

DARI WARISAN LELUHUR KE LABORATORIUM MODERN: ETNOSAINS MEWARNAI PEMBELAJARAN IPA BERBASIS KURIKULUM MERDEKA

Irfan Ananda Ismail, S.Pd., M.Pd., Gr.

Prof. Dr. Mawardi, M.Si

Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si

Khairil Arif, S.Pd., M.Pd

Reski Nofrialdi S.Pd



2024

Dari Warisan Leluhur ke Laboratorium Modern: Etnosains Mewarnai Pembelajaran IPA

Penulis : Irfan Ananda Ismail, S.Pd., M.Pd., Gr.
Prof. Dr. Mawardi, M.Si
Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si
Khairil Arif, S.Pd., M.Pd
Reski Nofrialdi., S.Pd

Editor : Reski Nofrialdi., S.Pd
Desain Cover : Renol Destitama A.Md
ISBN : 978-623-98399-3-2
Penerbit : LPPM AAI Padang

Cetakan Pertama: Oktober 2024
166 hlm, Uk: 14 x 20 cm

Hak Cipta 2024, Pada Penulis

Isi menjadi tanggung jawab penerbit

Copyright © 2024 by LPPM AAI Padang

Tidak boleh diproduksi sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun
Tanpa izin tertulis dari pengarang dan/atau penerbit
UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

[i.] penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual; Pengandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk Kepentingan penelitian ilmu pengetahuan; Pengandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).

Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

TENTANG PENULIS

Dr. (Cand.) Irfan Ananda Ismail, S.Pd., M.Pd., Gr. merupakan sosok inspiratif yang kini tengah menempuh studi doktoral di Program Studi Pendidikan IPA Universitas Negeri Padang (UNP). Lahir di Batam pada 4 Desember 1999, Irfan tumbuh dalam keluarga sederhana yang menjunjung tinggi nilai pendidikan. Meski dihadapkan pada keterbatasan ekonomi, semangat belajarnya tak pernah surut. Sejak usia belia, Irfan telah menunjukkan ketertarikan luar biasa terhadap dunia sains, khususnya kimia. Kecerdasannya yang menonjol dan tekadnya yang membara mengantarkannya meraih berbagai prestasi gemilang di tingkat sekolah hingga nasional. Berbekal kegigihan dan dukungan keluarga, ia berhasil melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Negeri Padang (UNP). Perjalanan akademis Irfan penuh liku namun sarat makna. Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) diraihnya dengan predikat cum laude, disusul Magister Pendidikan (M.Pd.) yang diselesaikan dalam waktu singkat. Prestasi cemerlangnya mengantarkan Irfan meraih kesempatan prestisius untuk melanjutkan studi doktoral di almamater tercinta. Kini, sebagai mahasiswa S3 Pendidikan IPA UNP, Irfan tidak hanya fokus pada penelitian inovatif di bidang pendidikan kimia, tetapi juga aktif membagikan ilmunya kepada masyarakat luas. Statusnya sebagai Guru Profesional (Gr.) menjadi bukti komitmennya dalam memajukan dunia pendidikan Indonesia.

Daftar Isi

TENTANG PENULIS	3
1 Etnosains: Warisan Leluhur dalam Kacamata IPA	11
1.1 Etnosains, Apa Itu?	11
1.2 Jejak Etnosains dalam Lintasan Sejarah	16
1.3 Etnosains dan IPA: Dua Sisi Mata Uang	29
1.4 Ciri Khas Etnosains: Unik dan Berwarna	41
1.5 Etnosains di Kelas: Mengapa Penting?	48
1.6 Tantangan dan Peluang: Etnosains dalam Kurikulum Merdeka . . .	54
2 Etnosains Masuk Kelas: Mewarnai Pembelajaran IPA	63
2.1 Berburu Kearifan Lokal: Teknik Identifikasi Pengetahuan Tradisional	63
2.1.1 Teknik 1: Observasi Partisipatif	64
2.1.2 Teknik 2: Wawancara Mendalam	65
2.1.3 Teknik 3: Penelusuran Dokumen	65
2.1.4 Teknik 4: Focus Group Discussion (FGD)	66
2.1.5 Teknik 5: Pemetaan Partisipatif	67
2.1.6 Teknik 6: Analisis Artefak Budaya	68
2.2 Memadukan Etnosains dan IPA: Strategi Jitu	69
2.2.1 Strategi 1: Pembelajaran Berbasis Proyek	70
2.2.2 Strategi 2: Pembelajaran Berbasis Masalah	70

Dari Warisan Leluhur ke Laboratorium Modern: Etnosains Mewarnai Pembelajaran
IPA

2.2.3	Strategi 3: Pembelajaran Kontekstual	71
2.2.4	Strategi 4: Pembelajaran Berbasis Inkuiri	72
2.2.5	Strategi 5: Pembelajaran Kolaboratif	73
2.2.6	Strategi 6: Pembelajaran Reflektif	73
2.2.7	Tip 1: Mulailah dengan Riset yang Mendalam	75
2.2.8	Tip 2: Identifikasi Titik-Titik Persinggungan antara Etnosains dan IPA	76
2.2.9	Tip 3: Gunakan Pendekatan Multidisipliner	77
2.2.10	Tip 4: Libatkan Masyarakat Lokal dalam Pengembangan Bah- an Ajar	77
2.2.11	Tip 5: Gunakan Format yang Menarik dan Interaktif	78
2.2.12	Tip 6: Integrasikan Kearifan Lokal secara Kontekstual	79
2.2.13	Tip 7: Sertakan Panduan untuk Guru	79
2.3	Kelas Hidup dengan Etnosains: Metode Pembelajaran Interaktif . . .	81
2.3.1	Metode 1: Pembelajaran Berbasis Proyek	81
2.3.2	Metode 2: Pembelajaran Berbasis Masalah	82
2.3.3	Metode 3: Pembelajaran Berbasis Inkuiri	83
2.3.4	Metode 4: Pembelajaran Kontekstual	83
2.3.5	Metode 5: Pembelajaran Kolaboratif	84
2.3.6	Metode 6: Pembelajaran Reflektif	85
2.4	Mengukur Keberhasilan: Evaluasi Pembelajaran Berbasis Etnosains .	86
2.4.1	Strategi 1: Penilaian Autentik	87
2.4.2	Strategi 2: Penilaian Portofolio	88
2.4.3	Strategi 3: Penilaian Kinerja	89
2.4.4	Strategi 4: Penilaian Diri dan Sejawat	89
2.4.5	Strategi 5: Penilaian Berbasis Masyarakat	90
2.5	Cerita Sukses: Etnosains di Berbagai Pelosok Nusantara	92
2.5.1	Kisah Sukses 1: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Suku Baduy di Banten	92

Dari Warisan Leluhur ke Laboratorium Modern: Etnosains Mewarnai Pembelajaran IPA

2.5.2	Kisah Sukses 2: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Suku Dayak di Kalimantan	93
2.5.3	Kisah Sukses 3: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Bali	94
2.5.4	Kisah Sukses 4: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Maluku	95
2.5.5	Kisah Sukses 5: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Jawa	96
2.6	Guru sebagai Jembatan: Peran Krusial dalam Pembelajaran Etnosains	97
2.6.1	Peran 1: Guru sebagai Peneliti Budaya	98
2.6.2	Peran 2: Guru sebagai Penerjemah Budaya	98
2.6.3	Peran 3: Guru sebagai Fasilitator Dialog Budaya	99
2.6.4	Peran 4: Guru sebagai Pengembang Kurikulum Etnosains . .	100
2.6.5	Peran 5: Guru sebagai Advokat Keadilan Epistemik	101
2.7	Gotong Royong Ilmiah: Kolaborasi Pendidik, Tetua Adat, dan Ilmuwan	103
2.7.1	Pentingnya Kolaborasi dalam Pembelajaran Etnosains	104
2.8	Membangun Kolaborasi yang Efektif dan Etis	106
2.8.1	Contoh Kolaborasi dalam Pembelajaran Etnosains	108
3	Etnosains Merambah Dunia Modern: Katalis Inovasi IPA	111
3.0.1	Etnosains Bertemu Revolusi Industri 4.0: Perpaduan Unik Tradisi dan Teknologi	111
3.1	Laboratorium Alam: Etnosains dalam Riset IPA Mutakhir	118
3.2	Ramuan Nenek Moyang Jadi Obat Kekinian: Inspirasi dari Etnosains	124
3.3	Kearifan Lokal Melawan Bencana: Etnosains dan Adaptasi Perubahan Iklim	130
3.4	Bio-apa? Etnosains Menjawab Tantangan Bioteknologi	138
3.5	Menjaga Alam dengan Etnosains: Konservasi ala Nusantara	144
3.6	Energi Masa Depan dari Masa Lalu: Etnosains dan Energi Terbarukan	152

3.7 Menuju Indonesia Emas 2045: Peran Vital Etnosains dalam Pembangunan Berkelanjutan 159

Daftar Gambar

1.1	Keterkaitan IPA dan Etnosains	12
1.2	Masyarakat Tradisional Pedalaman	13
1.3	Banda sebagai sistem irigasi	22
1.4	Ilustrasi Perspektif	29
1.5	Ilustrasi Gerhana yang ditelan makhluk	31
1.6	Masyarakat Dayak	41
1.7	Penentuan Musim di Jawa	43
1.8	Lontar Usada Bali	44

Bab 1

Etnosains: Warisan Leluhur dalam Kacamata IPA

1.1 Etnosains, Apa Itu?

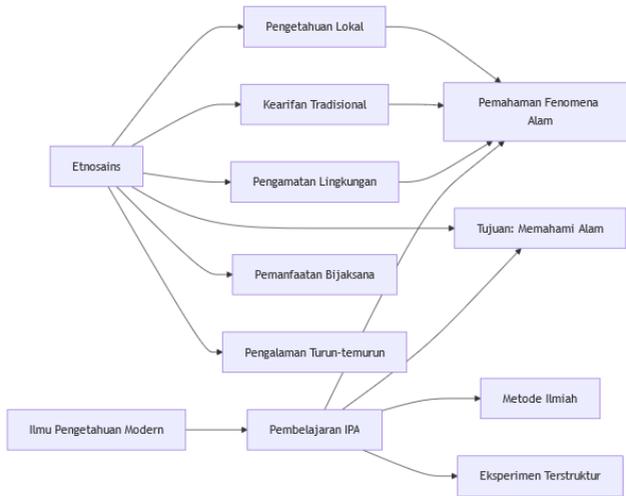
Etnosains, sebuah istilah yang mungkin masih terdengar asing di telinga sebagian besar dari kita. Apakah Anda pernah mendengar tentang etnosains sebelumnya? Jika belum, jangan khawatir, karena dalam bab ini, kita akan menjelajahi dan memahami lebih dalam tentang apa itu etnosains. Secara sederhana, etnosains dapat diartikan sebagai pengetahuan atau kearifan lokal yang dimiliki oleh suatu kelompok masyarakat atau etnis tertentu. Pengetahuan ini mencakup berbagai aspek kehidupan, mulai dari cara mereka memandang alam semesta, sistem kepercayaan, hingga praktik-praktik tradisional yang telah diwariskan secara turun-temurun. Menarik bukan?

Memang betul, etnosains seringkali dikaitkan dengan pengetahuan tradisional yang bersifat primitif atau kuno. Akan tetapi, jika kita melihat lebih jauh, etnosains justru merupakan hasil dari pengamatan dan pengalaman yang telah teruji oleh

Dari Warisan Leluhur ke Laboratorium Modern: Etnosains Mewarnai Pembelajaran IPA

waktu. Pengetahuan ini terbentuk melalui interaksi yang panjang antara manusia dengan lingkungan sekitarnya, menciptakan pemahaman yang mendalam tentang fenomena alam dan bagaimana memanfaatkannya secara bijaksana.

Lalu, apa hubungannya etnosains dengan pembelajaran IPA? Jawabannya terletak pada kenyataan bahwa etnosains dan ilmu pengetahuan modern sebenarnya memiliki tujuan yang sama, yaitu memahami dan menjelaskan fenomena alam di sekitar kita. Perbedaannya terletak pada cara pengetahuan tersebut diperoleh dan diwariskan.



Gambar 1.1: Keterkaitan IPA dan Etnosains

Dalam pembelajaran IPA, kita seringkali fokus pada konsep-konsep dan teori-teori yang telah ditetapkan oleh para ilmuwan melalui metode ilmiah. Kita mempelajari hukum-hukum fisika, reaksi-reaksi kimia, dan prinsip-prinsip biologi yang telah teruji secara empiris di laboratorium. Namun, apakah Anda pernah berpikir bahwa sebelum adanya laboratorium modern, manusia telah mengamati dan memahami alam melalui cara mereka sendiri?

Di sinilah etnosains berperan. Etnosains mengakui bahwa setiap kelompok ma-

Irfan Ananda Ismail., S.Pd., M.Pd., Gr

syarakat memiliki cara unik dalam memahami dan berinteraksi dengan lingkungan mereka. Mereka mengembangkan pengetahuan yang didasarkan pada pengamatan, percobaan, dan pengalaman yang telah berlangsung selama berabad-abad.

Pengetahuan ini mungkin tidak selalu sesuai dengan standar ilmiah modern, tetapi bukan berarti tidak valid atau tidak berharga. Ambil contoh masyarakat tradisional yang hidup di pedalaman hutan. Mereka mungkin tidak mengenal istilah fotosintesis atau rantai makanan, tetapi mereka memahami dengan baik bagaimana tumbuhan dan hewan saling terkait dalam ekosistem. Mereka tahu kapan waktu yang tepat untuk menanam atau memanen tanaman tertentu, berdasarkan pengamatan mereka terhadap perubahan musim dan tanda-tanda alam lainnya.



Gambar 1.2: Masyarakat Tradisional Pedalaman

Pengetahuan ini, meskipun tidak diperoleh melalui metode ilmiah formal, tetap merupakan bentuk pengetahuan yang berharga. Lantas, bagaimana kita dapat mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA? Jawabannya adalah dengan menghargai dan mengakui keberadaan pengetahuan lokal tersebut. Kita dapat

mengajak siswa untuk mengeksplorasi kearifan lokal yang ada di sekitar mereka, baik itu dalam bentuk cerita rakyat, praktik tradisional, atau pengetahuan tentang tumbuhan dan hewan lokal. Kemudian, kita dapat mengaitkan pengetahuan tersebut dengan konsep-konsep IPA yang relevan, mencari persamaan dan perbedaannya, serta mendiskusikan bagaimana pengetahuan tersebut dapat melengkapi atau bahkan menginspirasi penelitian ilmiah modern.

Contohnya, ketika membahas tentang penggunaan tumbuhan obat dalam masyarakat tradisional, kita dapat mengajak siswa untuk mempelajari kandungan kimia dan efek farmakologis dari tumbuhan tersebut. Kita juga dapat mendiskusikan bagaimana pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat telah menginspirasi penemuan obat-obatan modern. Dengan cara ini, siswa akan menyadari bahwa etnosains dan ilmu pengetahuan modern dapat saling melengkapi dan memperkaya satu sama lain.

Tumbuhan	Kegunaan	Reaksi Dalam IPA disebut	Suku
Kunyit	Meredakan nyeri haid, antiinflamasi	Kurkumin sebagai antioksidan	Jawa
Jahe	Menghangatkan tubuh, meredakan mual	Gingerol sebagai antiemetik	Minangkabau
Sirih	Menghentikan pendarahan, antiseptik	Kavikol sebagai antibakteri	Batak
Kencur	Obat batuk, penambah nafsu makan	Etil sinamat sebagai ekspektoran	Sunda
Temulawak	Meningkatkan fungsi hati, antiradang	Xanthorrhizol sebagai hepatoprotektor	Bali
Daun Pepaya	Obat malaria, meningkatkan trombosit	Papain sebagai enzim proteolitik	Bugis
Mengkudu	Menurunkan tekanan darah, antikanker	Xeronin sebagai imunomodulator	Dayak
Sambiloto	Menurunkan demam, antidiabetes	Andrografolid sebagai antipiretik	Melayu
Kumis Kucing	Obat batu ginjal, diuretik	Sinensetin sebagai diuretik	Betawi
Daun Salam	Menurunkan kolesterol, anti-diare	Eugenol sebagai antimikroba	Madura

Tabel 1.1: Tumbuhan Obat Tradisional dan Kandungan Kimianya

Namun, perlu diingat bahwa dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita harus tetap kritis dan objektif. Tidak semua pengetahuan tradisional dapat diverifikasi secara ilmiah, dan beberapa mungkin bahkan bertentangan dengan prinsip-prinsip sains modern. Di sinilah peran guru sebagai fasilitator menjadi penting, untuk membantu siswa memahami perbedaan antara pengetahuan yang berbasis bukti ilmiah dan yang bersifat kepercayaan atau mitos.

Selain itu, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA juga dapat membantu siswa mengembangkan apresiasi terhadap keragaman budaya dan kearifan lokal. Mereka akan menyadari bahwa pengetahuan tidak hanya berasal dari buku teks atau laboratorium, tetapi juga dari pengalaman dan kebijaksanaan yang diwariskan oleh leluhur mereka. Hal ini dapat menumbuhkan rasa bangga dan keterikatan terhadap identitas budaya mereka sendiri.

Tentu saja, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA bukan tanpa tantangan. Diperlukan upaya dan komitmen dari berbagai pihak, mulai dari pengembang kurikulum, penulis buku teks, hingga guru-guru di lapangan. Kita perlu mengidentifikasi dan mendokumentasikan pengetahuan lokal yang relevan, mengembangkan strategi pembelajaran yang sesuai, serta membangun jembatan antara pengetahuan tradisional dan ilmu pengetahuan modern.

1.2 Jejak Etnosains dalam Lintasan Sejarah

Sejarah peradaban manusia tidak dapat dilepaskan dari perkembangan pengetahuan dan pemahaman terhadap alam semesta. Sejak zaman dahulu, manusia telah berusaha memahami fenomena alam di sekitar mereka, mencari cara untuk memanfaatkan sumber daya alam, serta mengembangkan teknologi untuk mempermudah kehidupan mereka. Dalam perjalanan panjang ini, etnosains memainkan peran yang sangat penting.

Etnosains, seperti yang telah kita bahas sebelumnya, merujuk pada pengetahuan atau kearifan lokal yang dimiliki oleh suatu kelompok masyarakat atau etnis tertentu. Pengetahuan ini terbentuk melalui interaksi yang panjang antara manusia dengan lingkungan sekitarnya, diwariskan secara turun-temurun, dan terus berkembang seiring dengan perubahan zaman. Jika kita menelusuri jejak etnosains dalam lintasan sejarah, kita akan menemukan bahwa setiap peradaban memiliki kearifan lokalnya masing-masing. Mari kita mulai dari peradaban kuno yang telah memberikan kontribusi besar bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi hingga saat ini.

Peradaban Mesir Kuno, misalnya, terkenal dengan pengetahuan mereka tentang astronomi, matematika, dan arsitektur. Mereka mengembangkan sistem kalender yang akurat berdasarkan pengamatan terhadap pergerakan bintang-bintang dan matahari. Mereka juga membangun piramida dan kuil-kuil megah yang hingga saat ini masih menjadi keajaiban dunia. Pengetahuan ini tidak muncul begitu saja, melainkan merupakan hasil dari pengamatan dan pengalaman yang telah berlangsung selama berabad-abad.

Dalam pengamatan astronomi, orang Mesir Kuno menggunakan konsep periode orbit benda langit. Untuk menghitung periode orbit bintang, mereka menggunakan prinsip yang sekarang kita kenal dalam Hukum Kepler:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM}r^3$$

Di mana:

- T adalah periode orbit
- G adalah konstanta gravitasi universal
- M adalah massa benda pusat
- r adalah jarak rata-rata dari pusat orbit

Dalam arsitektur piramida, mereka menerapkan konsep kesetimbangan gaya dan momen. Misalnya, untuk memastikan stabilitas piramida, mereka memahami bahwa:

$$\sum F = 0 \text{ dan } \sum M = 0$$

Perhitungan sudut kemiringan piramida mengikuti prinsip trigonometri:

$$\tan \theta = \frac{\text{tinggi}}{\text{setengah alas}}$$

Untuk kalender, mereka mengamati periode rotasi Bumi yang kita kenal dengan rumus:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Di mana:

- T adalah periode rotasi
- ω adalah kecepatan sudut

Ini menunjukkan bahwa pengetahuan tradisional (etnosains) Mesir Kuno sebenarnya memiliki dasar-dasar ilmiah yang kuat, meskipun belum dirumuskan secara matematis seperti sekarang. Mereka menggunakan pengamatan empiris dan perhitungan geometris untuk:

1. Memprediksi musim melalui pengamatan astronomi
2. Membangun struktur megah yang tahan gempa dan waktu
3. Mengembangkan sistem kalender yang akurat

Hal ini membuktikan bahwa budaya dan sains tidak terpisah, melainkan saling melengkapi dalam membentuk peradaban. Etnosains menunjukkan bahwa

Irfan Ananda Ismail., S.Pd., M.Pd., Gr 18

pengetahuan ilmiah dapat muncul dari kearifan lokal dan pengamatan sistematis terhadap alam, jauh sebelum metode ilmiah modern dikembangkan.

Demikian pula dengan peradaban Tiongkok Kuno, yang terkenal dengan penemuan-penemuan revolusionernya seperti kertas, kompas, dan mesiu. Pengetahuan mereka tentang pengobatan tradisional, seperti akupunktur dan penggunaan tumbuhan obat, juga telah diwariskan secara turun-temurun dan masih dipraktikkan hingga saat ini. Kearifan lokal ini tidak hanya bermanfaat bagi masyarakat Tiongkok sendiri, tetapi juga telah menyebar dan diadopsi oleh berbagai budaya di seluruh dunia.

MATEMATIKA:

Dalam pembuatan kertas, mereka menggunakan konsep perbandingan untuk mencampurkan bahan:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

Di mana perbandingan serat kayu (a) terhadap air (b) harus sama dengan perbandingan optimal (c/d) untuk menghasilkan kertas berkualitas baik.

FISIKA:

Untuk kompas, mereka memanfaatkan prinsip medan magnet Bumi:

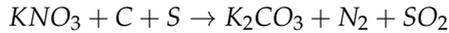
$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{3(\vec{m} \cdot \hat{r})\hat{r} - \vec{m}}{r^3} \right)$$

Di mana:

- \vec{B} adalah medan magnet
- μ_0 adalah permeabilitas ruang hampa
- \vec{m} adalah momen magnetik
- \hat{r} adalah vektor satuan
- r adalah jarak dari sumber medan

KIMIA:

Dalam pembuatan mesiu, mereka menemukan reaksi:



Persamaan ini menunjukkan reaksi antara kalium nitrat (saltpeter), karbon, dan sulfur yang menghasilkan ledakan.

BIOLOGI:

Dalam pengobatan tradisional, mereka memahami konsep homeostasis tubuh yang dapat dimodelkan dengan persamaan:

$$\frac{dC}{dt} = k_1S - k_2C$$

Di mana:

- $\frac{dC}{dt}$ adalah perubahan konsentrasi zat aktif dalam tubuh
- k_1 adalah konstanta penyerapan
- S adalah dosis obat
- k_2 adalah konstanta eliminasi
- C adalah konsentrasi dalam darah

Penemuan-penemuan ini menunjukkan bahwa:

1. Matematika digunakan untuk perhitungan proporsi dalam manufaktur
2. Fisika diterapkan dalam pemahaman gejala alam dan peralatan navigasi
3. Kimia berkembang melalui eksperimen dengan berbagai bahan
4. Biologi terintegrasi dalam sistem pengobatan tradisional

Hubungan antara budaya dan sains dalam peradaban Tiongkok Kuno menunjukkan bahwa pengetahuan ilmiah dapat berkembang dari:

- Observasi sistematis terhadap alam
- Eksperimentasi dengan bahan-bahan alami
- Dokumentasi hasil pengalaman secara turun-temurun
- Pengembangan teknologi berbasis kebutuhan masyarakat

Etnosains membuktikan bahwa metode ilmiah telah dipraktikkan dalam bentuk yang berbeda jauh sebelum sains modern berkembang, dan kearifan lokal sering memiliki dasar empiris yang kuat.

Di Nusantara sendiri, kita juga memiliki kekayaan etnosains yang luar biasa. Setiap suku bangsa memiliki kearifan lokalnya masing-masing, yang telah diwariskan secara turun-temurun dan terus berkembang hingga saat ini. Salah satu contohnya adalah masyarakat Minangkabau di Sumatera Barat.

Masyarakat Minangkabau terkenal dengan falsafah "Alam Takambang Jadi Guru", yang berarti alam terkembang menjadi guru. Falsafah ini mencerminkan bagaimana masyarakat Minangkabau memandang alam sebagai sumber pengetahuan dan kebijaksanaan. Mereka belajar dari alam, mengamati perubahan musim, dan memanfaatkan sumber daya alam secara bijaksana untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka.

Salah satu contoh kearifan lokal masyarakat Minangkabau adalah sistem irigasi tradisional yang disebut "banda". Sistem ini memanfaatkan topografi wilayah yang berbukit-bukit untuk mengalirkan air dari sungai atau mata air ke sawah-sawah di lereng bukit. Dengan sistem ini, masyarakat Minangkabau mampu mengoptimalkan pemanfaatan air untuk pertanian, sekaligus menjaga kelestarian lingkungan.



