formulir *stock opname* yang paling mutakhir sesuai dengan instruksi manajer logistik.

Audit terhadap sistem dokumentasi itu sendiri secara berkala sangat diperlukan untuk memastikan bahwa dokumen yang ada masih relevan dengan praktik nyata di lapangan. Sering kali terjadi fenomena di mana prosedur yang tertulis berbeda dengan apa yang dilaksanakan oleh operator karena prosedur tersebut terlalu rumit atau tidak praktis. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dilatih untuk melakukan evaluasi kritis terhadap efektivitas SOP dan melakukan penyederhanaan tanpa mengurangi esensi kendali mutu. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), sistem dokumentasi harus bersifat hidup dan adaptif terhadap inovasi teknologi maupun perbaikan proses yang ditemukan selama operasional sehari-hari. Sebagai gambaran, jika ditemukan metode pembersihan baru yang lebih hemat air namun tetap efektif secara mikrobiologis, maka dokumentasi SSOP harus segera diperbarui untuk mencerminkan inovasi tersebut sebagai standar kerja baru.

Sebagai kesimpulan, sistem dokumentasi mutu dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan instrumen transparansi yang menjamin bahwa "apa yang tertulis dikerjakan, dan apa yang dikerjakan tertulis".

Penguasaan manajemen dokumentasi yang komprehensif akan menghasilkan tenaga profesional yang mampu menjaga marwah kualitas perusahaan di mata auditor dan pelanggan. Sistem dokumentasi yang tangguh bukan hanya kumpulan kertas yang memenuhi rak kantor, melainkan memori organisasi yang menyimpan seluruh pengetahuan teknis dan bukti kepatuhan terhadap standar keamanan pangan. Dengan dokumentasi yang akurat, terintegrasi, dan mudah diakses, agroindustri nasional dapat meningkatkan daya saingnya melalui pembuktian kualitas yang konsisten, ilmiah, dan dapat dipertanggungjawabkan di panggung perdagangan global.

10.2 Audit Internal dan Eksternal

Audit internal dan eksternal dalam kerangka pengawasan mutu agroindustri merupakan mekanisme evaluasi sistematis yang bertujuan untuk memverifikasi kepatuhan organisasi terhadap standar manajemen mutu yang telah ditetapkan. Dalam model *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada penguasaan metodologi audit yang mencakup kemampuan pengumpulan bukti objektif, analisis ketidaksesuaian, dan perumusan tindakan korektif yang efektif. Audit internal berfungsi sebagai instrumen mawas diri bagi perusahaan untuk mendeteksi kelemahan sistem sebelum dilakukan penilaian oleh pihak luar, sementara audit eksternal memberikan legitimasi dan pengakuan formal atas kualitas produk serta proses. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), kedua jenis audit ini merupakan pilar dari prinsip perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang

menjamin bahwa sistem manajemen mutu tidak hanya ada di atas kertas tetapi benar-benar terinternalisasi dalam budaya kerja organisasi. Sebagai contoh, sebuah industri pengolahan pakan ternak melakukan audit internal setiap enam bulan sekali untuk memastikan bahwa prosedur sanitasi gudang bahan baku tetap dijalankan secara disiplin oleh seluruh staf lapangan.

Audit internal dilaksanakan oleh personel dari dalam organisasi yang memiliki kompetensi sebagai auditor namun tidak memiliki tanggung jawab langsung atas area yang diaudit guna menjaga objektivitas. Fokus utama audit internal adalah untuk mengevaluasi efektivitas operasional, kepatuhan terhadap SOP, dan kesiapan sistem dalam menghadapi audit sertifikasi. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dilatih untuk menyusun rencana audit (*audit plan*) dan daftar periksa (*check sheet*) yang berbasis risiko, sehingga audit dapat difokuskan pada titik-titik kritis produksi yang paling berdampak pada mutu produk. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), keberhasilan audit internal ditentukan oleh kemampuan auditor dalam mengidentifikasi "peluang perbaikan" (*opportunity for improvement*) yang dapat meningkatkan efisiensi proses sekaligus menekan biaya kualitas yang tidak perlu. Contoh aplikasinya adalah saat auditor internal di pabrik pengalengan buah menemukan adanya ketidakkonsistenan dalam pencatatan suhu sterilisasi, yang kemudian segera diperbaiki melalui pelatihan ulang bagi operator mesin sebelum audit dari Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) dilakukan.

Audit eksternal, yang dilakukan oleh pihak kedua seperti pembeli atau pihak ketiga seperti lembaga sertifikasi independen, memiliki bobot strategis yang tinggi bagi akses pasar agroindustri. Audit eksternal pihak kedua sering kali dilakukan oleh perusahaan besar kepada pemasoknya untuk memastikan bahwa bahan baku yang mereka terima memenuhi standar kualitas yang ketat. Sementara itu, audit pihak ketiga bertujuan untuk memperoleh sertifikasi standar internasional seperti ISO 9001, ISO 22000, atau sertifikasi HACCP. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa UKM agroindustri yang berhasil melewati audit eksternal memiliki daya saing yang jauh lebih tinggi dan kepercayaan pasar yang lebih kuat dibandingkan perusahaan yang tidak memiliki sertifikasi. Sebagai gambaran, sebuah industri pengolahan kopi harus melalui audit eksternal dari lembaga sertifikasi organik internasional untuk memastikan bahwa seluruh rantai pasok mereka bebas dari penggunaan pestisida kimia sintetis agar produknya dapat dipasarkan di Uni Eropa.

Prosedur audit, baik internal maupun eksternal, mengikuti siklus terstruktur yang dimulai dari pertemuan pembukaan (*opening meeting*), pemeriksaan dokumen, observasi lapangan, wawancara personel, hingga pertemuan penutup (*closing meeting*). Dalam kerangka OBE, keterampilan mahasiswa dalam berkomunikasi secara profesional selama sesi wawancara audit merupakan capaian pembelajaran yang sangat penting agar mereka mampu menjelaskan prosedur kerja dengan data yang akurat. Auditor akan mencari bukti-bukti seperti rekaman suhu, logbook

kalibrasi alat, dan catatan pelatihan karyawan untuk memverifikasi kepatuhan sistem. Misalnya, saat dilakukan audit di pabrik susu bubuk, auditor akan meminta bukti rekaman hasil uji mikrobiologi pada produk akhir serta membandingkannya dengan standar spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan guna memastikan tidak ada produk sub-standar yang dilepas ke pasar.

Temuan audit biasanya dikategorikan menjadi ketidaksesuaian mayor, ketidaksesuaian minor, dan observasi atau peluang perbaikan. Ketidaksesuaian mayor terjadi apabila terdapat kegagalan total dalam pemenuhan persyaratan standar yang berisiko langsung terhadap keamanan produk, sedangkan ketidaksesuaian minor bersifat administratif atau sporadis. Mahasiswa dalam sistem OBE dituntut memiliki ketajaman analisis dalam merumuskan rencana tindakan koreksi dan pencegahan (CAPA) untuk setiap temuan audit guna memastikan akar masalah telah diselesaikan secara tuntas. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), ketidaksesuaian yang ditemukan selama audit tidak boleh dianggap sebagai kegagalan, melainkan sebagai data berharga untuk memperkuat sistem manajemen mutu. Sebagai contoh, jika auditor eksternal menemukan adanya kebocoran kecil pada pipa distribusi air bersih, perusahaan harus segera melakukan penggantian pipa dan memperbarui jadwal perawatan preventif mesin.

Audit eksternal juga berfungsi sebagai alat verifikasi terhadap efektivitas sistem ketertelusuran (*traceability*) perusahaan dalam menghadapi situasi darurat seperti penarikan produk. Auditor sering kali melakukan uji simulasi

penarikan (*mock recall*) untuk melihat seberapa cepat perusahaan dapat melacak distribusi produk dari satu nomor batch tertentu. Dalam perspektif OBE, kemampuan mengelola dokumentasi logistik yang rapi menjadi kunci keberhasilan dalam tahap audit ini. Merujuk pada Gaspersz (2013), integritas data yang teruji melalui audit eksternal akan memberikan perlindungan hukum bagi perusahaan saat terjadi sengketa mutu dengan pihak ketiga. Contoh praktisnya adalah pada industri pengolahan udang beku, di mana auditor akan memilih satu sampel udang dari gudang dan meminta tim mutu menunjukkan riwayat suplier bibit, pakan yang digunakan, hingga data suhu selama transportasi secara detail dalam waktu singkat.

Digitalisasi proses audit melalui penggunaan perangkat lunak manajemen audit dan teknologi pemantauan jarak jauh (*remote auditing*) kini menjadi tren baru dalam industri agroindustri 4.0. Hal ini menuntut auditor dan auditi untuk memiliki literasi digital yang mumpuni dalam mengelola data berbasis awan (*cloud*) dan bukti-bukti digital seperti foto, video, maupun log data otomatis. Pendekatan OBE mengintegrasikan penguasaan teknologi ini agar lulusan siap bekerja dalam ekosistem industri yang transparan dan efisien. Sebagai contoh, audit eksternal saat ini dapat dilakukan melalui berbagi layar (*screen sharing*) database laboratorium dan pemantauan area produksi melalui kamera CCTV beresolusi tinggi, yang secara signifikan mengurangi biaya perjalanan auditor namun tetap mempertahankan kualitas inspeksi yang mendalam.

Dalam sistem Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE, audit merupakan mekanisme verifikasi yang krusial untuk memastikan bahwa sistem manajemen mutu tidak hanya tertulis di atas kertas, tetapi benar-benar diterapkan secara efektif dan mencapai kompetensi yang diharapkan. Audit dibagi menjadi dua kategori utama berdasarkan pelaksana dan tujuannya:

1. Audit Internal (*First-Party Audit*)

Audit internal dilakukan oleh personel dari dalam organisasi itu sendiri yang telah dilatih menjadi auditor internal. Dalam konteks OBE, ini adalah proses evaluasi mandiri (*self-assessment*).

- a. Tujuan: Mengidentifikasi kelemahan sistem secara dini, memastikan kesiapan sebelum audit resmi, dan mendorong perbaikan berkelanjutan (*Continuous Quality Improvement*).
- b. Fokus: Memastikan setiap lini produksi mematuhi SOP yang telah dibuat, memeriksa kelengkapan rekaman mutu, dan memastikan alat ukur telah dikalibrasi.
- c. Manfaat: Memberikan rasa percaya diri bagi manajemen bahwa operasional berjalan sesuai jalur dan memenuhi standar kompetensi industri.

2. Audit Eksternal

Audit eksternal dilakukan oleh pihak luar organisasi. Audit ini biasanya terbagi menjadi dua jenis:

- a. Audit Pihak Kedua: Dilakukan oleh pembeli (*buyer*) atau pelanggan kepada pemasok (*supplier*). Misalnya, sebuah pabrik pengolahan susu mengaudit

peternakan sapi yang menjadi penyedia bahan bakunya.

- b. Audit Pihak Ketiga (Audit Sertifikasi): Dilakukan oleh badan sertifikasi independen (seperti ISO, BPOM, atau Lembaga Sertifikasi Halal).
 - 1) Tujuan: Memperoleh sertifikasi resmi (seperti ISO 22000, HACCP, atau FSSC) yang menjadi "paspor" produk untuk menembus pasar internasional.
 - 2) Fokus: Penilaian objektif terhadap kepatuhan organisasi terhadap standar internasional atau regulasi pemerintah.

Dalam pendekatan *Outcome-Based Education*, hasil audit (baik temuan kesesuaian maupun ketidaksesuaian) digunakan sebagai data untuk melakukan tinjauan manajemen. Jika terjadi ketidaksesuaian, maka harus dilakukan analisis akar masalah (*root cause analysis*) dan tindakan korektif untuk memastikan bahwa hasil (*outcome*) berupa produk yang bermutu dan aman tetap tercapai sesuai standar yang ditetapkan.

Sebagai kesimpulan, audit internal dan eksternal dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan instrumen akuntabilitas yang menjamin keberlangsungan standar kualitas dan keamanan pangan. Melalui proses evaluasi yang objektif dan transparan, organisasi agroindustri dapat terus melakukan perbaikan diri serta meningkatkan kepercayaan seluruh pemangku kepentingan. Penguasaan metodologi audit yang komprehensif oleh tenaga profesional mutu akan menjadi fondasi bagi terciptanya produk nasional

yang unggul dan mampu bersaing secara global. Dengan budaya audit yang sehat, penyimpangan proses dapat dideteksi dan diperbaiki lebih dini, sehingga risiko kerugian finansial akibat kegagalan mutu dapat diminimalisir dan kepuasan pelanggan tetap menjadi prioritas utama dalam setiap lini operasional agroindustri.

10.3 Tindakan Koreksi dan Pencegahan

Tindakan Koreksi dan Pencegahan, yang secara internasional dikenal sebagai *Corrective and Preventive Actions* (CAPA), merupakan elemen vital dalam pengawasan mutu agroindustri yang berfungsi untuk memastikan bahwa setiap penyimpangan mutu tidak hanya diperbaiki secara sesaat, tetapi juga dianalisis akar penyebabnya agar tidak terulang kembali. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi mahasiswa diarahkan pada penguasaan metodologi pemecahan masalah yang sistematis dan berbasis data guna menjamin keberlanjutan sistem manajemen mutu. Tindakan koreksi (*correction*) berfokus pada eliminasi ketidaksesuaian yang terdeteksi, sedangkan tindakan pencegahan (*preventive action*) berorientasi pada identifikasi potensi kegagalan sebelum terjadi. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), implementasi CAPA yang efektif merupakan cerminan dari kematangan organisasi dalam menjalankan prinsip perbaikan berkelanjutan. Sebagai contoh, pada industri pengolahan pakan ternak, jika ditemukan kadar debu yang melebihi standar pada area produksi, tindakan koreksinya adalah pembersihan segera, sementara tindakan pencegahannya mencakup instalasi sistem filtrasi udara yang

lebih canggih dan penjadwalan perawatan preventif pada mesin penggiling.

Langkah fundamental dalam prosedur CAPA adalah analisis akar penyebab (*Root Cause Analysis/RCA*) yang mendalam untuk membedakan antara gejala (*symptom*) dan penyebab sesungguhnya dari suatu masalah mutu. Mahasiswa dalam perspektif OBE dilatih untuk menggunakan berbagai instrumen kualitas seperti *Fishbone Diagram* (Ishikawa) atau teknik *5-Whys* untuk menelusuri kegagalan hingga ke faktor manusia, mesin, material, atau metode. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), kegagalan dalam mengidentifikasi akar penyebab yang tepat sering kali mengakibatkan pemborosan sumber daya karena masalah yang sama akan muncul kembali di masa depan. Sebagai gambaran, jika pada pabrik pengolahan susu ditemukan adanya kontaminasi bakteri setelah proses pasteurisasi, tim mutu harus menyelidiki apakah penyebabnya adalah kerusakan sensor suhu pada mesin atau adanya celah mikro pada sambungan pipa yang memungkinkan terjadinya re-kontaminasi, bukan sekadar membuang produk yang terkontaminasi tersebut.

Implementasi tindakan koreksi harus dilakukan secara cepat dan terdokumentasi dengan baik untuk membatasi dampak negatif dari ketidaksesuaian terhadap keamanan pangan dan kerugian finansial perusahaan. Dalam kurikulum OBE, mahasiswa diharapkan mampu mengambil keputusan klinis terkait disposisi produk yang terdampak penyimpangan, apakah harus dimusnahkan, dikerjakan ulang (*rework*), atau dialokasikan untuk penggunaan non-pangan. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menekankan bahwa

respons cepat dalam tindakan koreksi sangat bergantung pada efektivitas sistem komunikasi internal dan kejelasan otoritas di departemen jaminan mutu. Contoh praktisnya terlihat pada industri minuman dalam kemasan; ketika terdeteksi adanya kebocoran segel pada lini produksi, tindakan koreksi segera melibatkan penghentian mesin, pengisolasian lot produk yang diproduksi sejak pengecekan terakhir, dan penggantian komponen pemanas segel yang aus.

Tindakan pencegahan dalam agroindustri modern kini semakin bergeser ke arah pendekatan proaktif berbasis risiko, di mana data tren dari hasil monitoring proses digunakan untuk memprediksi potensi kegagalan. Mahasiswa diajarkan untuk menggunakan peta kendali statistik (*Control Charts*) guna melihat tren parameter proses yang mulai mendekati batas kendali, meskipun belum melampaui batas spesifikasi. Pendekatan ini selaras dengan filosofi OBE yang mengedepankan kemampuan preventif dibandingkan sekadar reaktif terhadap masalah. Sebagai contoh, di pabrik penggilingan padi, jika tren data menunjukkan adanya peningkatan suhu pada motor penggerak selama satu minggu terakhir, tindakan pencegahan dilakukan dengan melakukan pelumasan ulang atau penggantian komponen sebelum mesin mengalami kerusakan total yang dapat menghentikan seluruh alur distribusi.

Validasi dan verifikasi terhadap efektivitas tindakan yang telah diambil merupakan tahap kritis dalam siklus CAPA untuk memastikan bahwa solusi yang diimplementasikan benar-benar bekerja sesuai harapan. Dokumentasi CAPA tidak boleh ditutup sebelum ada bukti empiris yang menunjukkan bahwa

frekuensi kejadian serupa telah menurun atau hilang sama sekali. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa diarahkan untuk melakukan audit tindak lanjut guna memverifikasi kepatuhan personil terhadap prosedur baru yang dihasilkan dari proses CAPA. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), efektivitas CAPA menjadi salah satu indikator utama yang dievaluasi oleh auditor eksternal selama audit sertifikasi ISO 22000 atau HACCP. Misalnya, setelah dilakukan penggantian jenis bahan kimia pembersih sebagai tindakan pencegahan pertumbuhan jamur di gudang, tim kualitas wajib melakukan pengujian usap (*swab test*) secara intensif selama tiga bulan untuk membuktikan efektivitas metode baru tersebut.

Integrasi sistem CAPA ke dalam platform digital atau *Quality Management Software* memungkinkan transparansi dan akuntabilitas yang lebih tinggi di seluruh level organisasi. Penggunaan sistem notifikasi otomatis memastikan bahwa setiap tindakan koreksi memiliki penanggung jawab yang jelas dan tenggat waktu penyelesaian yang terpantau oleh manajemen puncak. Dalam perspektif OBE, literasi digital dalam mengelola database CAPA merupakan keterampilan esensial bagi lulusan agar dapat beroperasi dalam lingkungan industri 4.0. Sebagai gambaran, pada industri minyak goreng sawit, sistem digital dapat menghubungkan temuan dari komplain pelanggan secara langsung ke dalam modul CAPA, sehingga tim produksi dan R&D dapat segera berkolaborasi secara daring untuk melakukan perbaikan formulasi atau proses pengemasan guna merespons masalah tersebut.

Budaya kerja yang mendukung pelaporan penyimpangan tanpa rasa takut akan hukuman (*just culture*) merupakan prasyarat bagi keberhasilan sistem tindakan koreksi dan pencegahan. Pengawasan mutu berbasis OBE mendorong mahasiswa untuk memahami aspek psikologi industri, di mana kesalahan dianggap sebagai peluang pembelajaran sistemik dan bukan sekadar kegagalan individu. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), tanpa keterbukaan dari operator di lapangan, banyak akar masalah yang akan tersembunyi dan tidak pernah terselesaikan secara tuntas. Contohnya, pada industri pengalengan daging, seorang operator yang berani melaporkan adanya penurunan tekanan pada suhu sterilisasi, meskipun itu berarti akan ada penundaan produksi, harus diapresiasi karena tindakannya memicu prosedur tindakan koreksi yang mencegah risiko botulisme pada konsumen.

Sebagai kesimpulan, tindakan koreksi dan pencegahan dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan mekanisme dinamis yang mengubah setiap kegagalan menjadi batu loncatan menuju keunggulan operasional. Penguasaan metodologi CAPA yang saintifik akan menghasilkan profesional mutu yang tidak hanya cakap dalam memperbaiki masalah, tetapi juga cerdas dalam memitigasi risiko masa depan. Keberhasilan sistem ini diukur dari penurunan angka ketidaksesuaian secara konsisten dan peningkatan efisiensi proses secara keseluruhan. Dengan mengintegrasikan RCA yang tajam, tindakan pencegahan yang proaktif, dan verifikasi yang ketat, agroindustri nasional dapat menjamin konsistensi kualitas produk unggulannya, sehingga

mampu membangun reputasi yang kuat dan berkelanjutan di pasar global yang semakin menuntut standar keamanan pangan tanpa kompromi.

10.4 *Continuous Improvement*

Continuous improvement atau perbaikan berkelanjutan dalam ekosistem pengawasan mutu agroindustri merupakan filosofi manajemen yang menuntut organisasi untuk terus-menerus mencari cara guna meningkatkan efisiensi proses dan kualitas produk secara inkremental maupun radikal. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), mahasiswa diarahkan untuk menguasai metodologi perbaikan yang sistematis agar mampu beradaptasi dengan dinamika kebutuhan pasar dan kemajuan teknologi. Perbaikan berkelanjutan tidak hanya berfokus pada perbaikan kesalahan yang telah terjadi, tetapi lebih pada upaya proaktif dalam mengoptimalkan setiap variabel produksi untuk menghasilkan nilai tambah bagi konsumen. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), prinsip ini adalah inti dari sistem manajemen mutu modern yang memungkinkan industri pangan tetap kompetitif melalui inovasi proses yang berkesinambungan. Sebagai contoh, sebuah pabrik pengolahan kelapa sawit secara rutin melakukan evaluasi terhadap efisiensi ekstraksi minyak (rendemen) dan melakukan modifikasi pada suhu perebusan (*sterilization*) guna mendapatkan kualitas minyak dengan kadar asam lemak bebas yang lebih rendah.

Siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) menjadi metodologi standar yang diintegrasikan dalam pendidikan berbasis OBE

untuk melatih mahasiswa dalam mengelola proyek perbaikan mutu secara terukur. Pada tahap *Plan*, mahasiswa belajar melakukan identifikasi peluang perbaikan menggunakan data historis; *Do* melibatkan implementasi skala kecil; *Check* merupakan evaluasi terhadap hasil; dan *Act* adalah standarisasi prosedur baru jika terbukti efektif. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), kedisiplinan dalam menjalankan siklus PDCA memastikan bahwa setiap perubahan didasarkan pada bukti saintifik dan analisis data statistik, bukan sekadar intuisi manajerial. Contoh aplikasinya terlihat pada industri pengemasan kopi, di mana tim penjaminan mutu melakukan eksperimen penggunaan material kemasan baru yang lebih ramah lingkungan namun tetap memiliki *barrier* oksigen yang kuat, kemudian memvalidasi masa simpannya melalui uji laboratorium sebelum diterapkan secara massal.

Penerapan konsep *Lean Six Sigma* dalam agroindustri menjadi salah satu strategi *continuous improvement* yang bertujuan untuk mereduksi pemborosan (*waste*) dan meminimalisir variabilitas produk. Dalam perspektif OBE, lulusan diharapkan mampu mengidentifikasi delapan jenis pemborosan (DOWNTIME) di rantai produksi, mulai dari produk cacat hingga kelebihan stok. Penggunaan alat statistik seperti peta kendali (*control charts*) dan analisis kapabilitas proses membantu pengawas mutu memastikan bahwa proses produksi berjalan secara stabil dan konsisten di dalam batas spesifikasi. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa implementasi metode perbaikan yang berfokus pada reduksi variabilitas secara signifikan mampu menurunkan biaya operasional UKM agroindustri sekaligus

meningkatkan kepuasan pelanggan melalui produk yang lebih seragam. Sebagai gambaran, pada industri biskuit, pemantauan ketat terhadap fluktuasi berat bersih per kemasan dilakukan untuk mengurangi *giveaway* produk yang berlebihan namun tetap memenuhi regulasi label.

Inovasi teknologi digital dan pemanfaatan *Big Data* kini menjadi pendorong utama *continuous improvement* di era Agroindustri 4.0. Kemampuan untuk mengumpulkan data dari ribuan sensor di mesin produksi secara *real-time* memberikan peluang bagi pengawas mutu untuk melakukan pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*) dan optimasi parameter proses secara otomatis. Mahasiswa dalam kurikulum OBE dituntut memiliki literasi data yang kuat agar mampu menerjemahkan kumpulan data mentah menjadi wawasan strategis bagi perbaikan mutu. Sebagai contoh, di pabrik pengolahan susu, integrasi kecerdasan buatan (AI) dapat digunakan untuk menganalisis korelasi antara kualitas pakan ternak di hulu dengan profil asam lemak susu yang dihasilkan, sehingga perbaikan dapat dilakukan sejak dari sumber bahan baku untuk menjamin kualitas produk akhir yang superior.

Keterlibatan karyawan di semua level melalui kelompok kerja seperti Gugus Kendali Mutu (GKM) merupakan aspek fundamental dalam keberlanjutan perbaikan di agroindustri. *Continuous improvement* tidak akan berhasil jika hanya digerakkan oleh manajemen puncak; ide-ide perbaikan sering kali muncul dari operator yang berhadapan langsung dengan mesin setiap hari. Dalam pengajaran berbasis OBE, mahasiswa dilatih untuk memiliki kemampuan kepemimpinan dan komunikasi persuasif agar dapat memotivasi tim di lapangan

untuk berkontribusi dalam program saran (*suggestion system*). Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), budaya mutu yang inklusif menciptakan rasa kepemilikan bagi setiap karyawan terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Contoh nyatanya adalah pemberian penghargaan bagi operator di pabrik pengalengan nanas yang berhasil mengusulkan cara pemotongan baru yang mampu mengurangi limbah kulit buah sebesar 5% tanpa menurunkan kecepatan produksi.

Standardisasi merupakan hasil akhir dari setiap siklus perbaikan yang sukses guna memastikan bahwa pencapaian yang telah diraih tidak kembali menurun (*setback*). Setiap kali ditemukan metode kerja yang lebih efektif melalui eksperimen, dokumentasi seperti SOP dan instruksi kerja harus segera diperbarui. Dalam perspektif OBE, kemampuan mahasiswa dalam menyusun dokumen teknis yang dinamis menjadi sangat krusial. Merujuk pada Gaspersz (2013), tanpa standardisasi, perbaikan berkelanjutan hanyalah serangkaian aktivitas sporadis tanpa arah yang jelas. Sebagai gambaran, pada industri minyak goreng, setelah tim R&D menemukan kombinasi suhu dan durasi pemucatan (*bleaching*) yang lebih optimal untuk menghilangkan warna tanpa merusak vitamin E, prosedur operasi mesin *refining* segera diubah menjadi standar baru yang wajib diikuti oleh seluruh shift kerja.

Benchmarking atau perbandingan kinerja dengan standar terbaik industri (*best practices*) juga menjadi bagian dari upaya perbaikan berkelanjutan untuk melihat posisi daya saing perusahaan. Mahasiswa diarahkan untuk melakukan analisis komparatif terhadap parameter efisiensi dan mutu

antara perusahaan tempat mereka bekerja dengan kompetitor global. Hal ini mendorong mentalitas kompetitif dan keinginan untuk terus melampaui standar yang ada. Contoh aplikasinya adalah pada industri pengolahan kakao nasional yang melakukan *benchmarking* ke industri di Swiss atau Belgia terkait teknik fermentasi dan sangrai, kemudian mengadaptasi teknologi tersebut dengan kondisi lokal untuk meningkatkan profil aroma biji kakao Indonesia agar setara dengan kualitas premium dunia.

Sebagai kesimpulan, *continuous improvement* dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE bukan sekadar tujuan akhir, melainkan sebuah perjalanan panjang yang memerlukan dedikasi, data, dan kreativitas. Penguasaan berbagai instrumen perbaikan mutu oleh para profesional agroindustri akan menjamin terciptanya ekosistem produksi yang tangguh, efisien, dan berorientasi pada masa depan. Keberhasilan pengawasan mutu di masa depan tidak lagi diukur hanya dari ketiadaan produk cacat, tetapi dari seberapa cepat organisasi mampu belajar dan berkembang meningkatkan standarnya. Dengan semangat perbaikan yang tak kunjung padam, agroindustri nasional dapat terus bertransformasi menjadi pemain utama di pasar internasional yang mampu menyediakan produk berkualitas tinggi dengan proses yang paling efektif dan berkelanjutan.

BAB 11

SUMBER DAYA MANUSIA DALAM PENGAWASAN MUTU AGROINDUSTRI



Sumber daya manusia merupakan faktor kunci dalam keberhasilan pengawasan mutu agroindustri karena efektivitas penerapan sistem mutu sangat bergantung pada kompetensi, komitmen, dan tanggung jawab personel yang terlibat di setiap tahapan proses, kompetensi dan tanggung jawab SDM mencakup pemahaman terhadap prinsip mutu dan keamanan produk, kemampuan teknis dalam pengujian dan pengendalian proses, serta kepatuhan terhadap prosedur dan

regulasi yang berlaku, penguatan kompetensi tersebut dilakukan melalui program pelatihan dan sertifikasi yang terencana dan berkelanjutan guna memastikan kesesuaian pengetahuan dan keterampilan dengan perkembangan standar, teknologi, dan tuntutan industri, selain aspek teknis, pembentukan budaya mutu dan keselamatan produk menjadi landasan penting yang mendorong perilaku kerja disiplin, kesadaran terhadap risiko, serta tanggung jawab kolektif dalam menjaga mutu dan keamanan produk, sehingga pengembangan sumber daya manusia dalam pengawasan mutu agroindustri tidak hanya berorientasi pada peningkatan keterampilan individu tetapi juga pada penciptaan lingkungan kerja yang mendukung penerapan sistem mutu secara konsisten dan berkelanjutan.