Gambar 1.3: Banda sebagai sistem irigasi

FISIKA:

Dalam sistem irigasi "banda", beberapa prinsip fisika yang diterapkan:

1. Hukum Bernoulli untuk aliran air:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konstan}$$

Di mana:

- P adalah tekanan air
- ρ adalah massa jenis air
- v adalah kecepatan aliran
- g adalah percepatan gravitasi
- h adalah ketinggian

2. Debit air mengikuti persamaan kontinuitas:

$$Q = A_1v_1 = A_2v_2$$

Di mana:

- Q adalah debit air
- A adalah luas penampang saluran
- v adalah kecepatan aliran

3. Gaya gesek dalam aliran air:

$$F_f = \mu N = \mu mg \cos \theta$$

Di mana:

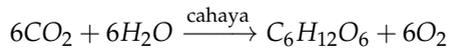
- F_f adalah gaya gesek

- μ adalah koefisien gesek
- N adalah gaya normal
- θ adalah sudut kemiringan lereng

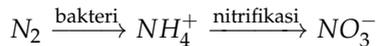
KIMIA:

Dalam pertanian tradisional Minangkabau, terdapat pemahaman tentang:

1. Reaksi fotosintesis tanaman padi:



2. Siklus nitrogen dalam sawah:



3. Keseimbangan pH tanah:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Hubungan dengan Etnosains:

1. Fisika Hidrodinamika:

- Masyarakat Minangkabau memahami bahwa air mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah mengikuti persamaan energi potensial:

$$E_p = mgh$$

- Mereka mengatur lebar saluran untuk mengontrol kecepatan aliran sesuai kebutuhan sawah

2. Kimia Tanah:

- Pemahaman tentang kesuburan tanah melalui pengamatan warna dan tekstur mencerminkan kandungan mineral:



- Pengaturan waktu tanam berdasarkan musim mempertimbangkan siklus nutrisi tanah

Falsafah "Alam Takambang Jadi Guru" tercermin dalam:

1. Pemahaman hidrodinamika:

- Mengamati pola aliran air alamiah
- Memanfaatkan energi potensial gravitasi
- Mengoptimalkan sistem irigasi dengan minimal energi input

2. Pengetahuan kimia lingkungan:

- Memahami siklus nutrisi tanah
- Mengenali indikator kesuburan alami
- Menjaga keseimbangan ekosistem sawah

Ini menunjukkan bahwa kearifan lokal Minangkabau memiliki dasar-dasar sains yang kuat, meskipun diekspresikan dalam bentuk pengetahuan tradisional. Mereka telah mengembangkan sistem pertanian berkelanjutan yang mengintegrasikan:

- Prinsip fisika dalam manajemen air
- Konsep kimia dalam pengelolaan tanah
- Pemahaman ekologi dalam pelestarian lingkungan

Etnosains Minangkabau membuktikan bahwa pengetahuan tradisional sering kali sejalan dengan prinsip-prinsip ilmiah modern, dan dapat memberikan solusi berkelanjutan untuk tantangan lokal.

Contoh lainnya adalah pengetahuan masyarakat Minangkabau tentang tumbuhan obat. Mereka mengenal berbagai jenis tumbuhan yang dapat digunakan untuk mengobati penyakit atau menjaga kesehatan tubuh. Pengetahuan ini diwariskan secara turun-temurun, dari generasi ke generasi, dan masih dipraktikkan hingga saat ini.

Tidak hanya masyarakat Minangkabau, suku-suku lain di Nusantara juga memiliki kearifan lokal yang tidak kalah menariknya. Masyarakat Melayu di Riau, misalnya, terkenal dengan pengetahuan mereka tentang pengelolaan hutan dan sumber daya laut.

Masyarakat Melayu di Riau memiliki sistem pengelolaan hutan yang disebut "hutan tanah". Dalam sistem ini, hutan dibagi menjadi beberapa zona dengan fungsi yang berbeda-beda, seperti zona perlindungan, zona pemanfaatan, dan zona budidaya. Setiap zona dikelola secara bijaksana untuk menjaga keseimbangan ekosistem hutan dan memenuhi kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan.

Selain itu, masyarakat Melayu di Riau juga memiliki pengetahuan yang mendalam tentang pengelolaan sumber daya laut. Mereka mengenal berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya, serta memahami pola migrasi dan habitat mereka. Pengetahuan ini digunakan untuk mengembangkan teknik penangkapan ikan yang ramah lingkungan dan menjaga kelestarian sumber daya laut.

Memang betul, etnosains seringkali dianggap sebagai pengetahuan yang primitif atau ketinggalan zaman. Akan tetapi, jika kita melihat lebih jauh, etnosains justru merupakan hasil dari pengamatan dan pengalaman yang telah teruji oleh waktu.

Pengetahuan ini terbentuk melalui proses adaptasi yang panjang, di mana masyarakat belajar untuk hidup harmonis dengan alam dan memanfaatkan sumber

daya secara bijaksana. Dalam pembelajaran IPA, etnosains dapat menjadi jembatan yang menghubungkan antara pengetahuan tradisional dan ilmu pengetahuan modern. Tentu saja, tidak semua aspek etnosains dapat diintegrasikan begitu saja ke dalam pembelajaran IPA. Diperlukan penelitian dan kajian lebih lanjut untuk memverifikasi kebenaran pengetahuan tradisional tersebut secara ilmiah. Namun, dengan mengakui dan menghargai keberadaan etnosains, kita dapat membuka pintu bagi dialog dan kolaborasi antara pengetahuan tradisional dan ilmu pengetahuan modern.

Dalam perjalanan kita menelusuri jejak etnosains dalam lintasan sejarah, kita dapat melihat bahwa setiap peradaban memiliki kearifan lokalnya masing-masing. Dari Mesir Kuno hingga Nusantara, dari Minangkabau hingga Melayu Riau, etnosains telah menjadi bagian tak terpisahkan dari perkembangan peradaban manusia.

Kini, di era modern dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat, etnosains mungkin terkesan semakin terpinggirkan. Akan tetapi, justru di sinilah kita perlu menyadari pentingnya menjaga dan melestarikan kearifan lokal tersebut. Etnosains bukan hanya sekadar pengetahuan, tetapi juga mengandung nilai-nilai kebijaksanaan, keharmonisan dengan alam, dan penghargaan terhadap keragaman budaya. Dalam konteks pembelajaran IPA, etnosains dapat menjadi jembatan yang menghubungkan antara pengetahuan tradisional dan ilmu pengetahuan modern. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita tidak hanya mengajarkan konsep-konsep sains, tetapi juga nilai-nilai yang terkandung di dalamnya.

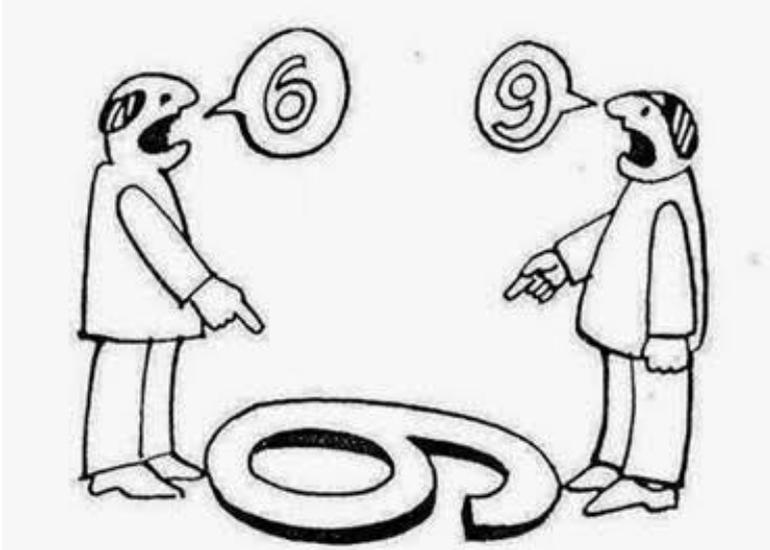
Melalui integrasi etnosains dan IPA, siswa akan menyadari bahwa pengetahuan tidak hanya berasal dari satu sumber, melainkan dapat saling melengkapi dan memperkaya. Mereka akan belajar untuk menghargai kearifan lokal, sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan ilmiah. Tentu saja, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA bukan tanpa tantangan. Diperlukan penelitian dan kajian lebih lanjut untuk memverifikasi kebenaran pengetahuan tradisional secara ilmiah. Namun, dengan kerja sama dan kolaborasi antara berbagai

Dari Warisan Leluhur ke Laboratorium Modern: Etnosains Mewarnai Pembelajaran
IPA

pihak, dari akademisi hingga praktisi pendidikan, kita dapat menemukan cara yang tepat untuk mewujudkannya.

Etnosains dan IPA, dua sisi mata uang yang berbeda namun saling melengkapi. Dengan memahami dan menghargai keduanya, kita dapat menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna, kontekstual, dan relevan dengan kehidupan siswa

1.3 Etnosains dan IPA: Dua Sisi Mata Uang



Gambar 1.4: Ilustrasi Perspektif

Dalam perjalanan kita menjelajahi dunia pengetahuan, kita seringkali dihadapkan pada dua perspektif yang berbeda: etnosains dan ilmu pengetahuan alam (IPA). Etnosains, seperti yang telah kita bahas sebelumnya, merujuk pada pengetahuan atau kearifan lokal yang dimiliki oleh suatu kelompok masyarakat atau etnis tertentu. Sementara itu, IPA merupakan ilmu yang mempelajari fenomena alam melalui metode ilmiah yang sistematis dan terstruktur.

Sekilas, etnosains dan IPA mungkin terlihat seperti dua hal yang berbeda dan tidak berhubungan. Etnosains seringkali dianggap sebagai pengetahuan yang bersifat tradisional, turun-temurun, dan terkadang dianggap tidak ilmiah. Di sisi lain, IPA dipandang sebagai ilmu yang objektif, berbasis bukti, dan mengikuti kaidah-kaidah ilmiah yang ketat.

Namun, jika kita melihat lebih dalam, etnosains dan IPA sebenarnya memiliki keterkaitan yang erat. Keduanya merupakan upaya manusia untuk memahami dan menjelaskan fenomena alam di sekitar mereka.

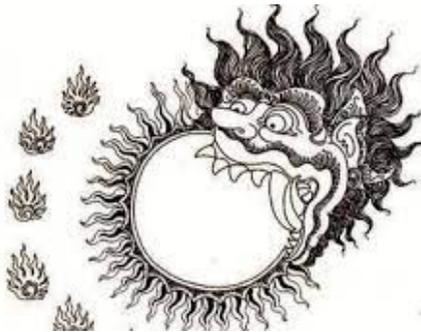
Perbedaan Metode Perolehan Pengetahuan

Perbedaannya terletak pada cara pengetahuan tersebut diperoleh dan diwariskan. Etnosains terbentuk melalui pengamatan dan pengalaman yang telah berlangsung selama berabad-abad. Masyarakat tradisional mengamati pola-pola alam, mencoba berbagai cara untuk memanfaatkan sumber daya alam, dan mengembangkan teknologi sederhana untuk mempermudah kehidupan mereka.

Di sisi lain, IPA berkembang melalui metode ilmiah yang sistematis. Para ilmuwan melakukan observasi, mengajukan hipotesis, melakukan eksperimen, dan menganalisis data untuk memperoleh kesimpulan yang valid. Pengetahuan yang diperoleh melalui metode ilmiah ini kemudian diuji, diverifikasi, dan dipublikasikan agar dapat diakses oleh masyarakat luas. Meskipun berbeda dalam cara perolehan dan penyebaran pengetahuan, etnosains dan IPA sebenarnya dapat saling melengkapi. Etnosains dapat memberikan wawasan dan inspirasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan modern. Banyak penemuan dan inovasi dalam bidang IPA yang terinspirasi dari pengetahuan tradisional masyarakat. Contohnya, pengetahuan masyarakat tradisional tentang tumbuhan obat telah menjadi dasar bagi pengembangan obat-obatan modern. Masyarakat tradisional di berbagai belahan dunia telah menggunakan tumbuhan tertentu untuk mengobati penyakit atau menjaga kesehatan tubuh. Pengetahuan ini kemudian diteliti secara ilmiah, kandungan kimia dan efek farmakologisnya dianalisis, dan akhirnya dikembangkan menjadi obat-obatan yang efektif dan aman.

Contoh lainnya adalah sistem irigasi tradisional masyarakat Minangkabau yang disebut "banda". Sistem ini memanfaatkan topografi wilayah yang berbukit-bukit untuk mengalirkan air dari sungai atau mata air ke sawah-sawah di lereng bukit. Pengetahuan ini kemudian dipelajari secara ilmiah, prinsip-prinsip fisika dan hidro-

loginya dianalisis, dan akhirnya dikembangkan menjadi teknologi irigasi modern yang lebih efisien dan efektif. Namun, perlu diingat bahwa tidak semua aspek etnosains dapat diintegrasikan begitu saja ke dalam pembelajaran IPA. Ada beberapa kasus di mana etnosains tidak dapat diaplikasikan secara langsung dalam kurikulum, tetapi dapat menjadi titik loncatan untuk inovasi yang memberikan solusi.



Gambar 1.5: Ilustrasi Gerhana yang ditelan makhluk

Misalnya, dalam masyarakat tradisional tertentu, ada kepercayaan bahwa gerhana matahari atau bulan disebabkan oleh makhluk mitologis yang menelan benda-benda langit tersebut. Kepercayaan ini tentu saja tidak sesuai dengan penjelasan ilmiah tentang gerhana yang disebabkan oleh posisi relatif matahari, bumi, dan bulan. Dalam kasus ini, kepercayaan tradisional tentang gerhana tidak dapat diintegrasikan secara langsung ke dalam pembelajaran IPA. Namun, kepercayaan ini dapat menjadi titik awal untuk diskusi yang menarik tentang bagaimana pengetahuan ilmiah berkembang. Guru dapat mengajak siswa untuk menelusuri sejarah perkembangan pengetahuan tentang gerhana, dari penjelasan mitologis hingga penjelasan ilmiah yang berbasis pada pengamatan dan perhitungan astronomis. Diskusi semacam ini dapat membantu siswa memahami bahwa pengetahuan ilmiah tidak muncul begitu saja, melainkan berkembang melalui proses yang panjang dan melibatkan banyak pemikiran kritis dan pengujian hipotesis. Siswa juga akan

menyadari pentingnya memiliki pemikiran terbuka dan kritis dalam menghadapi pengetahuan baru, serta pentingnya bukti ilmiah dalam mendukung suatu klaim pengetahuan.

Analisis Gerhana: Perspektif Etnosains dan Sains Modern

ETNOSAINS DAN ASTRONOMI:

1. Pemahaman Tradisional:

Masyarakat tradisional mengamati pola berulang dalam gerhana, yang dapat dinyatakan dalam siklus Saros:

$$T_{saros} = 223P_{sinodic}$$

Di mana:

- T_{saros} adalah periode siklus Saros (sekitar 18 tahun 11 hari)
- $P_{sinodic}$ adalah periode sinodik Bulan (29.53 hari)

2. Penjelasan Ilmiah Modern:

Gerhana dapat dijelaskan menggunakan hukum gravitasi Newton:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

Di mana:

- F adalah gaya gravitasi
- G adalah konstanta gravitasi universal
- M_1, M_2 adalah massa benda (Matahari, Bumi, atau Bulan)
- r adalah jarak antara pusat massa benda

INTEGRASI PENGETAHUAN:

1. Periode Orbit:

Masyarakat tradisional mengamati periode orbit Bulan yang kini dapat dihitung dengan:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

Di mana:

- T adalah periode orbit
- r adalah jari-jari orbit
- G adalah konstanta gravitasi
- M adalah massa benda pusat

2. Umbra dan Penumbra:

Konsep bayangan dalam gerhana dapat dijelaskan dengan persamaan:

$$\tan \theta = \frac{R_s - R_e}{d}$$

Di mana:

- θ adalah sudut bayangan
- R_s adalah jari-jari Matahari
- R_e adalah jari-jari Bumi
- d adalah jarak Bumi-Matahari

PEMBELAJARAN TERINTEGRASI:

1. Pengamatan Tradisional:

- Masyarakat kuno mengamati pola berulang
- Mencatat durasi dan frekuensi gerhana
- Mengembangkan sistem prediksi berdasarkan pengamatan

2. Validasi Ilmiah:

- Pengamatan tradisional sesuai dengan perhitungan modern
- Siklus Saros yang diamati dapat dijelaskan secara matematis
- Prediksi tradisional memiliki dasar astronomis yang valid

KESIMPULAN:

Etnosains tentang gerhana menunjukkan bahwa:

- Pengetahuan tradisional sering didasarkan pada observasi yang akurat
- Perbedaan interpretasi tidak mengurangi validitas pengamatan
- Integrasi pengetahuan tradisional dan modern dapat memperkaya pembelajaran

Pada Kurikulum Merdeka, integrasi etnosains ke dalam pembelajaran IPA menjadi sangat relevan. Kurikulum Merdeka menekankan pada pembelajaran yang kontekstual, bermakna, dan relevan dengan kehidupan siswa. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, siswa akan lebih mudah memahami konsep-konsep sains karena dikaitkan dengan konteks budaya dan lingkungan yang akrab bagi mereka. Integrasi etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat dilakukan di berbagai jenjang pendidikan, mulai dari sekolah dasar hingga sekolah menengah atas.

Di tingkat sekolah dasar, etnosains dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA melalui pengamatan terhadap fenomena alam di lingkungan sekitar siswa. Misalnya, siswa dapat diajak untuk mengamati tumbuhan dan hewan yang ada di

sekitar mereka, mengidentifikasi bagian-bagiannya, dan mempelajari pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

Di tingkat sekolah menengah pertama, integrasi etnosains dapat dilakukan melalui pembelajaran berbasis proyek atau penyelidikan. Siswa dapat diajak untuk mempelajari kearifan lokal masyarakat dalam mengelola sumber daya alam, seperti sistem irigasi tradisional atau teknik pengawetan makanan. Siswa kemudian dapat merancang dan melakukan penyelidikan sederhana untuk memahami prinsip-prinsip sains yang mendasari kearifan lokal tersebut.

Di tingkat sekolah menengah atas, integrasi etnosains dapat dilakukan melalui pembelajaran berbasis masalah atau isu sosial-saintifik. Siswa dapat diajak untuk menganalisis isu-isu lingkungan atau kesehatan yang terkait dengan kearifan lokal masyarakat. Misalnya, siswa dapat mempelajari penggunaan tumbuhan obat dalam pengobatan tradisional, kemudian menganalisis kandungan kimia dan efek farmakologisnya secara ilmiah. Siswa juga dapat mendiskusikan isu-isu etika dan sosial yang terkait dengan pemanfaatan pengetahuan tradisional dalam pengembangan obat-obatan modern.

Dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, guru perlu memperhatikan capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP) yang ingin dicapai. Integrasi etnosains tidak boleh mengorbankan kualitas pembelajaran IPA atau mengurangi penguasaan konsep-konsep sains yang esensial. Guru dapat memetakan CP dan TP yang relevan dengan etnosains, kemudian merancang aktivitas pembelajaran yang mengintegrasikan keduanya secara harmonis. Misalnya, dalam pembelajaran tentang keanekaragaman hayati, guru dapat mengintegrasikan pengetahuan tradisional masyarakat tentang tumbuhan dan hewan lokal. Siswa dapat diajak untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tumbuhan dan hewan tersebut berdasarkan ciri-ciri morfologisnya, kemudian mempelajari pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari masyarakat.

Dalam pembelajaran tentang sifat-sifat benda, guru dapat mengintegrasikan pengetahuan tradisional masyarakat tentang penggunaan bahan-bahan alam seperti kayu, bambu, atau tanah liat. Siswa dapat mempelajari sifat-sifat fisika dan kimia

dari bahan-bahan tersebut, kemudian menganalisis bagaimana sifat-sifat tersebut dimanfaatkan dalam teknologi tradisional seperti pembuatan alat-alat pertanian atau kerajinan tangan.

Integrasi Konsep IPA SMP dengan Etnosains

GAYA DAN BIDANG MIRING

1. Konsep Fisika:

Pada bidang miring berlaku rumus:

$$F_{paralel} = W \sin \theta$$

$$F_{normal} = W \cos \theta$$

Di mana:

- $W = mg$ adalah berat benda
- θ adalah sudut kemiringan
- $F_{paralel}$ adalah gaya sejajar bidang miring
- F_{normal} adalah gaya tegak lurus bidang miring

Aplikasi Etnosains:

Masyarakat tradisional menggunakan sistem "anjingan" (bidang miring tradisional) untuk mengangkut hasil panen ke lumbung. Prinsip kerjanya:

$$\text{Usaha} = F \cdot s = W \cdot h$$

Di mana:

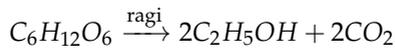
- F adalah gaya yang dikeluarkan

- s adalah jarak tempuh pada bidang miring
- h adalah ketinggian vertikal

ZAT ADITIF TRADISIONAL

1. Reaksi Kimia Pengawetan:

Fermentasi tradisional mengikuti reaksi:



Aplikasi Etnosains:

- Pembuatan tape menggunakan ragi tradisional
- Pengawetan ikan dengan garam (osmosis):

$$\text{Konsentrasi gradient} = \frac{\Delta C}{\Delta x}$$

INTEGRASI PEMBELAJARAN

1. Bidang Miring:

Siswa dapat:

- Mengukur sudut kemiringan anjingan tradisional
- Menghitung efisiensi energi sistem tradisional
- Membandingkan dengan sistem modern

Eksperimen:

1. Mengukur gaya yang dibutuhkan pada berbagai sudut
2. Menghitung keuntungan mekanis:
 $KM = \text{Beban/Gaya} = 1/\sin$
3. Membandingkan hasil perhitungan dengan praktik

2. Zat Aditif:

Siswa mempelajari:

- Proses fermentasi tradisional
- Pengawetan alami
- Indikator keamanan pangan tradisional

Eksperimen:

1. Mengamati perubahan pH selama fermentasi
2. Mengidentifikasi mikroorganisme menguntungkan
3. Menganalisis efektivitas pengawet alami

NILAI-NILAI INTEGRASI

1. Keberlanjutan:

- Sistem tradisional sering lebih ramah lingkungan
- Menggunakan energi minimal
- Memanfaatkan proses alami

2. Kearifan Lokal:

- Pengetahuan turun-temurun tentang mekanika
- Pemahaman fermentasi dan pengawetan
- Keseimbangan dengan alam

3. Validasi Ilmiah:

- Prinsip fisika mendukung sistem tradisional
- Proses biokimia menjelaskan fermentasi
- Metode modern memvalidasi praktik lama

EVALUASI PEMBELAJARAN

Siswa dapat:

1. Menjelaskan prinsip kerja sistem tradisional
2. Mengidentifikasi konsep IPA yang relevan
3. Menghitung efisiensi sistem
4. Menganalisis keberlanjutan metode tradisional

Dengan pendekatan ini, siswa belajar bahwa:

- Pengetahuan tradisional memiliki dasar ilmiah
- Sains modern dapat menjelaskan praktik lama
- Integrasi pengetahuan menghasilkan solusi lebih baik

Dengan merancang pembelajaran yang cermat dan terstruktur, guru dapat memastikan bahwa integrasi etnosains tidak mengurangi kualitas pembelajaran IPA. Sebaliknya, integrasi etnosains justru dapat memperkaya pembelajaran IPA dengan memberikan konteks yang relevan dan bermakna bagi siswa. Tentu saja, integrasi etnosains ke dalam pembelajaran IPA bukan tanpa tantangan. Guru perlu memiliki pemahaman yang baik tentang etnosains dan kearifan lokal masyarakat setempat. Guru juga perlu mengembangkan kemampuan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara etnosains dan konsep-konsep IPA, serta merancang aktivitas pembelajaran yang sesuai. Selain itu, integrasi etnosains juga memerlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk pengembang kurikulum, penulis buku teks, dan pemangku kepentingan pendidikan lainnya. Diperlukan upaya kolaboratif untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan kearifan lokal yang relevan, mengembangkan bahan ajar yang sesuai, serta menyediakan pelatihan dan pendampingan bagi guru-guru. Namun, dengan tantangan tersebut, juga terbuka peluang yang luar biasa. Integrasi etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat menjadi jembatan

yang menghubungkan antara pengetahuan tradisional dan ilmu pengetahuan modern. Siswa akan menyadari bahwa pengetahuan tidak hanya berasal dari buku teks atau laboratorium, tetapi juga dari kearifan lokal yang telah diwariskan oleh leluhur mereka. Melalui integrasi etnosains, siswa akan belajar untuk menghargai dan melestarikan kearifan lokal, sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah dan kritis. Mereka akan tumbuh menjadi individu yang tidak hanya melek sains, tetapi juga memiliki kepekaan budaya dan kepedulian terhadap lingkungan. Etnosains dan IPA, dua sisi mata uang yang berbeda namun saling melengkapi. Dengan mengintegrasikan keduanya dalam pembelajaran, kita dapat menciptakan generasi yang lebih arif, lebih peduli, dan lebih siap menghadapi tantangan masa depan. Dalam perjalanan kita menjelajahi integrasi etnosains dan IPA, mari kita ingat bahwa setiap budaya memiliki keunikan dan kekhasan tersendiri. Etnosains, dengan segala keragaman dan keunikannya, adalah bagian tak terpisahkan dari kekayaan budaya bangsa kita. Di bab selanjutnya, kita akan menjelajahi lebih jauh tentang ciri khas etnosains yang unik dan berwarna. Kita akan melihat bagaimana setiap budaya memiliki cara pandang dan pendekatan yang berbeda dalam memahami alam semesta.

1.4 Ciri Khas Etnosains: Unik dan Berwarna

Dalam perjalanan kita menjelajahi dunia pengetahuan, kita seringkali terpesona oleh keragaman dan keunikan yang ada di sekitar kita. Setiap budaya memiliki cara pandang dan pendekatan yang berbeda dalam memahami alam semesta. Inilah yang menjadi ciri khas etnosains, sebuah kekayaan pengetahuan yang unik dan berwarna.

Etnosains, seperti yang telah kita bahas sebelumnya, merujuk pada pengetahuan atau kearifan lokal yang dimiliki oleh suatu kelompok masyarakat atau etnis tertentu. Pengetahuan ini terbentuk melalui interaksi yang panjang antara manusia dengan lingkungan sekitarnya, diwariskan secara turun-temurun, dan terus berkembang seiring dengan perubahan zaman.

Salah satu ciri khas etnosains adalah keunikannya. Setiap budaya memiliki kearifan lokal yang khas, yang mencerminkan cara pandang dan nilai-nilai yang dianut oleh masyarakat tersebut. Kearifan lokal ini terbentuk sebagai hasil adaptasi masyarakat terhadap lingkungan alam dan sosial di sekitarnya.



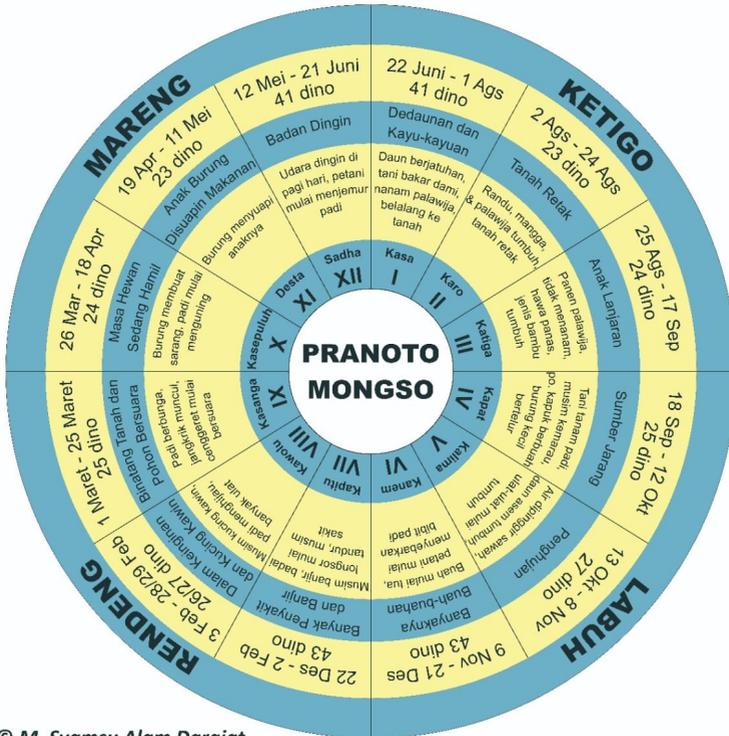
Gambar 1.6: Masyarakat Dayak

yang unik tentang hutan dan sumber daya alamnya. Mereka mengenal berbagai jenis tumbuhan dan hewan, serta memahami peran dan fungsinya dalam ekosistem hutan. Pengetahuan ini tidak hanya mencakup aspek biologis, tetapi juga aspek spiritual dan budaya.

Bagi masyarakat Dayak, hutan bukan sekadar sumber daya alam yang dapat dieksploitasi, melainkan juga entitas spiritual yang harus dihormati dan dijaga kelestariannya. Mereka memiliki aturan dan norma adat yang mengatur pemanfaatan sumber daya hutan secara bijaksana, serta ritual-ritual yang menghubungkan manusia dengan alam.

Kearifan lokal masyarakat Dayak ini sangat berbeda dengan cara pandang masyarakat modern yang cenderung memandang hutan sebagai sumber daya ekonomi semata. Namun, justru dalam keunikan inilah terletak kekuatan etnosains. Dengan memahami dan menghargai kearifan lokal masyarakat Dayak, kita dapat belajar tentang pentingnya keseimbangan antara manusia dan alam, serta pentingnya menjaga kelestarian lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan.

PENENTUAN MUSIM DI JAWA



© M. Syamsu Alam Darajat

Gambar 1.7: Penentuan Musim di Jawa

Contoh lain dari keunikan etnosains dapat kita temukan pada masyarakat Jawa dengan sistem pranata mangsa-nya. Pranata mangsa adalah sistem penanggalan tradisional Jawa yang membagi satu tahun menjadi 12 mangsa atau musim. Setiap mangsa memiliki ciri-ciri alam tersendiri, seperti perubahan musim, pola curah hujan, dan siklus pertanian. Masyarakat Jawa menggunakan pranata mangsa sebagai pedoman dalam kegiatan pertanian, seperti menentukan waktu tanam, waktu panen, dan pemilihan jenis tanaman yang sesuai. Mereka juga menggunakan tanda-tanda alam, seperti munculnya bintang tertentu atau perilaku hewan, sebagai indikator perubahan musim. Sistem pranata mangsa ini merupakan hasil pengamatan dan pengalaman masyarakat Jawa selama berabad-abad. Mereka belajar untuk memahami pola-pola alam dan menyesuaikan diri dengannya. Kearifan lokal ini tidak hanya membantu mereka dalam kegiatan pertanian, tetapi juga mencerminkan hubungan yang harmonis antara manusia dan alam. Keunikan etnosains juga tercermin dalam keragaman pengetahuan tentang tumbuhan dan hewan di berbagai daerah di Indonesia. Setiap daerah memiliki kekayaan flora dan fauna yang khas, serta pengetahuan lokal tentang pemanfaatannya.



Gambar 1.8: Lontar Usada Bali

Misalnya, masyarakat Bali memiliki pengetahuan yang kaya tentang tanaman obat tradisional. Mereka mengenal berbagai jenis tanaman yang dapat digunakan untuk mengobati penyakit atau menjaga kesehatan tubuh. Pengetahuan ini diwariskan secara turun-temurun dan terus dipraktikkan hingga saat ini. Masyarakat Bali juga memiliki sistem pengobatan tradisional yang disebut Usada. Usada adalah sistem pengobatan holistik yang memandang kesehatan sebagai keseimbangan antara aspek fisik, mental, dan spiritual. Dalam Usada, penyakit dipandang sebagai hasil dari ketidakseimbangan dalam tubuh atau gangguan harmoni dengan alam. Pengobatan Usada melibatkan penggunaan ramuan tumbuhan obat, terapi pijat, dan ritual-ritual spiritual. Pengetahuan tentang ramuan obat dan teknik pengobatan diwariskan secara turun-temurun dari generasi ke generasi. Meskipun sistem pengobatan modern telah berkembang pesat, Usada tetap menjadi pilihan bagi banyak orang Bali yang menghargai kearifan lokal dan pendekatan holistik dalam menjaga kesehatan. Keunikan etnosains juga dapat kita temukan dalam kearifan lokal masyarakat pesisir dalam mengelola sumber daya laut. Masyarakat pesisir di berbagai daerah di Indonesia memiliki pengetahuan yang mendalam tentang ekosistem laut, siklus hidup ikan, dan teknik penangkapan ikan yang ramah lingkungan. Misalnya, masyarakat Bajo di Sulawesi memiliki kearifan lokal dalam mengelola terumbu karang. Mereka mengenal berbagai jenis terumbu karang dan memahami perannya dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Masyarakat Bajo juga memiliki aturan adat yang mengatur pemanfaatan sumber daya laut secara berkelanjutan, seperti larangan menangkap ikan dengan menggunakan bahan peledak atau racun. Kearifan lokal masyarakat Bajo ini sangat penting dalam menjaga kelestarian terumbu karang dan sumber daya laut. Dengan memahami dan menghargai kearifan lokal ini, kita dapat belajar tentang pentingnya pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan dan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem. Keunikan dan keragaman etnosains juga tercermin dalam pembelajaran IPA di berbagai jenjang pendidikan. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, siswa dapat mempelajari konsep-konsep sains dalam konteks yang relevan dan bermakna bagi mereka. Di tingkat sekolah dasar,

etnosains dapat diintegrasikan melalui pengamatan terhadap fenomena alam di lingkungan sekitar siswa. Misalnya, dalam pembelajaran tentang tumbuhan, siswa dapat diajak untuk mengamati dan mengidentifikasi tumbuhan yang ada di sekitar mereka, serta mempelajari pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. Guru dapat mengajak siswa untuk mewawancarai orang tua atau tokoh masyarakat tentang pengetahuan lokal terkait tumbuhan. Siswa dapat belajar tentang nama-nama lokal tumbuhan, bagian-bagian tumbuhan yang dimanfaatkan, serta cara pengolahan dan penggunaannya. Melalui kegiatan ini, siswa tidak hanya belajar tentang konsep-konsep sains, tetapi juga menghargai kearifan lokal dan kekayaan pengetahuan yang ada di sekitar mereka. Di tingkat sekolah menengah pertama, etnosains dapat diintegrasikan melalui pembelajaran berbasis proyek atau penyelidikan. Misalnya, dalam pembelajaran tentang ekosistem, siswa dapat diajak untuk mempelajari kearifan lokal masyarakat dalam mengelola sumber daya alam, seperti sistem wanatani (agroforestry) atau sistem subak di Bali. Siswa dapat melakukan penyelidikan tentang bagaimana sistem wanatani atau subak bekerja, bagaimana masyarakat lokal menjaga keseimbangan ekosistem, serta bagaimana pengetahuan lokal ini dapat berkontribusi pada pelestarian lingkungan. Melalui kegiatan ini, siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kepekaan terhadap isu-isu lingkungan. Di tingkat sekolah menengah atas, etnosains dapat diintegrasikan melalui pembelajaran berbasis masalah atau isu sosial-saintifik. Misalnya, dalam pembelajaran tentang perubahan iklim, siswa dapat diajak untuk menganalisis dampak perubahan iklim terhadap kearifan lokal masyarakat, seperti perubahan pola tanam atau pergeseran musim. Siswa dapat mempelajari bagaimana masyarakat lokal beradaptasi terhadap perubahan iklim, serta bagaimana pengetahuan lokal dapat berkontribusi pada upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Melalui kegiatan ini, siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir sistemik, analitis, dan keterampilan mengambil keputusan berbasis bukti. Dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, guru perlu memperhatikan keragaman budaya dan kearifan lokal yang ada di Indonesia. Setiap daerah memiliki keunikan dan kekhasan tersendiri, sehingga

diperlukan pendekatan yang kontekstual dan relevan dengan kondisi setempat. Guru juga perlu menghindari generalisasi atau stereotip tentang etnosains. Tidak semua pengetahuan lokal dapat diverifikasi secara ilmiah, dan beberapa mungkin bertentangan dengan prinsip-prinsip sains modern. Guru perlu membantu siswa memahami perbedaan antara pengetahuan yang berbasis bukti ilmiah dan yang bersifat kepercayaan atau mitos. Namun, dengan memahami dan menghargai keunikan etnosains, kita dapat memperkaya pembelajaran IPA dengan nilai-nilai kebijaksanaan, keharmonisan dengan alam, dan penghargaan terhadap keragaman budaya. Siswa akan belajar bahwa sains bukan hanya tentang konsep dan teori, tetapi juga tentang bagaimana pengetahuan dapat digunakan untuk memecahkan masalah dan meningkatkan kualitas hidup manusia. Etnosains, dengan segala keunikan dan keragamannya, adalah bagian tak terpisahkan dari kekayaan budaya bangsa kita. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita tidak hanya mengajarkan konsep-konsep sains, tetapi juga menumbuhkan rasa bangga dan kecintaan terhadap budaya sendiri. Melalui pembelajaran yang mengintegrasikan etnosains, siswa akan menyadari bahwa pengetahuan tidak hanya berasal dari buku teks atau laboratorium, tetapi juga dari kearifan lokal yang telah diwariskan oleh leluhur mereka. Mereka akan belajar untuk menghargai dan melestarikan kearifan lokal, sekaligus mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah dan kritis. Tentu saja, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA bukan tanpa tantangan. Diperlukan upaya dan komitmen dari berbagai pihak, mulai dari pengembang kurikulum, penulis buku teks, hingga guru-guru di lapangan. Namun, dengan tantangan tersebut, juga terbuka peluang yang luar biasa untuk menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna, kontekstual, dan relevan dengan kehidupan siswa. Etnosains, dengan segala keunikan dan keragamannya, adalah jendela yang membuka wawasan kita tentang kekayaan pengetahuan yang ada di sekitar kita. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita tidak hanya mengajarkan konsep-konsep sains, tetapi juga menumbuhkan rasa bangga dan kecintaan terhadap budaya sendiri.

1.5 Etnosains di Kelas: Mengapa Penting?

Pendidikan adalah jembatan yang menghubungkan generasi muda dengan warisan budaya dan pengetahuan yang telah dibangun oleh generasi sebelumnya. Dalam konteks pembelajaran IPA, etnosains memainkan peran yang sangat penting. Etnosains, yang merupakan kearifan lokal dan pengetahuan tradisional suatu masyarakat, menawarkan perspektif yang unik dan berharga dalam memahami alam semesta dan fenomena di sekitar kita. Mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA di kelas bukanlah sekadar tren atau pilihan, melainkan sebuah keharusan. Dalam era globalisasi yang semakin kompleks dan penuh tantangan, pendidikan yang mengakar pada kearifan lokal justru menjadi semakin relevan dan penting. Mengapa demikian? Mari kita jelajahi lebih dalam. Pertama, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat memperkaya pengalaman belajar siswa. Ketika siswa belajar tentang konsep-konsep sains dalam konteks budaya dan kearifan lokal mereka sendiri, pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan. Siswa dapat melihat bagaimana pengetahuan sains yang mereka pelajari di kelas terhubung dengan kehidupan sehari-hari dan warisan budaya mereka. Contohnya, ketika mempelajari tentang tumbuhan, siswa dapat diajak untuk mengeksplorasi pengetahuan lokal tentang pemanfaatan tumbuhan dalam kehidupan masyarakat. Mereka dapat belajar tentang tumbuhan yang digunakan dalam pengobatan tradisional, tumbuhan yang digunakan dalam ritual adat, atau tumbuhan yang memiliki nilai ekonomi dan budaya bagi masyarakat setempat. Dengan mengintegrasikan etnosains, pembelajaran IPA menjadi lebih kontekstual dan membumi. Siswa tidak hanya belajar tentang nama ilmiah tumbuhan atau bagian-bagian tumbuhan, tetapi juga memahami peran dan makna tumbuhan tersebut dalam kehidupan masyarakat. Hal ini dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam belajar IPA, karena mereka merasa bahwa apa yang mereka pelajari di kelas memiliki relevansi dengan kehidupan mereka sehari-hari. Kedua, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat membantu melestarikan dan menghargai kearifan lokal. Dalam era modernisasi dan globalisasi, banyak kearifan lokal yang terancam

punah atau terlupakan. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pendidikan, kita dapat membantu menjaga dan mewariskan pengetahuan tradisional ini kepada generasi muda. Ketika siswa belajar tentang kearifan lokal dalam konteks pembelajaran IPA, mereka tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga menumbuhkan rasa bangga dan apresiasi terhadap warisan budaya mereka. Mereka belajar bahwa pengetahuan tradisional yang dimiliki oleh leluhur mereka memiliki nilai dan relevansi dalam dunia modern. Misalnya, ketika mempelajari tentang sistem irigasi tradisional seperti subak di Bali atau sistem sasi di Maluku, siswa dapat memahami bagaimana kearifan lokal ini telah menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan sumber daya alam selama berabad-abad. Mereka dapat belajar tentang prinsip-prinsip pengelolaan air dan lahan yang arif dan bijaksana, yang dapat menjadi inspirasi bagi pengelolaan sumber daya alam di masa depan. Dengan menghargai dan melestarikan kearifan lokal melalui pendidikan, kita tidak hanya menjaga warisan budaya, tetapi juga memberikan landasan yang kuat bagi generasi muda untuk menghadapi tantangan-tantangan di masa depan dengan berpijak pada akar budaya mereka sendiri. Ketiga, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat mempromosikan pembelajaran yang holistik dan interdisipliner. Etnosains, dengan sifatnya yang kompleks dan multidimensi, menuntut pendekatan pembelajaran yang menyeluruh dan terintegrasi. Ketika kita mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita tidak hanya fokus pada aspek pengetahuan saja, tetapi juga mempertimbangkan aspek keterampilan, sikap, dan nilai-nilai. Pembelajaran yang mengintegrasikan etnosains mendorong siswa untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan dengan mempertimbangkan berbagai perspektif. Siswa belajar untuk melihat keterkaitan antara sains, budaya, sosial, dan lingkungan. Mereka juga belajar untuk menghargai keragaman budaya dan memahami bagaimana pengetahuan sains dapat digunakan untuk memecahkan masalah-masalah nyata dalam masyarakat. Contohnya, ketika mempelajari tentang perubahan iklim, siswa dapat diajak untuk mengeksplorasi dampak perubahan iklim terhadap kearifan lokal masyarakat. Mereka dapat belajar tentang bagaimana masyarakat lokal beradaptasi terhadap perubahan iklim, seperti

perubahan pola tanam, penggunaan varietas tanaman yang tahan kekeringan, atau pengelolaan sumber daya air yang efisien. Dalam pembelajaran IPA tidak hanya tentang memahami konsep-konsep sains, tetapi juga tentang mengembangkan keterampilan berpikir sistemik, memahami interaksi antara manusia dan lingkungan, serta mengembangkan sikap dan nilai-nilai yang mendukung keberlanjutan. Dengan pendekatan yang holistik dan interdisipliner ini, pembelajaran IPA menjadi lebih bermakna dan relevan bagi kehidupan siswa. Keempat, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat mendorong pembelajaran yang inklusif dan menghargai keragaman. Indonesia adalah negara yang kaya akan keragaman budaya dan etnis. Setiap daerah memiliki kearifan lokal dan pengetahuan tradisional yang unik. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita dapat menghargai dan merayakan keragaman ini. Ketika siswa belajar tentang kearifan lokal dari berbagai daerah di Indonesia, mereka tidak hanya memperluas wawasan mereka tentang keragaman budaya, tetapi juga belajar untuk menghargai dan menghormati perbedaan. Mereka belajar bahwa setiap budaya memiliki cara pandang dan pendekatan yang berbeda dalam memahami alam semesta, dan bahwa perbedaan ini justru memperkaya khazanah pengetahuan kita. Pembelajaran yang inklusif dan menghargai keragaman ini sangat penting dalam konteks Indonesia yang multikultural. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita dapat membangun jembatan pemahaman dan empati antara siswa dari berbagai latar belakang budaya. Kita juga dapat mempromosikan nilai-nilai toleransi, saling menghormati, dan persatuan dalam keragaman. Kelima, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat menjadi solusi bagi berbagai masalah yang dihadapi oleh masyarakat. Banyak masalah-masalah kompleks yang dihadapi oleh masyarakat saat ini, seperti degradasi lingkungan, perubahan iklim, atau ketahanan pangan, yang memerlukan pendekatan yang holistik dan berbasis pada kearifan lokal. Etnosains, dengan pengetahuan dan praktik-praktik tradisional yang telah teruji oleh waktu, dapat menawarkan solusi yang berkelanjutan dan kontekstual bagi masalah-masalah ini. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif

dalam mencari solusi bagi masalah-masalah nyata yang dihadapi oleh masyarakat. Misalnya, ketika mempelajari tentang pengelolaan sampah, siswa dapat diajak untuk mengeksplorasi praktik-praktik tradisional masyarakat dalam mengelola sampah, seperti penggunaan bahan-bahan alami untuk membungkus makanan atau pengomposan sampah organik. Mereka dapat belajar tentang prinsip-prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle) yang sebenarnya sudah dipraktikkan oleh masyarakat secara turun-temurun. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, siswa dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang berbasis pada kearifan lokal. Mereka dapat belajar bagaimana menggunakan pengetahuan tradisional secara inovatif untuk mengatasi tantangan-tantangan modern. Hal ini tidak hanya bermanfaat bagi siswa secara individu, tetapi juga bagi masyarakat secara keseluruhan. Keenam, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat mempromosikan pembelajaran sepanjang hayat. Etnosains, dengan sifatnya yang dinamis dan terus berkembang, mendorong siswa untuk terus belajar dan mengeksplorasi. Ketika siswa belajar tentang kearifan lokal dalam konteks pembelajaran IPA, mereka tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga mengembangkan rasa ingin tahu dan semangat untuk terus belajar. Pembelajaran yang mengintegrasikan etnosains dapat menjadi titik awal bagi siswa untuk melakukan penelitian lebih lanjut, baik secara mandiri maupun dalam kelompok. Mereka dapat mengeksplorasi kearifan lokal di daerah mereka sendiri, mewawancarai tokoh-tokoh masyarakat, atau melakukan eksperimen untuk memverifikasi pengetahuan tradisional secara ilmiah. Dengan demikian, pembelajaran IPA tidak hanya terbatas pada ruang kelas, tetapi juga meluas ke masyarakat dan lingkungan sekitar. Siswa belajar bahwa belajar adalah proses yang berlangsung seumur hidup, dan bahwa pengetahuan dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk dari kearifan lokal yang ada di sekitar mereka. Ketujuh, mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA dapat memperkuat identitas budaya dan jati diri siswa. Dalam era globalisasi yang semakin kompleks, di mana batas-batas budaya semakin kabur, mempertahankan identitas budaya menjadi tantangan tersendiri. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita dapat membantu siswa untuk

membangun identitas budaya yang kuat dan berakar. Ketika siswa belajar tentang kearifan lokal dalam konteks pembelajaran IPA, mereka tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga menumbuhkan rasa bangga dan kecintaan terhadap budaya mereka sendiri. Mereka belajar bahwa budaya mereka memiliki nilai dan kontribusi yang berharga bagi dunia pengetahuan. Dengan memiliki identitas budaya yang kuat, siswa akan lebih siap untuk menghadapi tantangan-tantangan di masa depan. Mereka akan memiliki landasan yang kokoh untuk berpijak, sambil tetap terbuka terhadap perubahan dan perkembangan zaman. Mereka akan menjadi individu yang percaya diri, yang mampu menjadi jembatan antara tradisi dan modernitas. Mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA bukanlah tugas yang mudah. Diperlukan upaya dan komitmen dari berbagai pihak, mulai dari pengembang kurikulum, penulis buku teks, hingga guru-guru di lapangan. Namun, dengan tantangan tersebut, juga terbuka peluang yang luar biasa untuk menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna, kontekstual, dan relevan bagi siswa. Guru memainkan peran yang sangat penting dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA. Guru perlu memiliki pemahaman yang baik tentang etnosains dan kearifan lokal di daerah mereka, serta kemampuan untuk mengintegrasikannya ke dalam pembelajaran secara kreatif dan inovatif. Guru juga perlu membangun jembatan antara pengetahuan tradisional dan pengetahuan ilmiah, serta membantu siswa untuk berpikir kritis dan reflektif. Selain itu, diperlukan juga dukungan dari masyarakat dan pemangku kepentingan pendidikan lainnya. Orang tua, tokoh masyarakat, dan praktisi pendidikan perlu dilibatkan dalam proses pengembangan dan implementasi pembelajaran yang mengintegrasikan etnosains. Dengan kerja sama dan kolaborasi yang baik, kita dapat menciptakan ekosistem pembelajaran yang kondusif dan mendukung pelestarian kearifan lokal. Etnosains, dengan segala keunikan dan kekayaannya, adalah warisan berharga yang harus kita jaga dan lestarikan. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran IPA, kita tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa, tetapi juga memperkuat identitas budaya dan jati diri mereka. Kita juga berkontribusi dalam melestarikan kearifan lokal dan membangun masa depan yang lebih berkelanjutan. Dalam

perjalanan kita menjelajahi pentingnya etnosains dalam pembelajaran IPA, mari kita refleksikan kembali peran kita sebagai pendidik, orang tua, atau pemangku kepentingan pendidikan. Mari kita bertanya pada diri sendiri, apa yang dapat kita lakukan untuk mendukung integrasi etnosains ke dalam pembelajaran? Bagaimana kita dapat menjadi agen perubahan yang positif dalam melestarikan kearifan lokal melalui pendidikan? Jawabannya ada pada diri kita masing-masing. Dengan komitmen, kreativitas, dan kolaborasi, kita dapat mewujudkan pembelajaran IPA yang lebih bermakna dan relevan bagi siswa. Kita dapat membangun jembatan antara tradisi dan modernitas, antara kearifan lokal dan pengetahuan ilmiah. Kita dapat menciptakan generasi yang kuat secara intelektual, berakar secara budaya, dan siap menghadapi tantangan masa depan. Etnosains di kelas, sebuah langkah kecil yang dapat membawa perubahan besar. Mari kita melangkah bersama, dengan semangat dan optimisme, untuk mewujudkan pembelajaran IPA yang lebih bermakna dan berdampak positif bagi siswa, masyarakat, dan dunia.