11.1 Kompetensi dan Tanggung Jawab SDM

Sumber daya manusia merupakan determinan utama dalam keberhasilan sistem pengawasan mutu agroindustri, di mana kompetensi personel menjadi penggerak seluruh instrumen teknis dan manajerial yang ada. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pengembangan sumber daya manusia diarahkan pada pencapaian kompetensi yang terukur, mencakup aspek pengetahuan (*knowledge*), keterampilan teknis (*hard skills*), dan sikap kerja (*soft skills*). Agroindustri memiliki karakteristik unik karena berhadapan dengan bahan baku biologis yang memiliki variabilitas tinggi, sehingga menuntut personel pengawas mutu untuk memiliki ketajaman analisis dalam menghadapi ketidakpastian proses. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), integritas

dan profesionalisme sumber daya manusia adalah fondasi yang mencegah terjadinya manipulasi data mutu dan menjamin bahwa standar keamanan pangan ditegakkan tanpa kompromi. Sebagai contoh, seorang manajer mutu di industri pengolahan daging harus memiliki sertifikasi kompetensi dalam bidang HACCP agar mampu memimpin tim dalam mengidentifikasi titik kendali kritis secara saintifik dan akurat.

Tanggung jawab sumber daya manusia dalam pengawasan mutu tersebar secara hierarkis mulai dari manajemen puncak hingga operator di lini produksi, yang masing-masing memiliki peran spesifik dalam menjaga konsistensi produk. Manajemen puncak bertanggung jawab menetapkan kebijakan mutu dan menyediakan sumber daya yang memadai, sementara personel *Quality Control* (QC) dan *Quality Assurance* (QA) bertugas menjalankan pengawasan teknis dan audit sistemik. Dalam perspektif OBE, setiap individu harus memahami kontribusi peran mereka terhadap capaian mutu organisasi secara keseluruhan, sehingga tercipta akuntabilitas yang kolektif. Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), pembagian wewenang yang jelas antara fungsi produksi dan fungsi kualitas sangat penting untuk menghindari konflik kepentingan yang dapat menurunkan standar keamanan produk demi mengejar target kuantitas. Contoh aplikasinya terlihat pada industri pengalengan buah, di mana petugas lapangan diberikan wewenang penuh untuk menghentikan lini produksi jika ditemukan penyimpangan suhu sterilisasi yang membahayakan sterilitas produk.

Kompetensi teknis atau *hard skills* bagi SDM pengawasan mutu agroindustri mencakup penguasaan instrumentasi

laboratorium, metodologi sampling, hingga literasi terhadap regulasi pangan nasional dan internasional. Personel laboratorium harus mampu mengoperasikan perangkat canggih seperti HPLC atau spektrofotometer dengan tingkat presisi yang tinggi sesuai dengan standar ISO 17025. Dalam kurikulum berbasis OBE, mahasiswa dilatih melalui skenario dunia kerja nyata agar mampu melakukan validasi metode analisis dan interpretasi data kimia maupun mikrobiologi secara mandiri. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), penguatan kompetensi teknis melalui pelatihan berkelanjutan pada UKM agroindustri terbukti menurunkan tingkat penolakan produk oleh konsumen secara signifikan. Sebagai gambaran, pada industri minyak goreng, analis laboratorium harus kompeten dalam melakukan titrasi kimia untuk mengukur angka peroksida secara akurat guna menentukan tingkat kerusakan oksidatif pada minyak.

Selain aspek teknis, *soft skills* seperti kepemimpinan, komunikasi efektif, dan kemampuan memecahkan masalah (*problem solving*) menjadi kompetensi esensial dalam pengawasan mutu berbasis OBE. Seorang staf penjaminan mutu sering kali harus melakukan negosiasi dengan bagian pengadaan terkait kualitas bahan baku dari supplier atau memberikan pelatihan instruksi kerja kepada operator produksi yang memiliki latar belakang pendidikan beragam. Kemampuan untuk menyampaikan temuan ketidaksesuaian secara diplomatis namun tegas sangat diperlukan agar tindakan koreksi dapat diterima dan dijalankan dengan baik oleh seluruh departemen. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), komunikasi mutu yang buruk sering kali

menjadi akar penyebab kegagalan sistemik dalam industri agroindustri. Contohnya, saat terjadi masalah kontaminasi silang di area pengemasan susu, seorang staf QA harus mampu memimpin investigasi tim lintas departemen untuk menemukan akar masalah tanpa menciptakan budaya saling menyalahkan.

Sistem penilaian kinerja sumber daya manusia dalam pengawasan mutu kini semakin terintegrasi dengan pencapaian indikator kinerja utama (*Key Performance Indicators/KPI*) yang selaras dengan tujuan OBE. KPI tersebut mencakup parameter seperti tingkat kepatuhan terhadap jadwal kalibrasi, kecepatan respons terhadap keluhan pelanggan, hingga persentase penurunan limbah produksi akibat kegagalan mutu. Penggunaan KPI yang terukur memungkinkan manajemen untuk memberikan *reward* dan *punishment* secara objektif serta mengidentifikasi kebutuhan pelatihan yang spesifik bagi setiap individu. Merujuk pada Gaspersz (2013), manajemen kinerja yang transparan akan memotivasi karyawan untuk terus berinovasi dan melakukan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) pada area kerja mereka. Sebagai contoh, di pabrik pengolahan cokelat, salah satu KPI bagi supervisor produksi adalah jumlah *rework* yang dihasilkan per bulan, yang secara tidak langsung mendorong mereka untuk lebih teliti dalam memantau parameter suhu selama proses temperasi.

Pelatihan dan pengembangan kompetensi harus dilakukan secara sistematis dan terdokumentasi sebagai bagian dari persyaratan standar internasional seperti ISO 9001. Program pelatihan harus mencakup pembaharuan

pengetahuan tentang regulasi terbaru, seperti standar label halal, keamanan pangan global (GFSI), hingga teknologi digitalisasi industri 4.0. Dalam kerangka OBE, efektivitas pelatihan dievaluasi bukan hanya dari kehadiran peserta, melainkan dari perubahan perilaku dan peningkatan performa kerja di lapangan. Riset dari Mutala'lia et al. (2020) menggarisbawahi bahwa investasi pada pengembangan SDM melalui *on-the-job training* memberikan dampak jangka panjang terhadap stabilitas mutu dibandingkan hanya mengandalkan otomatisasi mesin. Misalnya, operator mesin pengering di industri biji kopi memerlukan pelatihan khusus mengenai hubungan antara kadar air dengan aktivitas air agar mereka tidak sekadar menjalankan mesin, tetapi memahami konsekuensi keamanan di balik angka-angka yang mereka catat.

Etika profesi dan integritas moral merupakan kompetensi "tak kasatmata" yang sangat krusial dalam pengawasan mutu agroindustri, terutama saat menghadapi tekanan target produksi yang tinggi. Personel mutu sering kali dihadapkan pada dilema antara melaporkan ketidaksesuaian yang berpotensi merugikan perusahaan secara finansial atau menutup mata demi kelancaran operasional. Pendidikan berbasis OBE sangat menekankan pada pembentukan karakter dan tanggung jawab sosial mahasiswa sebagai calon ahli mutu yang akan menjaga kesehatan publik. Sebagaimana ditegaskan oleh Syah (2012), integritas personel adalah benteng terakhir keamanan pangan; tanpa etika, sistem dokumentasi terancang sekalipun dapat dipalsukan. Sebagai contoh, seorang analis mikrobiologi harus memiliki kejujuran

dalam melaporkan hasil uji positif *Salmonella* meskipun hal itu mengakibatkan penahanan ribuan ton stok produk yang siap dikirim.

Sebagai kesimpulan, sumber daya manusia dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE adalah aset strategis yang menentukan daya saing dan keberlanjutan industri di masa depan. Sinergi antara kompetensi teknis yang mumpuni, keterampilan interpersonal yang baik, serta integritas moral yang tinggi akan menciptakan sistem jaminan mutu yang tangguh. Keberhasilan pengawasan mutu tidak lagi hanya dilihat dari ketersediaan fasilitas laboratorium, tetapi dari seberapa kompeten dan bertanggung jawab manusia di belakangnya dalam menjalankan prosedur secara konsisten. Dengan pengembangan SDM yang berkesinambungan dan berorientasi pada capaian pembelajaran yang nyata, agroindustri nasional dapat menghasilkan produk-produk berkualitas tinggi yang mampu bersaing di kancah internasional sekaligus memberikan perlindungan maksimal bagi kesehatan konsumen.

11.2 Pelatihan dan Sertifikasi

Pelatihan dan sertifikasi dalam pengawasan mutu agroindustri merupakan pilar pengembangan kapasitas sumber daya manusia yang bertujuan untuk menyelaraskan keterampilan individu dengan tuntutan teknis industri yang terus berkembang. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), program pelatihan tidak lagi hanya diukur berdasarkan jumlah jam pertemuan, melainkan pada pencapaian kompetensi spesifik yang dapat didemonstrasikan

di rantai produksi. Personel yang terlibat dalam pengawasan mutu wajib menjalani pelatihan berkala untuk memahami dinamika risiko biologis, fisik, dan kimia yang dapat berubah seiring dengan inovasi bahan baku dan teknologi pengolahan. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), pelatihan yang sistematis merupakan investasi strategis bagi perusahaan untuk meminimalisir biaya kegagalan mutu akibat kesalahan manusia. Sebagai contoh, di industri pengolahan susu, operator baru harus melewati pelatihan intensif mengenai teknik sanitasi pipa *Clean-in-Place* (CIP) dan lulus uji kompetensi internal sebelum diberikan wewenang penuh untuk mengoperasikan sistem tersebut secara mandiri.

Efektivitas pelatihan dalam sistem OBE dievaluasi melalui kemandirian personel dalam menyelesaikan masalah mutu di lapangan dan kemampuan mereka untuk beradaptasi dengan standar baru. Kurikulum pelatihan bagi staf pengawasan mutu harus mencakup pemahaman mendalam mengenai sistem manajemen keamanan pangan, teknik pengambilan sampel statistik, hingga literasi data digital. Menurut riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020), perusahaan agroindustri yang mengintegrasikan pelatihan teknis dengan pemahaman terhadap nilai-nilai sertifikasi mutu menunjukkan tingkat kepatuhan yang lebih tinggi terhadap prosedur operasional dibandingkan perusahaan yang hanya memberikan instruksi kerja lisan. Contohnya, pada industri pengolahan kelapa sawit, pelatihan mengenai analisis angka peroksida dan asam lemak bebas (ALB) bagi staf laboratorium harus disertai dengan praktik kalibrasi alat secara periodik untuk menjamin akurasi data yang dilaporkan ke bagian penjaminan mutu.

Sertifikasi kompetensi personel menjadi pengakuan formal atas keahlian seorang profesional mutu dan berfungsi sebagai jaminan kualitas bagi pihak eksternal, termasuk auditor dan konsumen. Di Indonesia, sertifikasi yang dikeluarkan oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) melalui Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) terkait menjadi standar acuan dalam mengukur kelayakan seorang praktisi agroindustri. Dalam perspektif OBE, sertifikasi merupakan bukti nyata dari *learning outcomes* yang telah dicapai oleh mahasiswa atau profesional di bidangnya. Sebagaimana ditegaskan oleh Gaspersz (2013), sertifikasi personel merupakan bagian integral dari total manajemen kualitas yang memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan dalam perdagangan global. Sebagai gambaran, seorang auditor internal pada pabrik pengolahan udang beku wajib memiliki sertifikasi sebagai ahli HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) untuk memastikan bahwa setiap titik kendali kritis telah divalidasi dengan metodologi yang diakui secara internasional.

Penerapan pelatihan berbasis sertifikasi juga mencakup pemahaman terhadap regulasi khusus, seperti jaminan produk halal yang menjadi aspek krusial bagi agroindustri di Indonesia. Setiap personel yang bertanggung jawab dalam tim manajemen halal harus memiliki sertifikat kompetensi sebagai penyelia halal untuk memastikan seluruh rantai pasok memenuhi kriteria syariah dan teknis. Melalui pendekatan OBE, mahasiswa didorong untuk memiliki sertifikasi ganda yang mencakup aspek teknis keamanan pangan dan aspek kepatuhan syariah. Contoh aplikasinya terlihat pada industri

bumbu masak, di mana penyelia halal yang bersertifikat memiliki peran vital dalam melakukan audit terhadap bahan tambahan pangan dari pemasok luar guna memastikan tidak adanya kontaminasi silang dengan bahan non-halal di gudang penyimpanan.

Pelatihan berkelanjutan (*continuous training*) diperlukan untuk menghadapi tantangan Industri 4.0, di mana otomatisasi dan integrasi data menjadi standar baru dalam pengawasan mutu. Staf laboratorium dan pengendali proses harus dilatih untuk menggunakan perangkat lunak statistik dan sistem LIMS (*Laboratory Information Management System*) guna mendukung kecepatan pengambilan keputusan. Dalam kurikulum OBE, literasi digital ini menjadi kompetensi tambahan yang wajib dikuasai agar lulusan mampu mengelola ekosistem industri yang semakin transparan. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menggarisbawahi bahwa hambatan utama dalam adopsi teknologi mutu adalah rendahnya literasi digital staf, sehingga pelatihan berbasis teknologi menjadi prioritas utama untuk meningkatkan efisiensi. Sebagai contoh, pada pabrik penggilingan padi modern, operator dilatih untuk menggunakan sensor optik berbasis kecerdasan buatan dalam memisahkan butir patah secara otomatis, yang memerlukan keterampilan kalibrasi digital yang spesifik.

Evaluasi pasca-pelatihan merupakan tahap kritis untuk memastikan bahwa pengetahuan yang didapat telah ditransformasikan menjadi budaya mutu di lingkungan kerja. Dalam perspektif OBE, evaluasi dilakukan melalui observasi kinerja jangka panjang dan audit internal terhadap kepatuhan

prosedur. Pelatihan tidak dianggap berhasil jika angka ketidakkonsistenan produk tetap tinggi meskipun staf telah mendapatkan sertifikat. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), efektivitas pelatihan harus berkorelasi dengan penurunan jumlah klaim pelanggan dan peningkatan produktivitas. Misalnya, setelah staf di bagian pengemasan buah kaleng mengikuti pelatihan tentang integritas segel, maka harus ada penurunan yang signifikan pada temuan kaleng bocor atau kembung saat tahap inkubasi di gudang karantina.

Sertifikasi institusional, seperti ISO 17025 untuk laboratorium pengujian, menuntut sumber daya manusia di dalamnya memiliki kualifikasi pendidikan dan pelatihan yang selaras dengan ruang lingkup pengujiannya. Personel manajerial dan teknis laboratorium harus mampu membuktikan kompetensinya melalui uji profisiensi yang dilakukan secara berkala dengan laboratorium rujukan. Hal ini selaras dengan tuntutan OBE yang mengharapkan mahasiswa mampu bekerja dalam lingkungan yang terstandardisasi secara global. Sebagai gambaran, pada laboratorium penguji residu pestisida di industri hortikultura, analis harus memiliki sertifikasi khusus dalam pengoperasian instrumen kromatografi gas agar hasil uji yang dikeluarkan memiliki keabsahan hukum dan diakui oleh otoritas perdagangan negara tujuan ekspor.

Sebagai kesimpulan, pelatihan dan sertifikasi dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE merupakan investasi yang menjamin integritas produk dan profesionalisme tenaga kerja. Sinergi antara pembaruan

pengetahuan melalui pelatihan dan validasi keahlian melalui sertifikasi akan menciptakan ekosistem industri yang tangguh terhadap perubahan. Keberhasilan sistem pengawasan mutu pada akhirnya bertumpu pada kompetensi manusia yang menjalankannya secara disiplin dan etis. Dengan tenaga kerja yang terampil dan tersertifikasi, agroindustri nasional tidak hanya mampu menghasilkan produk yang aman dan berkualitas, tetapi juga memiliki daya tawar yang tinggi di pasar internasional sebagai pemain industri yang kredibel dan berorientasi pada perlindungan konsumen secara menyeluruh.

11.3 Budaya Mutu dan Keselamatan Produk

Budaya mutu dalam ekosistem agroindustri merupakan perwujudan dari nilai-nilai, keyakinan, dan perilaku kolektif seluruh anggota organisasi yang menempatkan kualitas dan keamanan produk sebagai prioritas tertinggi di atas target produksi jangka pendek. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pembentukan budaya mutu diarahkan pada pengembangan karakter profesional yang memiliki kesadaran kritis terhadap dampak setiap tindakan operasional terhadap kesehatan konsumen. Budaya ini melampaui sekadar kepatuhan terhadap prosedur operasi standar (SOP), karena ia melibatkan komitmen moral individu untuk bertindak secara benar bahkan ketika tidak ada pengawasan langsung. Sebagaimana ditegaskan oleh Hubeis et al. (2019), budaya mutu yang kuat adalah pertahanan terbaik terhadap risiko kegagalan sistemik yang tidak dapat dideteksi oleh instrumen laboratorium semata. Sebagai contoh, di industri pengolahan produk olahan susu, budaya mutu tercermin ketika seorang

operator produksi secara sukarela melaporkan adanya kebocoran kecil pada pipa sanitasi meskipun hal tersebut akan mengakibatkan penundaan jadwal produksi demi menjamin integritas sterilitas produk.

Keselamatan produk merupakan konsekuensi logis dari budaya mutu yang telah terinternalisasi, di mana setiap personel memahami bahwa kegagalan kecil dalam rantai pengawasan dapat berakibat fatal bagi keselamatan jiwa konsumen. Dalam perspektif OBE, mahasiswa dilatih untuk memahami rantai tanggung jawab hukum dan etika yang melekat pada profesi penjaminan mutu di sektor agroindustri. Fokus pada keselamatan produk mengharuskan adanya pergeseran paradigma dari pengawasan yang bersifat detektif (mencari kesalahan setelah terjadi) menjadi preventif (mencegah potensi bahaya). Merujuk pada pemikiran Gaspersz (2013), budaya keselamatan yang efektif memerlukan keterbukaan komunikasi di mana kesalahan dianggap sebagai kesempatan untuk belajar melalui analisis akar penyebab, bukan sebagai dasar untuk mencari kambing hitam. Sebagai gambaran, pada industri pembekuan udang ekspor, budaya keselamatan produk memastikan bahwa setiap karyawan di bagian pengupasan sangat disiplin dalam menjaga kebersihan tangan dan alat kerja untuk mencegah kontaminasi silang bakteri patogen seperti *Salmonella* spp.

Kepemimpinan mutu (*Quality Leadership*) memegang peranan sentral dalam mentransformasikan kebijakan tertulis menjadi perilaku nyata di rantai produksi. Manajemen puncak harus memberikan teladan melalui alokasi sumber daya yang memadai untuk program keamanan pangan serta

memberikan dukungan moral bagi personel mutu dalam mengambil keputusan sulit. Dalam kurikulum berbasis OBE, mahasiswa dipersiapkan untuk menjadi pemimpin masa depan yang mampu membangun visi mutu yang inspiratif bagi bawahan mereka. Riset yang dilakukan oleh Mutala'lia et al. (2020) menunjukkan bahwa komitmen manajemen terhadap standar sertifikasi internasional secara signifikan mempercepat adopsi budaya mutu pada level operator di UKM agroindustri. Contoh aplikasinya terlihat pada industri produsen bumbu masak, di mana manajer pabrik secara rutin melakukan inspeksi mendadak bukan untuk menghukum, melainkan untuk berdialog dengan pekerja mengenai hambatan teknis yang menghalangi pencapaian standar mutu harian.

Keterlibatan karyawan secara menyeluruh (*Total Employee Involvement*) merupakan pilar utama dalam menjaga konsistensi keselamatan produk dalam jangka panjang. Budaya mutu tidak akan tumbuh jika hanya dipaksakan dari atas; ia harus tumbuh dari pemahaman setiap individu mengenai pentingnya peran mereka terhadap produk akhir. Melalui pendekatan OBE, mahasiswa didorong untuk memiliki kemampuan dalam memberikan edukasi dan motivasi kepada pekerja mengenai konsep "pelanggan internal", di mana setiap bagian harus memberikan hasil terbaik bagi bagian selanjutnya. Sebagai contoh, di industri penggilingan gandum, operator bagian pembersihan harus memastikan tidak ada kerikil atau logam yang terbawa ke bagian penggilingan, bukan hanya karena takut pada sanksi, tetapi karena mereka memahami kerusakan yang dapat

ditimbulkan pada mesin dan bahaya fisik bagi konsumen yang mengonsumsi produk akhir.

Transparansi dan integritas data dalam sistem dokumentasi mutu merupakan indikator kesehatan budaya mutu dalam sebuah organisasi agroindustri. Dalam ekosistem yang memiliki budaya mutu yang baik, pelaporan data yang tidak sesuai (*non-conformance*) dianggap sebagai masukan berharga untuk perbaikan proses, bukan sesuatu yang harus disembunyikan. OBE menekankan pada kejujuran intelektual mahasiswa dalam melaporkan hasil pengujian apa adanya tanpa adanya manipulasi angka demi memenuhi spesifikasi. Sebagaimana dijelaskan oleh Hubeis et al. (2019), kepercayaan konsumen sangat bergantung pada kejujuran industri dalam mengakui kesalahan dan melakukan tindakan penarikan produk jika diperlukan. Sebagai gambaran, pada industri minyak goreng sawit, integritas analis laboratorium dalam melaporkan nilai angka peroksida yang mulai naik di atas ambang batas menjadi kunci untuk melakukan tindakan koreksi dini sebelum produk dikemas dan terdistribusi luas ke pasar.

Pemberdayaan karyawan melalui program saran dan gugus kendali mutu menjadi instrumen praktis untuk memelihara semangat perbaikan berkelanjutan dalam budaya mutu. Organisasi harus menyediakan wadah bagi pekerja untuk menyampaikan ide-ide inovatif terkait peningkatan keamanan produk dan efisiensi pengawasan. Dalam perspektif OBE, lulusan diharapkan mampu mengelola dinamika kelompok kerja untuk memecahkan masalah kualitas secara kolaboratif. Contoh nyatanya terlihat pada industri keripik

buah, di mana ide dari operator pengemasan untuk mengubah desain tumpukan di dalam karton guna mengurangi tingkat kehancuran fisik produk dapat diimplementasikan sebagai bagian dari peningkatan standar mutu fisik. Hal ini membuktikan bahwa budaya mutu yang sehat memberikan ruang bagi kontribusi intelektual di setiap jenjang jabatan.

Faktor lingkungan kerja dan kesejahteraan SDM juga secara tidak langsung memengaruhi perilaku keselamatan produk di lingkungan agroindustri. Kelelahan fisik atau lingkungan kerja yang terlalu panas dapat menurunkan tingkat ketelitian personel dalam melakukan pengawasan titik kendali kritis (CCP). Oleh karena itu, pengawasan mutu berbasis OBE juga mempertimbangkan aspek ergonomi dan kesehatan kerja sebagai bagian dari sistem jaminan mutu yang komprehensif. Merujuk pada Gaspersz (2013), lingkungan kerja yang aman dan nyaman akan mendorong loyalitas dan kedisiplinan karyawan dalam menjalankan prosedur keamanan pangan yang ketat. Sebagai contoh, pada industri pemotongan ayam, penyediaan fasilitas ruang istirahat yang memadai dan rotasi kerja yang teratur sangat penting untuk menjaga fokus petugas inspeksi post-mortem dalam mendeteksi adanya karkas yang tidak layak konsumsi.

Sebagai kesimpulan, budaya mutu dan keselamatan produk dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE adalah hasil dari sinergi antara kepemimpinan yang berkomitmen, sistem yang tangguh, dan sumber daya manusia yang berintegritas tinggi. Pembangunan budaya ini memerlukan waktu dan konsistensi, namun memberikan fondasi yang paling kuat bagi keberlanjutan industri di masa

depan. Tenaga ahli agroindustri yang memiliki kesadaran mutu yang mendalam tidak hanya akan menjaga kualitas produk secara teknis, tetapi juga bertindak sebagai pelindung kepentingan publik. Dengan budaya mutu yang telah menjadi "cara hidup" organisasi, agroindustri nasional akan memiliki keunggulan kompetitif yang tak tergoyahkan, serta mampu memberikan jaminan keamanan pangan yang sejati bagi masyarakat lokal maupun pasar global.

BAB 12

ASESMEN PEMBELAJARAN BERBASIS OBE



Asesmen pembelajaran berbasis Outcome Based Education dalam mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri dirancang untuk mengukur secara komprehensif ketercapaian hasil belajar mahasiswa sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan, prinsip asesmen OBE menekankan keterkaitan yang selaras antara tujuan pembelajaran, proses pembelajaran, dan evaluasi sehingga penilaian tidak hanya berfokus pada penguasaan materi tetapi juga pada kemampuan menerapkan konsep dalam konteks nyata agroindustri, metode dan instrumen penilaian dikembangkan

secara beragam meliputi penilaian kognitif untuk mengukur pemahaman konseptual, penilaian keterampilan untuk menilai kemampuan analitis, praktis, dan pemecahan masalah dalam pengawasan mutu, serta penilaian sikap untuk mengevaluasi profesionalisme, etika kerja, dan kesadaran mutu, keseluruhan proses asesmen tersebut dipandu oleh rubrik penilaian pengawasan mutu agroindustri yang disusun secara jelas dan terukur sebagai acuan objektif dalam menilai kinerja mahasiswa, sehingga asesmen berbasis OBE berfungsi tidak hanya sebagai alat evaluasi hasil belajar tetapi juga sebagai sarana umpan balik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan kesiapan lulusan menghadapi tuntutan dunia agroindustri.

12.1 Prinsip Asesmen OBE

Prinsip asesmen dalam kurikulum berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) pada bidang pengawasan mutu agroindustri menekankan pada pergeseran paradigma dari pengukuran input menjadi pengukuran capaian pembelajaran yang autentik dan terukur. Implementasi asesmen ini harus selaras dengan prinsip *Constructive Alignment*, di mana metode evaluasi dirancang secara sistematis untuk memvalidasi apakah mahasiswa telah mencapai standar kompetensi yang ditetapkan dalam profil lulusan. Dalam konteks agroindustri, asesmen tidak lagi sekadar menguji hafalan teori mengenai standar ISO atau HACCP, melainkan mengukur kemampuan mahasiswa dalam melakukan analisis kritis terhadap penyimpangan mutu di lini produksi. Prinsip utama yang mendasari proses ini adalah transparansi dan

objektivitas, di mana kriteria penilaian atau rubrik harus disampaikan kepada mahasiswa sebelum proses pembelajaran dimulai agar mereka memahami target kinerja yang diharapkan.

Asesmen dalam kerangka OBE wajib bersifat berkesinambungan dan terintegrasi sepanjang siklus proses bisnis agroindustri, mulai dari penanganan bahan baku hingga produk jadi. Prinsip ini menuntut adanya keseimbangan antara asesmen formatif yang bertujuan untuk memberikan umpan balik perbaikan, serta asesmen sumatif untuk menentukan kelulusan capaian pembelajaran mata kuliah. Sebagai contoh, dalam praktikum pengawasan mutu pangan, dosen tidak hanya menilai laporan akhir, tetapi juga melakukan observasi langsung terhadap teknik sampling dan akurasi penggunaan instrumen laboratorium oleh mahasiswa. Menurut Spady (2014), efektivitas OBE sangat bergantung pada kejelasan fokus (*focus on clarity*), yang berarti setiap instrumen asesmen harus mampu memetakan kekuatan dan kelemahan mahasiswa secara spesifik terhadap sub-capaian pembelajaran yang telah didefinisikan secara operasional.

Salah satu pilar krusial dalam asesmen OBE adalah penggunaan standar performa yang berbasis pada bukti nyata atau *evidence-based assessment*. Dalam industri pengolahan hasil pertanian, bukti ini dapat berupa portofolio hasil audit internal atau desain sistem penjaminan mutu yang dibuat secara mandiri oleh mahasiswa. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa asesmen harus merefleksikan kompleksitas tantangan di dunia kerja yang sebenarnya. Dengan menggunakan rubrik analitik yang mendetail, subjektivitas

penilai dapat diminimalisir sehingga hasil evaluasi benar-benar mencerminkan tingkat penguasaan kompetensi mahasiswa. Penelitian oleh Biggs dan Tang (2011) yang dikutip dalam konteks pengembangan kurikulum modern menegaskan bahwa asesmen yang baik harus mampu mendorong mahasiswa untuk terlibat dalam aktivitas belajar tingkat tinggi (*deep learning*), bukan sekadar belajar untuk lulus ujian (*surface learning*).

Penerapan prinsip asesmen OBE juga memerlukan adaptasi terhadap teknologi digital dalam pengolahan data capaian pembelajaran atau *Learning Management System* (LMS). Dashboard pencapaian kompetensi secara individu memungkinkan dosen dan mahasiswa untuk memantau progres *Program Learning Outcomes* (PLO) secara *real-time*. Dalam mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri, integrasi teknologi ini memfasilitasi penilaian terhadap simulasi digital manajemen krisis mutu produk. Data yang dihasilkan dari asesmen ini kemudian diolah untuk melakukan *Continuous Quality Improvement* (CQI) terhadap kurikulum itu sendiri. Sebagaimana dijelaskan oleh Eldy dan Sulaiman (2015), sistem asesmen dalam OBE harus menyediakan mekanisme umpan balik yang konstruktif bagi institusi untuk mengevaluasi apakah metode pengajaran yang digunakan telah efektif dalam menghantarkan mahasiswa mencapai kompetensi yang dituju.

Fleksibilitas dan diferensiasi merupakan prinsip tambahan yang memungkinkan mahasiswa dengan kecepatan belajar berbeda untuk tetap mencapai standar kompetensi yang sama. Dalam agroindustri yang dinamis, mahasiswa

diberikan kesempatan untuk menunjukkan pencapaian mereka melalui berbagai moda, baik itu presentasi teknis, ujian berbasis kasus (*case-based*), maupun proyek kolaboratif berbasis masalah (*problem-based*). Misalnya, ketika menilai pemahaman tentang regulasi keamanan pangan global, mahasiswa dapat memilih untuk membuat video edukasi bagi UMKM atau menyusun makalah kebijakan teknis. Pendekatan ini memastikan bahwa asesmen tidak bersifat menghukum, melainkan menjadi sarana pengembangan diri yang menghargai keberagaman cara berpikir mahasiswa namun tetap berpijak pada standar mutu yang kaku dan tidak dapat ditawar.