1.6 Tantangan dan Peluang: Etnosains dalam Kurikulum Merdeka

Pendidikan adalah fondasi yang menopang kemajuan suatu bangsa. Dalam konteks Indonesia yang kaya akan keragaman budaya dan kearifan lokal, pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam melestarikan dan mengembangkan warisan budaya tersebut. Salah satu upaya untuk mewujudkan pendidikan yang kontekstual dan relevan dengan keragaman budaya Indonesia adalah dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam kurikulum. Kurikulum Merdeka, yang dicanangkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, membuka peluang yang luas untuk mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran. Kurikulum ini menekankan pada pembelajaran yang kontekstual, holistik, dan berpusat pada siswa. Dengan pendekatan ini, siswa diharapkan tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga mengembangkan keterampilan, sikap, dan nilai-nilai yang relevan dengan konteks kehidupan mereka. Namun, mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka bukanlah tugas yang mudah. Ada berbagai tantangan yang perlu dihadapi, mulai dari ketersediaan sumber daya, kapasitas guru, hingga paradigma pendidikan yang masih cenderung berpusat pada buku teks. Di sisi lain, integrasi etnosains juga membuka peluang yang sangat besar untuk menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna, kontekstual, dan berdampak positif bagi siswa dan masyarakat. Mari kita jelajahi lebih dalam tantangan dan peluang dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka. Tantangan Pertama: Ketersediaan Sumber Daya Salah satu tantangan utama dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka adalah ketersediaan sumber daya. Etnosains, dengan sifatnya yang kontekstual dan beragam, memerlukan sumber daya yang spesifik dan relevan dengan konteks lokal. Sumber daya ini mencakup bahan ajar, media pembelajaran, dan sumber daya manusia yang memiliki pemahaman yang baik tentang etnosains. Bahan ajar yang mengintegrasikan etnosains perlu dikembangkan secara khusus, dengan mempertimbangkan keragaman budaya dan kearifan lokal di Indonesia. Bahan ajar ini harus mampu menghubungkan penge-

tahuan ilmiah dengan pengetahuan tradisional, serta memberikan contoh-contoh konkret yang relevan dengan kehidupan siswa. Namun, pengembangan bahan ajar semacam ini memerlukan waktu, tenaga, dan biaya yang tidak sedikit. Media pembelajaran juga menjadi tantangan tersendiri. Etnosains seringkali melibatkan objek, artefak, atau praktik-praktik budaya yang spesifik. Untuk menghadirkan objek atau praktik-praktik tersebut ke dalam pembelajaran, diperlukan media pembelajaran yang inovatif dan interaktif. Media pembelajaran ini dapat berupa video, animasi, atau simulasi yang mampu memvisualisasikan konsep-konsep etnosains secara menarik dan mudah dipahami. Namun, pengembangan media pembelajaran semacam ini juga memerlukan sumber daya yang memadai. Sumber daya manusia, khususnya guru, juga menjadi tantangan dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka. Guru perlu memiliki pemahaman yang baik tentang etnosains dan kearifan lokal di daerah mereka, serta kemampuan untuk mengintegrasikannya ke dalam pembelajaran secara kreatif dan inovatif. Namun, tidak semua guru memiliki latar belakang atau pengalaman yang memadai terkait etnosains. Diperlukan pelatihan dan pendampingan yang intensif bagi guru untuk mengembangkan kapasitas mereka dalam mengajarkan etnosains. Tantangan Kedua: Paradigma Pendidikan yang Berpusat pada Buku Teks Tantangan lain dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka adalah paradigma pendidikan yang masih cenderung berpusat pada buku teks. Selama ini, pembelajaran seringkali terfokus pada penguasaan materi yang ada di buku teks, tanpa banyak mempertimbangkan konteks lokal atau kearifan tradisional. Buku teks seringkali dianggap sebagai sumber pengetahuan utama, dan guru cenderung mengajar sesuai dengan apa yang tertulis di dalamnya. Paradigma pendidikan yang berpusat pada buku teks ini dapat menjadi hambatan dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran. Etnosains, dengan sifatnya yang kontekstual dan dinamis, seringkali tidak tercakup secara komprehensif dalam buku teks yang bersifat nasional. Buku teks cenderung menyajikan pengetahuan yang bersifat umum dan standar, tanpa banyak mempertimbangkan keragaman budaya dan kearifan lokal. Untuk mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka, diperlukan

pergeseran paradigma dari pembelajaran yang berpusat pada buku teks menuju pembelajaran yang berpusat pada siswa dan konteks lokal. Guru perlu didorong untuk mengeksplorasi sumber-sumber pengetahuan di luar buku teks, termasuk kearifan lokal dan pengetahuan tradisional masyarakat. Siswa juga perlu dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran, dengan memberikan kesempatan kepada mereka untuk mengeksplorasi dan mengonstruksi pengetahuan mereka sendiri berdasarkan pengalaman dan konteks lokal mereka. Tantangan Ketiga: Integrasi Etnosains secara Holistik dan Interdisipliner Mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka juga menuntut pendekatan pembelajaran yang holistik dan interdisipliner. Etnosains, dengan sifatnya yang kompleks dan multidimensi, tidak dapat dipelajari secara terpisah-pisah atau hanya dalam satu mata pelajaran saja. Etnosains mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, sikap, dan nilai-nilai yang saling terkait dan tidak dapat dipisahkan. Pembelajaran yang mengintegrasikan etnosains perlu melibatkan berbagai mata pelajaran secara terpadu, seperti sains, sosial, budaya, bahasa, dan seni. Guru perlu mengembangkan pembelajaran yang mampu menghubungkan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu, serta mengaitkannya dengan konteks lokal dan kearifan tradisional. Pembelajaran juga perlu memberikan pengalaman belajar yang autentik dan bermakna bagi siswa, dengan melibatkan mereka dalam kegiatan-kegiatan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Namun, mengintegrasikan etnosains secara holistik dan interdisipliner bukanlah tugas yang mudah. Diperlukan kolaborasi dan koordinasi yang baik antar guru dari berbagai mata pelajaran, serta dukungan dari pihak sekolah dan pemangku kepentingan pendidikan lainnya. Guru juga perlu memiliki kemampuan untuk merancang pembelajaran yang inovatif dan kreatif, serta mampu mengelola kelas dengan baik untuk menciptakan lingkungan belajar yang kondusif. Peluang: Pembelajaran yang Kontekstual dan Bermakna Di balik tantangan-tantangan tersebut, integrasi etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka juga membuka peluang yang sangat besar untuk menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa. Dengan mengintegrasikan etnosains, pembelajaran menjadi lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa dan konteks budaya mereka.

Siswa dapat melihat bagaimana pengetahuan yang mereka pelajari di sekolah terhubung dengan kearifan lokal dan praktik-praktik budaya di masyarakat mereka. Pembelajaran yang kontekstual dan bermakna ini dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa. Ketika siswa merasa bahwa apa yang mereka pelajari relevan dengan kehidupan mereka, mereka akan lebih terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Mereka akan lebih termotivasi untuk mengeksplorasi, bertanya, dan mengonstruksi pengetahuan mereka sendiri. Hal ini dapat mengarah pada pembelajaran yang lebih dalam dan bermakna, serta hasil belajar yang lebih baik. Integrasi etnosains juga dapat memperkuat identitas budaya dan jati diri siswa. Ketika siswa belajar tentang kearifan lokal dan praktik-praktik budaya di masyarakat mereka, mereka akan lebih menghargai dan memahami akar budaya mereka sendiri. Mereka akan merasa bangga dengan warisan budaya yang mereka miliki, serta termotivasi untuk melestarikan dan mengembangkannya. Hal ini dapat berkontribusi pada pembentukan generasi yang kuat secara intelektual, berakar secara budaya, dan siap menghadapi tantangan masa depan. Peluang: Pelestarian Kearifan Lokal dan Pengembangan Inovasi Integrasi etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka juga membuka peluang untuk melestarikan kearifan lokal dan mengembangkan inovasi berbasis kearifan lokal. Kearifan lokal, yang telah teruji oleh waktu dan terbukti efektif dalam mengatasi berbagai permasalahan, seringkali terancam punah atau terlupakan di tengah arus modernisasi. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran, kita dapat membantu melestarikan dan merevitalisasi kearifan lokal tersebut. Pembelajaran yang mengintegrasikan etnosains dapat mendorong siswa untuk mengeksplorasi dan mendokumentasikan kearifan lokal di daerah mereka. Siswa dapat melakukan penelitian, wawancara dengan tokoh masyarakat, atau mengumpulkan artefak budaya yang terkait dengan etnosains. Melalui kegiatan ini, siswa tidak hanya belajar tentang kearifan lokal, tetapi juga berkontribusi dalam melestarikan dan mendokumentasikannya untuk generasi mendatang. Selain itu, integrasi etnosains juga dapat mendorong pengembangan inovasi berbasis kearifan lokal. Kearifan lokal seringkali mengandung pengetahuan dan praktik-praktik yang inovatif dan berkelanjutan, yang dapat menjadi inspirasi

bagi pengembangan teknologi dan solusi modern. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran, siswa dapat didorong untuk berpikir kritis dan kreatif dalam mengembangkan inovasi yang relevan dengan konteks lokal mereka. Misalnya, dalam pembelajaran tentang pengelolaan sumber daya alam, siswa dapat mengeksplorasi kearifan lokal masyarakat dalam mengelola hutan, air, atau lahan pertanian secara berkelanjutan. Mereka dapat mempelajari praktik-praktik tradisional seperti sistem agroforestri, sistem irigasi tradisional, atau sistem pertanian organik. Dari situ, siswa dapat mengembangkan inovasi atau teknologi yang terinspirasi dari kearifan lokal tersebut, seperti pengembangan sistem pertanian modern yang ramah lingkungan atau teknologi pengelolaan air yang efisien. **Pe-
luang: Penguatan Karakter dan Nilai-Nilai Budaya** Integrasi etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka juga memberikan peluang untuk penguatan karakter dan nilai-nilai budaya pada siswa. Etnosains, dengan kearifan lokal yang terkandung di dalamnya, seringkali mengandung nilai-nilai luhur seperti keharmonisan dengan alam, gotong royong, toleransi, dan penghargaan terhadap keragaman. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pembelajaran, kita dapat membantu siswa untuk menginternalisasi nilai-nilai tersebut. Pembelajaran yang mengintegrasikan etnosains dapat mendorong siswa untuk merefleksikan nilai-nilai budaya yang terkandung dalam kearifan lokal, serta mengaitkannya dengan konteks kehidupan mereka sehari-hari. Siswa dapat didorong untuk berdiskusi dan berdialog tentang bagaimana nilai-nilai tersebut relevan dengan tantangan-tantangan yang mereka hadapi saat ini, serta bagaimana mereka dapat menerapkannya dalam kehidupan mereka. Misalnya, dalam pembelajaran tentang keanekaragaman hayati, siswa dapat mengeksplorasi kearifan lokal masyarakat dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan melindungi spesies langka. Mereka dapat mempelajari nilai-nilai seperti penghargaan terhadap keragaman, tanggung jawab dalam menjaga lingkungan, serta keharmonisan antara manusia dan alam. Dari situ, siswa dapat merefleksikan bagaimana nilai-nilai tersebut dapat diterapkan dalam tindakan nyata, seperti menjaga kebersihan lingkungan, mengurangi penggunaan plastik, atau melestarikan keanekaragaman hayati di sekitar mereka. Penguatan karakter dan nilai-nilai buda-

ya melalui integrasi etnosains ini sangat penting dalam membentuk generasi yang tidak hanya cerdas secara intelektual, tetapi juga memiliki integritas moral dan kepedulian sosial yang tinggi. Dengan memiliki karakter yang kuat dan berakar pada nilai-nilai budaya, siswa akan lebih siap untuk menghadapi tantangan-tantangan di masa depan dengan bijaksana dan bertanggung jawab.

Peluang: Kolaborasi dan Kemitraan dengan Masyarakat Integrasi etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka juga membuka peluang untuk kolaborasi dan kemitraan yang lebih erat antara sekolah dan masyarakat. Etnosains, dengan sifatnya yang kontekstual dan berakar pada kearifan lokal, menuntut keterlibatan aktif masyarakat dalam proses pembelajaran. Masyarakat, dengan segala pengetahuan dan pengalaman yang mereka miliki, dapat menjadi sumber belajar yang sangat berharga bagi siswa. Kolaborasi dan kemitraan antara sekolah dan masyarakat dapat diwujudkan dalam berbagai bentuk. Sekolah dapat mengundang tokoh masyarakat, praktisi budaya, atau ahli lokal untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman mereka dengan siswa. Siswa juga dapat melakukan kunjungan atau studi lapangan ke masyarakat untuk mempelajari kearifan lokal secara langsung. Sekolah juga dapat menjalin kemitraan dengan lembaga-lembaga budaya, museum, atau pusat-pusat kajian etnosains untuk mengembangkan program-program pembelajaran yang inovatif. Kolaborasi dan kemitraan ini tidak hanya bermanfaat bagi siswa, tetapi juga bagi masyarakat secara keseluruhan. Dengan melibatkan masyarakat dalam proses pembelajaran, sekolah dapat membantu memperkuat ikatan sosial dan rasa kebersamaan dalam masyarakat. Masyarakat juga dapat merasa dihargai dan dilibatkan dalam upaya pelestarian dan pengembangan kearifan lokal mereka. Hal ini dapat menumbuhkan rasa bangga dan kepemilikan terhadap warisan budaya, serta mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pendidikan.

Tantangan dan Peluang: Refleksi dan Tindakan Mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka memang bukan tugas yang mudah. Ada banyak tantangan yang perlu dihadapi, mulai dari ketersediaan sumber daya, paradigma pendidikan yang masih berpusat pada buku teks, hingga kompleksitas dalam mengintegrasikan etnosains secara holistik dan interdisipliner. Namun, di balik

tantangan-tantangan tersebut, terbuka pula peluang yang sangat besar untuk menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual, bermakna, dan berdampak positif bagi siswa dan masyarakat. Untuk mewujudkan integrasi etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka, diperlukan komitmen dan kerja sama dari berbagai pihak. Pemerintah perlu memberikan dukungan kebijakan dan sumber daya yang memadai untuk pengembangan bahan ajar, media pembelajaran, dan peningkatan kapasitas guru. Sekolah perlu menciptakan lingkungan belajar yang kondusif dan terbuka terhadap keragaman budaya dan kearifan lokal. Guru perlu terus mengembangkan kompetensi dan kreativitas mereka dalam merancang pembelajaran yang inovatif dan kontekstual. Masyarakat juga memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung integrasi etnosains ke dalam pembelajaran. Tokoh masyarakat, praktisi budaya, dan ahli lokal perlu didorong untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman mereka dengan generasi muda. Orang tua perlu terlibat aktif dalam proses pembelajaran anak-anak mereka, dengan mendukung dan memperkuat nilai-nilai budaya yang diajarkan di sekolah. Lembaga-lembaga budaya, museum, dan pusat-pusat kajian etnosains perlu menjalin kemitraan yang erat dengan sekolah untuk mengembangkan program-program pembelajaran yang inovatif. Integrasi etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka bukan hanya tentang memperkaya pengetahuan siswa, tetapi juga tentang membangun jati diri bangsa yang kuat dan berakar pada kearifan lokal. Dengan mengintegrasikan etnosains, kita dapat membantu generasi muda untuk memahami dan menghargai warisan budaya mereka, serta mengembangkan keterampilan dan nilai-nilai yang relevan dengan tantangan masa depan. Kita juga dapat memperkuat ikatan sosial dan rasa kebersamaan dalam masyarakat, serta mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pendidikan. Tantangan dan peluang dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka hendaknya menjadi refleksi bagi kita semua. Sebagai pendidik, kita perlu terus merefleksikan praktik pembelajaran kita, serta mencari cara-cara inovatif untuk mengintegrasikan etnosains secara bermakna. Sebagai siswa, kita perlu terbuka terhadap keragaman budaya dan kearifan lokal, serta aktif mengeksplorasi dan mengonstruksi pengetahuan kita sendiri. Sebagai masyarakat, kita perlu mendukung dan terlibat aktif

dalam upaya pelestarian dan pengembangan kearifan lokal melalui pendidikan. Mari kita bersama-sama menjawab tantangan dan memanfaatkan peluang dalam mengintegrasikan etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka. Mari kita bersama-sama membangun pendidikan yang kontekstual, bermakna, dan berdampak positif bagi generasi muda dan masyarakat. Mari kita bersama-sama memperkuat jati diri bangsa yang berakar pada kearifan lokal, sambil tetap terbuka terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan komitmen, kerja sama, dan tindakan nyata dari semua pihak, kita dapat mewujudkan integrasi etnosains ke dalam Kurikulum Merdeka secara optimal.

Bab 2

Etnosains Masuk Kelas: Mewarnai Pembelajaran IPA

2.1 Berburu Kearifan Lokal: Teknik Identifikasi Pengetahuan Tradisional

Dalam perjalanan kita menjelajahi integrasi etnosains ke dalam pembelajaran IPA, salah satu langkah penting yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi dan menggali kearifan lokal yang ada di sekitar kita. Kearifan lokal, yang merupakan akumulasi dari pengetahuan, praktik, dan nilai-nilai yang diwariskan secara turun-temurun, menjadi sumber yang sangat berharga dalam pengembangan pembelajaran yang kontekstual dan bermakna. Namun, mengidentifikasi dan menggali kearifan lokal bukanlah tugas yang mudah. Kearifan lokal seringkali tersebar dalam bentuk pengetahuan yang tidak tertulis, tersimpan dalam ingatan kolektif masyarakat, dan diwariskan secara lisan dari generasi ke generasi. Diperlukan pendekatan yang sistematis dan sensitif budaya untuk dapat mengungkap dan mendokumentasikan kearifan lokal tersebut. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi

berbagai teknik dan strategi untuk mengidentifikasi dan menggali kearifan lokal, khususnya yang terkait dengan pembelajaran IPA. Kita akan belajar bagaimana melakukan observasi partisipatif, wawancara mendalam, penelusuran dokumen, dan teknik-teknik lainnya yang dapat membantu kita dalam "berburu" kearifan lokal. Mari kita mulai petualangan ini dengan semangat dan rasa ingin tahu yang tinggi.

2.1.1 Teknik 1: Observasi Partisipatif

Observasi partisipatif adalah teknik yang melibatkan peneliti atau guru untuk terlibat langsung dalam kehidupan sehari-hari masyarakat yang menjadi subjek penelitian. Dalam konteks mengidentifikasi kearifan lokal untuk pembelajaran IPA, observasi partisipatif berarti mengamati dan berpartisipasi dalam aktivitas-aktivitas masyarakat yang terkait dengan pengetahuan tradisional tentang alam, lingkungan, dan fenomena ilmiah. Melalui observasi partisipatif, kita dapat melihat secara langsung bagaimana masyarakat mengaplikasikan kearifan lokal mereka dalam kehidupan sehari-hari. Kita dapat mengamati bagaimana mereka berinteraksi dengan lingkungan alam, memanfaatkan sumber daya, dan menyelesaikan masalah-masalah praktis dengan menggunakan pengetahuan tradisional. Contohnya, jika kita ingin mengidentifikasi kearifan lokal masyarakat pesisir tentang pengelolaan sumber daya laut, kita dapat terlibat langsung dalam aktivitas nelayan setempat. Kita dapat ikut melaut bersama mereka, mengamati teknik-teknik penangkapan ikan tradisional, serta mempelajari bagaimana mereka membaca tanda-tanda alam seperti arah angin, arus laut, atau pola migrasi ikan. Melalui observasi partisipatif, kita juga dapat membangun hubungan yang lebih dekat dan kepercayaan dengan masyarakat. Hal ini penting untuk mendapatkan akses yang lebih dalam terhadap pengetahuan tradisional yang mungkin tidak dibagikan secara terbuka kepada orang luar. Dengan terlibat langsung dalam kehidupan masyarakat, kita menunjukkan rasa hormat dan apresiasi terhadap budaya dan kearifan lokal mereka.

2.1.2 Teknik 2: Wawancara Mendalam

Wawancara mendalam adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan percakapan yang intensif dan terarah dengan informan kunci, seperti tokoh masyarakat, tetua adat, atau praktisi budaya. Melalui wawancara mendalam, kita dapat menggali informasi yang lebih rinci dan mendalam tentang kearifan lokal yang terkait dengan pembelajaran IPA. Dalam melakukan wawancara mendalam, penting untuk membangun rapport dan kepercayaan dengan informan. Kita perlu menunjukkan rasa hormat, kerendahan hati, dan minat yang tulus terhadap pengetahuan dan pengalaman mereka. Kita juga perlu menggunakan bahasa yang sesuai dengan konteks budaya setempat dan menghindari istilah-istilah teknis yang mungkin asing bagi mereka. Contohnya, jika kita ingin mengidentifikasi kearifan lokal masyarakat pedalaman tentang tumbuhan obat, kita dapat melakukan wawancara mendalam dengan tabib atau dukun setempat. Kita dapat menanyakan tentang jenis-jenis tumbuhan yang digunakan, cara pengolahan dan penggunaannya, serta filosofi dan nilai-nilai yang mendasari praktik pengobatan tradisional tersebut. Dalam wawancara mendalam, penting juga untuk mengajukan pertanyaan terbuka yang mendorong informan untuk berbagi cerita, pengalaman, dan pandangan mereka secara lebih bebas. Kita dapat menggunakan teknik probing untuk menggali informasi yang lebih dalam, seperti meminta contoh konkret, mengklarifikasi makna, atau menanyakan latar belakang suatu praktik atau kepercayaan.

2.1.3 Teknik 3: Penelusuran Dokumen

Penelusuran dokumen adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan pencarian dan analisis sumber-sumber tertulis yang relevan dengan kearifan lokal yang ingin diidentifikasi. Sumber-sumber ini dapat berupa catatan etnografi, laporan penelitian, arsip sejarah, atau dokumen-dokumen lain yang terkait dengan budaya dan pengetahuan tradisional masyarakat. Melalui penelusuran dokumen, kita dapat menemukan informasi yang mungkin tidak diperoleh melalui observasi partisipatif atau wawancara mendalam. Dokumen-dokumen tertulis dapat memberikan pers-

pektif yang lebih luas dan historis tentang perkembangan dan perubahan kearifan lokal dari waktu ke waktu. Contohnya, jika kita ingin mengidentifikasi kearifan lokal masyarakat Jawa tentang sistem pertanian tradisional, kita dapat menelusuri dokumen-dokumen seperti manuskrip kuno, catatan kolonial, atau laporan penelitian antropologi tentang budaya pertanian Jawa. Dari sumber-sumber ini, kita dapat menemukan informasi tentang sistem kalender pertanian, teknik pengolahan tanah, atau ritual-ritual yang terkait dengan siklus tanam dan panen. Dalam melakukan penelusuran dokumen, penting untuk memperhatikan kredibilitas dan relevansi sumber-sumber yang digunakan. Kita perlu melakukan kritik sumber untuk mengevaluasi keotentikan, keandalan, dan bias yang mungkin terkandung dalam dokumen-dokumen tersebut. Kita juga perlu mempertimbangkan konteks historis dan budaya di mana dokumen-dokumen tersebut dihasilkan.

2.1.4 Teknik 4: Focus Group Discussion (FGD)

Focus Group Discussion (FGD) adalah teknik pengumpulan data yang melibatkan diskusi terarah dengan sekelompok individu yang memiliki pengetahuan, pengalaman, atau minat yang sama terkait dengan topik yang diteliti. Dalam konteks mengidentifikasi kearifan lokal untuk pembelajaran IPA, FGD dapat melibatkan kelompok masyarakat, seperti petani, nelayan, atau pengrajin tradisional. Melalui FGD, kita dapat mengumpulkan perspektif yang beragam dan mendalam tentang kearifan lokal dari berbagai anggota masyarakat. Interaksi dan dinamika kelompok dalam FGD dapat memunculkan wawasan dan pemahaman baru yang mungkin tidak muncul dalam wawancara individual. Contohnya, jika kita ingin mengidentifikasi kearifan lokal masyarakat Dayak tentang pengelolaan hutan, kita dapat melakukan FGD dengan kelompok masyarakat Dayak yang terlibat dalam praktik-praktik pengelolaan hutan tradisional. Dalam FGD, kita dapat mendorong peserta untuk berbagi pengetahuan, pengalaman, dan pandangan mereka tentang prinsip-prinsip pengelolaan hutan yang berkelanjutan, sistem zonasi hutan adat, atau aturan-aturan adat yang mengatur pemanfaatan sumber daya hutan. Dalam

melaksanakan FGD, penting untuk menciptakan lingkungan yang nyaman dan kondusif bagi peserta untuk berbagi pandangan mereka secara terbuka. Kita perlu memfasilitasi diskusi dengan baik, mengajukan pertanyaan yang relevan, dan mendorong partisipasi aktif dari semua peserta. Kita juga perlu memperhatikan dinamika kekuasaan dan memastikan bahwa suara-suara yang mungkin terpinggirkan juga didengar.

2.1.5 Teknik 5: Pemetaan Partisipatif

Pemetaan partisipatif adalah teknik yang melibatkan masyarakat dalam membuat representasi visual dari pengetahuan, praktik, dan nilai-nilai lokal mereka terkait dengan lingkungan dan sumber daya alam. Melalui pemetaan partisipatif, masyarakat dapat mengidentifikasi dan mendokumentasikan kearifan lokal mereka secara spasial. Dalam konteks mengidentifikasi kearifan lokal untuk pembelajaran IPA, pemetaan partisipatif dapat digunakan untuk memetakan pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat, lokasi sumber daya alam yang penting, atau zona-zona pengelolaan lingkungan berdasarkan aturan adat. Contohnya, jika kita ingin mengidentifikasi kearifan lokal masyarakat Baduy tentang pengelolaan lahan, kita dapat melakukan pemetaan partisipatif dengan melibatkan masyarakat Baduy. Mereka dapat menggambar peta wilayah adat mereka, menandai lokasi-lokasi yang memiliki nilai budaya atau spiritual, serta menjelaskan aturan-aturan adat yang mengatur penggunaan lahan dan sumber daya alam. Melalui pemetaan partisipatif, kita tidak hanya mendapatkan informasi spasial tentang kearifan lokal, tetapi juga melibatkan masyarakat secara aktif dalam proses identifikasi dan dokumentasi pengetahuan tradisional mereka. Hal ini dapat memperkuat rasa kepemilikan dan kebanggaan masyarakat terhadap kearifan lokal mereka, serta mendorong pelestarian dan pengembangan pengetahuan tersebut.

2.1.6 Teknik 6: Analisis Artefak Budaya

Analisis artefak budaya adalah teknik yang melibatkan kajian terhadap objek-objek fisik yang memiliki nilai budaya atau pengetahuan tradisional yang terkait dengan pembelajaran IPA. Artefak budaya dapat berupa alat-alat tradisional, kerajinan tangan, atau objek-objek yang digunakan dalam ritual atau praktik budaya tertentu. Melalui analisis artefak budaya, kita dapat mengungkap pengetahuan, keterampilan, dan nilai-nilai yang terkandung dalam objek-objek tersebut. Kita dapat mempelajari bagaimana artefak tersebut dibuat, digunakan, dan dimaknai oleh masyarakat dalam konteks budaya mereka. Contohnya, jika kita ingin mengidentifikasi kearifan lokal masyarakat Bali tentang pengobatan tradisional, kita dapat melakukan analisis terhadap lontar usada, yaitu manuskrip kuno yang berisi pengetahuan tentang pengobatan tradisional Bali. Kita dapat mengkaji simbol-simbol, ilustrasi, dan teks dalam lontar tersebut untuk memahami konsep-konsep pengobatan, jenis-jenis tanaman obat, serta filosofi yang mendasari praktik pengobatan tradisional Bali. Dalam melakukan analisis artefak budaya, penting untuk melibatkan masyarakat pemilik budaya tersebut. Mereka dapat memberikan konteks, interpretasi, dan makna yang lebih dalam terhadap artefak-artefak tersebut. Kolaborasi antara peneliti atau guru dengan masyarakat dalam analisis artefak budaya dapat memperkaya pemahaman kita tentang kearifan lokal yang terkandung di dalamnya. Berburu kearifan lokal adalah sebuah petualangan yang menantang dan menarik. Dengan menggunakan berbagai teknik identifikasi pengetahuan tradisional, seperti observasi partisipatif, wawancara mendalam, penelusuran dokumen, FGD, pemetaan partisipatif, dan analisis artefak budaya, kita dapat mengungkap khazanah pengetahuan yang tersembunyi dalam budaya dan kearifan lokal masyarakat. Namun, dalam berburu kearifan lokal, kita juga perlu menyadari pentingnya etika dan sensitivitas budaya. Kita harus menghormati hak-hak masyarakat pemilik pengetahuan tradisional, meminta persetujuan mereka dalam mengakses dan menggunakan pengetahuan tersebut, serta memastikan bahwa pengetahuan tersebut digunakan dengan cara yang bertanggung jawab dan bermanfaat bagi masyarakat.

Kearifan lokal yang berhasil diidentifikasi dan didokumentasikan melalui berbagai

teknik tersebut menjadi modal yang sangat berharga dalam pengembangan pembelajaran IPA yang kontekstual dan bermakna. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA, kita dapat menciptakan jembatan antara pengetahuan tradisional dan pengetahuan ilmiah modern, serta memperkaya wawasan siswa tentang keterkaitan antara sains, budaya, dan lingkungan. Namun, integrasi etnosains dan IPA bukanlah proses yang sederhana. Dalam bab selanjutnya, kita akan menjelajahi berbagai strategi dan pendekatan dalam memadukan etnosains dan IPA, serta bagaimana mengimplementasikannya dalam konteks pembelajaran di kelas.

2.2 Memadukan Etnosains dan IPA: Strategi Jitu

Setelah kita menjelajahi berbagai teknik dalam mengidentifikasi dan menggali kearifan lokal, kini saatnya kita melangkah lebih jauh dalam memadukan etnosains dan IPA dalam pembelajaran. Integrasi etnosains dan IPA bukanlah sekadar menambahkan contoh-contoh kearifan lokal ke dalam materi pembelajaran, tetapi lebih dari itu, ia memerlukan strategi yang jitu dan inovatif untuk dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna, kontekstual, dan berdampak positif bagi siswa. Memadukan etnosains dan IPA adalah sebuah pendekatan yang menghubungkan pengetahuan tradisional dengan pengetahuan ilmiah modern. Ini adalah upaya untuk menjembatani jurang antara kearifan lokal yang telah teruji oleh waktu dengan konsep-konsep sains yang diajarkan di sekolah. Dengan memadukan keduanya, kita dapat menciptakan pembelajaran yang lebih holistik, di mana siswa tidak hanya memahami konsep-konsep abstrak, tetapi juga melihat relevansi dan aplikasinya dalam konteks budaya dan lingkungan mereka sendiri. Namun, memadukan etnosains dan IPA bukanlah tugas yang mudah. Diperlukan pemahaman yang mendalam tentang kearifan lokal, kreativitas dalam merancang pembelajaran, serta kepekaan budaya dalam mengimplementasikannya. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi beberapa strategi jitu yang dapat digunakan untuk memadukan etnosains dan IPA secara efektif dalam pembelajaran.

2.2.1 Strategi 1: Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran berbasis proyek adalah strategi yang sangat cocok untuk memadukan etnosains dan IPA. Dalam pembelajaran berbasis proyek, siswa terlibat dalam penyelidikan autentik yang berfokus pada masalah atau pertanyaan yang relevan dengan konteks budaya dan lingkungan mereka. Melalui proyek ini, siswa mengeksplorasi kearifan lokal, mengumpulkan data, melakukan eksperimen, dan menghasilkan produk atau solusi yang bermanfaat bagi masyarakat. Contohnya, dalam pembelajaran tentang ekosistem, siswa dapat melakukan proyek tentang kearifan lokal masyarakat dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan. Mereka dapat mewawancarai tetua adat atau tokoh masyarakat untuk menggali pengetahuan tradisional tentang pengelolaan hutan, melakukan observasi di lapangan untuk mengidentifikasi praktik-praktik konservasi yang diterapkan, serta melakukan eksperimen untuk menguji efektivitas metode tradisional dalam menjaga kesuburan tanah atau mengendalikan hama. Melalui proyek ini, siswa tidak hanya belajar tentang konsep-konsep ekologi, tetapi juga mengembangkan keterampilan penelitian, berpikir kritis, dan pemecahan masalah. Mereka juga belajar untuk menghargai kearifan lokal dan melihat relevansinya dalam konteks sains modern. Hasil dari proyek ini dapat berupa laporan, presentasi, atau bahkan produk inovatif yang terinspirasi dari kearifan lokal, seperti pupuk organik atau pestisida alami.

2.2.2 Strategi 2: Pembelajaran Berbasis Masalah

Pembelajaran berbasis masalah adalah strategi yang melibatkan siswa dalam menyelesaikan masalah autentik yang terkait dengan konteks budaya dan lingkungan mereka. Dalam pembelajaran berbasis masalah, siswa diberikan skenario atau kasus yang mencerminkan masalah nyata yang dihadapi oleh masyarakat, dan mereka ditantang untuk mencari solusi dengan menggunakan pengetahuan sains dan kearifan lokal. Contohnya, dalam pembelajaran tentang perubahan iklim, siswa dapat diberikan skenario tentang dampak perubahan iklim terhadap pertanian tradisional di daerah mereka. Mereka dapat menganalisis bagaimana perubahan

pola curah hujan, kenaikan suhu, atau bencana alam mempengaruhi produktivitas pertanian dan kehidupan petani. Kemudian, mereka dapat mengeksplorasi kearifan lokal masyarakat dalam beradaptasi dengan perubahan iklim, seperti penggunaan varietas tanaman yang tahan kekeringan, sistem irigasi tradisional, atau praktik agroforestri. Melalui pembelajaran berbasis masalah, siswa belajar untuk mengaplikasikan pengetahuan sains dalam konteks yang relevan dengan kehidupan mereka. Mereka juga belajar untuk berpikir kritis, menganalisis masalah dari berbagai perspektif, dan mengembangkan solusi yang inovatif dengan mengintegrasikan kearifan lokal. Pembelajaran ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep sains, tetapi juga mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan kepekaan terhadap isu-isu sosial dan lingkungan.

2.2.3 Strategi 3: Pembelajaran Kontekstual

Pembelajaran kontekstual adalah strategi yang mengaitkan materi pembelajaran dengan konteks dunia nyata siswa. Dalam konteks memadukan etnosains dan IPA, pembelajaran kontekstual melibatkan penggunaan contoh, ilustrasi, dan aplikasi yang berakar pada kearifan lokal dan budaya masyarakat setempat. Dengan mengaitkan konsep-konsep sains dengan konteks yang akrab bagi siswa, pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan. Contohnya, dalam pembelajaran tentang sifat-sifat bahan, guru dapat menggunakan contoh-contoh bahan tradisional yang digunakan dalam kerajinan atau arsitektur lokal. Guru dapat menjelaskan bagaimana sifat-sifat bahan seperti kayu, bambu, atau tanah liat dimanfaatkan secara arif oleh masyarakat setempat dalam membuat peralatan, bangunan, atau karya seni. Siswa dapat mengeksplorasi sifat-sifat fisik dan kimia dari bahan-bahan tersebut, serta mengaitkannya dengan pengetahuan tradisional tentang pemilihan, pengolahan, dan pemanfaatan bahan. Melalui pembelajaran kontekstual, siswa dapat melihat bagaimana konsep-konsep sains yang abstrak terhubung dengan realitas kehidupan mereka sehari-hari. Mereka juga belajar untuk menghargai kearifan lokal dan kreativitas masyarakat dalam memanfaatkan sumber daya alam secara

berkelanjutan. Pembelajaran kontekstual tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa tentang sains, tetapi juga memperkuat identitas budaya dan rasa keterikatan mereka dengan lingkungan sekitar.

2.2.4 Strategi 4: Pembelajaran Berbasis Inkuiri

Pembelajaran berbasis inkuiri adalah strategi yang melibatkan siswa dalam proses penyelidikan ilmiah untuk menemukan konsep, prinsip, atau hukum-hukum sains. Dalam konteks memadukan etnosains dan IPA, pembelajaran berbasis inkuiri dapat digunakan untuk mengeksplorasi dan memvalidasi pengetahuan tradisional secara ilmiah. Siswa dapat merancang dan melakukan penyelidikan untuk menguji hipotesis yang berakar pada kearifan lokal, serta menginterpretasikan hasil penyelidikan tersebut dalam kerangka sains modern. Contohnya, dalam pembelajaran tentang pengawetan makanan, siswa dapat mengeksplorasi metode pengawetan tradisional yang digunakan oleh masyarakat, seperti fermentasi, pengasapan, atau pengeringan. Mereka dapat merancang eksperimen untuk menguji efektivitas metode-metode tersebut dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme atau memperpanjang umur simpan makanan. Siswa juga dapat menganalisis prinsip-prinsip sains yang mendasari metode pengawetan tradisional tersebut, seperti perubahan pH, aktivitas air, atau reaksi kimia. Melalui pembelajaran berbasis inkuiri, siswa mengembangkan keterampilan proses sains, seperti mengamati, mengukur, menganalisis data, dan menarik kesimpulan. Mereka juga belajar untuk berpikir kritis, mempertanyakan asumsi, dan menginterpretasikan hasil penyelidikan dalam konteks sains dan budaya. Pembelajaran ini tidak hanya memperdalam pemahaman siswa tentang konsep-konsep sains, tetapi juga menumbuhkan apresiasi terhadap kearifan lokal dan potensinya dalam berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan.

2.2.5 Strategi 5: Pembelajaran Kolaboratif

Pembelajaran kolaboratif adalah strategi yang melibatkan siswa dalam kerja sama dan interaksi sosial untuk membangun pengetahuan dan pemahaman bersama. Dalam konteks memadukan etnosains dan IPA, pembelajaran kolaboratif dapat melibatkan kolaborasi antara siswa, guru, dan anggota masyarakat pemilik kearifan lokal. Melalui kolaborasi ini, siswa dapat belajar langsung dari pemilik pengetahuan tradisional, serta mengembangkan keterampilan komunikasi, empati, dan perspektif budaya yang lebih luas.

Contohnya, dalam pembelajaran tentang pengobatan tradisional, guru dapat mengundang seorang tabib atau dukun dari masyarakat setempat untuk berbagi pengetahuan tentang tumbuhan obat dan praktik pengobatan tradisional. Siswa dapat bekerja dalam kelompok untuk mewawancarai tabib tersebut, mengumpulkan informasi tentang jenis-jenis tumbuhan obat, cara pengolahan, dan penggunaannya. Kemudian, siswa dapat menganalisis kandungan kimia dan efek farmakologis dari tumbuhan obat tersebut menggunakan pengetahuan sains modern. Melalui pembelajaran kolaboratif, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan tentang pengobatan tradisional, tetapi juga mengembangkan keterampilan interpersonal dan lintas budaya. Mereka belajar untuk menghargai dan menghormati pengetahuan tradisional, serta membangun jembatan antara kearifan lokal dan sains modern. Pembelajaran kolaboratif juga dapat memperkuat ikatan sosial antara sekolah dan masyarakat, serta mendorong pelestarian dan pengembangan kearifan lokal.

2.2.6 Strategi 6: Pembelajaran Reflektif

Pembelajaran reflektif adalah strategi yang mendorong siswa untuk merefleksikan pengalaman belajar mereka, mengaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya, serta mengeksplorasi makna dan relevansi dari apa yang telah mereka pelajari. Dalam konteks memadukan etnosains dan IPA, pembelajaran reflektif melibatkan refleksi kritis terhadap kearifan lokal, serta bagaimana pengetahuan tradisional dapat berdialog dengan sains modern. Contohnya, setelah mempelajari

tentang sistem kalender tradisional masyarakat Jawa, siswa dapat melakukan refleksi tertulis atau diskusi kelompok tentang bagaimana sistem kalender tersebut mencerminkan pemahaman masyarakat tentang pola musim, siklus pertanian, dan fenomena astronomi. Mereka dapat mengeksplorasi persamaan dan perbedaan antara sistem kalender tradisional dengan sistem kalender modern, serta menganalisis bagaimana pengetahuan tradisional dapat melengkapi atau bahkan menginspirasi penelitian sains modern. Melalui pembelajaran reflektif, siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis, metakognitif, dan reflektif. Mereka belajar untuk menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan dari berbagai perspektif, serta membangun pemahaman yang lebih dalam dan bermakna. Pembelajaran reflektif juga mendorong siswa untuk mengeksplorasi nilai-nilai budaya, etika, dan filosofi yang mendasari kearifan lokal, serta bagaimana nilai-nilai tersebut dapat berkontribusi pada pengembangan sains yang lebih humanis dan berkelanjutan. Memadukan etnosains dan IPA dalam pembelajaran memang memerlukan strategi yang jitu dan inovatif. Pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran kontekstual, pembelajaran berbasis inkuiri, pembelajaran kolaboratif, dan pembelajaran reflektif adalah beberapa strategi yang dapat digunakan untuk menciptakan pembelajaran yang bermakna, kontekstual, dan berdampak positif bagi siswa. Namun, keberhasilan dalam memadukan etnosains dan IPA tidak hanya bergantung pada strategi pembelajaran yang dipilih, tetapi juga pada kreativitas dan kepekaan guru dalam merancang dan mengimplementasikan pembelajaran. Guru perlu memiliki pemahaman yang mendalam tentang kearifan lokal, serta kemampuan untuk mengidentifikasi titik-titik persinggungan antara pengetahuan tradisional dan konsep-konsep sains. Guru juga perlu mengembangkan bahan ajar yang inovatif dan menarik, yang dapat memadukan etnosains dan IPA secara harmonis. Dalam bab selanjutnya, kita akan menjelajahi lebih jauh tentang pengembangan bahan ajar yang berbumbu etnosains. Kita akan membahas tips dan trik dalam merancang bahan ajar yang dapat mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA, serta bagaimana mengemas bahan ajar tersebut agar menarik dan efektif. Dengan bahan ajar yang berkualitas dan strategi pembelajaran yang jitu,

kita dapat menciptakan pembelajaran IPA yang lebih bermakna, kontekstual, dan berdampak positif bagi siswa dan masyarakat. Bahan Ajar Berbumbu Etnosains: Tips dan Trik

Setelah kita membahas tentang strategi jitu dalam memadukan etnosains dan IPA, kini saatnya kita menyelami lebih dalam tentang pengembangan bahan ajar yang berbumbu etnosains. Bahan ajar merupakan salah satu komponen penting dalam pembelajaran, karena ia menjadi sumber informasi, panduan, dan stimulus bagi siswa dalam membangun pengetahuan dan keterampilan mereka. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam bahan ajar IPA, kita dapat menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual, bermakna, dan relevan dengan kehidupan siswa. Namun, mengembangkan bahan ajar yang berbumbu etnosains bukanlah tugas yang sederhana. Diperlukan kreativitas, ketelitian, dan kepekaan budaya dalam merancang bahan ajar yang dapat memadukan kearifan lokal dengan konsep-konsep sains secara harmonis. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi tips dan trik dalam mengembangkan bahan ajar IPA yang berbumbu etnosains, agar dapat menghasilkan bahan ajar yang menarik, efektif, dan berdampak positif bagi siswa.

2.2.7 Tip 1: Mulailah dengan Riset yang Mendalam

Langkah pertama dalam mengembangkan bahan ajar berbumbu etnosains adalah melakukan riset yang mendalam tentang kearifan lokal yang akan diintegrasikan. Riset ini melibatkan pengumpulan informasi dari berbagai sumber, seperti studi literatur, wawancara dengan tokoh masyarakat atau ahli budaya, serta observasi langsung di lapangan. Tujuan dari riset ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang kearifan lokal tersebut, termasuk sejarah, filosofi, praktik, dan relevansinya dengan konsep-konsep sains. Contohnya, jika kita ingin mengembangkan bahan ajar tentang pengawetan makanan tradisional, kita perlu melakukan riset tentang berbagai metode pengawetan yang digunakan oleh masyarakat, seperti fermentasi, pengasapan, atau pengeringan. Kita dapat mewawancarai para ibu atau nenek yang ahli dalam pengawetan makanan, mengamati proses

pengawetan secara langsung, serta mengkaji literatur tentang prinsip-prinsip sains yang mendasari metode pengawetan tersebut. Melalui riset yang mendalam, kita dapat memperoleh informasi yang akurat, detail, dan kontekstual tentang kearifan lokal yang akan diintegrasikan ke dalam bahan ajar. Informasi ini akan menjadi fondasi yang kuat dalam merancang bahan ajar yang otentik, bermakna, dan selaras dengan budaya masyarakat setempat.

2.2.8 Tip 2: Identifikasi Titik-Titik Persinggungan antara Etnosains dan IPA

Setelah melakukan riset yang mendalam, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi titik-titik persinggungan antara etnosains dan IPA. Titik persinggungan ini adalah konsep, prinsip, atau fenomena sains yang terkait erat dengan kearifan lokal yang akan diintegrasikan. Dengan mengidentifikasi titik-titik persinggungan ini, kita dapat merancang bahan ajar yang memadukan etnosains dan IPA secara harmonis dan koheren. Contohnya, dalam pengembangan bahan ajar tentang obat tradisional, kita dapat mengidentifikasi titik persinggungan antara pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat dengan konsep-konsep sains seperti senyawa bioaktif, farmakologi, atau fisiologi manusia. Kita dapat mengeksplorasi bagaimana masyarakat tradisional menggunakan tumbuhan tertentu untuk mengobati penyakit, serta mengkaji kandungan kimia dan efek farmakologis dari tumbuhan tersebut berdasarkan penelitian ilmiah modern. Dengan mengidentifikasi titik-titik persinggungan ini, kita dapat merancang bahan ajar yang menghubungkan kearifan lokal dengan konsep-konsep sains secara jelas dan bermakna. Siswa akan dapat melihat bagaimana pengetahuan tradisional dan sains modern saling melengkapi dan memperkaya satu sama lain, serta bagaimana keduanya dapat digunakan untuk memecahkan masalah-masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari.

2.2.9 Tip 3: Gunakan Pendekatan Multidisipliner

Etnosains, dengan sifatnya yang holistik dan kontekstual, seringkali melibatkan berbagai disiplin ilmu, seperti biologi, fisika, kimia, geografi, antropologi, atau sosiologi. Oleh karena itu, dalam mengembangkan bahan ajar berbumbu etnosains, penting untuk menggunakan pendekatan multidisipliner. Pendekatan ini melibatkan integrasi dan koneksi antara berbagai disiplin ilmu dalam memahami dan mengkaji kearifan lokal. Contohnya, dalam pengembangan bahan ajar tentang sistem kalender tradisional masyarakat Bali, kita dapat menggunakan pendekatan multidisipliner yang melibatkan astronomi, matematika, sejarah, dan antropologi. Kita dapat mengeksplorasi bagaimana masyarakat Bali mengamati pergerakan benda-benda langit untuk menentukan waktu dan musim, menggunakan perhitungan matematika dalam sistem kalender mereka, serta mengkaji sejarah dan makna budaya di balik sistem kalender tersebut. Dengan menggunakan pendekatan multidisipliner, bahan ajar yang dikembangkan akan lebih kaya, komprehensif, dan relevan dengan konteks budaya dan lingkungan siswa. Siswa akan dapat melihat bagaimana berbagai disiplin ilmu saling terkait dan berkontribusi dalam memahami fenomena alam dan budaya di sekitar mereka. Pendekatan ini juga dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, integratif, dan holistik pada siswa.

2.2.10 Tip 4: Libatkan Masyarakat Lokal dalam Pengembangan Bahan Ajar

Pengembangan bahan ajar berbumbu etnosains akan lebih otentik dan bermakna jika melibatkan partisipasi aktif dari masyarakat lokal yang menjadi pemilik kearifan lokal tersebut. Masyarakat lokal, dengan pengetahuan dan pengalaman mereka, dapat memberikan wawasan yang berharga tentang praktik, nilai, dan filosofi yang mendasari kearifan lokal mereka. Mereka juga dapat memberikan umpan balik dan validasi terhadap bahan ajar yang dikembangkan, untuk memastikan keakuratan dan kesesuaiannya dengan konteks budaya setempat. Contohnya, dalam pengembangan bahan ajar tentang arsitektur tradisional Toraja, kita dapat

melibatkan partisipasi aktif dari tukang-tukang kayu dan tetua adat Toraja. Mereka dapat berbagi pengetahuan tentang teknik-teknik konstruksi tradisional, makna simbolik dari ornamen-ornamen pada rumah adat, serta nilai-nilai budaya yang terkait dengan arsitektur Toraja. Mereka juga dapat memberikan masukan tentang cara penyajian materi dalam bahan ajar, agar sesuai dengan cara belajar dan komunikasi masyarakat Toraja. Dengan melibatkan masyarakat lokal dalam pengembangan bahan ajar, kita tidak hanya memperoleh informasi yang akurat dan kontekstual, tetapi juga menjalin hubungan yang lebih erat antara sekolah dan masyarakat. Hal ini dapat memperkuat relevansi dan keberlanjutan dari pembelajaran berbasis etnosains, serta mendorong pelestarian dan pengembangan kearifan lokal.

2.2.11 Tip 5: Gunakan Format yang Menarik dan Interaktif

Bahan ajar yang menarik dan interaktif dapat meningkatkan minat dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Dalam mengembangkan bahan ajar berbumbu etnosains, penting untuk menggunakan format yang variatif, visual, dan mendorong partisipasi aktif siswa. Beberapa format yang dapat digunakan antara lain komik, video, permainan, atau bahan ajar digital interaktif. Contohnya, dalam pengembangan bahan ajar tentang cerita rakyat yang mengandung pengetahuan ekologi tradisional, kita dapat menggunakan format komik atau animasi. Cerita rakyat tersebut dapat divisualisasikan dengan ilustrasi yang menarik, karakter yang hidup, dan alur cerita yang memikat. Siswa dapat terlibat aktif dalam membaca, menginterpretasikan, dan mendiskusikan pesan-pesan ekologi yang terkandung dalam cerita tersebut. Penggunaan format yang menarik dan interaktif tidak hanya membuat pembelajaran lebih menyenangkan, tetapi juga dapat memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam tentang kearifan lokal dan konsep-konsep sains yang terkait. Siswa akan lebih mudah mengingat dan menginternalisasi materi pembelajaran, serta mengembangkan apresiasi terhadap kekayaan budaya dan pengetahuan tradisional masyarakat mereka.

2.2.12 Tip 6: Integrasikan Kearifan Lokal secara Kontekstual

Dalam mengembangkan bahan ajar berbumbu etnosains, penting untuk mengintegrasikan kearifan lokal secara kontekstual, sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan siswa, serta lingkungan sosial-budaya di mana mereka berada. Integrasi yang kontekstual berarti memilih dan mengadaptasi kearifan lokal yang relevan dan bermakna bagi siswa, serta menyajikannya dengan cara yang sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif dan minat mereka. Contohnya, dalam pengembangan bahan ajar tentang etnobotani untuk siswa sekolah dasar di daerah pedesaan, kita dapat memilih tumbuhan-tumbuhan yang akrab dan sering digunakan oleh masyarakat setempat, seperti tanaman obat, tanaman pangan, atau tanaman dalam ritual adat. Kita dapat menyajikan materi dengan bahasa yang sederhana, contoh-contoh yang konkret, dan aktivitas hands-on yang melibatkan pengamatan dan eksplorasi langsung terhadap tumbuhan-tumbuhan tersebut. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal secara kontekstual, bahan ajar yang dikembangkan akan lebih relevan dan bermakna bagi siswa. Mereka akan dapat mengaitkan pengetahuan baru dengan pengalaman dan pengetahuan awal mereka, serta melihat aplikasi langsung dari pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat meningkatkan motivasi, pemahaman, dan retensi siswa terhadap materi pembelajaran.

2.2.13 Tip 7: Sertakan Panduan untuk Guru

Bahan ajar berbumbu etnosains yang baik tidak hanya berfokus pada materi pembelajaran, tetapi juga memberikan panduan yang jelas bagi guru dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis etnosains. Panduan ini dapat berupa petunjuk penggunaan bahan ajar, saran aktivitas pembelajaran, atau tips dalam memfasilitasi diskusi dan refleksi siswa. Contohnya, dalam pengembangan bahan ajar tentang pengelolaan sumber daya air tradisional, kita dapat menyertakan panduan bagi guru tentang cara menggunakan bahan ajar tersebut dalam pembelajaran. Panduan ini dapat mencakup saran tentang metode pembelajaran yang sesuai, seperti pembelajaran berbasis proyek atau pembelajaran kontekstual, serta

petunjuk dalam memfasilitasi diskusi kelas tentang nilai-nilai kearifan lokal dalam pengelolaan air. Dengan adanya panduan yang jelas bagi guru, implementasi pembelajaran berbasis etnosains akan lebih efektif dan konsisten. Guru akan memiliki pemahaman yang lebih baik tentang tujuan, strategi, dan ekspektasi dalam menggunakan bahan ajar berbumbu etnosains, serta dapat mengadaptasi pembelajaran sesuai dengan konteks dan kebutuhan siswa. Pengembangan bahan ajar berbumbu etnosains memang memerlukan kreativitas, ketelitian, dan kepekaan budaya. Namun, dengan mengikuti tips dan trik yang telah dibahas, kita dapat menciptakan bahan ajar yang menarik, efektif, dan berdampak positif bagi siswa. Bahan ajar yang berbumbu etnosains tidak hanya memperkaya pengetahuan siswa tentang sains dan kearifan lokal, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kepekaan budaya mereka. Namun, bahan ajar yang baik saja tidaklah cukup. Agar pembelajaran berbasis etnosains benar-benar efektif dan bermakna, diperlukan juga metode pembelajaran yang interaktif dan berpusat pada siswa. Dalam bab selanjutnya, kita akan menjelajahi lebih jauh tentang metode pembelajaran interaktif yang dapat menghidupkan kelas dengan etnosains. Kita akan membahas berbagai strategi dan teknik pembelajaran yang dapat melibatkan siswa secara aktif, mendorong eksplorasi dan penemuan, serta memfasilitasi refleksi dan aplikasi pengetahuan dalam konteks yang relevan. Dengan perpaduan antara bahan ajar yang berbumbu etnosains dan metode pembelajaran yang interaktif, kita dapat menciptakan pengalaman belajar yang luar biasa bagi siswa. Mereka akan tumbuh menjadi individu yang tidak hanya cerdas secara intelektual, tetapi juga memiliki pemahaman yang mendalam tentang akar budaya mereka, kepekaan terhadap lingkungan, dan keterampilan untuk menjadi agen perubahan dalam masyarakat. Mari kita lanjutkan petualangan kita dalam mengeksplorasi dunia etnosains dan pendidikan IPA, dengan semangat dan dedikasi yang tak terbatas. Dengan kreativitas, kolaborasi, dan inovasi, kita dapat mewujudkan pembelajaran yang bermakna, kontekstual, dan transformatif bagi generasi penerus bangsa

2.3 Kelas Hidup dengan Etnosains: Metode Pembelajaran Interaktif

Setelah kita membahas tentang pengembangan bahan ajar yang berbumbu etnosains, kini saatnya kita menyelami lebih dalam tentang metode pembelajaran interaktif yang dapat menghidupkan kelas dengan etnosains. Pembelajaran berbasis etnosains tidak hanya tentang mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam materi pembelajaran, tetapi juga tentang menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, kontekstual, dan melibatkan siswa secara aktif. Metode pembelajaran interaktif menjadi kunci untuk mewujudkan hal tersebut. Metode pembelajaran interaktif adalah pendekatan yang berpusat pada siswa, di mana siswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui diskusi, eksplorasi, penemuan, dan refleksi. Dalam konteks pembelajaran berbasis etnosains, metode interaktif memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi kearifan lokal secara langsung, mengaitkannya dengan konsep-konsep sains, serta mengaplikasikannya dalam konteks yang relevan dengan kehidupan mereka. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi berbagai metode pembelajaran interaktif yang dapat digunakan untuk menghidupkan kelas dengan etnosains. Kita juga akan melihat beberapa kisah nyata dari Indonesia, di mana metode pembelajaran interaktif berbasis etnosains telah diterapkan dengan sukses. Mari kita mulai petualangan pembelajaran yang menarik ini.