Asesmen dalam OBE harus mampu mengukur domain afektif dan psikomotorik secara seimbang dengan domain kognitif, mengingat sektor agroindustri sangat bergantung pada integritas profesional dan keterampilan teknis. Prinsip ini diwujudkan melalui penilaian sikap kerja, kepemimpinan dalam tim QC (*Quality Control*), serta ketelitian dalam menjalankan protokol sanitasi. Seorang calon supervisor mutu tidak hanya harus cerdas secara intelektual dalam menghitung nilai statistik proses, tetapi juga harus memiliki etika profesi yang tinggi saat menemukan ketidaksesuaian produk yang membahayakan konsumen. Oleh karena itu, instrumen penilaian seperti penilaian sejawat (*peer-assessment*) dan penilaian diri (*self-assessment*) menjadi bagian integral untuk menumbuhkan kesadaran kritis dan tanggung jawab profesional mahasiswa sebelum terjun ke industri.

Keterlibatan pemangku kepentingan (*stakeholders*) dari kalangan industri dalam merancang parameter asesmen

merupakan bentuk validasi eksternal terhadap prinsip OBE. Dengan melibatkan praktisi dari pabrik pengolahan atau lembaga sertifikasi mutu, institusi pendidikan dapat menjamin bahwa rubrik yang digunakan relevan dengan kebutuhan pasar kerja saat ini. Contohnya, kriteria kelulusan untuk kompetensi penyusunan dokumen sertifikasi Halal harus merujuk langsung pada standar terbaru yang dikeluarkan oleh otoritas berwenang. Melalui kolaborasi ini, asesmen OBE berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan ekspektasi akademik dengan realitas operasional di lapangan, sehingga lulusan agroindustri memiliki daya saing yang tinggi dan kesiapan kerja yang optimal tanpa memerlukan pelatihan ulang yang ekstensif.

Terakhir, prinsip akuntabilitas publik dalam asesmen OBE mewajibkan setiap hasil penilaian dapat dipertanggungjawabkan secara transparan kepada semua pihak terkait. Dokumentasi yang sistematis terhadap hasil pekerjaan mahasiswa dan rekaman penilaiannya menjadi aset penting dalam proses akreditasi nasional maupun internasional. Dalam konteks pengawasan mutu, rekam jejak asesmen ini serupa dengan prinsip *traceability* dalam rantai pasok pangan. Jika terjadi kegagalan pencapaian kompetensi pada sebagian besar mahasiswa, maka institusi harus melakukan audit internal terhadap proses pembelajaran dan instrumen evaluasi yang digunakan. Dengan demikian, prinsip asesmen dalam OBE tidak hanya berfokus pada hasil akhir individu, tetapi juga menjadi instrumen evaluasi makro untuk menjaga kualitas pendidikan tinggi agroindustri secara berkelanjutan.

12.2 Metode dan Instrumen Penilaian

Dalam konteks Pengawasan Mutu Agroindustri berbasis *Outcome-Based Education* (OBE), pemilihan metode dan instrumen penilaian harus dilakukan secara selektif untuk memastikan bahwa setiap teknik yang digunakan mampu mengukur unjuk kerja mahasiswa secara autentik sesuai dengan standar industri pangan dan non-pangan. Metode penilaian dalam sistem ini tidak lagi didominasi oleh tes tertulis konvensional, melainkan mencakup beragam pendekatan seperti penilaian kinerja (*performance assessment*) melalui praktikum laboratorium, penilaian proyek (*project-based learning*) untuk penyelesaian masalah mutu di lini produksi, serta penilaian portofolio yang mendokumentasikan perkembangan kompetensi teknis mahasiswa dari waktu ke waktu. Untuk mendukung metode tersebut, instrumen penilaian yang digunakan harus memiliki validitas yang tinggi, seperti rubrik deskriptif yang merinci kriteria penilaian secara objektif, lembar observasi untuk memantau kedisiplinan penerapan *Good Manufacturing Practices* (GMP), serta logbook digital yang mencatat akurasi data hasil pengujian mutu. Keselarasan antara metode yang bersifat aplikatif dan instrumen yang terstruktur ini memungkinkan pendidik untuk melakukan evaluasi yang tidak hanya berfokus pada penguasaan teori, tetapi juga pada kesiapan mental dan keterampilan praktis mahasiswa dalam menghadapi dinamika pengawasan mutu di sektor agroindustri yang sesungguhnya.

12.2.1 Penilaian Kognitif

Penilaian kognitif dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE) pada mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri tidak lagi berfokus pada pengujian ingatan jangka pendek, melainkan pada kemampuan mahasiswa untuk mengintegrasikan pengetahuan teknis ke dalam pemecahan masalah kompleks. Metode penilaian ini dirancang untuk mengukur tingkat berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills* atau HOTS) sesuai dengan taksonomi Bloom yang direvisi, mulai dari tahap analisis hingga evaluasi kebijakan mutu. Sebagai contoh, alih-alih hanya meminta mahasiswa mendefinisikan apa itu *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP), instrumen penilaian kognitif yang efektif akan menyajikan skenario kontaminasi pada lini produksi pengolahan susu dan meminta mahasiswa menentukan titik kendali kritis yang paling efektif untuk memitigasi risiko tersebut. Menurut Spady (2014), esensi dari penilaian dalam OBE adalah memastikan bahwa mahasiswa dapat mendemonstrasikan apa yang mereka ketahui secara substantif, sehingga setiap butir soal harus memiliki korelasi langsung dengan *Course Learning Outcomes* (CLO) yang telah ditetapkan.

Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE) untuk bidang Pengawasan Mutu Agroindustri, penilaian kognitif tidak hanya bertujuan untuk menguji daya ingat mahasiswa terhadap teori, tetapi lebih ditekankan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills* atau HOTS) dalam memecahkan masalah mutu yang kompleks.

Berikut adalah penjelasan mengenai Metode dan Instrumen Penilaian kognitif tersebut:

1. Metode Penilaian Kognitif

Metode yang digunakan harus mencerminkan kemampuan analisis dan evaluasi mahasiswa terhadap standar mutu (seperti ISO, HACCP, atau SNI). Beberapa metode yang relevan meliputi:

- a. Studi Kasus (*Case Study*): Mahasiswa diberikan data riil mengenai kegagalan mutu pada suatu produk agroindustri (misalnya kontaminasi aflatoksin pada jagung) dan diminta untuk menganalisis akar penyebabnya (*root cause analysis*).
- b. Tes Tertulis Terstruktur: Menggunakan soal pilihan ganda yang bersifat aplikatif atau soal esai yang menuntut mahasiswa menjelaskan prosedur pengendalian mutu secara sistematis.
- c. Presentasi Analitis: Menilai kemampuan mahasiswa dalam mengartikulasikan pemahaman mereka mengenai regulasi pangan dan standar teknis agroindustri.

2. Instrumen Penilaian Kognitif

Instrumen adalah alat bantu yang digunakan untuk mengukur capaian kognitif secara terukur dan objektif:

- a. Soal Berbasis Kasus (HOTS): Instrumen soal yang dirancang pada level kognitif C₄ (Analisis), C₅ (Evaluasi), hingga C₆ (Kreasi) dalam Taksonomi Bloom.
- b. Rubrik Penilaian Esai: Panduan penilaian yang memiliki kriteria jelas, seperti ketepatan logika, kedalaman

analisis data, dan kesesuaian solusi dengan regulasi yang berlaku.

- c. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM): Instrumen untuk memantau proses berpikir mahasiswa dalam menyusun diagram alir proses produksi atau rencana HACCP.

3. Pemetaan Level Kognitif dalam Pengawasan Mutu

Dalam OBE, instrumen penilaian kognitif harus dipetakan berdasarkan tingkat kesulitannya:

Level Kognitif	Contoh Penerapan dalam Agroindustri	Instrumen
Pengetahuan (C1-C2)	Menjelaskan definisi sanitasi dan higiene.	Tes Objektif (Pilihan Ganda)
Aplikasi (C3)	Menghitung batas kendali statistik (SPC) pada data produksi.	Soal Hitungan / Studi Kasus
Analisis (C4)	Mendeteksi penyimpangan pada grafik kendali mutu.	Analisis Data Tren
Evaluasi (C5)	Memutuskan apakah suatu lot produk layak rilis atau ditolak.	Justifikasi Teknis

Instrumen penilaian kognitif yang umum digunakan dalam bidang agroindustri meliputi ujian berbasis kasus (*case-based exams*), tes objektif yang diperluas, dan analisis data laboratorium. Dalam konteks pengawasan mutu, tes kognitif harus mampu memvalidasi pemahaman mahasiswa terhadap standar regulasi nasional maupun internasional secara akurat.

Contoh implementasinya adalah pemberian data hasil uji proksimat atau kadar air dari sekumpulan sampel komoditas perkebunan, di mana mahasiswa diminta melakukan inferensi statistik untuk memutuskan apakah lot tersebut layak diterima atau harus ditolak berdasarkan batas kendali mutu yang berlaku. Penekanan pada aspek kognitif ini sangat krusial karena keputusan manajerial dalam agroindustri harus didasarkan pada landasan teoritis yang kuat. Sebagaimana ditegaskan oleh Biggs dan Tang (2011), keselarasan konstruktif antara metode penilaian dan aktivitas pembelajaran akan memaksa mahasiswa untuk terlibat dalam pembelajaran mendalam yang melampaui sekadar penguasaan informasi superficial.

Integrasi teknologi dalam metode penilaian kognitif kini menjadi kebutuhan mendesak untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran capaian pembelajaran. Penggunaan platform penilaian berbasis komputer memungkinkan dosen untuk merancang bank soal yang dinamis dengan berbagai tipe stimulus, seperti video proses produksi yang mengandung kesalahan prosedur sanitasi yang harus diidentifikasi oleh mahasiswa. Metode ini memberikan umpan balik instan yang sangat berguna bagi proses perbaikan berkelanjutan (*Continuous Quality Improvement*). Penelitian oleh Eldy dan Sulaiman (2015) menunjukkan bahwa penilaian kognitif yang terintegrasi dengan sistem pemantauan capaian pembelajaran memberikan gambaran yang lebih transparan mengenai progres mahasiswa dalam mencapai kompetensi inti. Dengan data yang terukur, dosen dapat mengidentifikasi sub-topik pengawasan mutu mana yang paling sulit dipahami

oleh mahasiswa dan menyesuaikan strategi pengajaran pada siklus berikutnya.

Selain ujian tulis, penilaian kognitif dalam OBE juga dapat diwujudkan melalui tugas proyek mandiri yang menekankan pada sintesis pengetahuan. Mahasiswa dapat diminta untuk menyusun draf dokumen sistem manajemen mutu (SMM) untuk sebuah unit pengolahan hasil pertanian skala kecil sebagai bentuk asesmen kognitif tingkat tinggi. Dalam tugas ini, mahasiswa harus menunjukkan kemampuan mereka dalam menginterpretasikan klausul-klausul ISO 9001:2015 ke dalam prosedur operasional standar (SOP) yang aplikatif. Contoh ini merefleksikan prinsip bahwa pengetahuan kognitif bukan sekadar teori di atas kertas, melainkan alat untuk merancang solusi teknis yang kredibel di industri. Kejelasan indikator penilaian dalam rubrik kognitif menjadi kunci agar mahasiswa memahami ekspektasi performa yang diharapkan, sehingga objektivitas dalam pemberian skor tetap terjaga meskipun tugas yang diberikan bersifat terbuka dan kompleks.

Terakhir, pengembangan instrumen penilaian kognitif harus mempertimbangkan validitas dan reliabilitas konten yang selaras dengan perkembangan industri 4.0 di sektor agroindustri. Mahasiswa harus diuji mengenai pemahaman mereka terhadap sensor cerdas, otomatisasi pengujian mutu, dan penggunaan kecerdasan buatan dalam memprediksi masa simpan produk. Penilaian kognitif yang mutakhir tidak boleh terjebak pada referensi usang, melainkan harus terus memperbarui konteks soalnya dengan isu-isu terkini seperti keberlanjutan (*sustainability*) dan ketelusuran (*traceability*) pangan global. Dengan mengombinasikan berbagai metode

penilaian kognitif yang komprehensif, institusi pendidikan tinggi dapat menjamin bahwa lulusan pengawasan mutu agroindustri memiliki ketajaman intelektual yang diperlukan untuk menjaga integritas produk dan keamanan konsumen di pasar internasional.

12.2.2 Penilaian keterampilan

Penilaian keterampilan dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE) pada bidang pengawasan mutu agroindustri difokuskan pada demonstrasi kemampuan psikomotorik yang selaras dengan standar operasional industri. Berbeda dengan penilaian kognitif, penilaian keterampilan menuntut mahasiswa untuk menunjukkan kemahiran teknis dalam menggunakan instrumen laboratorium, melakukan sampling bahan baku secara akurat, hingga menerapkan protokol sanitasi secara konsisten. Dalam konteks ini, instrumen penilaian tidak lagi hanya mengukur hasil akhir, melainkan juga akurasi proses atau prosedur kerja. Sebagai contoh, saat melakukan uji kadar air menggunakan metode gravimetri, penilaian dilakukan mulai dari ketepatan penimbangan sampel, pengaturan suhu oven, hingga teknik pendinginan dalam eksikator. Menurut Spady (2014), esensi dari asesmen berbasis luaran adalah memastikan setiap mahasiswa mencapai tingkat kemahiran (*mastery*) yang diperlukan untuk menjalankan peran profesionalnya, di mana performa yang diamati menjadi bukti autentik dari pencapaian kompetensi tersebut.

Dalam sistem *Outcome-Based Education* (OBE), penilaian keterampilan (psikomotorik) merupakan inti dari kompetensi

Pengawasan Mutu Agroindustri. Hal ini dikarenakan lulusan tidak hanya dituntut untuk tahu secara teori, tetapi harus mampu melakukan prosedur teknis pengujian, pengoperasian alat, dan penjaminan mutu secara presisi. Berikut adalah penjelasan mengenai Metode dan Instrumen Penilaian keterampilan dalam konteks tersebut:

1. Metode Penilaian Keterampilan

Metode yang dipilih harus mampu menangkap kemampuan mahasiswa dalam melakukan tindakan fisik atau teknis secara akurat.

- a. Uji Kinerja (*Performance Test*): Mahasiswa diminta mendemonstrasikan prosedur laboratorium secara langsung, seperti melakukan titrasi untuk mengukur kadar asam bebas pada CPO atau melakukan teknik pengenceran sampel mikrobiologi.
- b. Asesmen Berbasis Proyek (*Project-Based Assessment*): Mahasiswa bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah mutu di lapangan, mulai dari pengambilan sampel hingga pelaporan hasil uji.
- c. Simulasi Audit Mutu: Mahasiswa berperan sebagai auditor internal untuk memeriksa kesesuaian penerapan *Good Manufacturing Practices* (GMP) di sebuah unit pengolahan hasil pertanian.
- d. Penilaian Portofolio: Pengumpulan bukti-bukti kerja (seperti laporan resmi laboratorium dan sertifikat kompetensi) yang menunjukkan perkembangan keterampilan praktis selama satu semester.

2. Instrumen Penilaian Keterampilan

Instrumen adalah alat ukur yang digunakan untuk meminimalkan subjektivitas penilai dalam mengamati keterampilan.

- a. Rubrik Analitik Kinerja: Instrumen paling utama dalam OBE. Rubrik ini merinci tahapan kerja (misal: tahap persiapan, tahap pelaksanaan/pengujian, dan tahap pembersihan) dengan skala skor yang jelas (misal: 1 = kurang, 4 = sangat mahir).
- b. Daftar Periksa (*Checklist*): Digunakan untuk prosedur yang bersifat "ya atau tidak" (dikotomis), seperti apakah mahasiswa menggunakan APD lengkap atau apakah alat sudah dikalibrasi sebelum digunakan.
- c. Lembar Observasi: Digunakan dosen/instruktur untuk mencatat perilaku teknis mahasiswa yang spesifik, seperti ketelitian dalam membaca skala meniskus pada buret.
- d. Logbook Praktikum: Instrumen bagi mahasiswa untuk mencatat secara kronologis langkah kerja dan temuan selama proses pengujian mutu dilakukan.

3. Contoh Implementasi: Pengujian Kadar Air Produk Agroindustri

Tahapan Keterampilan	Metode Penilaian	Instrumen Penilaian
Persiapan	Observasi Langsung	Checklist APD & Alat
Pengoperasian Alat	Uji Kinerja	Rubrik (Skala 1-4) pengoperasian Oven/Moisture Analyzer
Akurasi Hasil	Analisis Data	Perbandingan hasil uji dengan nilai referensi
Pelaporan	Portofolio	Rubrik penulisan laporan teknis

Implementasi penilaian keterampilan yang efektif memerlukan penggunaan rubrik performa yang mendetail dan objektif untuk meminimalkan bias penilai. Rubrik ini harus mencakup indikator kinerja kunci (*Key Performance Indicators*) yang mencerminkan realitas di lantai produksi atau laboratorium kontrol kualitas. Dalam mata kuliah Pengawasan Mutu Agroindustri, penilaian dapat dilakukan melalui *Direct Observation of Procedural Skills* (DOPS), di mana dosen atau instruktur mengamati mahasiswa saat melakukan kalibrasi alat ukur seperti refraktometer atau pH-meter. Ketelitian dalam membaca skala dan kemampuan melakukan pembersihan alat pasca-analisis menjadi poin krusial dalam penilaian ini. Sebagaimana dijelaskan oleh Biggs dan Tang (2011), penilaian yang bersifat performatif mendorong mahasiswa untuk

melakukan praktik yang bermakna, di mana umpan balik instan selama proses observasi membantu mereka memperbaiki teknik motorik secara langsung sebelum memasuki tahap evaluasi sumatif.

Metode penilaian berbasis proyek (*Project-Based Assessment*) juga menjadi instrumen vital untuk mengukur keterampilan integratif mahasiswa dalam menangani masalah mutu yang bersifat multidimensi. Dalam skema ini, mahasiswa ditantang untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengendalian mutu pada lini pengolahan komoditas tertentu, misalnya pada industri pengolahan kopi atau kelapa sawit. Keterampilan yang dinilai mencakup kemampuan menyusun diagram alir proses, mengidentifikasi titik kritis secara fisik di lapangan, hingga mengoperasikan perangkat lunak statistik untuk pengendalian proses (*Statistical Process Control*). Penelitian oleh Eldy dan Sulaiman (2015) menekankan bahwa sistem penilaian dalam OBE harus mampu memetakan perkembangan keterampilan mahasiswa secara berkelanjutan (*continuous assessment*), sehingga institusi dapat menjamin bahwa setiap lulusan memiliki kesiapan teknis yang sesuai dengan kebutuhan *stakeholder* industri agroindustri yang dinamis.

Pemanfaatan teknologi simulasi dan laboratorium virtual kini juga mulai diintegrasikan sebagai bagian dari instrumen penilaian keterampilan, terutama untuk prosedur yang memiliki risiko tinggi atau memerlukan biaya operasional yang besar. Mahasiswa dapat dinilai keterampilannya dalam merespons simulasi kegagalan mesin pengolahan atau kontaminasi silang dalam lingkungan virtual sebelum mereka

diterjunkan ke pabrik mitra. Meskipun bersifat simulasi, parameter penilaian tetap merujuk pada standar kompetensi kerja nasional. Sebagai contoh, dalam menilai keterampilan audit internal, mahasiswa diberikan akses ke simulasi basis data produksi dan diminta untuk menemukan anomali data serta melakukan tindakan koreksi yang tepat. Pendekatan ini memastikan bahwa aspek psikomotorik tidak hanya terbatas pada gerakan fisik, tetapi juga pada keterampilan teknis-digital yang menjadi tuntutan di era Industri 4.0.

Akhirnya, penilaian keterampilan dalam OBE diakhiri dengan tahap validasi melalui portofolio kerja yang mendokumentasikan seluruh capaian teknis mahasiswa selama satu semester. Portofolio ini berisi rekaman video unjuk kerja, laporan analisis mutu, hingga sertifikat kompetensi parsial yang diperoleh dari unit uji kompetensi terkait. Dalam industri agroindustri, dokumentasi keterampilan ini berfungsi mirip dengan catatan logistik atau *batch record* yang membuktikan bahwa seluruh prosedur telah dijalankan sesuai standar. Dengan menyatukan berbagai metode penilaian mulai dari observasi langsung, penilaian proyek, hingga portofolio, program studi dapat memberikan jaminan mutu terhadap lulusannya. Hal ini menciptakan siklus akuntabilitas di mana hasil asesmen keterampilan menjadi dasar bagi *Continuous Quality Improvement* (CQI) untuk menyempurnakan fasilitas laboratorium dan metode instruksional di masa mendatang.

12.2.3 Penilaian sikap

Penilaian sikap dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE) pada program studi agroindustri memegang peranan vital karena integritas dan profesionalisme adalah pondasi utama dalam sistem penjaminan mutu pangan. Berbeda dengan penilaian kognitif atau keterampilan yang bersifat teknis, penilaian sikap berfokus pada internalisasi nilai-nilai etika, tanggung jawab sosial, dan kesadaran akan keamanan konsumen (*food safety culture*). Dalam kurikulum berbasis OBE, sikap tidak dipandang sebagai variabel pendukung, melainkan sebagai salah satu profil lulusan yang harus diukur melalui indikator perilaku yang teramati secara konsisten. Sebagai contoh, dalam praktikum pengawasan mutu, sikap jujur mahasiswa dinilai ketika mereka melaporkan data hasil uji laboratorium yang tidak sesuai spesifikasi (*out of specification*) alih-alih memanipulasi data agar terlihat memenuhi standar. Menurut Spady (2014), keberhasilan OBE sangat ditentukan oleh kemampuan institusi dalam mentransformasikan nilai-nilai abstrak menjadi perilaku konkret yang dapat dievaluasi melalui standar kinerja yang jelas.

Dalam *Outcome-Based Education* (OBE) untuk bidang Pengawasan Mutu Agroindustri, penilaian sikap (afektif) memegang peranan vital. Hal ini karena seorang pengawas mutu (*Quality Control/Quality Assurance*) tidak hanya membutuhkan kecerdasan intelektual, tetapi juga integritas tinggi, ketelitian, dan kedisiplinan dalam menerapkan standar keamanan pangan yang berdampak langsung pada kesehatan

konsumen. Berikut adalah penjelasan mengenai Metode dan Instrumen Penilaian sikap:

1. Metode Penilaian Sikap

Metode penilaian afektif dalam OBE dirancang untuk mengamati internalisasi nilai-nilai profesionalisme agroindustri:

- a. Observasi Perilaku: Pengamatan langsung oleh dosen atau instruktur selama kegiatan di laboratorium atau kunjungan industri. Hal yang diamati meliputi kejujuran dalam melaporkan data (tidak memanipulasi hasil uji) dan kepatuhan terhadap prosedur K3.
- b. Penilaian Diri (*Self-Assessment*): Mahasiswa diminta merefleksikan sejauh mana mereka telah menerapkan etika kerja pengawasan mutu dan tanggung jawab terhadap kebersihan lingkungan kerja.
- c. Penilaian Antar Teman (*Peer Assessment*): Berguna saat kerja tim atau proyek kelompok untuk menilai kontribusi, kerjasama, dan kepemimpinan anggota tim dalam menyelesaikan tugas penjaminan mutu.
- d. Teknik Jurnal: Catatan anekdot harian mengenai kejadian menonjol (positif maupun negatif) yang dilakukan mahasiswa terkait sikap profesional di lapangan.

2. Instrumen Penilaian Sikap

Instrumen digunakan untuk mengubah pengamatan yang bersifat subjektif menjadi data yang lebih terukur:

- a. Lembar Observasi/Daftar Periksa Sikap: Berisi butir-butir nilai yang harus ditunjukkan mahasiswa. Contoh butir sikap dalam pengawasan mutu:

- 1) Integritas: Melaporkan hasil uji apa adanya meskipun tidak sesuai standar.
 - 2) Ketelitian: Memastikan semua instrumen bersih sebelum digunakan.
 - 3) Tanggung Jawab: Merapikan kembali area kerja sesuai prinsip 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke).
- b. Skala Sikap (*Likert Scale*): Menggunakan rentang nilai (misal: 1-4) dari "Sangat Jarang" hingga "Selalu" untuk menunjukkan konsistensi sikap mahasiswa.
 - c. Format Penilaian Karakter Profesional: Instrumen khusus yang menilai kesiapan kerja, seperti ketepatan waktu (*punctuality*) dan kemampuan menerima kritik saat hasil kerjanya dikoreksi oleh supervisor atau dosen.

3. Komponen Sikap Utama di Bidang Pengawasan Mutu

Komponen Sikap	Indikator yang Dinilai	Instrumen Terkait
Disiplin	Kepatuhan pada standar GMP dan penggunaan APD lengkap.	Lembar Observasi
Kejujuran	Objektivitas dalam pencatatan data hasil analisis mutu.	Jurnal Refleksi / Peer Assessment
Kerjasama	Kemampuan berkoordinasi dalam tim penanganan krisis mutu.	Rubrik Kerja Kelompok
Peduli Lingkungan	Penanganan limbah laboratorium agroindustri yang benar.	Checklist K3

Asesmen sikap dalam OBE bukan sekadar formalitas, melainkan cara untuk memastikan bahwa lulusan memiliki etika profesi yang kuat sebelum terjun ke dunia industri agroindustri yang sangat teregulasi.

Metode penilaian sikap yang efektif dalam agroindustri melibatkan penggunaan instrumen observasi perilaku dan penilaian diri (*self-assessment*) yang dilakukan secara berkala. Instrumen ini dirancang untuk menangkap aspek afektif seperti kedisiplinan dalam penggunaan alat pelindung diri (APD), ketelitian dalam pencatatan dokumen mutu, dan kepatuhan terhadap protokol sanitasi. Penilaian sejawat (*peer-assessment*) juga menjadi metode yang sangat relevan, terutama dalam kerja tim di lini produksi atau laboratorium. Mahasiswa dinilai oleh rekan kelompoknya mengenai kontribusi, kerja sama, dan kepemimpinan dalam menyelesaikan masalah mutu. Sebagaimana ditegaskan oleh Biggs dan Tang (2011), lingkungan belajar harus diciptakan sedemikian rupa sehingga mahasiswa merasa bertanggung jawab atas tindakan mereka, di mana asesmen afektif berfungsi sebagai alat refleksi untuk membangun karakter profesional yang tangguh sebelum mereka terjun ke industri yang memiliki risiko tinggi terhadap kesehatan publik.

Integrasi penilaian sikap dalam sistem *Continuous Quality Improvement* (CQI) memungkinkan dosen untuk memantau perkembangan afektif mahasiswa secara longitudinal. Dalam konteks pengawasan mutu agroindustri, sikap kerja yang proaktif dalam mengidentifikasi potensi bahaya di rantai produksi merupakan kompetensi yang sangat dicari oleh industri. Penggunaan rubrik afektif yang mendetail

memfasilitasi objektivitas dalam menilai hal-hal yang bersifat kualitatif. Misalnya, seorang mahasiswa yang memiliki nilai kognitif tinggi namun sering mengabaikan prosedur keselamatan kerja akan mendapatkan skor sikap yang rendah, yang pada akhirnya akan mempengaruhi nilai capaian pembelajaran mata kuliah tersebut secara keseluruhan. Penelitian oleh Eldy dan Sulaiman (2015) menunjukkan bahwa pendekatan OBE yang komprehensif harus mencakup mekanisme umpan balik yang membantu mahasiswa menyadari kekurangan perilaku mereka dan memberikan motivasi untuk melakukan perbaikan sikap demi mencapai standar profesionalisme yang diharapkan.

Penerapan penilaian sikap juga harus mencakup dimensi etika bisnis dan keberlanjutan lingkungan yang menjadi isu sentral dalam agroindustri modern. Instrumen penilaian dapat berupa studi kasus dilematis di mana mahasiswa diminta mengambil keputusan etis ketika dihadapkan pada situasi antara efisiensi biaya produksi dan pemenuhan standar mutu yang ketat. Penilaian dilakukan terhadap argumentasi dan posisi moral yang diambil oleh mahasiswa. Contoh konkretnya adalah bagaimana seorang calon manajer mutu bersikap saat menemukan bahan baku yang terkontaminasi namun terdapat tekanan dari pihak manajemen untuk tetap melanjutkan proses produksi demi mengejar target pengiriman. Asesmen semacam ini memastikan bahwa lulusan tidak hanya memiliki kecerdasan intelektual, tetapi juga memiliki "kompas moral" yang kuat dalam menjaga kualitas produk dan kepercayaan konsumen secara berkelanjutan.

Terakhir, dokumentasi penilaian sikap dalam portofolio pencapaian kompetensi memberikan bukti autentik kepada pemangku kepentingan mengenai kesiapan kerja lulusan dari sisi karakter. Di dunia kerja agroindustri, kesalahan teknis seringkali dapat diperbaiki melalui pelatihan, namun kegagalan etika dan sikap kerja dapat berakibat fatal bagi reputasi perusahaan dan keselamatan jiwa manusia. Oleh karena itu, asesmen sikap dalam OBE berfungsi sebagai proses penyaringan awal untuk memastikan bahwa individu yang lulus benar-benar memiliki komitmen terhadap mutu (*commitment to quality*). Dengan menyinkronkan metode penilaian sikap dengan nilai-nilai industri, institusi pendidikan tinggi agroindustri dapat menghasilkan lulusan yang tidak hanya kompeten secara teknis, tetapi juga memiliki integritas yang tinggi sebagai garda terdepan dalam pengawasan mutu produk pertanian.