2.3.1 Metode 1: Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran berbasis proyek adalah metode pembelajaran interaktif yang melibatkan siswa dalam mengerjakan proyek yang autentik dan relevan dengan konteks kehidupan mereka. Dalam pembelajaran berbasis etnosains, proyek dapat berupa penyelidikan tentang kearifan lokal, pengembangan produk berbasis pengetahuan tradisional, atau pemecahan masalah yang terkait dengan isu-isu budaya dan lingkungan. Contoh penerapan pembelajaran berbasis proyek dengan etnosains dapat dilihat di Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat. Mahasiswa Jurusan

Biologi di sana terlibat dalam proyek pengembangan produk makanan fermentasi berbasis kearifan lokal Minangkabau. Mereka melakukan penelitian tentang proses fermentasi tradisional, mengidentifikasi mikroorganisme yang terlibat, serta mengembangkan inovasi produk yang memadukan pengetahuan tradisional dengan sains modern. Proyek ini tidak hanya mengasah keterampilan penelitian dan kewirausahaan mahasiswa, tetapi juga memperkuat apresiasi mereka terhadap kearifan lokal Minangkabau. Dalam pembelajaran berbasis proyek, siswa bekerja secara kolaboratif, mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, serta menghasilkan produk atau solusi yang nyata. Mereka belajar untuk mengaplikasikan pengetahuan sains dalam konteks yang autentik, serta mengembangkan kepekaan terhadap budaya dan lingkungan sekitar.

2.3.2 Metode 2: Pembelajaran Berbasis Masalah

Pembelajaran berbasis masalah adalah metode pembelajaran interaktif yang menghadapkan siswa pada masalah nyata yang terkait dengan konteks budaya dan lingkungan mereka. Siswa bekerja dalam kelompok untuk menganalisis masalah, mengumpulkan informasi, dan mengembangkan solusi yang berbasis pada kearifan lokal dan pengetahuan sains. Contoh penerapan pembelajaran berbasis masalah dengan etnosains dapat ditemukan di SMA Negeri 1 Kasimbar, Sulawesi Tengah. Siswa di sana dihadapkan pada masalah penurunan populasi ikan di danau Poso akibat praktik penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan. Mereka kemudian melakukan penyelidikan tentang kearifan lokal masyarakat Pamona dalam mengelola sumber daya perikanan, seperti sistem zonasi, aturan adat, dan praktik konservasi tradisional. Berbekal pengetahuan tersebut, siswa mengembangkan solusi yang memadukan kearifan lokal dengan prinsip-prinsip pengelolaan perikanan modern, seperti penggunaan alat tangkap ramah lingkungan dan pengembangan ekowisata berbasis masyarakat. Dalam pembelajaran berbasis masalah, siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan. Mereka belajar untuk melihat masalah dari berbagai perspektif, termasuk pers-

pektif budaya dan kearifan lokal, serta mengembangkan solusi yang holistik dan kontekstual.

2.3.3 Metode 3: Pembelajaran Berbasis Inkuiri

Pembelajaran berbasis inkuiri adalah metode pembelajaran interaktif yang melibatkan siswa dalam proses penyelidikan ilmiah untuk menemukan konsep, prinsip, atau hubungan antara kearifan lokal dan pengetahuan sains. Siswa mengajukan pertanyaan, merancang eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh. Contoh penerapan pembelajaran berbasis inkuiri dengan etnosains dapat dilihat di SMP Negeri 2 Bantul, Yogyakarta. Siswa di sana melakukan penyelidikan tentang penggunaan tanaman obat tradisional dalam masyarakat Jawa. Mereka mengajukan pertanyaan tentang khasiat, kandungan kimia, dan cara pengolahan tanaman obat tersebut. Kemudian, mereka merancang dan melakukan eksperimen untuk menguji aktivitas antibakteri dari ekstrak tanaman obat, serta menganalisis hasil eksperimen tersebut dalam konteks pengetahuan tradisional dan sains modern. Melalui proses inkuiri ini, siswa tidak hanya memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang tanaman obat tradisional, tetapi juga mengembangkan keterampilan proses sains dan apresiasi terhadap kearifan lokal. Dalam pembelajaran berbasis inkuiri, siswa berperan aktif dalam mengonstruksi pengetahuan mereka sendiri. Mereka belajar untuk berpikir kritis, mengajukan pertanyaan, dan menggunakan bukti untuk mendukung kesimpulan mereka. Pembelajaran ini juga mendorong rasa ingin tahu, kreativitas, dan kemandirian siswa dalam belajar.

2.3.4 Metode 4: Pembelajaran Kontekstual

Pembelajaran kontekstual adalah metode pembelajaran interaktif yang mengaitkan materi pembelajaran dengan konteks dunia nyata siswa, termasuk konteks budaya dan kearifan lokal. Dalam pembelajaran berbasis etnosains, konteks yang digunakan dapat berupa fenomena alam, praktik budaya, atau isu-isu sosial yang

relevan dengan kehidupan siswa. Contoh penerapan pembelajaran kontekstual dengan etnosains dapat ditemukan di SD Negeri 1 Ubud, Bali. Guru di sana menggunakan subak, sistem irigasi tradisional Bali, sebagai konteks dalam pembelajaran tentang siklus air dan pengelolaan sumber daya air. Siswa diajak untuk mengamati secara langsung sistem subak di sawah, mempelajari komponen-komponen dan fungsinya, serta mendiskusikan nilai-nilai kearifan lokal yang terkandung dalam sistem tersebut, seperti keadilan, gotong royong, dan harmoni dengan alam. Pembelajaran ini tidak hanya memperdalam pemahaman siswa tentang siklus air, tetapi juga menumbuhkan apresiasi terhadap kearifan lokal dan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Dalam pembelajaran kontekstual, siswa belajar untuk mengaitkan konsep-konsep abstrak dengan pengalaman dan realitas kehidupan mereka sehari-hari. Mereka juga belajar untuk melihat relevansi dan aplikasi dari pengetahuan yang dipelajari, serta mengembangkan pemahaman yang lebih bermakna dan tahan lama.

2.3.5 Metode 5: Pembelajaran Kolaboratif

Pembelajaran kolaboratif adalah metode pembelajaran interaktif yang melibatkan siswa dalam kerja sama kelompok untuk mencapai tujuan pembelajaran bersama. Dalam pembelajaran berbasis etnosains, kolaborasi dapat melibatkan siswa, guru, ahli lokal, atau anggota masyarakat dalam mengeksplorasi, mendokumentasikan, dan mengaplikasikan kearifan lokal. Contoh penerapan pembelajaran kolaboratif dengan etnosains dapat dilihat di Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat. Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil di sana bekerja sama dengan tukang-tukang tradisional Minangkabau dalam proyek dokumentasi dan pelestarian arsitektur tradisional Rumah Gadang. Mahasiswa belajar tentang teknik-teknik konstruksi tradisional, filosofi dan makna simbolik dari elemen-elemen arsitektur, serta nilai-nilai budaya yang terkait dengan Rumah Gadang. Mereka juga bekerja sama dengan tukang-tukang tradisional dalam merancang dan membangun model Rumah Gadang yang memadukan kearifan lokal dengan prinsip-prinsip arsitektur modern, seperti efisi-

ensi energi dan ketahanan terhadap gempa. Kolaborasi ini tidak hanya memperkaya pengetahuan dan keterampilan mahasiswa, tetapi juga menumbuhkan apresiasi dan komitmen mereka terhadap pelestarian warisan budaya Minangkabau. Dalam pembelajaran kolaboratif, siswa belajar untuk bekerja sama, berkomunikasi, dan menghargai perspektif yang berbeda. Mereka juga belajar untuk berbagi pengetahuan, keterampilan, dan sumber daya dalam mencapai tujuan bersama. Pembelajaran ini dapat memperkuat ikatan sosial dan rasa kebersamaan di antara siswa, serta antara sekolah dan masyarakat.

2.3.6 Metode 6: Pembelajaran Reflektif

Pembelajaran reflektif adalah metode pembelajaran interaktif yang mendorong siswa untuk merefleksikan pengalaman belajar mereka, mengaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya, serta merenungkan makna dan aplikasi dari apa yang telah mereka pelajari. Dalam pembelajaran berbasis etnosains, refleksi dapat meliputi perenungan tentang nilai-nilai, etika, dan relevansi dari kearifan lokal dalam konteks sains dan kehidupan modern. Contoh penerapan pembelajaran reflektif dengan etnosains dapat ditemukan di Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat. Mahasiswa Jurusan Antropologi di sana melakukan studi etnografi tentang sistem pengobatan tradisional Minangkabau. Setelah mengumpulkan data melalui observasi, wawancara, dan partisipasi dalam ritual pengobatan, mahasiswa melakukan refleksi tertulis dan diskusi kelompok. Mereka merenungkan tentang filosofi dan pandangan dunia yang mendasari sistem pengobatan tradisional, etika dalam interaksi antara pengobat dan pasien, serta potensi dan tantangan dalam mengintegrasikan pengobatan tradisional dengan pengobatan modern. Refleksi ini tidak hanya memperdalam pemahaman mahasiswa tentang sistem pengobatan tradisional, tetapi juga mengembangkan kepekaan budaya, empati, dan kemampuan berpikir kritis mereka. Dalam pembelajaran reflektif, siswa belajar untuk menginternalisasi dan mengonstruksi makna dari pengalaman belajar mereka. Mereka juga belajar untuk menghubungkan pengetahuan dengan nilai-nilai, sikap, dan tindakan

mereka dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran ini dapat memperkuat kesadaran diri, pemahaman yang lebih dalam, dan komitmen siswa terhadap pembelajaran sepanjang hayat. Kisah-kisah nyata penerapan metode pembelajaran interaktif berbasis etnosains di Indonesia menunjukkan bahwa pembelajaran ini tidak hanya efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang sains dan kearifan lokal, tetapi juga dalam mengembangkan keterampilan, sikap, dan nilai-nilai yang relevan dengan konteks budaya dan lingkungan mereka. Pembelajaran ini juga dapat memperkuat identitas budaya, rasa kebersamaan, dan komitmen siswa terhadap pelestarian warisan budaya dan lingkungan. Namun, keberhasilan penerapan metode pembelajaran interaktif berbasis etnosains juga bergantung pada beberapa faktor, seperti kesiapan guru, dukungan sekolah dan masyarakat, serta ketersediaan sumber daya yang memadai. Guru perlu terus mengembangkan kompetensi dan kreativitas mereka dalam merancang dan memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada siswa dan konteks lokal. Sekolah dan masyarakat perlu memberikan dukungan, baik dalam bentuk kebijakan, sumber daya, maupun partisipasi aktif dalam pembelajaran. Dalam bab selanjutnya, kita akan membahas lebih lanjut tentang bagaimana mengukur keberhasilan pembelajaran berbasis etnosains melalui evaluasi yang autentik dan holistik.

2.4 Mengukur Keberhasilan: Evaluasi Pembelajaran Berbasis Etnosains

Setelah kita membahas tentang metode pembelajaran interaktif yang dapat menghidupkan kelas dengan etnosains, kini saatnya kita fokus pada aspek penting lainnya dalam pembelajaran berbasis etnosains, yaitu evaluasi. Evaluasi merupakan komponen kunci dalam mengukur keberhasilan pembelajaran, mendiagnosis kekuatan dan kelemahan siswa, serta memberikan umpan balik yang konstruktif untuk perbaikan berkelanjutan. Dalam konteks pembelajaran berbasis etnosains, evaluasi perlu dirancang secara autentik dan holistik, mencakup tidak hanya pe-

ngetahuan siswa tentang sains dan kearifan lokal, tetapi juga keterampilan, sikap, dan nilai-nilai yang terkait dengan etnosains. Evaluasi juga perlu mempertimbangkan konteks budaya dan lingkungan siswa, serta melibatkan partisipasi aktif dari siswa, guru, dan masyarakat. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi berbagai strategi dan instrumen evaluasi yang dapat digunakan untuk mengukur keberhasilan pembelajaran berbasis etnosains. Kita juga akan melihat beberapa kisah nyata dari Indonesia, di mana evaluasi pembelajaran berbasis etnosains telah diterapkan dengan sukses, khususnya dalam mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada Kurikulum Merdeka. Mari kita mulai perjalanan ini dengan semangat untuk terus meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis etnosains.

2.4.1 Strategi 1: Penilaian Autentik

Penilaian autentik adalah strategi evaluasi yang mengukur kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam konteks dunia nyata. Dalam pembelajaran berbasis etnosains, penilaian autentik dapat berupa tugas-tugas atau proyek yang melibatkan siswa dalam mengeksplorasi, menganalisis, atau memecahkan masalah yang terkait dengan kearifan lokal dan sains. Contoh penerapan penilaian autentik dalam pembelajaran IPA berbasis etnosains dapat ditemukan di SMP Negeri 1 Lubuk Basung, Sumatera Barat. Dalam pembelajaran tentang keanekaragaman hayati, siswa diberi tugas untuk melakukan penelitian tentang tumbuhan obat tradisional yang digunakan oleh orang Minangkabau. Siswa mengumpulkan data melalui wawancara dengan tetua adat atau pengobat tradisional, mengidentifikasi spesies tumbuhan, serta menganalisis kandungan fitokimia dan khasiat tumbuhan tersebut berdasarkan literatur ilmiah. Hasil penelitian kemudian dipresentasikan dalam bentuk poster atau laporan ilmiah yang dinilai berdasarkan kriteria seperti kedalaman analisis, kualitas data, serta kemampuan mengaitkan pengetahuan tradisional dengan sains modern. Melalui penilaian autentik seperti ini, siswa tidak hanya dinilai berdasarkan penguasaan konsep sains, tetapi juga kemampuan mereka dalam menerapkan pengetahuan tersebut dalam

konteks yang relevan dengan kearifan ocal. Siswa juga mengembangkan keterampilan penelitian, komunikasi, dan berpikir kritis, serta apresiasi terhadap kearifan ocal dan potensinya dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

2.4.2 Strategi 2: Penilaian Portofolio

Penilaian portofolio adalah strategi evaluasi yang mengumpulkan dan menganalisis karya-karya siswa dalam suatu periode waktu untuk menunjukkan perkembangan dan pencapaian mereka. Dalam pembelajaran berbasis etnosains, portofolio dapat berisi berbagai jenis karya, seperti laporan penelitian, esai reflektif, karya seni, atau proyek-proyek yang terkait dengan kearifan ocal dan sains. Contoh penerapan penilaian portofolio dalam pembelajaran IPA berbasis etnosains dapat dilihat di SMA Negeri 2 Padang, Sumatera Barat. Dalam pembelajaran tentang perubahan lingkungan, siswa mengembangkan portofolio tentang dampak perubahan iklim terhadap kearifan ocal n t Minangkabau dalam pengelolaan sumber daya alam. Portofolio tersebut berisi esai reflektif tentang pengalaman dan pengamatan siswa, laporan penelitian tentang perubahan pola tanam atau praktik konservasi tradisional, serta proyek-proyek seperti kampanye kesadaran ocal n t atau pengembangan teknologi adaptasi berbasis kearifan ocal. Portofolio kemudian dinilai secara ocal n berdasarkan kriteria seperti kedalaman refleksi, kualitas penelitian, kreativitas, serta dampak proyek terhadap ocal n t. Melalui penilaian portofolio, perkembangan dan pencapaian siswa dapat dilihat secara lebih komprehensif dan kontekstual. Siswa juga terdorong untuk mengeksplorasi kearifan ocal secara lebih mendalam, mengaitkannya dengan konsep-konsep sains, serta mengaplikasikannya dalam ocal n nyata. Penilaian portofolio juga memungkinkan siswa untuk merefleksikan pengalaman belajar mereka secara lebih bermakna dan mengembangkan kepemilikan terhadap proses pembelajaran mereka sendiri.

2.4.3 Strategi 3: Penilaian Kinerja

Penilaian kinerja adalah strategi evaluasi yang mengukur kemampuan siswa dalam mendemonstrasikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap melalui tugas-tugas atau aktivitas yang mensimulasikan konteks dunia nyata. Dalam pembelajaran berbasis etnosains, penilaian kinerja dapat melibatkan siswa dalam melakukan eksperimen, demonstrasi, presentasi, atau bermain peran yang terkait dengan kearifan ocal dan sains. Contoh penerapan penilaian kinerja dalam pembelajaran IPA berbasis etnosains dapat ditemukan di SMP Negeri 3 Payakumbuh, Sumatera Barat. Dalam pembelajaran tentang sifat-sifat bahan, siswa diberi tugas untuk mendemonstrasikan proses pembuatan kerajinan tradisional Minangkabau, seperti songket, sulaman, atau ukiran kayu. Siswa menjelaskan sifat-sifat bahan yang digunakan, seperti jenis serat, pewarna alami, atau kayu, serta bagaimana sifat-sifat tersebut mempengaruhi ocal pembuatan dan kualitas produk. Kinerja siswa kemudian dinilai berdasarkan kriteria seperti pemahaman konsep sains, keterampilan teknis, kemampuan komunikasi, serta apresiasi terhadap nilai-nilai budaya yang terkandung dalam kerajinan tradisional. Melalui penilaian kinerja, siswa dapat menunjukkan pemahaman dan penerapan konsep sains dalam konteks yang autentik dan bermakna secara budaya. Mereka juga mengembangkan keterampilan praktis, kreativitas, dan apresiasi terhadap kearifan ocal. Penilaian kinerja juga memungkinkan guru untuk memberikan umpan balik langsung dan spesifik terhadap kinerja siswa, serta mendorong refleksi dan perbaikan berkelanjutan.

2.4.4 Strategi 4: Penilaian Diri dan Sejawat

Penilaian diri dan sejawat adalah strategi evaluasi yang melibatkan siswa dalam menilai pembelajaran dan kinerja mereka sendiri, serta memberikan umpan balik konstruktif kepada rekan-rekan mereka. Dalam pembelajaran berbasis etnosains, penilaian diri dan sejawat dapat mendorong refleksi kritis, metakognisi, dan pembelajaran kolaboratif di antara siswa. Contoh penerapan penilaian diri dan sejawat dalam pembelajaran IPA berbasis etnosains dapat dilihat di SMA Negeri 1 Batu-

sangkar, Sumatera Barat. Dalam pembelajaran tentang bioteknologi, siswa bekerja dalam kelompok untuk mengembangkan produk fermentasi berbasis kearifan ocal Minangkabau, seperti dadiah (yogurt tradisional) atau tapai (makanan fermentasi berbahan singkong). Selama proses pengembangan produk, siswa melakukan penilaian diri secara berkala menggunakan jurnal reflektif, di mana mereka merefleksikan tentang pemahaman konsep sains, keterampilan proses, serta nilai-nilai yang mereka pelajari dari kearifan ocal. Siswa juga memberikan umpan balik sejawat melalui presentasi kelompok dan diskusi kelas, di mana mereka saling menilai kualitas produk, inovasi, serta kontribusi masing-masing anggota kelompok. Melalui penilaian diri dan sejawat, siswa mengembangkan kesadaran diri, tanggung jawab terhadap pembelajaran mereka sendiri, serta kemampuan untuk memberikan dan menerima umpan balik konstruktif. Mereka juga belajar untuk menghargai perspektif dan kontribusi rekan-rekan mereka, serta mengembangkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi yang penting dalam pembelajaran berbasis etnosains.

2.4.5 Strategi 5: Penilaian Berbasis Masyarakat

Penilaian berbasis masyarakat adalah strategi evaluasi yang melibatkan anggota masyarakat, seperti tetua adat, praktisi budaya, atau ahli lokal, dalam menilai pembelajaran dan pencapaian siswa dalam konteks kearifan lokal. Penilaian ini mengakui peran penting masyarakat sebagai pemilik dan penjaga pengetahuan tradisional, serta memperkuat hubungan antara sekolah dan masyarakat. Contoh penerapan penilaian berbasis masyarakat dalam pembelajaran IPA berbasis etnosains dapat ditemukan di Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat. Dalam mata kuliah Etnobotani, mahasiswa melakukan penelitian tentang pemanfaatan tumbuhan obat oleh masyarakat Minangkabau. Selain dinilai oleh dosen, hasil penelitian mahasiswa juga dipresentasikan kepada panel yang terdiri dari tetua adat, pengobat tradisional, dan ahli tumbuhan obat dari masyarakat. Panel memberikan umpan balik dan penilaian berdasarkan kriteria seperti keakuratan informasi, relevansi dengan konteks budaya, serta potensi aplikasi dalam pengembangan obat-obatan

modern. Penilaian ini tidak hanya memvalidasi pengetahuan mahasiswa, tetapi juga memperkuat apresiasi dan komitmen mereka terhadap pelestarian kearifan lokal. Melalui penilaian berbasis masyarakat, pembelajaran berbasis etnosains menjadi lebih autentik, relevan, dan bermakna secara budaya. Siswa juga belajar untuk menghargai dan menghormati pengetahuan dan kebijaksanaan masyarakat, serta melihat potensi kolaborasi antara pengetahuan tradisional dan sains modern dalam memecahkan masalah-masalah nyata. Kisah-kisah nyata penerapan evaluasi pembelajaran berbasis etnosains di Indonesia, khususnya dalam mata pelajaran IPA pada Kurikulum Merdeka, menunjukkan bahwa evaluasi autentik dan holistik dapat mengukur keberhasilan pembelajaran secara lebih komprehensif dan kontekstual. Evaluasi ini tidak hanya mengukur penguasaan konsep sains, tetapi juga keterampilan, sikap, dan nilai-nilai yang terkait dengan etnosains, seperti apresiasi terhadap kearifan lokal, kepekaan budaya, dan tanggung jawab terhadap kelestarian alam dan budaya. Namun, penerapan evaluasi pembelajaran berbasis etnosains juga memerlukan dukungan dan komitmen dari berbagai pihak. Guru perlu terus mengembangkan kompetensi dan kreativitas mereka dalam merancang dan melaksanakan evaluasi yang autentik dan kontekstual. Sekolah dan pemangku kepentingan pendidikan perlu memberikan dukungan kebijakan, sumber daya, dan pelatihan yang memadai. Masyarakat juga perlu dilibatkan secara aktif sebagai mitra dalam pembelajaran dan evaluasi berbasis etnosains. Dalam bab selanjutnya, kita akan menjelajahi lebih jauh kisah-kisah sukses penerapan etnosains dalam pembelajaran IPA di berbagai pelosok Nusantara. Kita akan melihat bagaimana sekolah-sekolah dan komunitas-komunitas di berbagai daerah telah mengintegrasikan kearifan lokal dalam pembelajaran sains, serta dampak positif yang dihasilkan bagi siswa, masyarakat, dan kelestarian alam dan budaya.

2.5 Cerita Sukses: Etnosains di Berbagai Pelosok Nusantara

Indonesia, dengan ribuan pulau dan ratusan kelompok etnis, adalah negara yang kaya akan kearifan lokal dan pengetahuan tradisional. Kearifan lokal ini, yang telah diwariskan secara turun-temurun, mengandung kebijaksanaan dalam mengelola sumber daya alam, menjaga keseimbangan ekosistem, serta memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari. Dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), kearifan lokal ini menjadi sumber yang sangat berharga untuk mengajarkan konsep-konsep sains secara kontekstual dan bermakna. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi kisah-kisah sukses penerapan etnosains dalam pembelajaran IPA di berbagai pelosok Nusantara. Kita akan melihat bagaimana sekolah-sekolah dan komunitas-komunitas di berbagai daerah telah mengintegrasikan kearifan lokal dalam pembelajaran sains, serta dampak positif yang dihasilkan bagi siswa, masyarakat, dan kelestarian alam dan budaya. Mari kita mulai perjalanan ini dan mengambil inspirasi dari cerita-cerita sukses tersebut.

2.5.1 Kisah Sukses 1: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Suku Baduy di Banten

Suku Baduy, yang tinggal di pedalaman Banten, terkenal dengan kearifan lokalnya dalam mengelola hutan dan menjaga keseimbangan ekosistem. Mereka memiliki sistem zonasi hutan yang terdiri dari tiga bagian: hutan larangan, hutan dudungusan, dan hutan garapan. Hutan larangan adalah zona yang paling sakral dan tidak boleh dimasuki oleh siapa pun, kecuali dalam acara-acara adat tertentu. Hutan dudungusan adalah zona penyangga yang digunakan untuk mengambil kayu dan hasil hutan secara terbatas. Hutan garapan adalah zona yang digunakan untuk bercocok tanam dan memenuhi kebutuhan sehari-hari. Di SMPN 2 Leuwidamar, Lebak, Banten, guru-guru mengintegrasikan kearifan lokal Suku Baduy dalam pembelajaran IPA. Dalam materi tentang ekosistem, siswa diajak untuk mempelajari

sistem zonasi hutan Baduy dan bagaimana sistem tersebut menjaga keseimbangan ekosistem. Siswa juga melakukan kunjungan lapangan ke hutan Baduy untuk mengamati secara langsung penerapan sistem zonasi tersebut, serta mewawancarai masyarakat Baduy tentang nilai-nilai dan filosofi yang mendasari sistem tersebut. Melalui pembelajaran berbasis kearifan lokal ini, siswa tidak hanya memahami konsep ekosistem secara teoritis, tetapi juga melihat aplikasinya dalam konteks nyata. Mereka juga mengembangkan apresiasi terhadap kearifan lokal dan peran penting masyarakat adat dalam menjaga kelestarian lingkungan. Pembelajaran ini juga mendorong siswa untuk merefleksikan bagaimana prinsip-prinsip dalam kearifan lokal Baduy dapat diterapkan dalam konteks kehidupan modern, seperti dalam pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan.

2.5.2 Kisah Sukses 2: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Suku Dayak di Kalimantan

Suku Dayak di Kalimantan memiliki kearifan lokal yang kaya dalam pemanfaatan tumbuhan obat. Mereka mengenal ratusan jenis tumbuhan yang dapat digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, mulai dari demam hingga kanker. Pengetahuan ini diwariskan secara lisan dari generasi ke generasi, serta dijaga melalui ritual-ritual adat dan praktik pengobatan tradisional. Di SMAN 1 Muara Muntai, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, guru-guru mengintegrasikan kearifan lokal Suku Dayak dalam pembelajaran IPA, khususnya dalam materi tentang keanekaragaman hayati dan pemanfaatan tumbuhan. Siswa diajak untuk mempelajari jenis-jenis tumbuhan obat yang digunakan oleh masyarakat Dayak, cara pengolahan dan penggunaannya, serta pengetahuan tradisional tentang indikasi dan kontraindikasi tumbuhan obat tersebut. Siswa juga melakukan penelitian sederhana untuk mengidentifikasi kandungan fitokimia dalam beberapa tumbuhan obat yang sering digunakan, serta menguji efektivitasnya secara *in vitro*. Hasil penelitian siswa kemudian dipresentasikan dalam seminar sekolah yang melibatkan masyarakat Dayak sebagai narasumber dan penilai. Melalui pembelajaran ini, siswa tidak

hanya memperoleh pemahaman tentang keanekaragaman hayati dan pemanfaatan tumbuhan, tetapi juga mengembangkan keterampilan penelitian dan komunikasi sains. Pembelajaran berbasis kearifan lokal ini juga mendorong siswa untuk menghargai dan melestarikan pengetahuan tradisional Suku Dayak, serta melihat potensi kolaborasi antara pengetahuan tradisional dan sains modern dalam pengembangan obat-obatan baru. Siswa juga belajar tentang etika dalam pemanfaatan sumber daya hayati, serta pentingnya pembagian manfaat yang adil antara masyarakat lokal dan industri farmasi.

2.5.3 Kisah Sukses 3: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Bali

Masyarakat Bali terkenal dengan sistem subak, yaitu sistem irigasi tradisional yang mengatur distribusi air secara adil dan efisien untuk pertanian. Sistem subak tidak hanya mencakup aspek teknis dalam pengelolaan air, tetapi juga aspek sosial, budaya, dan spiritual. Setiap subak memiliki aturan-aturan adat yang mengatur hak dan kewajiban anggota, serta ritual-ritual yang dilakukan untuk menjaga keharmonisan antara manusia, alam, dan Tuhan. Di SMAN 1 Ubud, Bali, guru-guru mengintegrasikan kearifan lokal sistem subak dalam pembelajaran IPA, khususnya dalam materi tentang siklus air dan pengelolaan sumber daya air. Siswa diajak untuk mempelajari komponen-komponen sistem subak, seperti bendungan, saluran air, dan sawah, serta bagaimana komponen-komponen tersebut bekerja secara terintegrasi untuk mengatur distribusi air. Siswa juga melakukan observasi lapangan ke salah satu subak untuk melihat secara langsung penerapan sistem tersebut, serta mewawancarai petani dan pekaseh (pemimpin subak) tentang aturan-aturan adat dan nilai-nilai yang mendasari sistem subak. Melalui pembelajaran ini, siswa memperoleh pemahaman yang lebih kontekstual tentang siklus air dan pengelolaan sumber daya air, serta mengembangkan apresiasi terhadap kearifan lokal dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Pembelajaran berbasis kearifan lokal ini juga mendorong siswa untuk merefleksikan relevansi sistem subak dalam konteks perubahan

iklim dan krisis air global. Siswa diajak untuk berpikir kritis tentang bagaimana prinsip-prinsip dalam sistem subak, seperti distribusi air yang adil, pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan, dan keharmonisan antara manusia dan alam, dapat diterapkan dalam pengelolaan sumber daya air modern.

2.5.4 Kisah Sukses 4: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Maluku

Masyarakat Maluku memiliki kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya laut yang disebut sasi. Sasi adalah sistem pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat yang mengatur waktu dan cara panen sumber daya laut, seperti ikan, lobster, dan teripang. Sistem sasi bertujuan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya laut, serta memastikan distribusi manfaat yang adil bagi masyarakat. Di SMAN 1 Tual, Maluku Tenggara, guru-guru mengintegrasikan kearifan lokal sasi dalam pembelajaran IPA, khususnya dalam materi tentang ekosistem laut dan pengelolaan sumber daya laut. Siswa diajak untuk mempelajari prinsip-prinsip dalam sistem sasi, seperti penentuan musim panen, pengaturan alat tangkap, dan sanksi bagi pelanggar aturan sasi. Siswa juga melakukan proyek penelitian tentang efektivitas sistem sasi dalam menjaga kelestarian sumber daya laut. Mereka mengumpulkan data tentang keanekaragaman dan kelimpahan spesies di daerah yang menerapkan sasi dan yang tidak menerapkan sasi, serta mewawancarai nelayan dan tokoh adat tentang perubahan yang mereka amati dalam jangka panjang. Hasil penelitian siswa kemudian dipresentasikan dalam seminar sekolah dan disebarluaskan melalui media lokal. Melalui pembelajaran berbasis kearifan lokal ini, siswa tidak hanya memperoleh pemahaman tentang ekosistem laut dan pengelolaan sumber daya laut, tetapi juga mengembangkan keterampilan penelitian, komunikasi sains, dan kepekaan terhadap isu-isu sosial-ekologis. Siswa juga belajar tentang peran penting masyarakat lokal dalam menjaga keberlanjutan sumber daya alam, serta potensi integrasi pengetahuan tradisional dan sains modern dalam pengelolaan sumber daya yang lebih efektif dan adil.

2.5.5 Kisah Sukses 5: Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Masyarakat Jawa

Masyarakat Jawa memiliki kearifan lokal dalam sistem pertanian tradisional yang disebut pranata mangsa. Pranata mangsa adalah sistem penanggalan pertanian yang didasarkan pada pengamatan terhadap perubahan musim, fenomena alam, dan perilaku hewan. Sistem ini mengatur waktu tanam, pemeliharaan, dan panen tanaman pangan, serta ritual-ritual yang menyertainya. Di SMAN 1 Bantul, Yogyakarta, guru-guru mengintegrasikan kearifan lokal pranata mangsa dalam pembelajaran IPA, khususnya dalam materi tentang perubahan musim dan siklus hidup tumbuhan. Siswa diajak untuk mempelajari indikator-indikator alam yang digunakan dalam pranata mangsa, seperti kemunculan bintang tertentu, perilaku hewan, dan fenomena cuaca, serta bagaimana indikator-indikator tersebut digunakan untuk menentukan waktu tanam dan panen. Siswa juga melakukan proyek penelitian untuk membandingkan produktivitas pertanian yang menggunakan sistem pranata mangsa dengan yang menggunakan sistem pertanian modern. Mereka mengumpulkan data tentang jenis tanaman, waktu tanam, penggunaan pupuk dan pestisida, serta hasil panen dari kedua sistem tersebut. Hasil penelitian siswa kemudian didiskusikan dalam kelas untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan masing-masing sistem, serta potensi integrasi keduanya untuk pertanian yang lebih berkelanjutan. Melalui pembelajaran berbasis kearifan lokal ini, siswa memperoleh pemahaman yang lebih kontekstual tentang perubahan musim dan siklus hidup tumbuhan, serta mengembangkan apresiasi terhadap pengetahuan tradisional dalam pertanian. Siswa juga belajar tentang pentingnya observasi alam dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan dalam pertanian, serta potensi integrasi pengetahuan tradisional dan sains modern untuk menghadapi tantangan ketahanan pangan di masa depan. Cerita-cerita sukses penerapan etnosains dalam pembelajaran IPA di berbagai pelosok Nusantara ini menunjukkan bahwa kearifan lokal bukan hanya warisan budaya yang harus dilestarikan, tetapi juga sumber pengetahuan yang berharga untuk pendidikan sains yang lebih kontekstual, ber-

makna, dan transformatif. Dalam bab selanjutnya, kita akan membahas secara lebih mendalam kompetensi-kompetensi yang diperlukan guru untuk mengajar etnosains secara efektif, tantangan-tantangan yang mungkin dihadapi, serta strategi-strategi untuk pengembangan profesional guru dalam konteks etnosains.

2.6 Guru sebagai Jembatan: Peran Krusial dalam Pembelajaran Etnosains

Dalam perjalanan kita menjelajahi penerapan etnosains dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), kita telah melihat bagaimana kearifan lokal dapat menjadi sumber pengetahuan yang berharga untuk menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual, bermakna, dan transformatif. Namun, keberhasilan integrasi etnosains dalam pembelajaran IPA tidak hanya bergantung pada ketersediaan sumber daya atau dukungan kelembagaan, tetapi juga pada peran sentral guru sebagai jembatan antara pengetahuan tradisional dan sains modern. Guru, dengan posisinya yang unik sebagai pendidik dan anggota masyarakat, memiliki tanggung jawab yang besar dalam mengidentifikasi, menerjemahkan, dan mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA. Mereka harus mampu menavigasi antara dua sistem pengetahuan yang berbeda, yaitu pengetahuan tradisional yang diwariskan secara turun-temurun dan pengetahuan sains modern yang diperoleh melalui pendidikan formal. Peran guru sebagai jembatan ini sangat krusial dalam memastikan bahwa pembelajaran etnosains tidak hanya otentik dan relevan secara budaya, tetapi juga rigorous secara ilmiah. Dalam bab ini, kita akan menyelami lebih dalam peran-peran krusial yang harus dimainkan guru dalam pembelajaran etnosains, kompetensi-kompetensi yang diperlukan untuk menjalankan peran-peran tersebut, serta strategi-strategi untuk pengembangan profesional guru dalam konteks etnosains. Mari kita mulai eksplorasi ini dengan mengapresiasi dedikasi dan kontribusi guru-guru di seluruh Nusantara dalam mewujudkan pembelajaran IPA yang lebih bermakna dan berdampak positif.

2.6.1 Peran 1: Guru sebagai Peneliti Budaya

Peran pertama guru dalam pembelajaran etnosains adalah sebagai peneliti budaya. Untuk dapat mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA, guru harus memiliki pemahaman yang mendalam tentang budaya dan pengetahuan tradisional masyarakat setempat. Mereka harus mampu mengidentifikasi praktik-praktik, nilai-nilai, dan sistem pengetahuan lokal yang relevan dengan konsep-konsep sains yang diajarkan. Sebagai peneliti budaya, guru harus proaktif dalam menggali dan mendokumentasikan kearifan lokal melalui berbagai metode, seperti observasi partisipatif, wawancara dengan tetua adat atau praktisi lokal, serta kajian literatur tentang budaya setempat. Mereka juga harus mampu menganalisis dan menginterpretasikan data yang diperoleh untuk mengidentifikasi pola, prinsip, dan hubungan antara pengetahuan tradisional dan konsep-konsep sains. Contohnya, seorang guru IPA di Kalimantan yang ingin mengajarkan tentang klasifikasi makhluk hidup dapat melakukan penelitian tentang sistem etnobiologi masyarakat Dayak. Guru tersebut dapat mewawancarai tetua adat atau ahli tumbuhan lokal untuk mempelajari bagaimana masyarakat Dayak mengklasifikasikan tumbuhan dan hewan berdasarkan ciri morfologi, habitat, atau kegunaannya. Guru kemudian dapat menganalisis persamaan dan perbedaan antara sistem klasifikasi lokal dan sistem klasifikasi ilmiah, serta mengidentifikasi potensi integrasi keduanya dalam pembelajaran. Melalui peran sebagai peneliti budaya, guru dapat memperoleh pemahaman yang lebih dalam dan otentik tentang kearifan lokal, serta mengembangkan kepekaan budaya yang diperlukan untuk mengajar etnosains secara efektif. Mereka juga dapat berkontribusi dalam pendokumentasian dan pelestarian pengetahuan tradisional yang mungkin terancam punah.

2.6.2 Peran 2: Guru sebagai Penerjemah Budaya

Peran kedua guru dalam pembelajaran etnosains adalah sebagai penerjemah budaya. Setelah memperoleh pemahaman tentang kearifan lokal melalui penelitian budaya, guru harus mampu menerjemahkan pengetahuan tersebut ke dalam

bahasa dan konteks yang dapat dipahami oleh siswa. Mereka harus dapat mengidentifikasi koneksi antara pengetahuan tradisional dan konsep-konsep sains, serta merancang pembelajaran yang memfasilitasi transfer pengetahuan antara kedua sistem tersebut. Sebagai penerjemah budaya, guru harus mampu menggunakan analogi, metafora, atau contoh-contoh yang relevan dengan pengalaman dan latar belakang budaya siswa. Mereka juga harus mampu mengadaptasi bahasa dan strategi pembelajaran untuk mengakomodasi perbedaan epistemologi dan gaya belajar siswa yang berakar pada budaya lokal. Contohnya, seorang guru IPA di Bali yang mengajarkan tentang siklus air dapat menggunakan sistem subak sebagai analogi. Guru dapat menjelaskan bagaimana sistem irigasi tradisional tersebut memanfaatkan prinsip-prinsip siklus air, seperti evaporasi, kondensasi, dan presipitasi, untuk mengatur distribusi air secara adil dan efisien. Guru juga dapat menggunakan istilah-istilah lokal, seperti "hulu" untuk hulu sungai dan "teben" untuk hilir sungai, untuk membantu siswa memahami konsep-konsep tersebut dalam konteks yang akrab bagi mereka. Melalui peran sebagai penerjemah budaya, guru dapat membantu siswa membangun jembatan konseptual antara pengetahuan tradisional dan sains modern. Mereka dapat memfasilitasi pembelajaran yang lebih bermakna dan relevan secara budaya, serta mempromosikan apresiasi terhadap kearifan lokal sebagai sumber pengetahuan yang valid dan berharga.

2.6.3 Peran 3: Guru sebagai Fasilitator Dialog Budaya

Peran ketiga guru dalam pembelajaran etnosains adalah sebagai fasilitator dialog budaya. Pembelajaran etnosains bukan hanya tentang transfer pengetahuan satu arah dari guru ke siswa, tetapi juga tentang menciptakan ruang dialog yang aman dan inklusif antara berbagai sistem pengetahuan dan perspektif budaya. Guru harus mampu memfasilitasi dialog tersebut dengan menghargai keragaman perspektif, mengelola dinamika kelas yang mungkin muncul, serta mendorong siswa untuk berpikir kritis dan reflektif. Sebagai fasilitator dialog budaya, guru harus mampu menciptakan lingkungan belajar yang menghargai dan merayakan keragaman bu-

daya. Mereka harus dapat mengakui dan mengatasi bias budaya mereka sendiri, serta mengembangkan kompetensi lintas budaya yang diperlukan untuk mengajar siswa dengan latar belakang yang beragam. Guru juga harus mampu memfasilitasi diskusi yang sensitif dan produktif tentang isu-isu yang mungkin kontroversial, seperti konflik antara pengetahuan tradisional dan sains modern, atau dampak sosial-budaya dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Contohnya, seorang guru IPA di Maluku yang mengajarkan tentang pengelolaan sumber daya laut dapat memfasilitasi dialog antara siswa, nelayan lokal, dan ilmuwan kelautan tentang efektivitas sistem sasi dalam menjaga keberlanjutan sumber daya laut. Guru dapat mendorong siswa untuk mengeksplorasi perspektif yang berbeda, mengajukan pertanyaan kritis, serta merefleksikan bagaimana pengetahuan tradisional dan sains modern dapat saling melengkapi dalam pengelolaan sumber daya yang lebih adil dan berkelanjutan. Melalui peran sebagai fasilitator dialog budaya, guru dapat membantu siswa mengembangkan kompetensi lintas budaya, berpikir kritis, dan kepekaan terhadap isu-isu sosial-ilmiah. Mereka juga dapat mempromosikan pembelajaran yang lebih demokratis, di mana berbagai sistem pengetahuan dihargai dan dilibatkan dalam produksi pengetahuan baru.

2.6.4 Peran 4: Guru sebagai Pengembang Kurikulum Etnosains

Peran keempat guru dalam pembelajaran etnosains adalah sebagai pengembang kurikulum etnosains. Untuk dapat mengintegrasikan etnosains secara sistematis dan berkelanjutan dalam pembelajaran IPA, guru harus terlibat aktif dalam pengembangan kurikulum yang kontekstual dan responsif terhadap keragaman budaya. Mereka harus mampu mengidentifikasi kompetensi dasar, merancang pengalaman belajar, serta mengembangkan bahan ajar dan penilaian yang selaras dengan prinsip-prinsip pembelajaran etnosains. Sebagai pengembang kurikulum etnosains, guru harus mampu melakukan analisis kurikulum untuk mengidentifikasi peluang integrasi etnosains dalam mata pelajaran IPA. Mereka juga harus kreatif dalam merancang pengalaman belajar yang autentik, seperti proyek penelitian berbasis

masyarakat, studi kasus, atau simulasi, yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi dan mengaplikasikan pengetahuan etnosains dalam konteks yang relevan. Guru juga harus mampu mengembangkan bahan ajar yang kontekstual, seperti modul, video, atau multimedia interaktif, yang mengintegrasikan pengetahuan tradisional dan sains modern secara seimbang dan saling melengkapi. Contohnya, seorang guru IPA di Jawa Barat yang ingin mengajarkan tentang keanekaragaman hayati dapat mengembangkan kurikulum berbasis etnosains yang berfokus pada pengetahuan etnobotani masyarakat Sunda. Guru dapat merancang proyek penelitian di mana siswa mengeksplorasi pemanfaatan tumbuhan obat oleh masyarakat lokal, mengidentifikasi spesies tumbuhan, serta menganalisis kandungan fitokimia dan aktivitas biologisnya. Guru juga dapat mengembangkan modul pembelajaran yang mengintegrasikan pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat dengan prinsip-prinsip farmakognosi dan fitokimia modern. Melalui peran sebagai pengembang kurikulum etnosains, guru dapat menciptakan pembelajaran IPA yang lebih relevan, responsif, dan transformatif. Mereka dapat memastikan bahwa kurikulum tidak hanya mencakup konten sains, tetapi juga mengembangkan kompetensi budaya, keterampilan berpikir kritis, dan sikap menghargai keragaman. Pengembangan kurikulum etnosains juga dapat mendorong kolaborasi antara guru, ilmuwan, dan masyarakat lokal dalam menciptakan pembelajaran yang lebih bermakna dan berdampak.

2.6.5 Peran 5: Guru sebagai Advokat Keadilan Epistemik

Peran kelima guru dalam pembelajaran etnosains adalah sebagai advokat keadilan epistemik. Pembelajaran etnosains bukan hanya tentang mengintegrasikan pengetahuan tradisional ke dalam sains modern, tetapi juga tentang mengakui dan mengatasi ketidakseimbangan kekuatan dan privilese epistemik antara berbagai sistem pengetahuan. Guru harus mampu mempromosikan keadilan epistemik dengan mengakui validitas dan nilai pengetahuan tradisional, serta mengadvokasi hak-hak masyarakat adat dalam produksi dan kepemilikan pengetahuan. Sebagai advokat

keadilan epistemik, guru harus kritis terhadap bias dan ketidakadilan dalam produksi dan diseminasi pengetahuan ilmiah. Mereka harus mampu mengidentifikasi dan mengatasi praktik-praktik apropriasi budaya atau eksploitasi pengetahuan tradisional dalam penelitian dan pengembangan sains. Guru juga harus mampu mempromosikan etika penelitian yang menghormati protokol budaya, melibatkan masyarakat adat sebagai mitra seajar, serta memastikan pembagian manfaat yang adil dari pemanfaatan pengetahuan tradisional. Contohnya, seorang guru IPA di Kalimantan yang mengajarkan tentang bioprospeksi dapat memfasilitasi diskusi kritis tentang etika penelitian dan hak kekayaan intelektual dalam pemanfaatan pengetahuan tradisional masyarakat Dayak. Guru dapat mengundang tetua adat atau aktivis hak masyarakat adat untuk berbagi perspektif mereka tentang praktik-praktik penelitian yang eksploitatif atau tidak etis, serta mendorong siswa untuk merefleksikan bagaimana penelitian sains dapat dilakukan dengan lebih adil dan bertanggung jawab secara sosial-budaya. Melalui peran sebagai advokat keadilan epistemik, guru dapat membantu siswa mengembangkan kesadaran kritis tentang politik dan etika produksi pengetahuan. Mereka dapat mempromosikan pembelajaran sains yang lebih inklusif, pluralistik, dan demokratis, di mana berbagai sistem pengetahuan dihargai dan dilibatkan secara setara. Advokasi keadilan epistemik juga dapat mendorong transformasi dalam praktik-praktik penelitian dan pengembangan sains yang lebih etis, adil, dan berkelanjutan. Untuk dapat menjalankan peran-peran krusial tersebut, guru memerlukan pengembangan profesional yang komprehensif dan berkelanjutan dalam konteks etnosains. Pengembangan profesional ini harus mencakup peningkatan kompetensi budaya, keterampilan penelitian etnografi, pedagogi yang responsif budaya, serta wawasan tentang isu-isu sosial-ilmiah dan etika penelitian. Guru juga memerlukan dukungan kelembagaan, seperti kebijakan yang mendukung pembelajaran etnosains, sumber daya yang memadai, serta jaringan kolaborasi dengan ilmuwan, tetua adat, dan praktisi budaya. Dalam bab selanjutnya, kita akan mengeksplorasi lebih jauh tentang pentingnya kolaborasi antara guru, tetua adat, dan ilmuwan dalam pembelajaran etnosains. Kita akan melihat bagaimana kolaborasi lintas disiplin dan lintas budaya ini dapat memperkaya

pembelajaran sains.

2.7 Gotong Royong Ilmiah: Kolaborasi Pendidik, Tetua Adat, dan Ilmuwan

Dalam perjalanan kita menjelajahi integrasi etnosains dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), kita telah melihat peran krusial guru sebagai jembatan antara pengetahuan tradisional dan sains modern. Namun, guru tidak dapat berjalan sendiri dalam mewujudkan pembelajaran etnosains yang bermakna dan transformatif. Mereka memerlukan kolaborasi dan dukungan dari berbagai pihak, terutama tetua adat sebagai penjaga kearifan lokal dan ilmuwan sebagai mitra dalam penelitian dan pengembangan sains. Kolaborasi antara pendidik, tetua adat, dan ilmuwan dalam pembelajaran etnosains ibarat sebuah "gotong royong ilmiah". Gotong royong, sebuah nilai luhur yang berakar dalam budaya Indonesia, menekankan kerja sama, saling membantu, dan berbagi beban untuk mencapai tujuan bersama. Dalam konteks pembelajaran etnosains, gotong royong ilmiah berarti menggalang kekuatan kolektif dari berbagai pemangku kepentingan untuk menciptakan sinergi antara pengetahuan tradisional dan sains modern, serta mempromosikan pembelajaran yang lebih kontekstual, inklusif, dan berdampak positif. Dalam bab ini, kita akan mengeksplorasi lebih jauh tentang pentingnya kolaborasi antara pendidik, tetua adat, dan ilmuwan dalam pembelajaran etnosains. Kita akan melihat bagaimana kolaborasi lintas disiplin dan lintas budaya ini dapat memperkaya pembelajaran sains, mempromosikan dialog antara berbagai sistem pengetahuan, serta mendorong transformasi sosial yang lebih adil dan berkelanjutan. Mari kita mulai perjalanan ini dengan semangat gotong royong dan apresiasi terhadap kebijaksanaan kolektif yang dimiliki oleh setiap pihak yang terlibat.

2.7.1 Pentingnya Kolaborasi dalam Pembelajaran Etnosains

Pembelajaran etnosains, dengan sifatnya yang multidisiplin dan lintas budaya, menuntut kolaborasi dari berbagai pihak. Kolaborasi ini penting untuk memastikan bahwa pembelajaran etnosains tidak hanya otentik dan relevan secara budaya, tetapi juga rigorous secara ilmiah. Kolaborasi juga diperlukan untuk mengatasi berbagai tantangan dalam pembelajaran etnosains, seperti perbedaan epistemologi, bahasa, dan perspektif budaya antara berbagai sistem pengetahuan.

Kolaborasi antara pendidik dan tetua adat sangat penting

Dalam mengidentifikasi, mendokumentasikan, dan mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA. Tetua adat, sebagai penjaga dan praktisi pengetahuan tradisional, memiliki pemahaman yang mendalam tentang sejarah, filosofi, dan praktik-praktik budaya yang terkait dengan fenomena alam. Mereka juga memiliki keterampilan dan pengalaman dalam mentransmisikan pengetahuan tersebut melalui tradisi lisan, ritual, atau pembelajaran langsung. Pendidik, di sisi lain, memiliki keahlian dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran yang efektif, mengembangkan kurikulum, serta mengevaluasi hasil belajar siswa. Dengan berkolaborasi, pendidik dan tetua adat dapat saling melengkapi dalam mengidentifikasi koneksi antara pengetahuan tradisional dan konsep-konsep sains, serta merancang pembelajaran yang memfasilitasi transfer pengetahuan antara kedua sistem tersebut. Contohnya, dalam pembelajaran tentang etnobotani, seorang guru IPA dapat berkolaborasi dengan tetua adat untuk mengidentifikasi tumbuhan obat yang digunakan oleh masyarakat lokal, mempelajari klasifikasi lokal tumbuhan tersebut, serta memahami filosofi dan praktik pengobatan tradisional yang terkait. Tetua adat dapat berbagi pengetahuan tentang cara pengolahan dan penggunaan tumbuhan obat, sementara guru dapat membantu menerjemahkan pengetahuan tersebut ke dalam bahasa dan konteks sains modern, seperti kandungan fitokimia atau aktivitas farmakologis tumbuhan.