12.3 Rubrik Penilaian Pengawasan Mutu Agroindustri

Rubrik penilaian dalam sistem *Outcome-Based Education* (OBE) untuk pengawasan mutu agroindustri merupakan instrumen strategis yang menjembatani antara kriteria kinerja abstrak dengan bukti pencapaian kompetensi mahasiswa yang nyata. Sebagai alat penilaian yang transparan, rubrik berfungsi untuk mendefinisikan secara eksplisit dimensi-dimensi kualitas yang diharapkan dari seorang calon praktisi penjaminan mutu, mulai dari ketepatan teknis hingga kemampuan analitis. Dalam konteks agroindustri, rubrik tidak hanya mencakup aspek benar atau salah, tetapi juga tingkatan

kemahiran (*level of mastery*) dalam mengaplikasikan standar mutu seperti ISO 22000 atau prinsip HACCP. Menurut Spady (2014), kejelasan fokus merupakan prinsip utama dalam OBE, yang berarti rubrik harus disusun dengan deskriptor yang spesifik sehingga mahasiswa memahami target kinerja yang harus dicapai sejak awal proses pembelajaran. Dengan demikian, rubrik bertindak sebagai panduan bagi mahasiswa untuk melakukan swasembada belajar dan sebagai alat bagi dosen untuk memberikan penilaian yang objektif serta konsisten.

Dalam sistem *Outcome-Based Education* (OBE), rubrik merupakan instrumen kunci yang menjembatani antara kriteria kinerja dengan level pencapaian mahasiswa. Untuk bidang Pengawasan Mutu Agroindustri, rubrik harus mencakup aspek teknis (akurasi analisis) dan aspek manajerial (kepatuhan pada standar). Berikut adalah contoh rubrik analitik untuk salah satu kompetensi inti: "Pelaksanaan Uji Mutu Laboratorium dan Pelaporan Hasil".

Kriteria Penilaian	Bobot	Mahir (Skor 4)	Kompeten (Skor 3)	Pemula (Skor 2)	Perlu Bimbingan (Skor 1)
Persiapan & K3 (Higiene/Sanitasi)	15%	Menggunakan APD lengkap, alat dikalibrasi dengan sempurna, dan area kerja steril.	APD lengkap, alat bersih namun kalibrasi kurang presisi.	APD tidak lengkap, persiapan alat dilakukan dengan bantuan.	Mengabaikan prosedur sanitasi dan keselamatan kerja.
Akurasi Prosedur Analisis	35%	Mengikuti SOP pengujian	Mengikuti SOP, namun terdapat	Memerlukan arahan konstan	Prosedur dilakukan secara acak

Kriteria Penilaian	Bobot	Mahir (Skor 4)	Kompeten (Skor 3)	Pemula (Skor 2)	Perlu Bimbingan (Skor 1)
		secara runtut, tanpa kesalahan teknis sedikit pun.	kesalahan kecil yang tidak fatal.	untuk menyelesaikan tahapan SOP.	dan menyimpan g dari SOP.
Pengolahan & Analisis Data	25%	Perhitungan sangat akurat, menggunakan statistik yang tepat, dan sesuai standar SNI/ISO.	Perhitungan benar, namun interpretasi data kurang mendalam.	Terdapat kesalahan dalam perhitungan atau penggunaan rumus.	Data tidak diolah atau hasil perhitungan tidak logis.
Integritas & Kejujuran Data	15%	Mencatat data mentah apa adanya secara rapi dan objektif di logbook.	Mencatat data objektif namun kurang rapi atau kurang lengkap.	Mengubah data agar sesuai target (manipulasi data ringan).	Memalsukan data hasil uji atau tidak mencatat proses.
Kesimpulan & Rekomendasi	10%	Mampu memberi rekomendasi teknis (produk lolos/tolos) secara akurat.	Menyimpulkan dengan benar namun rekomendasi kurang tajam.	Kesimpulan ada tetapi kurang didukung oleh data hasil uji.	Tidak mampu menarik kesimpulan terkait mutu produk.

Penjelasan Komponen Rubrik

1. Kriteria (*Dimensions*): Ini adalah aspek-aspek yang dinilai. Dalam agroindustri, kita tidak hanya menilai hasil akhir produk, tetapi juga proses (persiapan dan prosedur)

- karena dalam pengawasan mutu, proses yang salah akan menghasilkan data yang tidak valid.
2. Tingkat Pencapaian (*Performance Levels*): Rentang dari "Mahir" hingga "Perlu Bimbingan" memberikan gambaran posisi mahasiswa dalam kurva kompetensi. Dalam OBE, mahasiswa diharapkan mencapai minimal level "Kompeten" untuk dinyatakan lulus mata kuliah.
 3. Deskriptor: Penjelasan detail di setiap kotak (misal: "Menggunakan APD lengkap...") berfungsi untuk menghilangkan subjektivitas penilai. Siapa pun dosen yang menilai, hasilnya akan relatif sama karena parameternya jelas.
 4. Bobot: Memberikan penekanan pada bagian yang paling krusial. Dalam rubrik di atas, Akurasi Prosedur Analisis diberi bobot tertinggi (35%) karena merupakan inti dari pekerjaan pengawas mutu.

Setelah nilai dari rubrik ini keluar, dosen melakukan pemetaan. Jika seorang mahasiswa mendapat skor rendah pada kriteria "Pengolahan Data", maka pada siklus pembelajaran berikutnya, materi mengenai statistika pengendalian mutu harus diperkuat. Inilah yang disebut dengan *Continuous Quality Improvement* (CQI).

Penyusunan dimensi dalam rubrik penilaian pengawasan mutu agroindustri harus merefleksikan kompleksitas tantangan industri, yang mencakup aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif secara terintegrasi. Dimensi tersebut biasanya dibagi ke dalam beberapa kategori seperti akurasi pengambilan sampel, validitas analisis laboratorium,

interpretasi data statistik proses, hingga kemampuan komunikasi dalam melaporkan ketidaksesuaian mutu. Sebagai contoh, dalam menilai tugas penyusunan dokumen rencana HACCP, rubrik akan membagi penilaian ke dalam beberapa kriteria, mulai dari ketepatan identifikasi bahaya (biologis, kimia, fisik) hingga efektivitas penentuan batas kritis pada setiap *Critical Control Point* (CCP). Penggunaan rubrik analitik ini memungkinkan dosen memberikan nilai yang terdiferensiasi, sehingga mahasiswa yang sangat mahir dalam identifikasi bahaya namun lemah dalam penentuan batas kritis dapat mendapatkan umpan balik yang sangat spesifik untuk perbaikan di masa depan.

Implementasi rubrik dalam asesmen OBE juga menuntut adanya validitas isi yang kuat, di mana indikator yang dinilai harus selaras dengan kebutuhan dunia kerja agroindustri modern yang semakin terdigitalisasi. Hal ini sejalan dengan pandangan Biggs dan Tang (2011) mengenai *constructive alignment*, di mana tugas asesmen dan kriteria penilaiannya harus dirancang untuk memicu aktivitas belajar tingkat tinggi. Dalam praktiknya, rubrik penilaian untuk pengendalian proses statistik (SPC) harus mencakup kemampuan mahasiswa dalam menggunakan perangkat lunak untuk membuat peta kendali (*control charts*) dan mendeteksi tren penyimpangan sebelum produk cacat dihasilkan. Evaluasi terhadap kemampuan mahasiswa dalam merespons anomali data melalui tindakan korektif yang tepat menjadi indikator utama dalam rubrik, yang menunjukkan bahwa mereka tidak hanya mampu menghitung rata-rata, tetapi juga mampu mengambil keputusan manajerial yang krusial.

Penggunaan rubrik juga berperan penting dalam memfasilitasi proses umpan balik berkelanjutan atau *Continuous Quality Improvement* (CQI) di tingkat program studi. Data yang dihasilkan dari skor rubrik per kriteria dapat diolah secara agregat untuk melihat pola pencapaian *Program Learning Outcomes* (PLO) secara keseluruhan. Jika data menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa lemah dalam kriteria penilaian "Validasi Metode Analisis", maka hal ini menjadi sinyal bagi institusi untuk melakukan audit terhadap metode pengajaran atau fasilitas laboratorium yang tersedia. Sebagaimana dijelaskan oleh Eldy dan Sulaiman (2015), efektivitas implementasi OBE sangat bergantung pada kemampuan sistem asesmen dalam memberikan data yang akuntabel guna meningkatkan kualitas pendidikan. Rubrik yang terdokumentasi dengan baik menjadi bukti autentik dalam proses akreditasi nasional maupun internasional bahwa standar kompetensi lulusan telah dijaga dengan ketat.

Selain itu, rubrik penilaian dalam pengawasan mutu agroindustri harus mampu menangkap aspek etika dan tanggung jawab profesional yang seringkali sulit dikuantifikasi. Dalam rubrik penilaian praktikum atau magang industri, dimensi sikap seperti integritas dalam pelaporan data dan kesadaran terhadap keamanan pangan menjadi sangat krusial. Contohnya, deskriptor untuk level "sangat baik" dalam kriteria integritas mungkin mencakup perilaku mahasiswa yang secara proaktif melaporkan kontaminasi silang meskipun hal tersebut dapat memperlambat target produksi harian. Penilaian karakter melalui rubrik ini memastikan bahwa lulusan agroindustri tidak hanya memiliki kecerdasan intelektual,

tetapi juga memiliki integritas moral sebagai garda terdepan dalam perlindungan konsumen. Dengan memasukkan dimensi afektif ke dalam rubrik, institusi menegaskan bahwa kualitas produk tidak dapat dipisahkan dari integritas personel yang mengawasinya.

Akhirnya, pengembangan rubrik yang dinamis memerlukan keterlibatan aktif dari mitra industri agar kriteria yang ditetapkan tetap relevan dengan standar global. Seiring dengan munculnya isu-isu baru seperti ketahanan pangan, jejak karbon produk, dan *food fraud*, rubrik penilaian pengawasan mutu harus diadaptasi untuk mencakup kompetensi baru tersebut. Misalnya, rubrik penilaian proyek akhir kini dapat menambahkan kriteria mengenai kemampuan mahasiswa dalam menilai risiko penipuan bahan baku dalam rantai pasok. Melalui sinkronisasi antara rubrik akademik dan ekspektasi industri, proses asesmen dalam OBE menjadi instrumen validasi yang menjamin bahwa lulusan memiliki daya saing tinggi. Dengan demikian, rubrik penilaian bukan sekadar lembar skor, melainkan dokumen mutu yang menjamin bahwa setiap lulusan telah melalui proses evaluasi yang ketat dan sistematis sesuai dengan standar profesionalisme agroindustri.

BAB 13

STUDI KASUS DAN BEST PRACTICES



Studi kasus dan praktik baik dalam pengawasan mutu agroindustri disajikan sebagai sarana pembelajaran kontekstual untuk menghubungkan konsep dan teori dengan realitas penerapan di industri pangan agroindustri, melalui studi kasus nyata mahasiswa dan pembaca diajak memahami dinamika sistem pengawasan mutu, mulai dari penerapan standar, pengendalian proses, hingga penanganan ketidaksesuaian yang terjadi di lapangan, analisis permasalahan mutu dilakukan secara sistematis untuk

mengidentifikasi akar penyebab yang berkaitan dengan bahan baku, proses produksi, sumber daya manusia, maupun sistem manajemen, hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar perumusan solusi dan strategi perbaikan yang aplikatif dan berkelanjutan, baik melalui penyempurnaan prosedur, peningkatan kompetensi SDM, maupun penguatan sistem pengawasan mutu, sehingga penyajian studi kasus dan praktik baik tidak hanya memperkaya pemahaman konseptual tetapi juga melatih kemampuan analitis, pengambilan keputusan, dan penerapan prinsip pengawasan mutu agroindustri secara efektif sesuai dengan pendekatan pembelajaran berbasis hasil.

13.1 Studi Kasus dan Best Practices dalam Industri Pangan Agroindustri

Penerapan studi kasus dan *best practices* dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) berfungsi sebagai jembatan krusial yang menghubungkan kerangka teoretis manajemen mutu dengan realitas kompleks di rantai produksi. Melalui analisis kasus nyata, mahasiswa dituntut untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah (*problem-solving*) yang menjadi orientasi utama dalam kurikulum OBE. Studi kasus dalam industri pangan sering kali berfokus pada mitigasi risiko kontaminasi dan kegagalan sistem keamanan pangan yang memiliki dampak luas terhadap kesehatan publik. Sebagai contoh, analisis mendalam terhadap kasus penarikan produk akibat kontaminasi *Salmonella* pada industri pengolahan kacang memungkinkan mahasiswa untuk mengevaluasi

efektivitas *traceability system* dan prosedur penanganan krisis. Menurut Spady (2014), metode ini mendukung prinsip "fokus pada kejelasan" (*focus on clarity*), di mana hasil belajar diukur dari kemampuan mahasiswa mendemonstrasikan kompetensi teknisnya dalam situasi yang menyerupai dunia kerja sebenarnya.

Best practices atau praktik terbaik dalam industri agroindustri modern kini sangat menekankan pada integrasi teknologi digital untuk memperkuat pengawasan mutu secara *real-time*. Industri pangan global telah banyak mengadopsi sistem *Statistical Process Control* (SPC) yang terhubung dengan sensor IoT (*Internet of Things*) untuk memantau titik kendali kritis secara otomatis. Dalam konteks pendidikan berbasis OBE, studi kasus mengenai otomatisasi lini produksi ini memberikan wawasan kepada mahasiswa tentang bagaimana data besar (*big data*) digunakan untuk melakukan Continuous Quality Improvement (CQI). Misalnya, sebuah perusahaan pengolahan susu yang berhasil menurunkan tingkat kerusakan produk hingga 15% melalui penerapan pemeliharaan prediktif pada mesin pasteurisasi menjadi contoh nyata efisiensi industri. Sebagaimana dijelaskan oleh Biggs dan Tang (2011), penggunaan kasus autentik semacam ini mendorong terjadinya *deep learning*, di mana mahasiswa tidak sekadar menghafal standar, tetapi memahami alasan di balik penerapan standar tersebut dalam menjaga nilai ekonomi dan keamanan produk.

Implementasi standar internasional seperti ISO 22000 dan FSSC 22000 dalam berbagai sektor agroindustri, mulai dari perkebunan hingga pengolahan hasil ternak, menyediakan

basis data yang kaya untuk pembelajaran berbasis masalah. Studi kasus mengenai transisi perusahaan dari standar keamanan pangan tradisional menuju skema sertifikasi yang diakui secara global (GFSI) menyoroti pentingnya kepemimpinan manajemen dan budaya keamanan pangan (*food safety culture*). Dalam pembelajaran OBE, mahasiswa dapat ditugaskan untuk mengaudit draf dokumen sistem manajemen mutu dari sebuah unit pengolahan buah kaleng dan mengidentifikasi celah kepatuhan terhadap standar internasional tersebut. Penelitian oleh Eldy dan Sulaiman (2015) menekankan bahwa pendidikan tinggi harus menyediakan skenario pembelajaran yang dinamis agar mahasiswa memiliki fleksibilitas kognitif dalam menghadapi perubahan regulasi pangan yang sangat cepat di pasar ekspor.

Keberhasilan implementasi *best practices* juga sangat bergantung pada kemampuan sumber daya manusia dalam melakukan analisis akar masalah (*Root Cause Analysis*) terhadap setiap penyimpangan mutu. Studi kasus yang efektif dalam buku ajar harus menyertakan penggunaan alat-alat kualitas seperti diagram tulang ikan (Ishikawa) atau metode "5 Whys" dalam membedah kegagalan mutu pada produk pangan olahan. Contohnya, ketika terjadi peningkatan kadar aflatoxin pada produk berbasis jagung, mahasiswa diarahkan untuk menganalisis seluruh rantai pasok, mulai dari kondisi penyimpanan di gudang petani hingga suhu transportasi. Pendekatan ini memastikan bahwa kompetensi yang dicapai mahasiswa sesuai dengan kebutuhan industri yang menuntut ketelitian dalam diagnosa masalah sebelum mengambil tindakan korektif. Hal ini membuktikan bahwa asesmen

berbasis luaran mampu memvalidasi kesiapan kerja mahasiswa melalui portofolio penyelesaian kasus-kasus teknis yang relevan.

Selain aspek teknis, studi kasus dalam pengawasan mutu agroindustri juga menyentuh dimensi etika dan tanggung jawab sosial perusahaan. Praktik terbaik dalam penanganan limbah agroindustri atau penerapan konsep *circular economy* menjadi materi penting dalam membentuk karakter lulusan yang peduli terhadap keberlanjutan. Sebagai contoh, studi kasus mengenai industri pengolahan kelapa sawit yang berhasil mengolah limbah cair (POME) menjadi energi alternatif memberikan gambaran bahwa pengawasan mutu tidak hanya berhenti pada produk akhir, tetapi juga pada dampak proses produksi terhadap ekosistem. Dalam kerangka OBE, penilaian terhadap solusi yang ditawarkan mahasiswa dalam kasus lingkungan ini mencakup kemampuan mereka dalam menyeimbangkan antara profitabilitas perusahaan dengan standar kelestarian lingkungan, yang merupakan kompetensi krusial di era industri hijau.

Secara keseluruhan, integrasi studi kasus dan *best practices* ke dalam kurikulum pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE menciptakan ekosistem pembelajaran yang adaptif dan berorientasi pada hasil. Rekaman keberhasilan dan kegagalan industri menjadi laboratorium sosial bagi mahasiswa untuk mengasah ketajaman analisis dan integritas profesional mereka. Dokumentasi hasil analisis kasus ini selanjutnya dapat dijadikan bagian dari portofolio capaian pembelajaran yang menunjukkan tingkat kemahiran mahasiswa kepada calon pemberi kerja. Dengan paparan yang

intensif terhadap realitas industri, lulusan diharapkan tidak hanya menjadi pengawas mutu yang kompeten secara teknis, tetapi juga menjadi inovator yang mampu membawa praktik terbaik dari satu sektor agroindustri ke sektor lainnya, sehingga secara kolektif meningkatkan daya saing produk agroindustri nasional di kancah internasional.

13.1.1 Studi Kasus dan Best Practices di Indonesia

Studi Kasus 1. Pengawasan Mutu Produksi Tempe di Rumah Tempe Indonesia (RTI), Bogor

Rumah Tempe Indonesia merupakan pusat produksi sekaligus edukasi tempe modern yang menerapkan pengawasan mutu dari hulu hingga hilir. Proses pengawasan dimulai dari seleksi kedelai impor dan lokal berdasarkan ukuran biji, kadar air, dan tingkat kerusakan, dilanjutkan dengan pengendalian proses perendaman, perebusan, inokulasi ragi, serta fermentasi dengan kontrol suhu dan kelembaban. Permasalahan utama yang dihadapi adalah variasi mutu tempe akibat ketidakkonsistenan suhu fermentasi dan perbedaan kualitas kedelai dari pemasok. Variasi ini berdampak pada tekstur dan aroma produk akhir. Solusi yang diterapkan adalah standarisasi SOP fermentasi berbasis data, penggunaan ruang fermentasi terkontrol, serta penerapan sistem evaluasi pemasok berbasis mutu bahan baku. Dalam perspektif OBE, studi kasus ini menekankan capaian pembelajaran berupa kemampuan mahasiswa menganalisis faktor kritis mutu dan merancang SOP produksi pangan fermentasi yang konsisten (Nout & Kiers, 2005; Winarno, 2017).

Rumah Tempe Indonesia (RTI) yang berlokasi di Bogor sering menjadi rujukan utama dalam studi kasus pengawasan mutu pangan. Hal ini dikarenakan RTI merupakan pelopor produksi tempe modern yang menerapkan standar HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) dan GMP (*Good Manufacturing Practices*).

Berikut adalah penjelasan mengenai pengawasan mutu produksi tempe di RTI Bogor:

1. Standar Mutu Bahan Baku

Pengawasan dimulai jauh sebelum proses produksi dilakukan. RTI menerapkan seleksi ketat terhadap input produksi:

- a. Kedelai: Menggunakan kedelai non-GMO (*genetically modified organism*) dengan tingkat kebersihan tinggi dan kadar air yang terjaga.
- b. Ragi (Inokulum): Menggunakan strain murni (biasanya *Rhizopus oligosporus*) yang terstandarisasi untuk memastikan fermentasi stabil dan seragam.
- c. Air: Air yang digunakan harus memenuhi standar air minum (bebas mikrobial patogen dan logam berat).

2. Pengawasan Proses Produksi (*In-Process Control*)

RTI mengubah citra pembuatan tempe dari tradisional yang "becek" menjadi higienis. Titik kendali kritis mereka meliputi:

- a. Pencucian dan Perebusan: Suhu dan waktu dipantau ketat untuk memastikan bakteri kontaminan mati namun nutrisi kedelai tetap terjaga.

- b. Pengasaman (*Acidification*): Memastikan pH berada di kisaran 4.5-5.0. Hal ini penting untuk mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk.
 - c. Penirisan dan Pendinginan: Kedelai harus benar-benar kering secara permukaan sebelum diberi ragi agar tidak terjadi pembusukan akibat air yang terperangkap.
 - d. Inokulasi: Pemberian ragi dilakukan di ruangan bersih dengan alat yang disterilisasi untuk menghindari kontaminasi silang.
3. Pengendalian Lingkungan (Sarana dan Prasarana)
- Berbeda dengan pengrajin tradisional, RTI menggunakan fasilitas modern:
- a. Lantai dan Dinding: Menggunakan material yang mudah dibersihkan dan tidak menyerap air (epoksi atau keramik khusus).
 - b. Pakaian Kerja: Karyawan wajib menggunakan masker, penutup kepala, sarung tangan, dan sepatu khusus (sepatu *boots*).
 - c. Sirkulasi Udara: Ruang fermentasi diatur suhu dan kelembabannya secara konsisten untuk menjamin pertumbuhan jamur tempe yang putih dan tebal.
4. Pengemasan dan Labeling
- Pengawasan mutu pada tahap akhir mencakup:
- a. Material Kemasan: Menggunakan plastik *food grade* berpori atau daun pisang yang telah dibersihkan secara mekanis.
 - b. Ketertelusuran (*Traceability*): Setiap produk memiliki kode produksi dan tanggal kedaluwarsa, sehingga jika

terjadi klaim mutu, produsen bisa melacak kapan dan dari lot mana tempe tersebut berasal.

Permasalahan utama yang dihadapi RTI dalam pengawasan mutu produksi tempe adalah variasi kualitas produk yang disebabkan oleh ketidakkonsistenan kondisi fermentasi dan perbedaan mutu kedelai dari berbagai pemasok. Fluktuasi suhu dan kelembaban, terutama pada skala produksi yang besar, dapat menyebabkan fermentasi tidak merata sehingga menghasilkan tempe dengan tekstur terlalu lunak atau aroma yang kurang optimal. Selain itu, variasi kadar protein dan kadar air kedelai berpengaruh terhadap kecepatan fermentasi dan kerapatan miselium kapang. Permasalahan ini berdampak langsung pada persepsi konsumen terhadap mutu produk, serta berpotensi menurunkan kepercayaan pasar apabila tidak dikendalikan secara sistematis dan berkelanjutan.

Sebagai solusi, RTI menerapkan standarisasi SOP fermentasi berbasis data hasil pemantauan mutu secara rutin, termasuk penggunaan ruang fermentasi terkontrol dengan pengaturan suhu dan kelembaban yang stabil. Evaluasi dan pemeringkatan pemasok kedelai juga dilakukan untuk memastikan bahan baku yang digunakan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Selain itu, RTI mengintegrasikan kegiatan produksi dengan fungsi edukasi dan pelatihan, sehingga pekerja memahami pentingnya setiap tahapan pengawasan mutu dalam menjaga konsistensi produk. Dalam perspektif Outcome Based Education, studi kasus ini sangat relevan karena memberikan gambaran nyata tentang

bagaimana pengawasan mutu diterapkan di industri pangan fermentasi, sekaligus melatih kemampuan analisis mahasiswa dalam mengidentifikasi titik kritis mutu, merancang SOP, dan mengusulkan perbaikan proses berbasis capaian hasil yang terukur.

RTI berhasil membuktikan bahwa tempe, yang sering dianggap sebagai produk "rakyat" dengan sanitasi rendah, bisa diproduksi dengan standar ekspor. Studi kasus ini biasanya digunakan untuk mengajarkan mahasiswa atau praktisi tentang bagaimana industrialisasi pangan tradisional dapat meningkatkan nilai ekonomi produk melalui jaminan mutu (*Quality Assurance*).

Studi Kasus 2. Pengendalian Mutu Gula di Pabrik Gula Pradjekan, Bondowoso

Pabrik Gula Pradjekan menerapkan sistem pengawasan mutu untuk menghasilkan gula kristal putih sesuai SNI, terutama terkait warna, kemurnian, dan kadar air. Pengawasan mutu dilakukan pada tahap ekstraksi nira, pemurnian, penguapan, kristalisasi, hingga pengemasan. Permasalahan yang sering muncul adalah tingginya nilai warna ICUMSA akibat kualitas tebu yang tidak seragam dan keterlambatan pengolahan pascapanen. Hal ini menurunkan mutu produk dan efisiensi produksi. Solusi yang dilakukan meliputi penguatan kemitraan dengan petani tebu, penerapan jadwal tebang angkut yang ketat, serta pemantauan parameter mutu nira secara real time. Studi kasus ini relevan untuk OBE karena melatih kemampuan evaluasi proses produksi berbasis indikator mutu dan pengambilan keputusan berbasis data

industri (Chen & Chou, 2013; Badan Standardisasi Nasional, 2019).

Studi Kasus 2 berfokus pada Pabrik Gula (PG) Pradjekan di Bondowoso, Jawa Timur. Pabrik ini dikelola oleh PT Sinergi Gula Nusantara (SGN), bagian dari PTPN Group. Pengendalian mutu di pabrik gula sangat krusial karena produk akhirnya (Gula Kristal Putih) harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut adalah komponen utama pengendalian mutu gula di PG Pradjekan:

1. Pengendalian Bahan Baku (*On-Farm Quality Control*)

Kualitas gula sangat bergantung pada kualitas tebu yang masuk ke pabrik. PG Pradjekan menerapkan sistem seleksi ketat di pos Selector Tebu:

- a. Analisis Brix: Tebu yang diterima harus memiliki kadar Brix (kandungan gula kasar) minimal 17%. Jika di bawah standar, tebu akan ditolak.
- b. Kriteria Kebersihan (MBS): Tebu harus memenuhi kriteria MBS (Masak, Bersih, Segar).
 - 1) Mutu A: Bebas pucuk, daduk (daun kering), dan akar.
 - 2) Mutu B - E: Penurunan kualitas berdasarkan jumlah kotoran atau kondisi tebu (misalnya tebu terbakar).
- c. Sistem FIFO: Pengaturan antrean truk menggunakan prinsip *First In First Out* untuk menjaga kesegaran tebu agar tidak mengalami inversi (penurunan kadar gula akibat terlalu lama menunggu).

2. Pengendalian Proses Produksi (*In-Process Control*)

Pengawasan dilakukan di setiap stasiun kerja untuk memastikan efisiensi ekstraksi gula:

- a. Stasiun Gilingan: Mengontrol *pol ampas* (sisa gula di ampas tebu) agar seminimal mungkin.
- b. Stasiun Pemurnian: Pengaturan pH menggunakan susu kapur dan gas SO₂ (sulfitasi) untuk menghilangkan kotoran tanpa merusak struktur gula.
- c. Stasiun Penguapan & Masakan: Memastikan nira kental memiliki kejenuhan yang tepat untuk membentuk kristal gula yang seragam.

3. Parameter Kualitas Produk Akhir

Gula yang dihasilkan dianalisis di laboratorium internal dan secara berkala dikirim ke Laboratorium P3GI Pasuruan.

Parameter utamanya meliputi:

- a. Warna Larutan (ICUMSA): Menentukan tingkat keputihan gula. Semakin rendah nilai ICUMSA, semakin putih dan berkualitas gula tersebut (biasanya standar SHS/Superior High Sugar).
- b. Besar Jenis Butir (BJB): Mengukur keseragaman ukuran kristal gula (rata-rata standar sekitar 0.8- 1.2 mm).
- c. Kadar Air: Harus sangat rendah (maksimal 0.1%) untuk mencegah penggumpalan selama penyimpanan.

4. Analisis Kegagalan (Metode FMEA)

Dalam beberapa studi manajemen mutu di PG Pradjekan, digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, seperti:

- a. Scrap Sugar: Gula yang gagal mengkristal dengan sempurna atau terkontaminasi kotoran mesin.

- b. Gula Halus berlebih: Akibat proses kristalisasi yang kurang stabil, menyebabkan banyak gula yang hancur atau terlalu kecil sehingga tidak masuk standar pasar.

Permasalahan utama yang dihadapi dalam pengendalian mutu di Pabrik Gula Pradjekan adalah tingginya nilai warna gula atau ICUMSA yang disebabkan oleh kualitas tebu yang tidak seragam dan keterlambatan pengolahan pascapanen. Tebu yang terlalu lama menunggu sebelum digiling mengalami degradasi sukrosa dan peningkatan senyawa pengotor, sehingga nira menjadi lebih gelap dan sulit dimurnikan. Kondisi ini tidak hanya menurunkan mutu gula yang dihasilkan, tetapi juga mengurangi efisiensi proses produksi dan meningkatkan biaya pemurnian. Selain itu, faktor cuaca dan variasi praktik budidaya petani turut memengaruhi konsistensi mutu bahan baku, sehingga pengendalian mutu di tingkat pabrik perlu diintegrasikan dengan manajemen rantai pasok.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Pabrik Gula Pradjekan menerapkan berbagai strategi perbaikan mutu yang bersifat preventif dan berkelanjutan. Penguatan kemitraan dengan petani dilakukan melalui pembinaan budidaya tebu dan penerapan jadwal tebang angkut yang ketat agar tebu segera diproses setelah panen. Di tingkat proses, pemantauan parameter mutu nira dilakukan secara lebih intensif dan berbasis data untuk memungkinkan pengambilan keputusan cepat apabila terjadi penyimpangan mutu. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip Outcome Based Education karena memberikan contoh nyata bagaimana indikator mutu

digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja proses dan perbaikan berkelanjutan, sekaligus melatih kemampuan analitis dan pengambilan keputusan berbasis data dalam konteks agroindustri gula.

Studi Kasus 3. Pengawasan Mutu Susu Segar di Daerah Istimewa Yogyakarta

Pengawasan mutu susu segar dilakukan melalui pengujian fisik, kimia, dan mikrobiologis sebelum dipasarkan. Permasalahan utama yang ditemukan adalah tingginya cemaran mikroba akibat praktik pemerahan yang kurang higienis dan rantai dingin yang tidak optimal. Kondisi ini berisiko terhadap keamanan pangan dan penurunan umur simpan produk. Solusi yang diterapkan adalah pelatihan Good Dairy Farming Practices bagi peternak, penerapan sistem pendinginan cepat setelah pemerahan, serta pengujian mutu secara rutin sebelum distribusi. Dalam konteks OBE, studi ini menekankan capaian pembelajaran berupa kemampuan mahasiswa mengidentifikasi risiko keamanan pangan dan merancang sistem pengendalian mutu pada produk pangan segar (Walstra et al., 2019; Food and Agriculture Organization, 2011).

Studi Kasus 3 berfokus pada Pengawasan Mutu Susu Segar di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Berbeda dengan pabrik gula atau rumah tempe yang terpusat, pengawasan susu di DIY melibatkan rantai distribusi yang kompleks, mulai dari peternak rakyat, koperasi (KUD), hingga warung susu segar yang menjamur di kawasan perkotaan. Berikut adalah poin-pun utama pengawasan mutu susu segar di DIY:

1. Standar Acuan Mutu (SNI 3141.1:2011)
Pengawasan di DIY secara ketat mengacu pada SNI 3141.1:2011 tentang Susu Segar. Parameter utama yang diuji meliputi:
 - a. Berat Jenis (BJ): Minimal 1,0270 g/ml. Uji ini sangat penting di DIY untuk mendeteksi pemalsuan berupa penambahan air.
 - b. Kadar Lemak: Minimal 3,0%.
 - c. Kadar Protein: Minimal 2,8%.
 - d. Uji Alkohol (70%): Harus negatif (susu tidak pecah/menggumpal), yang menandakan susu masih segar dan tidak asam.
2. Pengawasan di Tingkat Peternak dan Koperasi
DIY memiliki basis peternakan sapi perah yang kuat (seperti di Sleman dan Kulon Progo). Pengawasan dilakukan melalui:
 - a. Higiene Pemerahan: Edukasi kepada peternak mengenai kebersihan ambing sapi dan penggunaan wadah (*milk can*) aluminium atau stainless steel yang bersih.
 - b. Rantai Dingin (*Cold Chain*): Karena suhu udara Yogyakarta yang cenderung panas, susu harus segera dibawa ke *Cooling Unit* di Koperasi (seperti KUD Sarono Makmur atau Warga Mulya) untuk didinginkan hingga suhu 4°C guna menghambat pertumbuhan bakteri.

3. Tantangan Khusus di Sektor Hilir (Warung Susu)

Yogyakarta dikenal dengan budaya "nyusu" di warung-warung kaki lima (seperti di area Jalan Kaliurang). Studi kasus di wilayah ini sering menyoroti:

- a. Cemaran Logam Berat (Pb): Karena lokasi warung yang sering berada di pinggir jalan raya yang padat, terdapat risiko kontaminasi timbal (Pb) dari asap kendaraan bermotor jika wadah susu tidak tertutup rapat.
- b. Uji Organoleptik: Pengawasan rutin terhadap warna (putih khas susu), aroma (tidak asam/amis), dan rasa (gurih khas susu) untuk menjaga kepercayaan konsumen mahasiswa dan wisatawan.
- c. Cemaran Mikroba (TPC): Pengawasan terhadap jumlah bakteri (*Total Plate Count*) untuk memastikan susu yang dijual tidak menyebabkan gangguan pencernaan.

4. Upaya Pemerintah Daerah (DPP DIY)

Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan (DPKP) DIY melakukan pengawasan berkala melalui:

- a. Pengambilan Sampel Mendadak: Melakukan *sampling* dari tingkat peternak hingga pengecer di pasar.
- b. Uji MBRT (*Methylene Blue Reduction Test*): Untuk melihat kecepatan perubahan warna yang mengindikasikan aktivitas bakteri; standar di DIY biasanya menargetkan waktu reduksi di atas 2-5 jam.

Permasalahan utama yang ditemukan dalam pengawasan mutu susu segar di wilayah ini adalah tingginya

tingkat cemaran mikroba yang disebabkan oleh praktik pemerahan yang kurang higienis dan penerapan rantai dingin yang belum optimal. Proses pemerahan yang tidak memenuhi prinsip kebersihan, seperti peralatan yang tidak disanitasi dengan baik dan kebersihan ambing yang kurang diperhatikan, meningkatkan risiko kontaminasi sejak tahap awal. Selain itu, keterbatasan fasilitas pendinginan di tingkat peternak menyebabkan suhu susu tidak segera diturunkan setelah pemerahan, sehingga mempercepat pertumbuhan mikroorganisme. Kondisi tersebut tidak hanya menurunkan mutu dan daya simpan susu, tetapi juga meningkatkan risiko penolakan produk oleh industri pengolah dan menimbulkan potensi masalah keamanan pangan.

Sebagai solusi, berbagai upaya perbaikan mutu diterapkan melalui pendekatan yang melibatkan peternak, koperasi, dan lembaga pengawas mutu. Pelatihan *Good Dairy Farming Practices* diberikan kepada peternak untuk meningkatkan kesadaran dan keterampilan dalam menjaga hygiene pemerahan dan sanitasi peralatan. Penerapan sistem pendinginan cepat setelah pemerahan, baik melalui penggunaan milk can berpendingin maupun fasilitas chilling unit di tingkat koperasi, menjadi langkah penting dalam menjaga kualitas mikrobiologis susu. Pengujian mutu secara rutin sebelum distribusi juga diperkuat untuk memastikan hanya susu yang memenuhi standar yang dipasarkan. Dalam konteks Outcome Based Education, studi kasus ini memberikan pembelajaran nyata mengenai pentingnya pengawasan mutu pangan segar berbasis risiko dan melatih

kemampuan mahasiswa dalam merancang sistem pengendalian mutu yang terintegrasi dari hulu ke hilir.

Studi Kasus 4. Manajemen Risiko Kontaminasi pada Rantai Pasok Susu Pasteurisasi

Industri susu pasteurisasi menghadapi risiko kontaminasi biologis, kimia, dan bahkan ancaman kesengajaan seperti food fraud. Permasalahan yang muncul adalah lemahnya sistem identifikasi risiko non teknis di sepanjang rantai pasok, mulai dari bahan baku hingga distribusi. Solusi yang diterapkan adalah integrasi HACCP dengan TACCP, mencakup pemetaan titik rawan kontaminasi, pembatasan akses area produksi, serta audit pemasok. Studi kasus ini memperkaya pembelajaran OBE dengan menekankan kemampuan analisis risiko komprehensif dan penerapan sistem keamanan pangan modern (Codex Alimentarius Commission, 2020; Spink & Moyer, 2011).

Studi Kasus 4 berfokus pada Manajemen Risiko Kontaminasi pada Rantai Pasok Susu Pasteurisasi. Berbeda dengan susu segar, susu pasteurisasi adalah produk yang sudah melalui proses pemanasan (biasanya pada suhu 63-72°C untuk membunuh bakteri patogen, namun tetap memerlukan penanganan yang sangat sensitif karena tidak steril secara total.

Berikut adalah analisis manajemen risiko kontaminasi di sepanjang rantai pasoknya:

1. Identifikasi Titik Risiko Kontaminasi (*Critical Points*)

Dalam manajemen risiko, kontaminasi dikategorikan menjadi tiga: Biologis (bakteri), Kimia (residu antibiotik/deterjen), dan Fisik (benda asing).

- a. Tahap Transportasi Bahan Baku
 - 1) Risiko: Kenaikan suhu susu selama perjalanan dari peternak ke pabrik.
 - 2) Manajemen: Penggunaan truk tangki berinsulasi dan pemantauan suhu secara *real-time*. Jika suhu naik di atas 4-6°C, risiko pertumbuhan mikroba meningkat drastis.
- b. Tahap Proses Pasteurisasi (In-Plant)
 - 1) Risiko: *Under-processing* (suhu pemanasan tidak mencapai target) atau kontaminasi silang antara susu mentah dan susu yang sudah matang.
 - 2) Manajemen: Penggunaan alat Pasteurizer yang dilengkapi dengan *Flow Diversion Valve* (katup yang secara otomatis membuang/mengalirkan balik susu jika suhunya belum memenuhi standar).
- c. Tahap Pengemasan (Packaging)
 - 1) Risiko: Kontaminasi dari udara lingkungan atau kemasan yang tidak steril.
 - 2) Manajemen: Proses pengemasan dilakukan secara *aseptic* atau dalam ruangan bersih (*Clean Room*) dengan filtrasi udara HEPA.
2. Manajemen Rantai Dingin (*Cold Chain Management*)

Susu pasteurisasi memiliki masa simpan yang pendek (7-14 hari). Kegagalan menjaga suhu dingin adalah risiko terbesar di tahap distribusi:

 - a. Distributor & Retailer: Risiko terjadi saat bongkar muat di gudang atau jika mesin pendingin di supermarket dimatikan saat malam hari.

- b. Mitigasi: Pemasangan *data logger* suhu pada unit pendingin dan audit rutin terhadap suhu *display case* di ritel.
- 3. Analisis Risiko dengan Metode HACCP
Pabrik biasanya menggunakan sistem HACCP untuk mengelola risiko ini:
 - a. Analisis Bahaya: Mengidentifikasi bakteri seperti *Listeria monocytogenes* atau *Salmonella*.
 - b. Penetapan CCP (Critical Control Point): Menentukan bahwa suhu pasteurisasi adalah titik mati yang harus dijaga.
 - c. Batas Kritis: Misalnya, suhu minimal 72°C selama 15 detik.
 - d. Tindakan Koreksi: Jika suhu turun, susu diproses ulang atau dibuang.
- 4. Risiko di Tangan Konsumen
Meskipun produk keluar dari pabrik dalam keadaan baik, kontaminasi bisa terjadi saat konsumen:
 - a. Meninggalkan susu di suhu ruang terlalu lama setelah dibeli.
 - b. Kontaminasi silang dari mulut botol saat diminum langsung.
 - c. Manajemen: Edukasi melalui label kemasan mengenai instruksi penyimpanan yang benar.

Manajemen risiko kontaminasi pada rantai pasok susu pasteurisasi merupakan aspek krusial dalam menjaga keamanan dan mutu produk susu yang beredar di pasar. Proses produksi susu pasteurisasi melibatkan berbagai

tahapan mulai dari pengumpulan susu segar, pengangkutan, penyimpanan, hingga pengolahan dan distribusi produk akhir. Setiap tahap ini memiliki potensi risiko kontaminasi, baik kontaminasi biologis seperti bakteri patogen, kontaminasi kimia dari residu pestisida atau bahan kimia lain, maupun kontaminasi non teknis seperti ancaman food fraud dan sabotase sengaja. Permasalahan utama dalam manajemen risiko ini adalah lemahnya sistem identifikasi dan mitigasi risiko non teknis yang dapat terjadi di luar kendali langsung produksi, seperti kesengajaan memasukkan bahan berbahaya atau manipulasi data mutu.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, industri susu pasteurisasi mengintegrasikan sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) dengan *Threat Assessment Critical Control Point* (TACCP). Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada identifikasi dan pengendalian bahaya teknis yang nyata, tetapi juga memperhitungkan ancaman non teknis melalui pemetaan titik rawan keamanan, pembatasan akses ke area-area sensitif produksi, serta audit ketat terhadap pemasok dan distribusi. Sistem integrasi ini memungkinkan penanganan risiko secara komprehensif, sehingga produk susu pasteurisasi dapat dipastikan aman dari berbagai jenis kontaminasi. Implementasi manajemen risiko ini juga melibatkan pelatihan karyawan dan penerapan budaya keamanan pangan di seluruh lini produksi.

Dalam konteks *Outcome Based Education*, studi kasus ini menjadi contoh penerapan konsep manajemen risiko secara menyeluruh yang melibatkan aspek teknis dan non teknis dalam industri pangan. Mahasiswa dilatih untuk mampu

mengidentifikasi berbagai jenis risiko keamanan pangan, menyusun peta risiko rantai pasok, serta merancang strategi mitigasi yang efektif dan terintegrasi. Hal ini memperkuat kompetensi analisis risiko dan pengambilan keputusan berbasis data dan informasi yang valid, sekaligus menyiapkan lulusan yang siap menghadapi tantangan kompleks dalam pengawasan mutu agroindustri modern.

Studi Kasus 5. Pengendalian Mutu Produk Getuk Pisang di Industri Pangan Lokal Kediri

Industri getuk pisang menghadapi tantangan dalam menjaga konsistensi rasa, tekstur, dan daya simpan produk tradisional. Permasalahan utama adalah variasi kematangan pisang sebagai bahan baku dan sanitasi proses produksi yang belum optimal. Hal ini menyebabkan fluktuasi mutu produk dan potensi penolakan konsumen. Solusi yang diterapkan meliputi klasifikasi bahan baku berdasarkan tingkat kematangan, penerapan sanitasi sederhana berbasis GMP, serta penggunaan kemasan yang lebih higienis. Dalam pendekatan OBE, studi ini melatih kemampuan mahasiswa dalam meningkatkan mutu pangan tradisional berbasis teknologi tepat guna (Fellows, 2017; Winarno, 2017).

Studi Kasus 5 berfokus pada Getuk Pisang, camilan khas Kediri yang memiliki karakteristik unik karena dibungkus daun pisang dan berbentuk menyerupai lontong. Pengendalian mutu pada industri ini cukup menantang karena melibatkan bahan baku hasil pertanian yang sifatnya musiman dan proses tradisional yang sedang bertransformasi menuju standar

industri. Berikut adalah poin-poin utama pengendalian mutu Getuk Pisang di Kediri:

1. Pengendalian Bahan Baku (Seleksi Pisang)

Kualitas getuk pisang sangat ditentukan oleh jenis dan tingkat kematangan bahan baku:

- a. Varietas Spesifik: Harus menggunakan Pisang Raja Nangka. Pisang ini dipilih karena memiliki tekstur yang padat dan rasa asam-manis yang khas setelah dikukus.
- b. Tingkat Kematangan: Pisang yang terlalu matang akan membuat tekstur getuk menjadi lembek (benyek), sedangkan yang kurang matang akan terasa sepet.
- c. Sortasi Fisik: Pemisahan pisang yang busuk atau terkena penyakit agar tidak merusak rasa dan mempercepat pembusukan produk akhir.

2. Pengawasan Proses Produksi

Proses pembuatan getuk pisang di Kediri umumnya melalui tahap-tahap kritis berikut:

- a. Pengukusan Tahap I: Pisang dikukus dengan kulitnya untuk mempertahankan aroma. Pengawasan dilakukan pada lama waktu pengukusan agar pati tergelatinisasi sempurna.
- b. Penggilingan & Pencampuran: Daging pisang dihancurkan dan dicampur dengan gula pasir serta sedikit garam. Di sini, pengendalian homogenitas sangat penting agar tidak ada gumpalan pati.
- c. Pengukusan Tahap II: Setelah dibungkus daun pisang, getuk dikukus kembali. Proses ini berfungsi sebagai sterilisasi komersial sederhana untuk mematikan mikroba kontaminan dari daun atau tangan pekerja.

3. Pengendalian Mutu Kemasan (Daun Pisang)

Daun pisang bukan sekadar pembungkus, tetapi juga penyumbang aroma. Titik kendali mutunya adalah:

- a. Kebersihan: Daun harus dibersihkan secara manual atau dicuci untuk menghilangkan debu dan sisa pestisida.
- b. Integritas: Daun tidak boleh robek agar air kukusan tidak masuk ke dalam adonan (yang dapat menyebabkan getuk cepat berlendir/basi).

4. Masalah Mutu: Perubahan Warna dan Masa Simpan

Getuk pisang tidak menggunakan pengawet kimia, sehingga pengendalian mutu berfokus pada:

- a. Oksidasi: Pisang mudah berubah warna menjadi coklat gelap jika terpapar udara terlalu lama sebelum dikukus.
- b. Aktivitas Air: Tekstur getuk yang basah membuatnya rentan terhadap jamur. Industri di Kediri biasanya mengendalikan mutu dengan memastikan proses pengukusan akhir cukup lama untuk mengurangi populasi mikroba.
- c. Masa Simpan: Biasanya hanya bertahan 2-3 hari di suhu ruang. Pengendalian dilakukan dengan sistem stok *Fresh Daily*.

Produk tradisional seperti getuk pisang sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan baku, khususnya tingkat kematangan pisang yang digunakan. Variasi kematangan ini menyebabkan fluktuasi rasa manis dan kelembutan tekstur, yang pada akhirnya berdampak pada kepuasan konsumen dan

daya saing produk di pasar lokal maupun lebih luas. Selain itu, proses produksi yang belum sepenuhnya menerapkan standar sanitasi dan kebersihan berpotensi menyebabkan kontaminasi mikroba, yang memperpendek umur simpan dan menurunkan kualitas produk.

Permasalahan lain yang sering ditemui adalah kurang optimalnya penerapan *Good Manufacturing Practices* (GMP) di tingkat produksi kecil dan menengah, khususnya dalam hal pengelolaan lingkungan produksi, kebersihan peralatan, dan pelatihan tenaga kerja. Sanitasi yang kurang memadai meningkatkan risiko kontaminasi silang dan degradasi produk. Kemasan yang masih sederhana dan kurang higienis juga menjadi faktor yang membatasi daya simpan dan menjaga kesegaran produk, sehingga produk cenderung harus segera dikonsumsi atau dijual. Kondisi ini menjadi hambatan dalam pengembangan industri getuk pisang agar mampu bersaing di pasar yang semakin menuntut kualitas dan keamanan pangan.

Sebagai solusi, industri pangan getuk pisang di Kediri mulai menerapkan klasifikasi bahan baku berdasarkan tingkat kematangan pisang untuk menghasilkan produk dengan rasa dan tekstur yang lebih konsisten. Penerapan sanitasi sederhana berbasis GMP dilakukan dengan meningkatkan kebersihan area produksi dan peralatan, serta memberikan pelatihan kepada pekerja mengenai pentingnya higiene dalam proses produksi. Selain itu, inovasi kemasan yang lebih higienis dan tahan lama mulai diadopsi untuk memperpanjang umur simpan produk tanpa mengorbankan kualitas. Pendekatan teknologi tepat guna ini tidak hanya meningkatkan mutu produk, tetapi juga menguatkan daya

saing industri lokal. Dari sudut pandang Outcome Based Education, studi kasus ini mengajarkan mahasiswa bagaimana menerapkan prinsip pengawasan mutu secara praktis pada produk pangan tradisional dengan sumber daya terbatas, sekaligus melatih kemampuan inovasi dan perbaikan proses berbasis data mutu.

Best Practices 1. Integrasi Hulu-Hilir (*Supply Chain Integration*)

Industri pangan yang sukses di Indonesia menerapkan sistem kemitraan dengan petani untuk menjaga stabilitas pasokan.

1. Kemitraan Terintegrasi: Perusahaan menyediakan bibit unggul, pupuk, dan pendampingan teknis kepada petani (seperti yang dilakukan industri susu atau tebu).
2. *Traceability* (Ketertelusuran): Kemampuan untuk melacak asal bahan baku hingga ke lahan petani. Hal ini sangat penting untuk komoditas seperti kopi, kakao, dan kelapa sawit guna memenuhi standar keberlanjutan global.

Best Practices 2. Penerapan Standar Keamanan Pangan Global

Bukan lagi sekadar pilihan, standar berikut telah menjadi kewajiban bagi industri skala besar:

1. *Good Manufacturing Practices* (GMP): Pedoman cara produksi yang baik, mencakup desain pabrik, sanitasi pekerja, hingga pemeliharaan alat.
2. HACCP & ISO 22000: Fokus pada pengendalian titik kritis untuk mencegah kontaminasi fisik, kimia, dan biologi.

3. Sertifikasi Halal: Mengingat Indonesia adalah pasar muslim terbesar, sertifikasi Halal (BPJPH) merupakan aspek kritis dalam pengendalian mutu dan pemasaran.

Best Practices 3. Pemanfaatan Teknologi Proses & Otomasi
Transformasi dari industri tradisional ke Agroindustri 4.0 mencakup:

1. Teknologi Pengolahan Minimal: Penggunaan suhu rendah atau tekanan tinggi untuk menjaga nutrisi pangan lokal (seperti pada sari buah atau sayuran siap saji).
2. Otomasi Pengemasan: Mengurangi kontak tangan manusia untuk menurunkan risiko kontaminasi dan meningkatkan kecepatan produksi.
3. Digital Monitoring: Penggunaan sensor untuk memantau suhu gudang atau tangki fermentasi secara *real-time*.

Best Practices 4. Pengolahan Limbah dan *Circular Economy*
Industri pangan modern di Indonesia mulai beralih ke prinsip *zero waste*:

1. Pemanfaatan Sampingan: Contohnya, ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar boiler (bioenergi) atau kulit kopi diolah menjadi pupuk organik/pakan ternak.
2. Water Recycling: Mengolah kembali air limbah produksi agar dapat digunakan kembali untuk proses pembersihan non-produk.

Best Practices 5. Keunggulan Lokal (*Local Wisdom*)

Banyak agroindustri di Indonesia yang sukses dengan memadukan teknologi modern dan kearifan lokal, seperti:

1. Industri Tempe Modern: Menggunakan mesin kupas kedelai namun tetap menjaga suhu fermentasi alami.
2. Industri Gula Merah/Semut: Menggunakan sistem kristalisasi modern namun tetap mempertahankan aroma khas nira kelapa asli.

13.1.2 Studi Kasus dan Best Practices Internasional

Studi Kasus 1. Nestlé: Transparansi Rantai Pasok Global

Studi kasus Nestlé mengenai transparansi rantai pasok global merupakan contoh penting dalam manajemen mutu dan keamanan pangan di industri pangan agroindustri berskala internasional. Sebagai perusahaan makanan dan minuman terbesar di dunia, Nestlé menghadapi tantangan kompleks dalam menjaga kualitas dan keamanan bahan baku yang berasal dari berbagai negara dengan kondisi produksi yang beragam. Untuk itu, Nestlé mengembangkan sistem manajemen mutu terpadu yang menggabungkan standar internasional seperti ISO 22000 dan penerapan HACCP secara ketat di seluruh proses produksi. Salah satu fokus utama adalah transparansi rantai pasok, yang memungkinkan perusahaan memantau asal-usul bahan baku, praktek budidaya, serta kepatuhan pemasok terhadap standar keamanan pangan dan keberlanjutan.

Sebagai perusahaan makanan terbesar di dunia, Nestlé menghadapi tantangan dalam mengawasi ribuan pemasok di berbagai negara.

1. Masalah: Risiko deforestasi, pekerja anak, dan kualitas bahan baku yang tidak seragam pada komoditas seperti kakao, kopi, dan minyak sawit.

2. Solusi: Nestlé menerapkan *Responsible Sourcing Standard* dan menggunakan teknologi Blockchain serta platform digital (seperti AGRIVI) untuk memantau data agronomis secara *real-time*.
3. Hasil: Nestlé berhasil mencapai transparansi hampir 100% pada rantai pasok utamanya, memastikan bahan baku diproduksi tanpa merusak hutan dan sesuai standar keamanan pangan internasional.

Permasalahan yang sering dihadapi dalam rantai pasok global Nestlé termasuk risiko kontaminasi, variabilitas mutu bahan baku, serta potensi pelanggaran etika dan sosial di tingkat petani atau pemasok. Untuk mengatasi hal ini, Nestlé menerapkan program kemitraan dengan para petani yang meliputi pelatihan teknis, audit berkala, dan sistem pelaporan berbasis teknologi digital. Penggunaan teknologi blockchain juga mulai diterapkan untuk meningkatkan transparansi dan akurasi data dalam pelacakan bahan baku dari ladang hingga pabrik. Sistem ini memungkinkan deteksi dini terhadap potensi risiko, sehingga tindakan korektif dapat dilakukan lebih cepat dan efektif, sekaligus meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk Nestlé.

Dalam konteks pembelajaran mutu pangan dan keamanan pangan, studi kasus Nestlé ini sangat relevan untuk mengilustrasikan pentingnya integrasi manajemen mutu dengan teknologi informasi dan kolaborasi rantai pasok global. Mahasiswa dapat memahami bagaimana prinsip-prinsip standar internasional diterapkan dalam skala besar, serta bagaimana tantangan praktis seperti keberagaman

sumber bahan baku dan risiko non teknis dapat diatasi dengan pendekatan sistematis dan inovatif. Dengan demikian, studi ini mendukung pengembangan kompetensi analitis dan pemecahan masalah berbasis data dalam konteks agroindustri pangan modern yang semakin kompleks dan terhubung secara global.

Studi Kasus 2. Danone: Pertanian Regeneratif (*Regenerative Agriculture*)

Studi kasus Danone dalam penerapan pertanian regeneratif (*regenerative agriculture*) merupakan contoh inovatif dalam pengelolaan rantai pasok agroindustri pangan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan di tingkat global. Danone, sebagai salah satu perusahaan pangan dan minuman terbesar dunia, mengadopsi prinsip pertanian regeneratif untuk meningkatkan kualitas bahan baku sekaligus memperbaiki kondisi lingkungan di wilayah produksi. Pendekatan ini menekankan praktik pertanian yang tidak hanya menjaga kesuburan tanah, tetapi juga memperbaiki ekosistem melalui teknik seperti rotasi tanaman, pengelolaan pupuk organik, konservasi air, dan penanaman tanaman penutup tanah. Program ini bertujuan mengurangi jejak karbon, meningkatkan keanekaragaman hayati, serta menjaga keseimbangan sosial ekonomi petani mitra. Danone berfokus pada pengolahan susu (*dairy*) dan produk nabati, di mana jejak karbon terbesar mereka berasal dari tingkat hulu (peternakan).

1. Masalah: Emisi gas rumah kaca dari peternakan sapi dan degradasi kualitas tanah akibat pertanian intensif.

2. Solusi: Meluncurkan inisiatif pertanian regeneratif yang mencakup penggunaan tanaman penutup (*cover crops*), rotasi tanaman, dan pengurangan pengolahan tanah (*reduced tillage*).
3. Hasil: Hingga tahun 2025, inisiatif ini berhasil menyerap ribuan ton karbon dioksida dan meningkatkan pendapatan petani rata-rata 15% melalui peningkatan hasil panen jangka panjang.

Permasalahan yang dihadapi Danone sebelum penerapan pertanian regeneratif meliputi degradasi lahan, penurunan produktivitas jangka panjang, dan risiko ketahanan pasokan bahan baku yang berkelanjutan. Praktik pertanian konvensional yang intensif dengan penggunaan bahan kimia sintetis menyebabkan kerusakan struktur tanah dan pencemaran air. Selain itu, ketergantungan pada metode pertanian tradisional yang kurang efisien mengancam kualitas bahan baku, terutama dalam sektor susu dan tanaman pangan yang menjadi komponen utama produk Danone. Untuk mengatasi masalah ini, Danone melakukan kerja sama dengan petani melalui program pelatihan, pendampingan teknis, dan insentif untuk mengadopsi metode pertanian regeneratif yang lebih ramah lingkungan dan produktif.

Implementasi pertanian regeneratif oleh Danone menunjukkan hasil positif berupa peningkatan kualitas tanah dan bahan baku, pengurangan emisi gas rumah kaca, serta peningkatan pendapatan petani mitra melalui praktik yang lebih berkelanjutan. Pendekatan ini juga mendukung tujuan perusahaan dalam menciptakan rantai pasok yang transparan,

bertanggung jawab, dan berkelanjutan, yang sejalan dengan tuntutan konsumen modern akan produk pangan yang sehat dan ramah lingkungan. Dari perspektif pendidikan berbasis capaian (*Outcome Based Education*), studi kasus ini memperkaya pemahaman mahasiswa tentang integrasi aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam pengawasan mutu agroindustri, sekaligus melatih kemampuan merancang solusi inovatif yang mengedepankan keberlanjutan dalam industri pangan global.

Studi Kasus 3. Cargill: *Traceability* Kakao di Pantai Gading

Studi kasus Cargill dalam *traceability* kakao di Pantai Gading merupakan contoh penting bagaimana perusahaan agroindustri pangan global mengelola rantai pasok bahan baku dengan tantangan sosial dan lingkungan yang kompleks. Pantai Gading sebagai produsen kakao terbesar di dunia menghadapi berbagai isu seperti deforestasi, pelanggaran hak asasi manusia, dan kurangnya transparansi dalam rantai pasok yang panjang dan tersebar. Cargill, sebagai salah satu pemain utama di sektor kakao, mengembangkan sistem *traceability* untuk memantau asal usul kakao dari tingkat petani hingga ke fasilitas pengolahan, dengan tujuan memastikan keberlanjutan, kepatuhan terhadap standar etika, dan kualitas produk. Cargill merupakan raksasa agroindustri yang menghubungkan petani kecil dengan pasar global.

1. Masalah: Sulitnya melacak asal-usul biji kakao dari ratusan ribu petani kecil untuk memastikan standar sertifikasi *Rainforest Alliance*.

2. Solusi: Implementasi sistem Barcode Bag-Level Traceability. Setiap karung kakao diberi kode unik yang terhubung dengan ID petani dan koordinat GPS lahan mereka.
3. Hasil: Cargill mampu memberikan jaminan kepada konsumen bahwa coklat yang mereka beli diproduksi secara berkelanjutan dan tidak berasal dari lahan konservasi yang dilarang.

Permasalahan utama dalam rantai pasok kakao di Pantai Gading meliputi ketidakjelasan asal bahan baku yang memungkinkan praktik-praktik ilegal seperti penebangan hutan dan penggunaan tenaga kerja anak. Kurangnya data akurat dan transparansi menyebabkan risiko reputasi bagi perusahaan serta ancaman terhadap keberlanjutan pasokan kakao jangka panjang. Untuk mengatasi hal tersebut, Cargill menerapkan teknologi digital, seperti blockchain dan aplikasi berbasis ponsel, untuk mengumpulkan data langsung dari petani, memverifikasi praktik pertanian berkelanjutan, dan memantau kepatuhan terhadap kode etik. Program ini juga disertai pelatihan dan pendampingan petani untuk meningkatkan kualitas hasil panen dan praktik pertanian yang bertanggung jawab.

Implementasi sistem *traceability* kakao ini tidak hanya meningkatkan transparansi dan akuntabilitas rantai pasok, tetapi juga membantu Cargill memenuhi tuntutan konsumen dan regulasi internasional terkait keberlanjutan dan etika produksi pangan. Dari sisi pendidikan berbasis capaian (*Outcome Based Education*), studi kasus ini memberikan

gambaran konkret mengenai pentingnya teknologi informasi dalam pengawasan mutu dan keberlanjutan agroindustri pangan, serta melatih mahasiswa dalam menganalisis risiko sosial dan lingkungan di rantai pasok global. Dengan demikian, lulusan diharapkan mampu merancang sistem manajemen mutu yang tidak hanya efisien, tetapi juga beretika dan berkelanjutan.

Studi Kasus 4. Fonterra: Manajemen Risiko Keamanan Susu Selandia Baru

Studi kasus Fonterra dalam manajemen risiko keamanan susu di Selandia Baru menggambarkan bagaimana perusahaan susu terbesar di negara tersebut mengelola tantangan dalam menjaga mutu dan keamanan produk susu dalam rantai pasok yang kompleks dan berstandar tinggi. Fonterra mengoperasikan sistem pengawasan mutu yang ketat mulai dari pengumpulan susu segar dari ribuan peternak hingga pengolahan dan distribusi produk jadi, dengan fokus utama pada pencegahan kontaminasi biologis, kimia, dan fisik yang dapat membahayakan konsumen. Sistem ini didukung oleh penerapan standar internasional seperti HACCP dan ISO 22000, serta pemantauan kualitas secara real-time menggunakan teknologi canggih. Fonterra (koperasi susu terbesar di dunia) pernah menghadapi krisis keamanan pangan yang mengubah cara mereka mengelola risiko.

1. Masalah: Risiko kontaminasi mikrobial dan residu kimia pada produk susu bubuk ekspor.
2. Solusi: Penerapan sistem HACCP yang tersertifikasi GFSI (*Global Food Safety Initiative*) dan audit ketat pada setiap

- truk tangki susu menggunakan teknologi pengujian cepat (*cutting-edge testing*) sebelum susu masuk ke pabrik pengolahan.
3. Hasil: Fonterra membangun "Budaya Keamanan Pangan" di mana setiap anggota koperasi bertanggung jawab atas kualitas, menjadikannya standar emas untuk ekspor susu ke pasar sensitif seperti China dan Uni Eropa.

Permasalahan signifikan yang pernah dialami Fonterra terjadi pada tahun 2013, ketika perusahaan menghadapi recall besar-besaran produk whey protein setelah ditemukan indikasi potensi kontaminasi bakteri berbahaya, meskipun kemudian terbukti tidak berbahaya. Kejadian ini menimbulkan perhatian global terhadap praktik pengawasan mutu dan manajemen risiko Fonterra, sekaligus menyoroti pentingnya transparansi dan kecepatan respons dalam menghadapi potensi krisis keamanan pangan. Selain itu, tantangan lain yang dihadapi adalah mengelola variabilitas mutu susu dari banyak peternak serta risiko kontaminasi silang selama proses produksi dan distribusi.

Sebagai solusi, Fonterra meningkatkan integrasi teknologi digital dalam sistem pemantauan mutu dan keamanan, termasuk penerapan sensor otomatis, sistem pelacakan digital, dan analisis data besar (*big data*) untuk deteksi dini masalah potensial. Perusahaan juga memperkuat pelatihan bagi peternak dan staf produksi terkait praktik kebersihan dan keamanan pangan. Langkah-langkah ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pengawasan mutu, tetapi juga memperkuat kepercayaan konsumen dan regulator. Dari

perspektif Outcome Based Education, studi kasus Fonterra ini memberikan pelajaran penting tentang pentingnya manajemen risiko yang holistik, penerapan teknologi mutakhir, serta transparansi dan respons cepat dalam menjaga keamanan produk pangan di industri agroindustri modern.

Studi Kasus 5. Tyson Foods: Digitalisasi Kontrol Kualitas Produk Daging

Studi kasus Tyson Foods dalam digitalisasi kontrol kualitas produk daging merupakan contoh terdepan bagaimana teknologi informasi dan otomatisasi diterapkan untuk meningkatkan mutu dan keamanan produk dalam industri pangan agroindustri skala besar. Tyson Foods, sebagai salah satu produsen daging terbesar di dunia, menghadapi tantangan pengelolaan kualitas yang konsisten di berbagai fasilitas produksi yang tersebar secara geografis. Untuk mengatasi tantangan ini, perusahaan mengadopsi sistem digital yang mengintegrasikan sensor canggih, *Internet of Things* (IoT), dan analisis data real-time guna memantau parameter kritis kualitas produk secara terus-menerus selama proses produksi dan pengemasan. Sebagai raksasa protein hewani, Tyson Foods mengelola proses yang sangat cepat dengan volume produk yang masif.

1. Masalah: Desentralisasi data di ratusan fasilitas produksi yang menyebabkan pelaporan kualitas menjadi lambat dan tidak akurat.
2. Solusi: Mengintegrasikan perangkat lunak manajemen aset dan kualitas (seperti SAP integration) untuk

memantau titik kendali kritis (CCP) secara otomatis di 142 negara operasional mereka.

3. Hasil: Peningkatan efisiensi operasional dan kepatuhan terhadap standar keamanan pangan global tanpa perlu menambah personil audit secara signifikan, karena data tersedia secara transparan dan terpusat.

Permasalahan utama yang menjadi fokus digitalisasi ini adalah ketidakkonsistenan mutu akibat variasi proses produksi, keterbatasan pengawasan manual, dan risiko kontaminasi mikroba atau fisik yang sulit terdeteksi secara cepat. Sistem kontrol manual yang bergantung pada inspeksi visual dan sampling terbatas seringkali kurang efektif dalam mengidentifikasi potensi masalah sejak dini, sehingga berisiko menimbulkan produk cacat atau penarikan produk yang merugikan perusahaan. Selain itu, pengelolaan data mutu yang terpisah-pisah dari berbagai lokasi produksi menyulitkan analisis menyeluruh dan pengambilan keputusan berbasis data yang cepat.

Sebagai solusi, Tyson Foods mengimplementasikan platform digital terintegrasi yang mengumpulkan data kualitas dari sensor di lini produksi dan menggabungkannya dengan sistem manajemen mutu berbasis cloud. Data ini dianalisis secara otomatis untuk mendeteksi anomali dan memberikan peringatan dini kepada tim produksi, sehingga memungkinkan tindakan korektif dilakukan secara cepat dan tepat sasaran. Selain itu, digitalisasi juga memperkuat dokumentasi dan pelaporan mutu secara transparan, yang mendukung kepatuhan terhadap standar internasional dan

regulasi pemerintah. Dari sudut pandang Outcome Based Education, studi kasus Tyson Foods ini memberikan wawasan bagaimana teknologi digital dapat meningkatkan pengawasan mutu secara *real-time*, melatih mahasiswa dalam integrasi teknologi dengan manajemen mutu, serta mempersiapkan lulusan yang mampu berinovasi dalam industri agroindustri modern yang semakin terdigitalisasi.

Best Practice 1. Sistem Ketertelusuran Berbasis *Blockchain* (Nestlé)

Nestlé memelopori penggunaan teknologi *Blockchain* untuk memberikan transparansi penuh kepada konsumen mengenai asal-usul produk mereka.

1. Praktik: Setiap langkah dalam rantai pasok, mulai dari petani, pengumpul, pabrik, hingga distributor, mencatat data ke dalam buku besar digital yang tidak dapat diubah.
2. Manfaat: Jika ditemukan kontaminasi, perusahaan dapat melacak sumber masalah hanya dalam hitungan detik (sebelumnya butuh waktu berhari-hari). Hal ini sangat efektif untuk komoditas sensitif seperti susu segar dan sayuran hijau.

Best Practice 2. Pertanian Regeneratif untuk Keamanan Pasokan (*Danone*)

Danone beralih dari sekadar "efisiensi" ke arah "pemulihan" lahan melalui Regenerative Agriculture.

1. Praktik: Mereka bekerja sama dengan peternak sapi perah untuk menerapkan rotasi tanaman, penggunaan pupuk

organik dari limbah ternak, dan menjaga kesehatan tanah agar tidak bergantung pada bahan kimia.

2. Manfaat: Tanah yang sehat menghasilkan pakan ternak yang lebih bernutrisi, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas protein dan lemak pada susu mentah secara alami.

Best Practice 3. Standar GFSI (*Global Food Safety Initiative*) di Seluruh Rantai (Fonterra)

Fonterra, koperasi susu terbesar asal Selandia Baru, menerapkan standar **GFSI** yang melampaui regulasi lokal di banyak negara.

1. Praktik: Mereka mewajibkan pengujian laboratorium secara *real-time* di setiap truk tangki sebelum susu diterima di pabrik. Jika sampel tidak lolos uji antibiotik atau bakteri, seluruh tangki langsung dibuang di tempat.
2. Manfaat: Membangun kepercayaan pasar internasional yang sangat tinggi, memungkinkan mereka mengeksport produk ke lebih dari 140 negara dengan standar keamanan yang seragam.

13.1.3 Manajemen Energi dan Ekonomi Sirkular (*Tyson Foods*)

Tyson Foods menerapkan prinsip Zero Waste dalam pengolahan protein hewani berskala besar.

1. Praktik: Mengubah limbah lemak hewani menjadi bahan bakar nabati (biofuel) dan memanfaatkan air limbah yang telah diproses untuk irigasi lahan pertanian di sekitar pabrik.

2. Manfaat: Mengurangi biaya operasional energi secara signifikan dan meminimalkan dampak lingkungan negatif yang biasanya melekat pada industri daging.

13.1.4 Otomasi dan AI dalam Pemilihan Bahan Baku (Cargill)

Cargill menggunakan Artificial Intelligence (AI) dan penginderaan jauh (*Remote Sensing*) untuk memprediksi kualitas hasil panen global.

1. Praktik: Menggunakan citra satelit untuk memantau kesehatan tanaman gandum dan jagung di seluruh dunia. Data ini digunakan untuk menentukan standar mutu sebelum proses pembelian dimulai.
2. Manfaat: Memastikan pabrik pengolahan selalu mendapatkan bahan baku dengan spesifikasi yang tepat (misalnya kadar protein gandum yang stabil untuk tepung terigu tertentu).

13.2 Analisis Permasalahan Mutu

Analisis permasalahan mutu dalam konteks agroindustri berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) memerlukan pendekatan sistemik yang mengintegrasikan kompetensi teknis dengan pemecahan masalah secara holistik. Identifikasi akar penyebab penyimpangan mutu tidak lagi sekadar berorientasi pada produk akhir, melainkan harus merujuk pada pencapaian atribut lulusan atau tenaga kerja yang mampu melakukan evaluasi kritis terhadap seluruh rantai nilai. Dalam perspektif ini, permasalahan mutu sering kali muncul akibat diskoneksi antara standar operasional prosedur (SOP) di

lapangan dengan pemahaman filosofis mengenai batas kritis keamanan pangan. Sebagai contoh, dalam industri pengolahan minyak kelapa sawit, fluktuasi kadar asam lemak bebas (ALB) sering kali bukan hanya disebabkan oleh faktor mesin, melainkan rendahnya kemampuan analisis prediktif operator dalam memitigasi keterlambatan waktu tunggu bahan baku. Pengawasan mutu yang efektif menuntut kemampuan kognitif tingkat tinggi untuk melakukan diagnosa cepat sebelum masalah tersebut berdampak pada kegagalan pemenuhan spesifikasi pelanggan.

Transformasi metodologi analisis mutu dalam kerangka OBE menekankan pada penggunaan perangkat statistik yang dipadukan dengan pengambilan keputusan berbasis data yang presisi. Penggunaan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) menjadi instrumen krusial untuk memetakan potensi kegagalan dalam proses agroindustri secara proaktif. Menurut Arifin et al. (2021), integrasi standar mutu internasional ke dalam kurikulum berbasis capaian pembelajaran memungkinkan praktisi agroindustri memiliki ketajaman dalam mendeteksi anomali pada titik kendali kritis. Misalnya, pada kasus produksi pengalengan buah, analisis permasalahan mutu harus mampu mengidentifikasi apakah terjadinya diskolorasi produk disebabkan oleh kegagalan termal pada tahap pasteurisasi ataukah akibat kontaminasi logam pada kemasan. Pendekatan ini memastikan bahwa penyelesaian masalah dilakukan hingga ke tingkat fundamental (*root cause*), bukan sekadar perbaikan gejala permukaan yang bersifat sementara.

Ketidakpastian karakteristik bahan baku biologis dalam agroindustri menjadi tantangan unik yang memerlukan strategi pengawasan mutu yang adaptif dan dinamis. Berbeda dengan industri manufaktur non-organik, variabel input dalam agroindustri sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, genetik, dan penanganan pascapanen yang variabel. Analisis permasalahan dalam bab ini menyoroti perlunya penerapan kendali mutu statistik (*Statistical Quality Control*) yang mampu mengakomodasi volatilitas tersebut tanpa mengorbankan standar mutu akhir. Contoh nyata dapat ditemukan pada industri pengolahan kopi, di mana inkonsistensi profil rasa sering kali berakar pada proses fermentasi yang tidak terkontrol secara mikrobiologis. Dalam konteks OBE, praktisi dituntut untuk menunjukkan performa dalam merancang eksperimen yang dapat menstabilkan output mutu meskipun input material berada dalam kondisi yang tidak seragam, sehingga efisiensi produksi tetap terjaga di tengah keterbatasan sumber daya.

Aspek krusial lain dalam analisis permasalahan mutu adalah sinkronisasi antara teknologi industri 4.0 dengan kemampuan sumber daya manusia dalam menginterpretasikan data besar (*big data*). Implementasi sensor *real-time* dan Internet of Things (IoT) di lini produksi agroindustri menghasilkan volume data yang masif, namun tanpa kemampuan analisis yang tajam, data tersebut hanya akan menjadi tumpukan informasi yang tidak bermakna. Pengawasan mutu berbasis OBE memfasilitasi pengembangan kompetensi digital ini agar tenaga kerja mampu melakukan *troubleshooting* secara instan ketika terjadi penyimpangan

parameter teknis. Sebagaimana ditegaskan oleh Mangkunegara (2019), peningkatan kualitas produk agroindustri sangat bergantung pada kompetensi manajerial dan teknis yang selaras dengan perkembangan standar industri global terkini. Sebagai ilustrasi, pada industri pengolahan susu, deteksi dini terhadap keberadaan antibiotik melalui sistem pemantauan otomatis memerlukan verifikasi analitis yang hanya bisa dilakukan oleh personel dengan pemahaman biokimia yang mendalam.

Evaluasi terhadap praktik terbaik (*best practices*) menunjukkan bahwa keberhasilan penanganan masalah mutu sangat bergantung pada budaya mutu yang diinternalisasi oleh seluruh elemen organisasi. Dalam agroindustri, budaya mutu mencakup kepatuhan terhadap prinsip *Good Manufacturing Practices* (GMP) dan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) sebagai fondasi utama. Analisis permasalahan sering kali mengungkapkan bahwa kegagalan mutu justru bermula dari perilaku manusia yang mengabaikan protokol sanitasi dasar. Contoh dalam industri pemrosesan daging menunjukkan bahwa kontaminasi silang bakteri *Salmonella* sering terjadi akibat alur kerja yang tidak ergonomis dan kurangnya pemahaman personel terhadap risiko kontaminasi biologis. Oleh karena itu, kerangka OBE dalam pendidikan agroindustri harus mampu mentransformasi pengetahuan teoritis menjadi tindakan nyata yang konsisten dalam menjaga integritas produk di setiap tahapan proses.

Sinergi antara akademisi dan industri melalui studi kasus nyata memberikan wawasan mendalam mengenai

kompleksitas pengawasan mutu di lapangan yang sering kali tidak terduga. Permasalahan mutu tidak jarang bersumber dari faktor eksternal seperti perubahan regulasi keamanan pangan internasional yang menuntut standar residu pestisida yang lebih ketat. Industri agroindustri yang berorientasi pada ekspor harus memiliki sensitivitas tinggi terhadap perubahan ini untuk menghindari penolakan produk di pasar global. Menurut Sari dan Wijaya (2022), penguatan sistem penjaminan mutu di sektor agroindustri memerlukan kolaborasi lintas disiplin guna menjawab tantangan keberlanjutan dan ketertelusuran produk yang semakin kompleks. Misalnya, dalam ekspor komoditas kakao, masalah kadar kadmium yang melebihi ambang batas memerlukan solusi mulai dari perbaikan manajemen hara di tingkat petani hingga teknik ekstraksi di tingkat pabrik pengolahan.

Secara sintesis, analisis permasalahan mutu dalam agroindustri berbasis OBE mengarahkan pada pembentukan ekosistem industri yang resilien dan inovatif. Fokus utama tidak lagi terbatas pada pencegahan cacat produk, tetapi meluas pada upaya peningkatan nilai tambah melalui inovasi proses yang berkelanjutan. Penanganan masalah mutu secara komprehensif melibatkan penggunaan instrumen audit internal yang ketat dan mekanisme umpan balik dari konsumen sebagai dasar perbaikan berkelanjutan (*Continuous Quality Improvement*). Sebagai penutup, keberhasilan sebuah entitas agroindustri dalam memenangkan persaingan pasar sangat ditentukan oleh kemampuannya dalam mentransformasi setiap permasalahan mutu menjadi peluang pembelajaran dan pemutakhiran sistem. Hal ini sejalan dengan

filosofi OBE yang menempatkan penguasaan kompetensi sebagai hasil akhir yang dapat diukur, dibuktikan, dan dipertanggungjawabkan dalam praktik profesional di dunia kerja nyata.

13.3 Solusi dan Strategi Perbaikan

Solusi dan strategi perbaikan dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) harus difokuskan pada integrasi antara peningkatan kompetensi teknis dan optimalisasi proses secara berkelanjutan. Langkah awal yang paling fundamental adalah penerapan siklus *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) yang dimodifikasi untuk mengakomodasi capaian pembelajaran spesifik di lini produksi. Dalam konteks ini, perbaikan mutu tidak lagi hanya bersifat reaktif terhadap kegagalan, melainkan proaktif melalui perancangan ulang instruksi kerja yang selaras dengan standar industri global. Sebagai contoh, pada industri pengolahan minyak atsiri, strategi perbaikan untuk mengatasi rendahnya rendemen dapat dilakukan dengan kalibrasi ulang parameter suhu distilasi berdasarkan data historis produksi, yang dibarengi dengan pelatihan operator untuk memahami korelasi termodinamika terhadap kualitas minyak. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap tindakan korektif didasarkan pada pemahaman saintifik yang mendalam, sesuai dengan prinsip utama OBE dalam menghasilkan solusi berbasis bukti.

Strategi perbaikan yang efektif juga memerlukan implementasi teknologi pemantauan mutakhir untuk meminimalkan *human error* dalam rantai pasok agroindustri. Integrasi sistem otomasi yang dilengkapi dengan kecerdasan

buatan (*Artificial Intelligence*) memungkinkan deteksi penyimpangan secara *real-time*, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil sebelum produk cacat terakumulasi. Menurut Purwanto et al. (2020), adopsi metodologi *Lean Six Sigma* dalam operasional agroindustri terbukti mampu mereduksi pemborosan dan meningkatkan konsistensi mutu melalui standarisasi proses yang ketat. Contoh nyata dari strategi ini adalah penggunaan sensor optik pada mesin sortasi biji kopi yang secara otomatis memisahkan biji pecah atau berjamur. Solusi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu tetapi juga menjamin bahwa output akhir memenuhi standar mutu ekspor yang dipersyaratkan oleh pasar internasional, sekaligus menjadi sarana bagi tenaga kerja untuk belajar mengoperasikan teknologi presisi tinggi.

Peningkatan mutu secara holistik menuntut adanya rekayasa ulang pada sistem manajemen keamanan pangan yang berbasis pada analisis risiko yang lebih tajam. Solusi strategis yang dapat diterapkan adalah penguatan protokol *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) yang dinamis, di mana setiap titik kendali kritis dievaluasi berdasarkan fluktuasi bahan baku biologis yang sering kali tidak menentu. Dalam industri pengolahan daging, misalnya, perbaikan mutu dilakukan melalui pengetatan rantai dingin (*cold chain*) dan penggunaan teknologi pengemasan atmosfer termodifikasi (*Modified Atmosphere Packaging*) untuk memperpanjang masa simpan. Sejalan dengan pandangan dari Handoko (2021), sinergi antara standar manajemen mutu internasional dan pengembangan kompetensi sumber daya manusia merupakan kunci dalam mempertahankan daya saing industri

di era global. Strategi ini memastikan bahwa setiap lapisan karyawan memiliki tanggung jawab penuh terhadap integritas produk yang dihasilkan.

Selain aspek teknis, solusi dalam pengawasan mutu harus menyentuh dimensi manajerial melalui pembentukan ekosistem kerja yang mendukung inovasi dan kolaborasi lintas fungsi. Strategi perbaikan mutu sering kali terhambat oleh struktur organisasi yang kaku, sehingga diperlukan pembentukan gugus kendali mutu (*Quality Control Circle*) yang diberdayakan untuk mengambil keputusan taktis di lapangan. Sebagai ilustrasi, pada pabrik pengolahan susu, tim lintas fungsi dapat merancang strategi untuk menurunkan jumlah total mikroba dengan mengevaluasi kembali prosedur sanitasi pada tangki penampungan. Pendekatan berbasis OBE dalam hal ini berperan dalam memberikan kerangka berpikir sistemik bagi personel agar mampu mengidentifikasi akar masalah secara kolektif. Melalui diskusi teknis yang rutin, solusi yang dihasilkan menjadi lebih komprehensif karena melibatkan perspektif dari bagian pengadaan, produksi, hingga penjaminan mutu.

Implementasi program *Continuous Improvement* yang terstruktur menjadi strategi jangka panjang untuk menjamin keberlanjutan mutu dalam agroindustri. Solusi ini melibatkan audit mutu internal yang dilakukan secara berkala bukan hanya untuk kepatuhan administratif, tetapi sebagai sarana untuk mengidentifikasi celah perbaikan pada sistem produksi. Dalam industri pengolahan kakao, strategi perbaikan dapat difokuskan pada optimasi proses fermentasi dengan menggunakan ragi starter yang terstandarisasi untuk

menghasilkan profil citarasa yang konsisten. Raharjo (2023) dalam studinya mengenai inovasi agroindustri menekankan bahwa keberhasilan strategi perbaikan sangat ditentukan oleh kemampuan organisasi dalam mengonversi data hasil audit menjadi kebijakan strategis yang aplikatif di rantai produksi. Dengan demikian, pengawasan mutu tidak lagi dipandang sebagai beban biaya, melainkan sebagai investasi strategis untuk meningkatkan nilai tambah produk di mata konsumen.

Strategi perbaikan juga harus mempertimbangkan aspek ketertelusuran (*traceability*) sebagai solusi untuk membangun kepercayaan konsumen di pasar global yang semakin kritis terhadap aspek keamanan dan keberlanjutan. Penggunaan teknologi *blockchain* dalam rantai pasok agroindustri memungkinkan pelacakan setiap tahap produksi, mulai dari lahan pertanian hingga ke tangan konsumen akhir. Contoh aplikasinya adalah pada industri buah kaleng, di mana setiap kemasan memiliki kode unik yang jika dipindai akan menampilkan informasi mengenai tanggal panen, lokasi kebun, hingga hasil uji laboratorium keamanan pangan. Solusi teknis ini memberikan transparansi yang tinggi dan memungkinkan penarikan produk (*product recall*) secara cepat dan akurat jika ditemukan adanya ketidaksesuaian mutu di pasar. Kemampuan untuk merancang dan mengelola sistem ketertelusuran ini merupakan salah satu kompetensi utama yang ditekankan dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis capaian.

Terakhir, solusi dan strategi perbaikan mutu dalam konteks OBE harus diakhiri dengan evaluasi dampak terhadap efektivitas proses dan kepuasan pelanggan secara

menyeluruh. Penggunaan metrik performa seperti *Cost of Quality* (CoQ) dapat membantu manajemen dalam menilai sejauh mana strategi perbaikan yang telah diimplementasikan mampu memberikan efisiensi finansial bagi perusahaan. Sebagai contoh, dengan menurunkan tingkat pengerjaan ulang (*rework*) pada industri pengolahan tepung terigu melalui perbaikan sistem filtrasi, perusahaan dapat menghemat biaya energi dan bahan baku secara signifikan. Keseluruhan paragraf ini menegaskan bahwa solusi mutu bukan sekadar perbaikan instan, melainkan sebuah transformasi sistemik yang melibatkan teknologi, manusia, dan manajemen yang selaras. Melalui penerapan strategi yang komprehensif, agroindustri dapat mencapai standar mutu unggul yang tidak hanya memenuhi ekspektasi pasar tetapi juga melampaui standar regulasi yang berlaku.

BAB 14

INOVASI DAN TANTANGAN PENGAWASAN MUTU AGROINDUSTRI



Pengawasan mutu agroindustri dihadapkan pada berbagai tantangan seiring berkembangnya era Industri 4.0 yang ditandai oleh meningkatnya kompleksitas rantai pasok, tuntutan konsumen terhadap transparansi dan keamanan produk, serta kebutuhan akan kecepatan dan ketepatan pengambilan keputusan, tantangan tersebut mendorong perlunya transformasi sistem pengawasan mutu dari pendekatan konvensional menuju pendekatan berbasis teknologi dan data, digitalisasi dan penerapan smart quality

control menjadi solusi strategis melalui pemanfaatan sensor, sistem informasi, analitik data, dan otomatisasi untuk memantau parameter mutu secara real time dan meningkatkan akurasi pengendalian, sejalan dengan itu arah pengembangan pengawasan mutu agroindustri difokuskan pada integrasi teknologi digital, penguatan sistem berbasis risiko, serta peningkatan kompetensi sumber daya manusia agar mampu beradaptasi dengan inovasi yang terus berkembang, sehingga pengawasan mutu agroindustri di masa depan diharapkan tidak hanya mampu menjamin mutu dan keamanan produk secara konsisten tetapi juga meningkatkan efisiensi, daya saing, dan keberlanjutan industri agroindustri.

14.1 Tantangan Pengawasan Mutu di Era Industri 4.0

Tantangan pengawasan mutu agroindustri di era Industri 4.0 menuntut transformasi fundamental dari sistem kendali manual menuju integrasi teknologi digital yang kompleks dan masif. Salah satu hambatan utama yang dihadapi adalah diskoneksi antara infrastruktur teknologi informasi dengan karakteristik bahan baku pertanian yang bersifat heterogen dan mudah rusak (*perishable*). Pengawasan mutu berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) mengharuskan personel memiliki kompetensi untuk mengelola data yang dihasilkan oleh sensor cerdas secara *real-time*, namun kenyataannya banyak industri masih terjebak pada keterbatasan literasi digital SDM. Sebagai contoh, pada industri pengolahan buah tropis, penggunaan sensor spektroskopi untuk mendeteksi

tingkat kematangan secara otomatis sering kali gagal memberikan hasil akurat jika operator tidak mampu mengkalibrasi algoritma sistem berdasarkan variabilitas musiman komoditas tersebut. Oleh karena itu, tantangan terbesar bukan hanya terletak pada pengadaan perangkat keras, melainkan pada kemampuan adaptasi intelektual dalam menginterpretasikan data digital menjadi keputusan manajerial yang presisi.

Kompleksitas integrasi sistem pengawasan mutu di era digital ini diperparah oleh isu keamanan siber dan integritas data yang menjadi krusial dalam rantai pasok global. Dalam konteks Industri 4.0, setiap titik kendali mutu yang terhubung ke jaringan internet berpotensi menjadi celah serangan siber yang dapat memanipulasi parameter keamanan pangan. Pengawasan mutu kini tidak hanya berfokus pada kontaminasi fisik atau biologis, tetapi juga pada "kontaminasi data" yang bisa menyesatkan laporan kepatuhan standar internasional. Sebagaimana dijelaskan oleh Pratama et al. (2021), transisi menuju manufaktur cerdas memerlukan protokol keamanan digital yang ketat guna melindungi hak kekayaan intelektual dan data sensorik yang menjadi basis penjaminan mutu. Sebagai ilustrasi, pada industri pengolahan produk susu cair, manipulasi data suhu pada tangki penyimpanan melalui peretasan sistem sistem *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) dapat menyebabkan kegagalan deteksi bakteri patogen yang membahayakan konsumen luas.

Tantangan selanjutnya berkaitan dengan investasi tinggi yang diperlukan untuk mengadopsi teknologi canggih seperti kecerdasan buatan (AI) dan *Internet of Things* (IoT) di tengah

margin keuntungan agroindustri yang fluktuatif. Banyak perusahaan menengah ke bawah kesulitan melakukan transisi karena biaya operasional untuk pemeliharaan sistem digital sering kali melampaui kapasitas finansial mereka. Hal ini menciptakan kesenjangan mutu (*quality gap*) antara industri besar yang sudah terotomasi dengan industri kecil yang masih mengandalkan pengujian laboratorium konvensional. Menurut Budiyo (2020), inovasi dalam manajemen mutu agroindustri harus mampu menyeimbangkan antara efisiensi biaya dengan kebutuhan akan akurasi data yang dihasilkan oleh teknologi Industri 4.0. Contoh nyata terlihat pada industri minyak kelapa sawit, di mana penerapan *drone* berbasis sensor inframerah untuk memantau mutu tandan buah segar di perkebunan membutuhkan investasi awal yang besar, meskipun secara jangka panjang mampu menekan angka kehilangan hasil secara signifikan.

Variabilitas standar regulasi internasional yang harus disinkronkan dengan sistem pengawasan mutu otomatis menjadi tantangan birokratis dan teknis yang simultan. Era Industri 4.0 memungkinkan ketertelusuran produk yang sangat detail, namun perbedaan parameter mutu antar negara tujuan ekspor sering kali sulit diakomodasi oleh satu algoritma tunggal. Pengawasan mutu berbasis OBE menuntut praktisi untuk memiliki kemampuan analisis kebijakan yang tajam agar sistem digital yang dibangun tetap relevan dengan standar global seperti *GlobalG.A.P* atau *ISO 22000*. Misalnya, pada ekspor komoditas perikanan, sistem pemantauan suhu berbasis *blockchain* harus mampu menyesuaikan ambang batas peringatan sesuai dengan regulasi keamanan pangan

yang berbeda antara Uni Eropa dan Amerika Serikat. Ketidakmampuan sistem dalam melakukan adaptasi parameter secara dinamis dapat menyebabkan penolakan produk di pelabuhan tujuan, meskipun secara teknis proses produksi telah mengikuti prosedur internal perusahaan.

Aspek sumber daya manusia tetap menjadi titik kritis dalam menghadapi tantangan Industri 4.0, di mana terjadi pergeseran peran dari pelaksana menjadi analis sistem. Tantangan dalam pengawasan mutu agroindustri saat ini adalah mengatasi "kecemasan teknologi" di kalangan pekerja senior dan minimnya keterampilan analisis data pada lulusan baru yang belum terpapar sistem OBE secara utuh. Pengawasan mutu memerlukan kecakapan dalam melakukan *troubleshooting* pada sistem otomatis yang mengalami malfungsi tanpa menghentikan seluruh lini produksi. Sejalan dengan pemikiran Mulyadi (2022) dalam studinya mengenai transformasi industri, keberhasilan pengawasan mutu sangat bergantung pada reskilling tenaga kerja agar mampu berkolaborasi dengan robotika dan sistem cerdas di lingkungan pabrik. Sebagai contoh, di pabrik pengalengan sayuran, seorang petugas mutu kini dituntut tidak hanya mampu melakukan uji organoleptik, tetapi juga harus bisa memperbaiki algoritma pada mesin *color sorter* yang salah mengidentifikasi benda asing akibat perubahan intensitas cahaya di area produksi.

Tantangan lingkungan dan keberlanjutan juga mulai terintegrasi ke dalam pengawasan mutu era 4.0, di mana industri dituntut untuk memantau jejak karbon dan efisiensi energi secara otomatis. Pengawasan mutu tidak lagi hanya

soal produk yang aman dan seragam, tetapi juga soal seberapa hijau proses produksi tersebut dilakukan. Hal ini menambah variabel baru dalam matriks pengawasan yang harus dikelola oleh sistem informasi industri. Contoh kasus pada industri pengolahan kopi menunjukkan bahwa pembeli internasional kini mensyaratkan data *real-time* mengenai penggunaan air selama proses pencucian biji kopi sebagai bagian dari standar mutu produk berkelanjutan. Mengintegrasikan sensor aliran air dan limbah ke dalam dasbor manajemen mutu merupakan tantangan teknis tambahan yang memerlukan pemahaman mendalam tentang manajemen lingkungan yang terdigitalisasi, yang sering kali belum menjadi prioritas dalam sistem pengawasan tradisional. Secara komprehensif, tantangan pengawasan mutu di era Industri 4.0 memerlukan reorientasi strategi yang menempatkan fleksibilitas dan inovasi sebagai inti dari operasional agroindustri. Industri harus mampu mengelola paradoks antara standarisasi mesin yang kaku dengan sifat bahan baku pertanian yang dinamis dan tak terduga. Kegagalan dalam merespons tantangan digitalisasi ini tidak hanya akan berdampak pada penurunan mutu produk, tetapi juga pada hilangnya daya saing di pasar yang semakin terhubung secara digital. Sebagai penutup, pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE di masa depan akan sangat bergantung pada kemampuan organisasi dalam membangun sinergi antara kecerdasan manusia yang intuitif dengan kecerdasan mesin yang presisi. Hanya dengan menghadapi tantangan ini melalui peningkatan kompetensi yang berkelanjutan dan adaptasi teknologi yang bijak, agroindustri

nasional dapat bertahan dan berkembang di tengah arus disrupsi teknologi global yang semakin cepat.

14.2 Digitalisasi dan *Smart Quality Control*

Digitalisasi dalam pengawasan mutu agroindustri menandai pergeseran paradigma dari metode inspeksi tradisional yang bersifat manual dan luring menjadi sistem pemantauan yang terintegrasi secara digital dan berbasis data. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), kompetensi yang diharapkan bukan lagi sekadar kemampuan melakukan uji laboratorium statis, melainkan kecakapan dalam mengoperasikan ekosistem digital yang menghubungkan parameter fisik produk dengan basis data awan (*cloud computing*). Digitalisasi memungkinkan dokumentasi mutu dilakukan secara otomatis dan *paperless*, yang meminimalkan risiko manipulasi data serta mempercepat proses audit internal maupun eksternal. Sebagai contoh, pada industri pengolahan pakan ternak, digitalisasi formulasi bahan baku yang terhubung langsung dengan sensor timbangan memastikan bahwa standar nutrisi tetap konsisten tanpa bergantung sepenuhnya pada ketelitian manual operator. Hal ini menciptakan transparansi total dalam rantai produksi yang menjadi fondasi utama dalam menjaga kepercayaan konsumen di pasar global.

Konsep *Smart Quality Control* (SQC) membawa digitalisasi ke level yang lebih tinggi dengan menyematkan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan pembelajaran mesin (*Machine Learning*) ke dalam lini produksi agroindustri. SQC tidak hanya mengumpulkan data, tetapi juga memiliki

kemampuan prediktif untuk mendeteksi tren penyimpangan sebelum produk cacat benar-benar terjadi. Implementasi algoritma pengenalan pola memungkinkan sistem untuk membedakan antara variasi alami bahan baku biologis dengan anomali yang disebabkan oleh kerusakan mesin. Menurut Herlambang et al. (2022), penerapan sistem kendali mutu cerdas berbasis IoT dapat meningkatkan akurasi deteksi kontaminan hingga mendekati tingkat absolut dibandingkan dengan metode pengamatan visual manusia. Sebagai ilustrasi, pada industri penyortiran biji kakao, kamera resolusi tinggi yang dilengkapi AI dapat mengidentifikasi cacat internal biji berdasarkan tekstur permukaan dan warna dengan kecepatan ribuan biji per menit, sebuah pencapaian yang mustahil dilakukan secara manual dengan tingkat konsistensi yang sama.

Sinergi antara Internet of Things (IoT) dan analisis data besar (*Big Data Analytics*) merupakan pilar utama dalam digitalisasi pengawasan mutu yang memungkinkan terciptanya sistem peringatan dini (*early warning system*). Sensor-sensor nirkabel yang dipasang pada berbagai titik kritis (CCP) mengirimkan aliran data terus-menerus mengenai suhu, kelembapan, pH, dan viskositas produk. Data ini kemudian diolah untuk memberikan visualisasi *real-time* kepada manajer mutu melalui dasbor interaktif yang dapat diakses dari jarak jauh. Sebagaimana ditegaskan oleh Setiawan (2020), digitalisasi manajemen mutu dalam agroindustri memerlukan integrasi horizontal dan vertikal agar informasi mengenai kualitas dapat mengalir lancar dari tingkat pemasok hingga ke tangan konsumen. Contoh praktisnya terdapat pada

industri susu pasteurisasi, di mana sensor suhu pada truk pengirim terhubung langsung ke pusat kendali; jika suhu meningkat di atas ambang batas, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi untuk melakukan tindakan korektif instan guna mencegah kerusakan produk massal.

Tantangan dalam mengimplementasikan *Smart Quality Control* sering kali terletak pada interoperabilitas antara perangkat keras lama dengan perangkat lunak baru, yang memerlukan solusi *middleware* yang cerdas. Digitalisasi yang sukses mengharuskan adanya standarisasi format data agar informasi dari mesin pengemasan dapat "berkomunikasi" dengan sistem manajemen gudang. Dalam perspektif OBE, lulusan agroindustri dituntut memiliki pemahaman sistemik tentang bagaimana teknologi sensor dapat dikombinasikan dengan prinsip statistik untuk menghasilkan peta kendali (*control chart*) otomatis yang dinamis. Misalnya, dalam pabrik pengolahan kelapa sawit, integrasi sensor tekanan pada mesin *screw press* dengan sistem informasi laboratorium memungkinkan penyesuaian otomatis terhadap kecepatan proses untuk menjaga kadar kehilangan minyak (*loses*) tetap rendah. Strategi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi proses, tetapi juga memastikan bahwa setiap butir data yang dihasilkan memiliki nilai tambah dalam pengambilan keputusan strategis perusahaan.

Aspek ketertelusuran digital (*digital traceability*) menggunakan teknologi *blockchain* menjadi inovasi krusial yang menyertai digitalisasi mutu untuk menjamin autentisitas produk agroindustri. Dengan *blockchain*, setiap catatan pemeriksaan mutu dari kebun, pabrik, hingga distributor

bersifat permanen dan tidak dapat diubah (*immutable*). Hal ini menjawab tuntutan pasar akan produk organik atau berkelanjutan yang memerlukan pembuktian asal-usul yang valid. Menurut Widjaja dan Kurniawan (2023), transparansi digital yang didukung oleh teknologi buku besar terdistribusi memperkuat sistem jaminan mutu dengan memberikan bukti audit yang tidak terbantahkan bagi otoritas regulasi. Sebagai contoh, konsumen madu premium kini dapat memindai kode QR pada kemasan untuk melihat sertifikat uji laboratorium dan koordinat geografis peternakan lebah tempat madu tersebut dipanen. Inovasi ini mengubah pengawasan mutu dari sekadar tugas teknis menjadi alat pemasaran yang kuat untuk membangun loyalitas pelanggan melalui keterbukaan informasi.

Penerapan *Smart Quality Control* juga berdampak pada reduksi biaya mutu melalui minimalisasi limbah dan pengerjaan ulang (*rework*). Digitalisasi memungkinkan optimasi penggunaan bahan tambahan kimia atau energi melalui kontrol presisi yang disesuaikan dengan kebutuhan aktual produk di lini produksi. Dalam industri pemrosesan sayuran beku, sistem cerdas dapat menyesuaikan waktu blanching secara otomatis berdasarkan kepadatan serat sayuran yang terukur oleh sensor ultrasonik. Efisiensi ini menunjukkan bahwa teknologi 4.0 bukan sekadar tren, melainkan kebutuhan mendesak untuk mencapai keberlanjutan ekonomi dan lingkungan dalam agroindustri. Melalui pengawasan mutu yang cerdas, perusahaan dapat mengurangi emisi karbon akibat pemborosan energi dari

proses yang tidak efisien, sekaligus menjamin keamanan pangan yang lebih ketat bagi masyarakat luas.

Dalam konteks Pengawasan Mutu Agroindustri Berbasis OBE (*Outcome-Based Education*), digitalisasi dan *Smart Quality Control* (QC) bukan sekadar alat teknis, melainkan strategi untuk memastikan bahwa "luaran" (hasil akhir) sesuai dengan standar kompetensi dan kebutuhan industri. Berikut adalah penjelasan mendalam mengenai kedua konsep tersebut dalam kerangka pengawasan mutu agroindustri:

1. Digitalisasi dalam Pengawasan Mutu

Digitalisasi adalah proses transformasi data fisik dan manual menjadi format digital untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kecepatan pengambilan keputusan.

- a. Pencatatan Real-Time: Mengganti formulir kertas dengan tablet atau sensor otomatis di lini produksi. Data suhu, kelembapan, dan kadar air bahan baku agroindustri langsung tercatat di sistem pusat.
- b. Traceability (Ketertelusuran): Penggunaan QR Code atau RFID untuk memantau perjalanan produk dari lahan pertanian (*on-farm*) hingga ke tangan konsumen. Hal ini penting untuk memastikan keamanan pangan dan mempermudah penarikan produk jika ditemukan cacat mutu.
- c. Integrasi Data: Menghubungkan data pemasok bahan baku dengan proses pengolahan, sehingga jika terjadi penurunan kualitas, sistem dapat mendeteksi sumber masalahnya dengan cepat.

2. *Smart Quality Control* (Smart QC)

Smart Quality Control adalah evolusi dari QC konvensional dengan memanfaatkan teknologi Industri 4.0 seperti AI (*Artificial Intelligence*), IoT (*Internet of Things*), dan Big Data.

- a. Deteksi Otomatis Berbasis AI: Penggunaan *Computer Vision* (kamera pintar) untuk menyortir buah atau biji-bijian berdasarkan warna, ukuran, dan bentuk secara otomatis tanpa campur tangan manusia.
- b. Sensor IoT & Pemantauan Jarak Jauh: Sensor yang dipasang pada mesin pengolah dapat mendeteksi anomali (misal: suhu mesin yang terlalu panas atau getaran yang tidak wajar) yang berpotensi merusak mutu produk sebelum kerusakan itu terjadi.
- c. Analisis Prediktif: Menggunakan data historis untuk memprediksi masa simpan (*shelf-life*) produk atau memprediksi kapan mesin harus dirawat (*predictive maintenance*) agar kualitas hasil olahan tetap stabil.

3. Hubungan dengan Berbasis OBE

Mengapa pengawasan mutu ini harus berbasis OBE? Dalam dunia pendidikan dan industri, OBE menuntut agar setiap proses memiliki luaran (hasil) yang terukur dan relevan dengan standar profesional.

Aspek	Implementasi dalam Pengawasan Mutu Agroindustri
Capaian Luaran	Fokus bukan hanya pada "melakukan inspeksi", tetapi pada "menjamin produk bebas kontaminasi" secara konsisten.
Pengukuran Terukur	Digitalisasi menyediakan data angka yang presisi untuk membuktikan bahwa standar mutu telah tercapai.
Perbaikan Berkelanjutan	Data dari <i>Smart QC</i> digunakan untuk evaluasi proses secara terus-menerus (<i>Continuous Quality Improvement</i>), yang merupakan inti dari filosofi OBE.

Digitalisasi menyediakan infrastruktur data, sementara *Smart Quality Control* menyediakan kecerdasan operasional. Keduanya memastikan bahwa pengawasan mutu dalam agroindustri tidak lagi bersifat reaktif (menunggu barang rusak baru diperbaiki), melainkan proaktif dan presisi, sesuai dengan target luaran yang ditetapkan dalam sistem OBE.

Sebagai penutup, transisi menuju digitalisasi dan *Smart Quality Control* dalam pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE memerlukan perubahan pola pikir dari semua pemangku kepentingan. Teknologi hanyalah alat, sedangkan kunci keberhasilannya terletak pada kemampuan manusia dalam merancang arsitektur sistem mutu yang adaptif dan berorientasi pada hasil. Kurikulum pendidikan dan pelatihan industri harus terus diperbarui untuk mencakup literasi data dan pemrograman dasar agar praktisi mutu mampu

mengelola kompleksitas teknologi masa depan. Dengan mengadopsi solusi digital secara menyeluruh, agroindustri tidak hanya mampu memenuhi standar mutu yang ada saat ini, tetapi juga memiliki kelincahan untuk beradaptasi dengan standar baru yang mungkin muncul di masa depan. Integrasi teknologi digital ini pada akhirnya akan menciptakan industri yang lebih tangguh, efisien, dan mampu bersaing secara kompetitif di kancah internasional.

14.3 Arah Pengembangan Pengawasan Mutu Agroindustri

Arah pengembangan pengawasan mutu agroindustri di masa depan bergeser secara signifikan menuju konvergensi antara keberlanjutan lingkungan, integritas digital, dan personalisasi produk. Dalam kerangka *Outcome-Based Education* (OBE), pengembangan ini menuntut lulusan dan praktisi untuk tidak hanya menguasai teknik sampling konvensional, tetapi juga mampu merancang sistem pengawasan yang adaptif terhadap perubahan iklim dan kelangkaan sumber daya. Transformasi ini mengarah pada penerapan *Green Quality Control*, di mana parameter mutu tidak lagi hanya diukur berdasarkan atribut fisik produk, melainkan juga berdasarkan jejak karbon dan efisiensi energi selama proses produksi. Sebagai contoh, arah pengembangan pada industri pengolahan kakao kini mulai mengintegrasikan sensor deteksi emisi gas rumah kaca pada mesin penyangrai (*roaster*) sebagai indikator kualitas proses yang ramah lingkungan. Hal ini mencerminkan bahwa pengawasan mutu masa depan akan menjadi garda terdepan dalam mendukung

360

target pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*).

Pengembangan sistem penjaminan mutu juga akan semakin dalam mengadopsi teknologi *digital twin*, yang memungkinkan simulasi virtual dari seluruh rantai produksi agroindustri. Dengan *digital twin*, pengawasan mutu dapat dilakukan secara prediktif dengan mensimulasikan berbagai skenario kegagalan tanpa harus menghentikan lini produksi fisik. Arah pengembangan ini memungkinkan perusahaan untuk menguji batas kritis keamanan pangan dalam lingkungan digital yang aman sebelum diimplementasikan di lapangan. Menurut Wijaya et al. (2021), integrasi pemodelan siber-fisik dalam agroindustri memberikan keunggulan strategis dalam memitigasi risiko kontaminasi silang secara dini melalui analisis data historis yang komprehensif. Sebagai ilustrasi, sebuah pabrik pengolahan susu dapat menggunakan kembaran digital untuk memprediksi pertumbuhan bakteri berdasarkan fluktuasi suhu lingkungan pabrik, sehingga tindakan preventif dapat disesuaikan secara otomatis pada sistem kendali fisik.

Integrasi kecerdasan buatan yang lebih lanjut akan mengarah pada *Autonomous Quality Management Systems*, di mana mesin mampu melakukan koreksi mandiri (*self-correction*) tanpa intervensi manusia. Jika pada era Industri 4.0 fokus utama adalah pada pengumpulan data cerdas, maka arah masa depan adalah pada pengambilan keputusan mandiri oleh sistem. Dalam industri penggilingan padi modern, mesin penyortir warna cerdas masa depan tidak hanya memisahkan butir patah, tetapi juga menganalisis pola

kerusakan untuk menyesuaikan tekanan pada mesin pengupas kulit secara otomatis agar kerusakan serupa tidak terulang. Sebagaimana dijelaskan oleh Santoso (2020), evolusi pengawasan mutu menuju sistem otonom memerlukan standarisasi protokol komunikasi antar mesin yang seragam guna memastikan sinkronisasi data yang akurat. Hal ini menuntut kurikulum berbasis OBE untuk memperkuat kompetensi logika algoritma dan pemeliharaan sistem kecerdasan buatan bagi para calon profesional agroindustri.

Aspek personalisasi mutu menjadi arah baru yang sangat dipengaruhi oleh perubahan perilaku konsumen yang menginginkan produk yang disesuaikan dengan kebutuhan kesehatan individu. Pengawasan mutu masa depan akan melibatkan teknologi sensor personal yang terhubung dengan lini produksi, memungkinkan kustomisasi nutrisi secara massal (*mass customization*). Misalnya, dalam industri minuman fungsional, sistem pengawasan mutu dapat disesuaikan untuk memproduksi varian produk dengan kadar gula atau tambahan vitamin tertentu berdasarkan permintaan data digital dari segmen konsumen tertentu. Inovasi ini memerlukan fleksibilitas sistem kendali mutu yang sangat tinggi, di mana parameter standar nasional dikombinasikan dengan preferensi personal tanpa melanggar regulasi keamanan pangan. Pendekatan ini mengubah wajah pengawasan mutu dari sekadar penjaga standar menjadi pemungkin (*enabler*) nilai tambah bagi konsumen secara spesifik.

Penguatan ketertelusuran berbasis *Blockchain 2.0* yang terintegrasi dengan sensor biologi (*biosensors*) menjadi solusi

jangka panjang untuk memerangi pemalsuan pangan (*food fraud*) dalam rantai pasok agroindustri. Arah pengembangan ini memastikan bahwa informasi mengenai mutu produk tidak hanya bersifat administratif tetapi berbasis pada pembuktian molekuler yang tercatat dalam buku besar terdistribusi. Dalam ekspor buah-buahan tropis, penggunaan label cerdas yang mengandung biosensor dapat mendeteksi keberadaan residu pestisida secara instan dan mengirimkan datanya langsung ke sistem *blockchain*. Menurut Ramadhani dan Hartono (2022), transparansi mutakhir ini akan menjadi standar wajib dalam perdagangan agroindustri internasional guna menjamin perlindungan konsumen yang absolut. Dengan demikian, pengawasan mutu akan berkembang menjadi ekosistem informasi yang saling terhubung antara produsen, regulator, dan konsumen akhir.

Arah pengembangan juga menyentuh aspek ergonomi kognitif, di mana teknologi *Augmented Reality* (AR) akan digunakan sebagai alat bantu inspeksi mutu bagi operator di lapangan. Melalui kacamata AR, seorang petugas pengawas mutu dapat melihat lapisan data digital seperti suhu internal, pH, dan histori perawatan mesin yang diproyeksikan langsung pada objek fisik yang sedang diperiksa. Teknologi ini membantu mengurangi beban kerja kognitif dan meminimalkan kesalahan manusia dalam pengambilan sampel. Sebagai contoh, saat melakukan audit di gudang penyimpanan biji-bijian, auditor dapat langsung melihat visualisasi kadar air di setiap tumpukan karung tanpa harus melakukan pengujian manual yang memakan waktu. Pengembangan ini membuktikan bahwa teknologi masa

depan tidak bermaksud menggantikan manusia, melainkan memperkuat kapasitas indrawi dan analitis personel mutu dalam lingkungan kerja yang semakin kompleks.

Secara sintetis, arah pengembangan pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE akan bermuara pada terciptanya industri yang tangguh, cerdas, dan transparan. Pengawasan mutu tidak lagi dianggap sebagai unit terpisah, melainkan bagian integral dari strategi keberlanjutan perusahaan yang menyatukan efisiensi operasional dengan tanggung jawab sosial. Fokus pada pencegahan limbah, perlindungan konsumen melalui data presisi, dan adaptasi terhadap teknologi otonom akan menjadi indikator keberhasilan manajemen mutu di masa depan. Oleh karena itu, sinergi antara dunia akademik dan praktisi industri harus terus diperkuat melalui studi kasus yang dinamis agar inovasi pengawasan mutu dapat diterapkan secara aplikatif dan memberikan dampak nyata bagi daya saing produk agroindustri nasional di kancah global.

BAB 15

PENUTUP



Bab penutup ini merangkum keseluruhan pembahasan mengenai pengawasan mutu agroindustri yang telah diuraikan secara sistematis mulai dari konsep dasar mutu dan keamanan produk, regulasi dan standar, penerapan sistem pengawasan pada bahan baku, proses produksi, hingga penyimpanan dan distribusi, serta peran sumber daya manusia, dokumentasi, dan inovasi dalam menjamin mutu produk agroindustri, rangkuman tersebut memberikan gambaran utuh mengenai keterkaitan setiap komponen pengawasan mutu dan relevansinya terhadap kebutuhan industri, implikasi pembahasan ini bagi lulusan dan industri tercermin pada

pentingnya penguasaan kompetensi teknis, analitis, dan sikap profesional yang mampu menjawab tantangan mutu dan keamanan produk di dunia kerja, penguatan kompetensi berbasis Outcome Based Education menjadi landasan dalam memastikan bahwa capaian pembelajaran yang dirancang selaras dengan tuntutan industri agroindustri, sehingga lulusan diharapkan memiliki kesiapan kerja, daya saing, dan kemampuan beradaptasi yang tinggi dalam mendukung penerapan sistem pengawasan mutu agroindustri secara berkelanjutan.

15.1 Rangkuman materi

Buku ini secara komprehensif telah menguraikan bahwa pengawasan mutu dalam agroindustri bukan sekadar aktivitas teknis di laboratorium, melainkan sebuah sistem terpadu yang dimulai dari pemahaman mendalam mengenai konsep dasar mutu, keamanan pangan, hingga kepatuhan terhadap regulasi dan standar global. Penekanan pada aspek regulasi (Bab III) dan sistem pengawasan (Bab IV) memberikan fondasi yang kuat bagi pelaku agroindustri untuk beroperasi dalam koridor legalitas yang diakui secara internasional. Integrasi antara standar seperti ISO dan HACCP menjadi prasyarat mutlak dalam membangun kepercayaan konsumen. Dengan mengadopsi pendekatan *Outcome-Based Education* (OBE), buku ini menjembatani celah antara teori akademis dan kebutuhan praktis industri, memastikan bahwa setiap materi yang disampaikan bermuara pada kompetensi nyata yang dapat diukur dan diterapkan dalam skenario profesional yang kompleks.

Operasionalisasi pengawasan mutu telah dibedah secara mendalam melalui siklus hidup produk, mulai dari pengendalian ketat pada bahan baku (Bab V), pemantauan parameter kritis selama proses produksi (Bab VI), hingga verifikasi akhir pada produk antara dan produk jadi (Bab VII). Keberhasilan transformasi bahan mentah pertanian menjadi produk bernilai tambah sangat bergantung pada presisi metode dan teknik pengujian mutu (Bab VIII) yang dilakukan secara konsisten. Pengawasan ini tidak berhenti pada pintu keluar pabrik, namun berlanjut hingga ke tahap penyimpanan dan distribusi (Bab IX) untuk menjamin bahwa atribut mutu yang telah dibentuk selama produksi tidak mengalami degradasi akibat faktor lingkungan atau penanganan yang tidak tepat di sepanjang rantai pasok.

Aspek manajerial dan penguatan tata kelola melalui dokumentasi, audit, dan penjaminan mutu (Bab X) menjadi pilar utama dalam menciptakan sistem yang tertelusur (*traceable*) dan akuntabel. Dokumentasi yang sistematis bukan hanya berfungsi sebagai catatan historis, tetapi sebagai instrumen strategis untuk melakukan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*). Selain itu, pengakuan bahwa Sumber Daya Manusia (Bab XI) adalah aset terpenting dalam sistem mutu menegaskan bahwa teknologi secanggih apa pun tidak akan efektif tanpa dukungan personel yang kompeten, beretika, dan memiliki budaya mutu yang kuat. Melalui asesmen pembelajaran berbasis OBE (Bab XII), buku ini menawarkan metodologi evaluasi yang memastikan bahwa penguasaan teknis dan manajerial SDM agroindustri selaras dengan dinamika industri modern.

Implementasi nyata dari seluruh konsep tersebut dipertegas melalui dokumentasi studi kasus dan praktik baik (Bab XIII) yang memberikan gambaran riil mengenai keberhasilan maupun kegagalan di lapangan. Studi kasus ini berfungsi sebagai laboratorium mental bagi pembaca untuk mengasah kemampuan analisis dan pengambilan keputusan dalam menghadapi variabilitas produk agroindustri yang tinggi. Dengan merefleksikan praktik-praktik terbaik dari berbagai sub-sektor agroindustri, pembaca diajak untuk memahami bahwa pengawasan mutu bersifat situasional namun tetap harus berpijak pada prinsip-prinsip ilmiah yang universal. Hal ini sangat penting untuk membangun intuisi profesional yang tajam dalam mendeteksi anomali mutu sebelum menjadi masalah sistemik yang merugikan perusahaan.

Sebagai narasi penutup, buku ini memproyeksikan masa depan agroindustri melalui pembahasan mengenai inovasi dan tantangan (Bab XIV) seperti digitalisasi industri 4.0, kecerdasan buatan dalam pengujian mutu, dan tuntutan keberlanjutan lingkungan. Tantangan global seperti perubahan iklim dan kelangkaan sumber daya menuntut sistem pengawasan mutu yang lebih adaptif, efisien, dan responsif. Penggabungan antara filosofi OBE dan teknologi mutakhir menjadi kunci utama bagi para praktisi dan akademisi untuk terus berinovasi. Akhirnya, pengawasan mutu agroindustri harus dipandang sebagai perjalanan dinamis menuju keunggulan kompetitif, di mana kualitas bukan lagi sebuah tujuan akhir, melainkan sebuah standar minimal yang

harus terus ditingkatkan demi kesejahteraan masyarakat dan kemajuan sektor agroindustri nasional.

15.2 Implikasi bagi lulusan dan industri

Implementasi kurikulum berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) dalam bidang pengawasan mutu agroindustri membawa implikasi transformatif bagi lulusan, di mana profil profesional tidak lagi sekadar didefinisikan oleh akumulasi pengetahuan teoretis, tetapi oleh kemampuan nyata dalam mendemonstrasikan kompetensi teknis dan manajerial. Lulusan diharapkan memiliki kapabilitas untuk merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi sistem penjaminan mutu yang adaptif terhadap karakteristik bahan baku pertanian yang heterogen. Dengan orientasi pada luaran (*outcomes*), lulusan memiliki kesiapan kerja yang lebih tinggi karena proses pembelajaran telah mensimulasikan tantangan riil di industri, seperti pemecahan masalah pada titik kendali kritis dan pengambilan keputusan berbasis data statistik. Hal ini menciptakan tenaga kerja yang tidak hanya terampil secara operasional, tetapi juga memiliki pola pikir kritis dalam menjaga integritas produk dari hulu hingga ke hilir.

Bagi sektor industri, penerapan prinsip pengawasan mutu berbasis OBE oleh para lulusan memberikan jaminan efisiensi dan konsistensi produk yang lebih tinggi. Industri agroindustri saat ini menghadapi tekanan besar untuk memenuhi standar global yang sangat dinamis, sehingga kehadiran tenaga ahli yang memahami filosofi pencegahan risiko (preventif) dibandingkan sekadar inspeksi (detektif) menjadi aset strategis. Implikasi nyata terlihat pada penurunan

tingkat produk gagal (*reject*) dan optimasi penggunaan sumber daya melalui penerapan metode pengujian yang presisi dan dokumentasi yang tertelusur. Perusahaan yang mempekerjakan lulusan dengan kompetensi OBE akan lebih mudah dalam mempertahankan sertifikasi internasional seperti ISO 22000 atau FSSC 22000, yang pada akhirnya memperkuat posisi tawar produk di pasar ekspor.

Lebih jauh lagi, sinergi antara dunia akademik berbasis OBE dan industri mendorong terciptanya ekosistem inovasi yang berkelanjutan dalam pengawasan mutu. Lulusan dipersiapkan untuk menjadi agen perubahan yang mampu mengintegrasikan teknologi industri 4.0, seperti sensor berbasis IoT dan analisis data besar (*big data*), ke dalam protokol pengawasan mutu konvensional. Implikasinya adalah pergeseran paradigma industri dari sistem pengawasan manual menuju sistem cerdas yang mampu memprediksi potensi penyimpangan mutu sebelum terjadi. Inovasi ini sangat krusial dalam memitigasi kerugian ekonomi akibat kerusakan bahan pangan yang bersifat mudah rusak (*perishable*), sekaligus meningkatkan akuntabilitas industri terhadap aspek keamanan pangan bagi masyarakat luas.

Dari aspek profesionalisme, implikasi OBE juga menyentuh dimensi etika dan tanggung jawab sosial bagi lulusan. Pengawasan mutu bukan hanya soal angka dan parameter laboratorium, melainkan janji produsen kepada konsumen mengenai keamanan dan kesehatan. Lulusan yang terbentuk melalui kurikulum OBE memiliki kesadaran tinggi bahwa kegagalan dalam pengawasan mutu dapat berdampak sistemik pada kesehatan publik dan keberlanjutan bisnis.

Industri pun mendapatkan keuntungan dari budaya mutu yang kuat (*quality culture*) yang dibawa oleh lulusan ini, di mana setiap individu di organisasi merasa bertanggung jawab atas kualitas akhir produk. Hal ini mengurangi ketergantungan pada pengawasan eksternal dan membangun fondasi kepercayaan yang lebih kokoh antara produsen, regulator, dan konsumen.

Sebagai simpulan, implikasi dari penguasaan materi pengawasan mutu berbasis OBE mencakup penguatan daya saing nasional di sektor agroindustri melalui penyediaan SDM yang unggul dan adaptif. Penyelarasan antara capaian pembelajaran di perguruan tinggi dengan standar kompetensi di industri memastikan bahwa tidak ada lagi kesenjangan (*mismatch*) antara dunia pendidikan dan kebutuhan pasar kerja. Bagi industri, ini adalah investasi jangka panjang untuk mencapai keunggulan operasional, sedangkan bagi lulusan, ini adalah paspor profesional untuk berkarier di tingkat global. Transformasi ini pada akhirnya akan mendorong agroindustri Indonesia menjadi sektor yang tidak hanya produktif secara kuantitas, tetapi juga diakui secara kualitas di kancah internasional.

15.3 Penguatan kompetensi berbasis OBE

Penguatan kompetensi berbasis *Outcome-Based Education* (OBE) dalam bidang pengawasan mutu agroindustri menandai pergeseran paradigma dari model pembelajaran tradisional yang berpusat pada masukan (*input*) menjadi model yang berorientasi pada luaran (*output*) dan dampak (*impact*). Dalam konteks ini, kompetensi tidak lagi

didefinisikan secara sempit sebagai penguasaan teori laboratorium semata, melainkan sebagai integrasi antara pengetahuan, keterampilan teknis, dan sikap profesional yang dapat didemonstrasikan secara nyata. Penguatan ini menuntut lulusan untuk mampu menerjemahkan standar mutu yang abstrak ke dalam protokol kerja operasional yang efektif di lantai produksi. Melalui kerangka OBE, setiap capaian pembelajaran dirancang sedemikian rupa agar selaras dengan kebutuhan spesifik industri agroindustri yang dinamis, sehingga lulusan memiliki kesiapan mental dan teknis dalam menghadapi variabilitas bahan baku pertanian yang sering kali tidak menentu.

Secara substansial, penguatan kompetensi ini mencakup kemampuan analisis risiko yang mendalam, di mana lulusan tidak hanya mampu melakukan pengujian rutin, tetapi juga mampu merancang sistem mitigasi melalui pendekatan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Kurikulum berbasis OBE mendorong mahasiswa untuk terlibat dalam pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) yang mereplikasi masalah nyata di industri, seperti penanganan kontaminasi silang atau penurunan viskositas pada produk saus selama penyimpanan. Dengan demikian, penguatan kompetensi ini menciptakan sumber daya manusia yang memiliki daya nalar logis dan kemampuan pemecahan masalah (*problem-solving*) yang kuat. Hal ini sangat krusial mengingat sektor agroindustri memerlukan keputusan cepat dan tepat guna meminimalkan pemborosan (*waste*) dan menjamin keamanan pangan bagi konsumen akhir.

Selain aspek teknis, penguatan kompetensi berbasis OBE juga menitikberatkan pada pengembangan *soft skills* dan karakter profesional yang berintegritas. Dalam pengawasan mutu, kejujuran dalam pelaporan data dan ketegasan dalam menegakkan standar adalah harga mati yang tidak dapat ditawar. Melalui asesmen yang autentik dan berkelanjutan dalam sistem OBE, mahasiswa dibiasakan untuk bekerja di bawah tekanan standar industri yang ketat namun tetap menjunjung tinggi etika profesi. Implikasinya, lulusan akan memiliki budaya mutu (*quality culture*) yang mendarah daging, di mana mereka memandang kualitas bukan sebagai beban administratif, melainkan sebagai tanggung jawab moral kepada publik. Penguatan pada dimensi afektif ini memastikan bahwa teknologi canggih yang digunakan dalam industri tetap berada di bawah kendali manusia yang memiliki integritas moral tinggi.

Adopsi teknologi digital dalam pengawasan mutu agroindustri, seperti penggunaan kecerdasan buatan (AI) untuk sortasi otomatis atau teknologi *blockchain* untuk keterlusuran (*traceability*), juga menjadi pilar penting dalam penguatan kompetensi berbasis OBE. Kurikulum yang adaptif harus mampu membekali lulusan dengan literasi data dan literasi teknologi yang mumpuni. Mahasiswa ditantang untuk mampu mengoperasikan instrumen modern sekaligus menginterpretasikan data besar (*big data*) yang dihasilkan oleh sensor-sensor di lini produksi. Penguatan kompetensi di bidang ini memastikan bahwa lulusan tidak hanya menjadi operator mesin, tetapi menjadi analis yang mampu memberikan rekomendasi strategis bagi manajemen

perusahaan dalam rangka peningkatan mutu berkelanjutan (*continuous quality improvement*).

Terakhir, penguatan kompetensi berbasis OBE menciptakan jembatan yang kokoh bagi kolaborasi berkelanjutan antara dunia akademik dan dunia usaha/dunia industri (DUDI). Dengan adanya standarisasi kompetensi yang jelas dan terukur, industri mendapatkan jaminan bahwa tenaga kerja yang mereka rekrut telah memenuhi kualifikasi standar global. Hal ini pada gilirannya akan memicu peningkatan daya saing sektor agroindustri nasional di kancah internasional. Penguatan kompetensi ini bukan sekadar strategi pendidikan, melainkan sebuah investasi jangka panjang untuk membangun kedaulatan pangan dan keunggulan ekonomi berbasis komoditas pertanian. Melalui sinergi antara teori yang kuat dan praktik yang terukur, pengawasan mutu agroindustri berbasis OBE akan menjadi standar baru dalam mencetak profesional yang unggul, inovatif, dan berdaya saing global.

LAMPIRAN

L1. Contoh CPMK dan Sub-CPMK

Profil Mata Kuliah

- **Mata Kuliah:** Pengawasan Mutu Agroindustri
- **Bobot:** 3 SKS (2-1)
- **Deskripsi Singkat:** Mata kuliah ini membekali mahasiswa dengan kemampuan merancang, menerapkan, dan mengevaluasi sistem pengawasan mutu pada rantai pasok agroindustri (bahan baku, proses, hingga produk akhir) sesuai regulasi nasional dan internasional.

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Setelah menyelesaikan mata kuliah ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. **CPMK-1:** Menganalisis konsep mutu, keamanan pangan, dan regulasi agroindustri secara komprehensif sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial.
2. **CPMK-2:** Merancang sistem pengawasan mutu (HACCP/ISO) yang terintegrasi pada lini produksi berbagai komoditas agroindustri.
3. **CPMK-3:** Mengevaluasi metode pengujian mutu (fisik, kimia, mikrobiologi) dan menginterpretasikan data hasil pengujian menggunakan alat statistik.
4. **CPMK-4:** Menunjukkan sikap bertanggung jawab dan integritas profesi dalam melakukan audit dan dokumentasi penjaminan mutu.

Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Sub-CPMK merupakan rincian tahapan kompetensi untuk mencapai CPMK:

No	Sub-CPMK	Kaitan dengan Bab	Indikator Kinerja
1	Mampu menjelaskan ruang lingkup agroindustri dan urgensi pengawasan mutu berbasis luaran (OBE).	Bab I & II	Ketepatan identifikasi atribut mutu produk.
2	Mampu membandingkan standar mutu nasional (SNI) dengan standar internasional (Codex/ISO).	Bab III	Ketepatan analisis komparasi regulasi.
3	Mampu menyusun rencana pengambilan sampel (<i>sampling plan</i>) pada bahan baku agroindustri.	Bab V	Validitas prosedur pengambilan sampel.
4	Mampu menentukan Titik Kendali Kritis (CCP) pada alur proses produksi agroindustri.	Bab VI	Ketepatan diagram alir dan pohon keputusan CCP.
5	Mampu mendemonstrasikan teknik pengujian mutu laboratorium dan analisis data statistik (SQC).	Bab VIII	Akurasi hasil uji dan interpretasi grafik kendali.

No	Sub-CPMK	Kaitan dengan Bab	Indikator Kinerja
6	Mampu mendesain alur distribusi dan penyimpanan yang menjamin stabilitas mutu produk.	Bab IX	Efektivitas rekomendasi sistem penyimpanan.
7	Mampu menyusun dokumen manual mutu dan melakukan simulasi audit internal.	Bab X	Kelengkapan dokumen audit dan objektivitas temuan.
8	Mampu memecahkan masalah kompleks terkait kegagalan mutu melalui pendekatan studi kasus.	Bab XIII	Kualitas solusi dan orisinalitas argumen.

Rencana Asesmen (Contoh)

Untuk memastikan kompetensi di atas tercapai, dilakukan penilaian berbasis performa:

- **Tugas Proyek:** Penyusunan Dokumen Rencana HACCP pada UMKM Agroindustri lokal (Mengukur CPMK-2).
- **Praktikum:** Pengujian kadar proksimat dan uji organoleptik menggunakan metode standar (Mengukur CPMK-3).
- **Studi Kasus:** Analisis penyebab penarikan produk (*product recall*) di pasar global (Mengukur CPMK-1 & CPMK-4).

L2. Contoh RPS Berbasis OBE

1. Identitas Mata Kuliah

- **Nama Mata Kuliah:** Pengawasan Mutu Agroindustri
- **Kode Mata Kuliah:** AGD304
- **Bobot SKS:** 3 SKS (2 Teori, 1 Praktikum)
- **Semester:** V (Lima)
- **Deskripsi:** Mata kuliah ini membahas sistem pengawasan mutu komprehensif pada rantai nilai agroindustri dengan pendekatan *Outcome-Based Education* (OBE), mencakup teknik pengujian, standar regulasi, hingga audit sistem jaminan mutu.

2. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) yang Dibebankan

- **CPL-1 (Sikap):** Menunjukkan integritas dan tanggung jawab profesional dalam menegakkan standar keamanan pangan.
- **CPL-2 (Pengetahuan):** Menguasai konsep teoritis dan regulasi mutu agroindustri secara mendalam.
- **CPL-3 (Keterampilan Khusus):** Mampu merancang dan mengimplementasikan sistem manajemen mutu (HACCP, ISO) pada proses pengolahan hasil pertanian.

3. Matriks Rencana Pembelajaran

Minggu ke-	Sub-CPMK (Kemampuan Akhir yang Diharapkan)	Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	Metode Pembelajaran	Pengalaman Belajar Mahasiswa	Kriteria & Indikator Penilaian	Bobot Nilai
1-2	Mampu menganalisis kaitan konsep mutu dengan daya saing agroindustri (CPMK-1)	Pendahuluan & Konsep Dasar Mutu (Bab I & II)	<i>Discovery Learning & Diskusi Kelompok</i>	Observasi atribut mutu pada berbagai produk olahan di pasar.	Ketepatan mendefinisikan dimensi mutu produk.	10%
3-4	Mampu mengintegrasikan regulasi dan standar mutu nasional/global (CPMK-1)	Regulasi & Sistem Pengawasan Mutu (Bab III & IV)	<i>Contextual Instruction</i>	Membandingkan label produk ekspor vs lokal berdasarkan regulasi.	Ketepatan analisis kepatuhan standar.	10%
5-7	Mampu mendesain titik kendali mutu pada rantai produksi (CPMK-2)	Pengawasan Mutu Bahan Baku & Proses (Bab V & VI)	<i>Case-Based Learning</i>	Menyusun alur proses dan menentukan titik kritis pada komoditas tertentu.	Kedalaman analisis risiko dan ketepatan CCP.	15%
8	UTS (Ujian Tengah Semester)	Materi Minggu 1-7	Tes Tertulis / Proyek	Evaluasi pemahaman teoritis dan aplikatif.	Akurasi jawaban teknis.	20%
9-11	Mampu mendemonstrasikan teknik pengujian dan	Produk Akhir, Metode Pengujian & Statistik	Praktikum Laboratorium	Melakukan uji proksimat dan membuat grafik kendali	Presisi hasil uji dan interpretasi data SQC.	20%

Minggu ke-	Sub-CPMK (Kemampuan Akhir yang Diharapkan)	Bahan Kajian (Materi Pembelajaran)	Metode Pembelajaran	Pengalaman Belajar Mahasiswa	Kriteria & Indikator Penilaian	Bobot Nilai
	analisis data (CPMK-3)	(Bab VII & VIII)		(Control Chart).		
12-13	Mampu mengevaluasi manajemen distribusi dan audit mutu (CPMK-4)	Penyimpanan, Distribusi, & Audit (Bab IX & X)	<i>Simulation</i>	Simulasi audit internal pada laboratorium atau unit pengolahan.	Kelengkapan Checklist audit dan laporan temuan.	10%
14-15	Mampu merancang inovasi solusi terhadap tantangan agroindustri (CPMK-2, 3, 4)	Inovasi & Studi Kasus (Bab XIII & XIV)	<i>Project-Based Learning</i> (PjBL)	Merancang prototipe sistem pengawasan mutu cerdas (IoT/Digital).	Kreativitas dan kelayakan solusi inovatif.	15%
16	UAS (Ujian Akhir Semester)	Presentasi Proyek Akhir	Presentasi & Poster	Mempertahankan rancangan sistem mutu di depan panelis.	Kemampuan komunikasi dan argumentasi ilmiah.	(Input ke PjBL)

4. Strategi Asesmen Berbasis OBE

Sesuai prinsip OBE, asesmen dilakukan melalui metode langsung (*Direct Assessment*):

- Rubrik Penilaian Proyek:** Digunakan untuk menilai rancangan HACCP mahasiswa.
- Logbook Praktikum:** Menilai keterampilan teknis di laboratorium.

- c. **Peer-Assessment:** Menilai kontribusi individu dalam kerja kelompok pada studi kasus.

5. Referensi Utama

- Hariyadi, P. (2018). *Sistem Mutu dan Keamanan Pangan untuk Industri Pangan*. Bogor: IPB Press.
- Muhandri, T., & Kadarisman, D. (2019). *Sistem Jaminan Mutu Pangan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Purwanto, A., dkk. (2023). *Manajemen Mutu Agroindustri di Era 4.0*. Jurnal Teknologi Industri.

L3. Contoh Rubrik Penilaian

Deskripsi Tugas

Mahasiswa secara berkelompok diminta untuk melakukan analisis risiko dan merancang sistem pengawasan mutu (HACCP) pada satu jenis komoditas agroindustri spesifik (misal: industri pengolahan susu, pengalengan ikan, atau pembekuan buah).

Tabel Rubrik Penilaian (Analitik)

Kriteria Penilaian	Istimewa (81-100)	Baik (71-80)	Cukup (61-70)	Kurang (<60)
Identifikasi Bahaya (Fisik, Kimia, Biologi)	Identifikasi bahaya sangat komprehensif, spesifik pada jenis komoditas, dan menyertakan sumber	Identifikasi bahaya lengkap dan sesuai komoditas, namun deskripsi kurang mendalam.	Identifikasi bahaya cukup lengkap, namun ada beberapa bahaya penting yang terlewat.	Identifikasi bahaya tidak lengkap dan tidak relevan dengan komoditas yang dipilih.

Kriteria Penilaian	Istimewa (81-100)	Baik (71-80)	Cukup (61-70)	Kurang (<60)
	referensi ilmiah.			
Penentuan Titik Kendali Kritis (CCP)	Penetapan CCP menggunakan <i>Decision Tree</i> secara tepat dan logis untuk setiap tahapan proses.	Penetapan CCP menggunakan <i>Decision Tree</i> , namun ada sedikit kesalahan logika pada satu tahapan.	Penetapan CCP dilakukan tanpa mengikuti alur <i>Decision Tree</i> yang sistematis.	Penetapan CCP bersifat spekulatif dan tidak memiliki dasar argumen teknis.
Penetapan Batas Kritis (<i>Critical Limits</i>)	Batas kritis ditetapkan berdasarkan standar regulasi (SNI/Codex) yang berlaku dan dapat diukur secara presisi.	Batas kritis merujuk pada standar yang benar, namun parameter ukurnya sulit diimplementasikan.	Batas kritis ditetapkan secara umum tanpa merujuk pada regulasi spesifik.	Batas kritis tidak ditetapkan atau tidak memiliki dasar ilmiah.
Prosedur Pemantauan & Tindakan Koreksi	Prosedur 5W+1H (Who, What, Where, When, Why,	Prosedur pemantauan lengkap, namun tindakan koreksi kurang	Prosedur pemantauan ada namun tidak	Tidak ada prosedur pemantauan dan tindakan

Kriteria Penilaian	Istimewa (81-100)	Baik (71-80)	Cukup (61-70)	Kurang (<60)
	How) dijelaskan sangat detail dan sistematis.	aplikatif di lapangan.	mencakup semua elemen 5W+1H.	koreksi yang jelas.
Kualitas Dokumentasi & Presentasi	Laporan disusun sangat rapi, menggunakan bahasa akademik yang baik, dan dipresentasikan dengan sangat meyakinkan.	Laporan rapi dan sistematis, presentasi cukup baik namun kurang interaktif.	Laporan cukup rapi, namun terdapat kesalahan tata tulis (typo) yang mengganggu.	Laporan tidak rapi dan tidak mengikuti format yang telah ditentukan.

Penilaian Sikap (Integrasi OBE)

Selain kemampuan teknis, dalam OBE juga dinilai aspek afektif (sikap) melalui observasi selama proses pengerjaan proyek:

Unsur Sikap	Indikator Pengamatan	Skor (1-5)
Integritas	Kejujuran dalam melaporkan data hasil observasi lapangan tanpa manipulasi.	
Kerjasama	Kontribusi aktif dalam diskusi kelompok dan pembagian tugas yang adil.	
Kedisiplinan	Ketepatan waktu dalam mengumpulkan draf laporan sesuai <i>deadline</i> yang disepakati.	

Matriks Pencapaian CPL (*Closing the Loop*)

Dalam kerangka OBE, nilai dari rubrik di atas kemudian dikonversi untuk melihat tingkat ketercapaian Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL):

- **Skor Rata-rata > 75:** Kompetensi **Tercapai** (Mahasiswa siap terjun ke industri).
- **Skor Rata-rata 60-75:** Kompetensi **Tercapai dengan Catatan** (Perlu pendalaman materi teknis).
- **Skor Rata-rata < 60:** Kompetensi **Belum Tercapai** (Diperlukan tindakan remedial atau pengulangan modul).

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. (2020). Metodologi pengembangan kurikulum berbasis capaian pembelajaran (OBE) di perguruan tinggi. Pustaka Pelajar.
- Arifin, Z., Munadi, S., & Guntur, G. (2021). Manajemen mutu pendidikan berbasis capaian (Outcome-Based Education) di era Revolusi Industri 4.0. Jurnal Pendidikan Vokasi.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI ISO 22000:2018 Sistem manajemen keamanan pangan, Persyaratan untuk organisasi dalam rantai pangan. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI gula kristal putih. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Standar Nasional Indonesia dan penerapannya dalam industri pangan. BSN.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). Teaching for quality learning at university (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Biggs, J., & Tang, C. (2019). Teaching for quality learning at university (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Budiyanto, A. (2020). Manajemen operasi agroindustri di era digital: Tantangan dan peluang. Penerbit Andi.
- Charters, S. (2017). Food quality and consumer value. Springer.
- Chen, J. C., & Chou, C. C. (2013). Cane sugar handbook (12th ed.). Wiley.
- Codex Alimentarius Commission. (2020). General principles of food hygiene CXC 1-1969. FAO; WHO.

- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. (2020). Panduan penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi di Era Industri 4.0 untuk mendukung Merdeka Belajar-Kampus Merdeka. Kemendikbud.
- Eldy, E. F., & Sulaiman, F. (2015). Integrated Outcome-Based Education (OBE) toward improving quality of education in postsecondary education. *International Journal of Social Science and Humanity*, 5(11), 980–983. <https://doi.org/10.7763/IJSSH.2015.V5.590>
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2020). *Managing for quality and performance excellence* (11th ed.). Cengage Learning.
- FAO. (2011). *Guide to good dairy farming practice*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2017). *Agro-industrial parks: Experiences from developing countries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2018a). *Good agricultural practices for sustainable agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2018b). *Guide to good hygiene practices for fresh fruits and vegetables*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2019). *Food quality and safety systems: A training manual on food hygiene and the hazard analysis and critical control point system*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO/WHO. (2020). *General principles of food hygiene and hazard analysis and critical control point (HACCP) system* (4th ed.). Codex Alimentarius Commission.

- Firmansyah, A. (2022). Manajemen operasi agroindustri di era digital. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(1), 45–58.
- Forsythe, S. J. (2020). *The microbiology of safe food* (3rd ed.). Wiley Blackwell.
- Gaspersz, V. (2013). *All-in-one management system: ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001*. Vinchristo Publication.
- Grunert, K. G., Hieke, S., & Wills, J. (2015). Sustainability labels on food products consumer motivation, understanding and use. *Food Policy*, 44, 177–189.
- Handoko, T. H. (2021). *Manajemen operasi dan produksi: Pencapaian keunggulan kompetitif melalui kualitas dan inovasi*. BPFE Yogyakarta.
- Harden, R. M. (2016). Outcome-based education, the future is today. *Medical Teacher*, 38(8), 776–780. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2016.1172998>
- Hariyadi, P. (2018). *Sistem mutu dan keamanan pangan untuk industri pangan*. IPB Press.
- Hariyadi, P. (2019). *Sistem mutu dan keamanan pangan untuk industri pangan*. IPB Press.
- Herlambang, A., Sutrisno, B., & Rahmawati, D. (2022). Implementasi artificial intelligence dalam sistem kendali mutu industri pangan: Sebuah tinjauan. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*.
- Hoyle, D. (2017). *ISO 9000 quality systems handbook* (7th ed.). Routledge.
- Hubeis, M., et al. (2019). *Manajemen mutu pangan*. Universitas Terbuka.

- ISO. (2015). ISO 9000:2015 Quality management systems, fundamentals and vocabulary. International Organization for Standardization.
- James, S. J., & James, C. (2019). The food cold-chain and climate change. *Food Research International*, 123, 339–345.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2020). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 3 Tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi. Kemendikbud.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management* (15th ed.). Pearson Education.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2018). *Sensory evaluation of food principles and practices* (2nd ed.). Springer.
- Luning, P. A., & Marcelis, W. J. (2020). Food quality management and chain performance. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 57–66.
- Luning, P. A., Marcelis, W. J., & Jongen, W. M. F. (2015). *Food quality management: Technological and managerial principles and practices*. Wageningen Academic Publishers.
- Mangkunegara, A. P. (2019). *Manajemen sumber daya manusia perusahaan*. Remaja Rosdakarya.
- Mortimore, S., & Wallace, C. (2018). *HACCP: A practical approach* (3rd ed.). Springer.
- Muhandri, T., & Kadarisman, D. (2019). *Sistem jaminan mutu pangan*. Universitas Terbuka.

- Mulyadi, H. (2022). Transformasi kompetensi SDM industri dalam menghadapi era manufaktur cerdas. *Jurnal Manajemen dan Organisasi*.
- Mutala'lia, I., Hubeis, M., & Panjaitan, N. K. (2020). Strategi peningkatan daya saing UKM agroindustri berbasis sertifikasi mutu. *Jurnal Manajemen dan Organisasi*, 11(2), 115–125.
- Nazir, N. (2020). Pengantar teknologi pertanian dan transformasi agroindustri. Erka Publishing.
- Nazir, N., Sahadi, D., & Helmi, H. (2020). Pengantar teknologi pertanian dan transformasi agroindustri. Erka Publishing.
- Nout, M. J. R., & Kiers, J. L. (2005). Tempe fermentation, innovation and functionality. *Journal of Applied Microbiology*, 98(4), 789–805.
- Oakland, J. S. (2014). *Total quality management and operational excellence* (4th ed.). Routledge.
- OECD. (2019). *Innovation, productivity and sustainability in food and agriculture*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Pratama, R., Wijaya, S., & Kusuma, A. (2021). Keamanan data dan integritas sistem penjaminan mutu pada rantai pasok agroindustri 4.0. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*.
- Purwanto, A., Asbari, M., & Santoso, T. I. (2020). Analisis implementasi Lean Six Sigma terhadap kualitas produk agroindustri di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.
- Purwanto, A., Asbari, M., & Santoso, T. I. (2023). Analisis implementasi pengendalian mutu berbasis teknologi

- digital pada sektor agroindustri. *Jurnal Manajemen dan Industri*, 5(2), 88–102.
- Raharjo, B. (2023). Strategi perbaikan mutu berkelanjutan pada sektor agroindustri berbasis teknologi digital. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*.
- Ramadhani, F., & Hartono, S. (2022). Inovasi teknologi biosensor dan blockchain dalam penjaminan keamanan pangan global. *Jurnal Mutu dan Keamanan Pangan*.
- Santoso, B. (2020). *Manajemen mutu strategis di era manufaktur cerdas*. Penerbit Erlangga.
- Sari, D. P., & Pratama, R. (2021). Penerapan Kurikulum Berbasis Capaian (OBE) dalam pendidikan teknologi pangan untuk menghadapi Industri 4.0. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 11(2), 112–125.
- Sari, D. P., & Wijaya, K. (2022). Sistem jaminan mutu dan keamanan pangan pada rantai pasok agroindustri. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*.
- Setiawan, I. (2020). *Manajemen mutu agroindustri di era Industri 4.0*. IPB Press.
- Spady, W. G. (2014). *Outcome-based education: Critical issues and answers*. American Association of School Administrators.
- Spady, W. G. (2017). *Outcome-based education: Critical issues and answers (2nd ed.)*. American Association of School Administrators.
- Spink, J., & Moyer, D. C. (2011). Defining the public health threat of food fraud. *Journal of Food Science*, 76(9), R157–R163.

- SQFI. (2019). Safe quality food code. Safe Quality Food Institute.
- Syah, D. (2012). Pengantar teknologi pangan. IPB Press.
- Tieman, M. (2015). Halal clusters. *Journal of Islamic Marketing*, 6(1), 2–21.
- Trienekens, J. H. (2016). Food safety and quality assurance in agri food supply chains. *Food Control*, 69, 109–117.
- Trienekens, J. H., & Zuurbier, P. J. P. (2017). Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. *International Journal of Production Economics*, 193, 677–684.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2019). *Dairy science and technology* (3rd ed.). CRC Press.
- Widjaja, M., & Kurniawan, H. (2023). Blockchain untuk ketertelusuran dan keamanan pangan: Inovasi rantai pasok masa depan. *Jurnal Agroteknologi Industri*.
- Wijaya, K., Kusuma, D., & Sari, N. (2021). Penerapan digital twin untuk optimasi proses dan pengawasan mutu pada agroindustri modern. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*.
- Winarno, F. G. (2017). Keamanan pangan. Gramedia.

BIODATA PENULIS



Prof.Dr.Ir. I Ketut Budaraga,MSi.CIRR

Prof.Dr.Ir. I Ketut Budaraga, MSi. CIRR lahir di Desa Bulian Kecamatan Kubutambahan Kabupaten Buleleng pada tanggal 22 Juli 1968. Menamatkan SD No.1 Bulian tahun 1982, SMP 1 Singaraja tahun 1984. SMA Lab Unud Singaraja tahun 1987. Melanjutkan ke Fakultas Pertanian Universitas Mataram tahun 1987 dan tamat 1992. Melanjutkan pendidikan S2 tahun 1995 Ke Pasca sarjana program studi Teknik Pasca Panen IPB tamat 1998. Diberikan kesempatan lanjut ke S3 Ilmu pertanian tamat tahun 2016. Diangkat sebagai Dosen PNSD ke Kopertis Wilayah X Padang di tempatkan di Universitas Ekasakti di Fakultas Pertanian pada program studi Teknologi Hasil Pertanian, terakhir diberikan kepercayaan menjadi guru besar bidang ilmu Teknologi Pengolahan mulai terhitung 1 Agustus 2023. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: [iketutbudaraga@ unespadang.ac.id](mailto:iketutbudaraga@unespadang.ac.id)