Kolaborasi antara pendidik dan ilmuwan juga sangat penting

Dalam pembelajaran etnosains. Ilmuwan, dengan keahlian mereka dalam metode penelitian dan pengetahuan terkini dalam bidang sains, dapat membantu memvalidasi dan mengkontekstualisasikan pengetahuan tradisional dalam kerangka sains modern. Mereka juga dapat membantu mengembangkan teknologi atau inovasi berbasis kearifan lokal yang dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Pendidik, di sisi lain, dapat membantu menerjemahkan pengetahuan ilmiah ke dalam bahasa dan konteks yang dapat dipahami oleh siswa dan masyarakat lokal. Mereka juga dapat memberikan umpan balik kepada ilmuwan tentang relevansi dan aplikasi penelitian mereka dalam konteks pembelajaran dan kebutuhan masyarakat. Contohnya, dalam pembelajaran tentang perubahan iklim, seorang guru IPA dapat berkolaborasi dengan ilmuwan klimatologi untuk mempelajari dampak perubahan iklim terhadap sistem pertanian tradisional masyarakat lokal. Ilmuwan dapat berbagi data dan model tentang perubahan pola curah hujan, suhu, atau kejadian cuaca ekstrem, sementara guru dapat membantu menginterpretasikan data tersebut dalam konteks pengetahuan tradisional tentang kalender tanam, pemilihan varietas tanaman, atau strategi adaptasi lokal. Kolaborasi ini dapat menghasilkan pembelajaran yang lebih kontekstual dan relevan, serta mendorong pengembangan solusi berbasis masyarakat untuk menghadapi tantangan perubahan iklim.

Kolaborasi antara tetua adat dan ilmuwan juga penting

Dalam pembelajaran etnosains. Kolaborasi ini dapat menjadi jembatan antara pengetahuan tradisional dan sains modern, serta mempromosikan dialog dan saling pengertian antara kedua sistem pengetahuan. Tetua adat dapat berbagi pengetahuan dan pengalaman mereka tentang fenomena alam, sementara ilmuwan dapat membantu memvalidasi dan mengkontekstualisasikan pengetahuan tersebut dalam kerangka sains modern. Contohnya, dalam penelitian tentang sistem kalender tradisional masyarakat Dayak, seorang ilmuwan antropologi dapat berkolaborasi dengan tetua adat untuk mempelajari pengetahuan tradisional tentang

pergerakan bintang, siklus bulan, atau tanda-tanda alam yang digunakan untuk menentukan waktu tanam atau panen. Ilmuwan dapat membantu mendokumentasikan dan menganalisis pengetahuan tersebut, serta mengeksplorasi kaitannya dengan konsep-konsep astronomi atau klimatologi modern. Kolaborasi ini dapat menghasilkan pemahaman yang lebih holistik tentang sistem kalender tradisional, serta mempromosikan dialog dan saling pengertian antara pengetahuan tradisional dan sains modern.

2.8 Membangun Kolaborasi yang Efektif dan Etis

Membangun kolaborasi yang efektif dan etis antara pendidik, tetua adat, dan ilmuwan dalam pembelajaran etnosains memerlukan komitmen, saling pengertian, dan rasa hormat dari semua pihak yang terlibat. Beberapa prinsip dan strategi yang dapat digunakan untuk membangun kolaborasi yang efektif dan etis meliputi:

1. Membangun kepercayaan dan hubungan yang setara: Kolaborasi harus dibangun di atas fondasi kepercayaan dan rasa saling menghormati. Semua pihak harus diperlakukan sebagai mitra seajar, dengan pengakuan terhadap keahlian dan kontribusi masing-masing. Membangun kepercayaan memerlukan waktu, komunikasi yang terbuka, dan komitmen untuk mendengarkan dan belajar dari satu sama lain.
2. Menghormati protokol budaya dan kode etik: Kolaborasi harus dilakukan dengan menghormati protokol budaya dan kode etik yang berlaku dalam masyarakat lokal. Ini termasuk menghormati sistem kepercayaan, nilai-nilai, dan praktik-praktik budaya masyarakat, serta memastikan bahwa pengetahuan tradisional digunakan dengan izin dan sesuai dengan keinginan masyarakat. Kolaborasi juga harus mengikuti kode etik penelitian, seperti informed consent, kerahasiaan, dan pembagian manfaat yang adil.
3. Mengembangkan visi dan tujuan bersama: Kolaborasi harus didasarkan pada visi dan tujuan bersama yang jelas dan disepakati oleh semua pihak. Ini termasuk mengidentifikasi masalah atau pertanyaan penelitian yang relevan, menentukan ha-

sil yang diharapkan, serta menyepakati peran dan tanggung jawab masing-masing pihak. Visi dan tujuan bersama ini harus sejalan dengan kebutuhan dan aspirasi masyarakat lokal, serta berkontribusi pada keberlanjutan budaya dan lingkungan.

4. Memfasilitasi dialog dan pertukaran pengetahuan: Kolaborasi harus memfasilitasi dialog dan pertukaran pengetahuan yang terbuka dan setara antara pendidik, tetua adat, dan ilmuwan. Ini termasuk menciptakan ruang yang aman dan inklusif untuk berbagi perspektif, mengajukan pertanyaan, dan mendiskusikan isu-isu yang muncul. Dialog juga harus menghargai perbedaan epistemologi dan gaya komunikasi antara berbagai sistem pengetahuan, serta menggunakan bahasa dan pendekatan yang dapat dipahami oleh semua pihak.

5. Mengembangkan kapasitas dan saling belajar: Kolaborasi harus mempromosikan pengembangan kapasitas dan saling belajar antara pendidik, tetua adat, dan ilmuwan. Ini termasuk berbagi keterampilan, pengetahuan, dan pengalaman masing-masing, serta belajar dari kekuatan dan keterbatasan setiap sistem pengetahuan. Pengembangan kapasitas juga dapat mencakup pelatihan atau lokakarya untuk meningkatkan kompetensi budaya, keterampilan penelitian, atau pemahaman tentang isu-isu sosial-ilmiah yang relevan.

6. Mengevaluasi dan merayakan keberhasilan: Kolaborasi harus mencakup mekanisme untuk mengevaluasi dan merayakan keberhasilan bersama. Ini termasuk menetapkan indikator dan metode evaluasi yang disepakati bersama, serta melibatkan semua pihak dalam refleksi dan penilaian terhadap proses dan hasil kolaborasi. Merayakan keberhasilan juga penting untuk memperkuat ikatan dan motivasi untuk kolaborasi yang berkelanjutan, serta menginspirasi kolaborasi serupa di masa depan.

2.8.1 Contoh Kolaborasi dalam Pembelajaran Etnosains

1. Pembelajaran Etnobotani di Kalimantan Tengah: Di SMK Negeri 1 Katingan Hilir, Kalimantan Tengah, guru biologi berkolaborasi dengan tetua adat Dayak dan peneliti etnobotani dari Universitas Palangka Raya untuk mengembangkan pembelajaran tentang pemanfaatan tumbuhan obat oleh masyarakat Dayak. Tetua adat berbagi pengetahuan tentang jenis-jenis tumbuhan obat, cara pengolahan, dan penggunaannya dalam pengobatan tradisional. Peneliti etnobotani membantu mengidentifikasi spesies tumbuhan dan menganalisis kandungan fitokimianya. Guru kemudian merancang pembelajaran yang mengintegrasikan pengetahuan tradisional dan sains modern, termasuk praktikum ekstraksi senyawa aktif dari tumbuhan obat. Kolaborasi ini menghasilkan pembelajaran yang kontekstual dan bermakna, serta mendorong apresiasi siswa terhadap kearifan lokal dan potensinya dalam pengembangan obat modern.

2. Pembelajaran Etnoastronomi di Maluku: Di SMA Negeri 1 Saumlaki, Maluku, guru fisika berkolaborasi dengan tetua adat Tanimbar dan peneliti astronomi dari Institut Teknologi Bandung untuk mengembangkan pembelajaran tentang sistem navigasi tradisional masyarakat Tanimbar menggunakan bintang. Tetua adat berbagi pengetahuan tentang konstelasi bintang yang digunakan sebagai panduan navigasi, serta mitos dan legenda yang terkait dengan bintang-bintang tersebut. Peneliti astronomi membantu mengidentifikasi konstelasi bintang dan menjelaskan prinsip-prinsip astronomi yang mendasari sistem navigasi tradisional. Guru kemudian merancang pembelajaran yang mengintegrasikan pengetahuan tradisional dan sains modern, termasuk simulasi navigasi menggunakan perangkat lunak planetarium. Kolaborasi ini menghasilkan pembelajaran yang menarik dan interdisipliner, serta mempromosikan dialog antara pengetahuan tradisional dan astronomi modern.

3. Pembelajaran Etnohidrolika di Bali: Di SMP Negeri 1 Susut, Bali, guru IPA berkolaborasi dengan tetua adat Bali dan peneliti hidrolika dari Universitas Udayana untuk mengembangkan pembelajaran tentang sistem irigasi subak. Tetua adat berbagi pengetahuan tentang filosofi, aturan, dan praktik-praktik dalam sistem

subak, serta peran subak dalam menjaga keharmonisan antara manusia, alam, dan Tuhan. Peneliti hidrolika membantu menganalisis prinsip-prinsip hidrolika yang diterapkan dalam sistem subak, seperti pembagian air yang adil dan efisien. Guru kemudian merancang pembelajaran yang mengintegrasikan pengetahuan tradisional dan sains modern, termasuk eksperimen sederhana tentang aliran air dan distribusi tekanan. Kolaborasi ini menghasilkan pembelajaran yang holistik dan bermakna, serta mendorong siswa untuk merefleksikan peran kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

Kolaborasi antara pendidik, tetua adat, dan ilmuwan dalam pembelajaran etnosains tidak hanya memperkaya pembelajaran sains dengan perspektif budaya yang beragam, tetapi juga mempromosikan dialog, saling pengertian, dan respek antara berbagai sistem pengetahuan. Kolaborasi ini juga dapat mendorong pengembangan solusi berbasis masyarakat untuk masalah-masalah sosial-ilmiah yang kompleks, seperti perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, atau ketahanan pangan. Namun, kolaborasi dalam pembelajaran etnosains juga menghadapi berbagai tantangan, seperti perbedaan epistemologi, bahasa, dan kekuatan antara berbagai sistem pengetahuan. Diperlukan upaya yang berkelanjutan untuk membangun kapasitas, mempromosikan kesetaraan, dan mengatasi hambatan-hambatan dalam kolaborasi. Diperlukan juga dukungan kelembagaan dan kebijakan yang memadai untuk memperkuat kolaborasi antara pendidik, tetua adat, dan ilmuwan dalam pembelajaran etnosains. Dalam perkembangannya, pembelajaran etnosains juga perlu merespons perubahan zaman dan kemajuan teknologi. Revolusi industri 4.0, dengan karakteristiknya yang menggabungkan teknologi fisik, digital, dan biologis, membawa peluang dan tantangan baru dalam pembelajaran etnosains. Di satu sisi, teknologi dapat membantu mendokumentasikan, melestarikan, dan menyebarkan pengetahuan tradisional secara lebih efektif. Di sisi lain, teknologi juga dapat mengancam keberlangsungan pengetahuan tradisional jika tidak digunakan secara bijaksana dan etis. Dalam bab selanjutnya, kita akan mengeksplorasi perpaduan unik antara etnosains dan revolusi industri 4.0. Kita akan melihat bagaimana pem-

belajaran etnosains dapat memanfaatkan teknologi untuk memperkuat pelestarian dan transmisi pengetahuan tradisional, serta bagaimana etnosains dapat memberikan perspektif kritis dan etis dalam pengembangan dan penerapan teknologi. Kita juga akan mendiskusikan implikasi revolusi industri 4.0 terhadap masa depan pembelajaran etnosains dan peran kolaborasi dalam menghadapi tantangan-tantangan tersebut. Gotong royong ilmiah antara pendidik, tetua adat, dan ilmuwan dalam pembelajaran etnosains merupakan manifestasi dari semangat kolaborasi dan saling menghormati antara berbagai sistem pengetahuan. Dengan menggabungkan kebijaksanaan tradisional dan kecerdasan ilmiah, kita dapat menciptakan pembelajaran sains yang lebih bermakna, inklusif, dan berdampak positif bagi siswa, masyarakat, dan lingkungan. Mari kita perkuat gotong royong ilmiah ini dengan komitmen, keterbukaan, dan rasa hormat, demi terwujudnya pendidikan sains yang merayakan keragaman budaya dan menghadapi tantangan masa depan dengan bijaksana.

Bab 3

Etnosains Merambah Dunia Modern: Katalis Inovasi IPA

3.0.1 Etnosains Bertemu Revolusi Industri 4.0: Perpaduan Unik Tradisi dan Teknologi

Di era revolusi industri 4.0, dunia mengalami perubahan yang sangat cepat dan mendasar. Karakteristik revolusi industri 4.0, yang ditandai dengan perpaduan teknologi fisik, digital, dan biologis, telah mengubah cara kita hidup, bekerja, dan belajar. Dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), revolusi industri 4.0 membawa peluang dan tantangan baru, termasuk dalam integrasi etnosains. Etnosains, sebagai studi tentang sistem pengetahuan asli yang dimiliki oleh kelompok budaya tertentu, telah lama menjadi bagian penting dalam pembelajaran IPA. Etnosains membantu siswa memahami sains dalam konteks budaya mereka, serta menghargai kearifan lokal sebagai sumber pengetahuan yang valid dan berharga. Namun, di era revolusi industri 4.0, etnosains juga perlu beradaptasi dan memanfaatkan kemajuan teknologi untuk tetap relevan dan berkelanjutan. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi perpaduan unik antara etnosains dan revolusi industri

4.0 dalam pembelajaran IPA. Kita akan melihat bagaimana teknologi dapat digunakan untuk memperkuat pelestarian dan transmisi pengetahuan tradisional, serta bagaimana etnosains dapat memberikan perspektif kritis dan etis dalam pengembangan dan penerapan teknologi. Mari kita mulai perjalanan ini dengan pikiran terbuka dan antusiasme untuk mengeksplorasi potensi kolaborasi antara tradisi dan teknologi. Salah satu tantangan utama dalam pelestarian dan transmisi pengetahuan tradisional adalah hilangnya pengetahuan seiring dengan berjalannya waktu dan perubahan gaya hidup masyarakat. Banyak pengetahuan tradisional yang hanya diturunkan secara lisan dari generasi ke generasi, sehingga rentan terhadap kepunahan jika tidak didokumentasikan dengan baik. Di sinilah teknologi dapat memainkan peran penting dalam melestarikan dan menyebarkan pengetahuan tradisional.

Teknologi informasi dan komunikasi (TIK), seperti database digital, platform e-learning, dan aplikasi mobile, dapat digunakan untuk mendokumentasikan, menyimpan, dan menyebarkan pengetahuan tradisional secara lebih efektif dan efisien. Misalnya, dalam pembelajaran etnobotani, siswa dapat menggunakan aplikasi mobile untuk mengumpulkan data tentang tumbuhan obat yang digunakan oleh masyarakat lokal, termasuk informasi tentang nama lokal, bagian yang digunakan, cara pengolahan, dan khasiatnya. Data yang terkumpul kemudian dapat disimpan dalam database digital yang dapat diakses oleh siswa, guru, dan peneliti untuk pembelajaran dan penelitian lebih lanjut. Teknologi multimedia, seperti video, animasi, dan realitas virtual, juga dapat digunakan untuk memperkuat transmisi pengetahuan tradisional. Misalnya, dalam pembelajaran etnoastronomi, siswa dapat menggunakan video dokumenter untuk mempelajari pengetahuan tradisional tentang benda-benda langit dan kaitannya dengan sistem pertanian atau navigasi. Animasi dan realitas virtual juga dapat digunakan untuk memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam pengetahuan tradisional, seperti mitos dan legenda tentang benda-benda langit, sehingga lebih mudah dipahami oleh siswa. Namun, dalam pemanfaatan teknologi untuk pelestarian dan transmisi pengetahuan tradisional, perlu diperhatikan juga aspek etika dan hak kekayaan intelektual.

Pengetahuan tradisional seringkali dianggap sebagai milik bersama masyarakat, sehingga penggunaan dan penyebarluasannya harus dilakukan dengan izin dan sesuai dengan keinginan masyarakat pemilikinya. Diperlukan juga mekanisme untuk memastikan bahwa masyarakat lokal mendapatkan manfaat yang adil dari pemanfaatan pengetahuan tradisional mereka.

Revolusi industri 4.0 tidak hanya membawa peluang, tetapi juga tantangan etis dan sosial dalam pengembangan dan penerapan teknologi. Teknologi yang dikembangkan tanpa mempertimbangkan konteks budaya dan nilai-nilai lokal dapat menyebabkan dampak negatif, seperti marginalisasi pengetahuan tradisional, hilangnya keanekaragaman budaya, atau eksploitasi sumber daya alam. Di sini-lah etnosains dapat memberikan perspektif kritis dan etis dalam pengembangan teknologi.

Etnosains mengajarkan kita untuk menghargai kearifan lokal sebagai sumber pengetahuan yang valid dan berharga. Pengetahuan tradisional seringkali didasarkan pada pengamatan jangka panjang dan pemahaman mendalam tentang lingkungan lokal, sehingga dapat memberikan wawasan penting dalam pengembangan teknologi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Misalnya, dalam pengembangan teknologi pertanian, pengetahuan tradisional tentang varietas tanaman lokal yang tahan terhadap hama dan penyakit dapat menjadi inspirasi untuk pengembangan varietas tanaman yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim.

Etnosains juga mengajarkan kita untuk mempertimbangkan dampak sosial dan budaya dari teknologi yang dikembangkan. Teknologi yang tidak sesuai dengan nilai-nilai dan praktik-praktik budaya lokal dapat menyebabkan resistensi atau penolakan dari masyarakat. Misalnya, dalam pengembangan teknologi pengolahan makanan, perlu dipertimbangkan preferensi dan tabu makanan dalam budaya lokal, serta dampak teknologi terhadap mata pencaharian dan peran sosial perempuan dalam pengolahan makanan tradisional. Dalam pembelajaran IPA, siswa dapat didorong untuk menganalisis secara kritis pengembangan dan penerapan teknologi dari perspektif etnosains. Misalnya, dalam pembelajaran tentang bioteknologi, siswa dapat diminta untuk menganalisis dampak sosial dan budaya dari introduksi

tanaman transgenik pada sistem pertanian tradisional, serta mengeksplorasi alternatif berbasis kearifan lokal untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Melalui pembelajaran ini, siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan etis, serta memahami kompleksitas interaksi antara sains, teknologi, dan masyarakat.

Perpaduan antara etnosains dan teknologi dalam pembelajaran IPA memerlukan kolaborasi yang erat antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk guru, siswa, ilmuwan, praktisi teknologi, dan masyarakat lokal. Kolaborasi ini penting untuk memastikan bahwa pembelajaran IPA berbasis etnosains dan teknologi relevan dengan kebutuhan dan konteks lokal, serta memberikan manfaat yang nyata bagi masyarakat. Beberapa contoh kolaborasi etnosains dan teknologi dalam pembelajaran IPA antara lain:

1. Pengembangan bahan ajar digital berbasis etnosains: Guru dan ilmuwan dapat berkolaborasi dalam mengembangkan bahan ajar digital yang mengintegrasikan pengetahuan tradisional dan sains modern. Bahan ajar ini dapat berupa e-book, video, animasi, atau aplikasi interaktif yang dapat diakses oleh siswa melalui perangkat teknologi, seperti komputer, tablet, atau smartphone. Misalnya, dalam pembelajaran tentang etnobotani, guru dan ilmuwan dapat mengembangkan e-book yang berisi informasi tentang tumbuhan obat tradisional, termasuk nama ilmiah, kandungan fitokimia, dan aktivitas farmakologisnya, serta cerita rakyat atau mitos yang terkait dengan tumbuhan tersebut.

2. Penggunaan teknologi dalam pengumpulan dan analisis data etnosains: Siswa dapat menggunakan teknologi, seperti aplikasi mobile atau sensor, untuk mengumpulkan data tentang fenomena alam atau praktik-praktik budaya yang terkait dengan etnosains. Data yang terkumpul kemudian dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak atau platform online untuk menemukan pola, tren, atau hubungan yang menarik. Misalnya, dalam pembelajaran tentang etnoekologi, siswa dapat menggunakan aplikasi mobile untuk mengumpulkan data tentang keanekaragaman hayati di lingkungan sekitar mereka, termasuk nama lokal, habitat, dan pemanfaatannya oleh masyarakat. Data yang terkumpul kemudian dapat dianalisis menggunakan platform online untuk membuat peta sebaran spesies atau mengidentifikasi

spesies yang berpotensi sebagai indikator perubahan lingkungan.

3. Penggunaan teknologi dalam diseminasi hasil pembelajaran etnosains: Hasil pembelajaran etnosains dapat didiseminasikan secara lebih luas menggunakan teknologi, seperti website, media sosial, atau platform e-learning. Siswa dapat membuat blog, video, atau infografis tentang hasil pembelajaran mereka, yang dapat dibagikan kepada masyarakat luas untuk meningkatkan kesadaran dan apresiasi terhadap kearifan lokal. Misalnya, dalam pembelajaran tentang etnohidrolika, siswa dapat membuat video dokumenter tentang sistem irigasi tradisional subak di Bali, yang menjelaskan prinsip-prinsip hidrolika yang diterapkan dalam sistem tersebut, serta nilai-nilai budaya dan filosofi yang mendasarinya. Video ini kemudian dapat diunggah ke platform berbagi video atau media sosial untuk menjangkau audiens yang lebih luas. Perpaduan antara etnosains dan revolusi industri 4.0 dalam pembelajaran IPA membawa tantangan dan peluang ke depan. Beberapa tantangan yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Kesenjangan digital: Tidak semua siswa atau masyarakat memiliki akses yang sama terhadap teknologi, terutama di daerah terpencil atau marginal. Diperlukan upaya untuk menjembatani kesenjangan digital ini, misalnya melalui penyediaan infrastruktur teknologi yang memadai atau program literasi digital untuk masyarakat.

2. Validasi dan standarisasi pengetahuan tradisional: Pengetahuan tradisional seringkali bersifat lokal dan kontekstual, sehingga perlu divalidasi dan distandardisasi agar dapat diintegrasikan dengan sains modern. Diperlukan metodologi yang tepat untuk mengidentifikasi, mendokumentasikan, dan memvalidasi pengetahuan tradisional, serta mengembangkan standar yang dapat diterima secara luas.

3. Perlindungan hak kekayaan intelektual: Pengetahuan tradisional seringkali dianggap sebagai milik bersama masyarakat, sehingga rentan terhadap eksploitasi atau penyalahgunaan oleh pihak luar. Diperlukan mekanisme untuk melindungi hak kekayaan intelektual masyarakat lokal atas pengetahuan tradisional mereka, serta memastikan pembagian manfaat yang adil dari pemanfaatan pengetahuan ter-

sebut. Namun, perpaduan antara etnosains dan revolusi industri 4.0 juga membuka peluang yang menjanjikan, antara lain:

1. Pengembangan inovasi berbasis kearifan lokal: Pengetahuan tradisional dapat menjadi sumber inspirasi untuk pengembangan inovasi teknologi yang berkelanjutan dan kontekstual. Misalnya, pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat dapat menjadi dasar untuk pengembangan fitofarmaka atau kosmetik berbasis bahan alam.

2. Peningkatan relevansi dan kontekstualitas pembelajaran IPA: Integrasi etnosains dan teknologi dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan relevansi dan kontekstualitas pembelajaran bagi siswa. Siswa dapat melihat bagaimana pengetahuan tradisional dan sains modern saling melengkapi dan diterapkan dalam konteks lokal, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan aplikatif.

3. Penguatan identitas budaya dan nasionalisme: Pembelajaran IPA berbasis etnosains dan teknologi dapat membantu siswa menghargai dan merasa bangga terhadap kekayaan budaya dan kearifan lokal mereka. Hal ini dapat memperkuat identitas budaya dan nasionalisme siswa, serta mendorong mereka untuk melestarikan dan mengembangkan warisan budaya bangsa. Untuk mewujudkan potensi perpaduan etnosains dan revolusi industri 4.0 dalam pembelajaran IPA, diperlukan kolaborasi dan dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, lembaga pendidikan, industri, dan masyarakat. Pemerintah perlu menyediakan kebijakan dan infrastruktur yang mendukung integrasi etnosains dan teknologi dalam pendidikan, termasuk kurikulum, bahan ajar, dan fasilitas pembelajaran yang memadai. Lembaga pendidikan perlu mengembangkan kapasitas guru dan peneliti dalam mengajarkan dan meneliti etnosains, serta membangun kemitraan dengan masyarakat lokal dan industri. Industri perlu mendukung pengembangan teknologi yang relevan dan bermanfaat bagi masyarakat, serta menghargai dan melindungi hak kekayaan intelektual masyarakat lokal. Masyarakat perlu terlibat aktif dalam pelestarian dan transmisi pengetahuan tradisional, serta terbuka terhadap pemanfaatan teknologi yang dapat meningkatkan kualitas hidup mereka. Dalam

perkembangannya, perpaduan etnosains dan revolusi industri 4.0 juga membuka peluang untuk pengembangan penelitian IPA yang lebih inovatif dan berdampak. Etnosains dapat menjadi sumber inspirasi dan subjek penelitian yang menarik, yang dapat menghasilkan temuan-temuan baru dan solusi-solusi kreatif untuk masalah-masalah yang dihadapi masyarakat. Teknologi juga dapat dimanfaatkan untuk memperluas jangkauan dan dampak penelitian etnosains, serta memfasilitasi kolaborasi antara peneliti dari berbagai disiplin ilmu dan latar belakang budaya. Dalam bab selanjutnya, kita akan mengeksplorasi lebih jauh tentang peran etnosains dalam penelitian IPA mutakhir. Kita akan melihat bagaimana etnosains dapat memperkaya dan menginspirasi penelitian IPA, serta bagaimana penelitian etnosains dapat berkontribusi pada pengembangan sains dan teknologi yang lebih berkelanjutan dan bermanfaat bagi masyarakat. Kita juga akan mendiskusikan tantangan dan peluang dalam integrasi etnosains dalam penelitian IPA, serta implikasinya bagi masa depan pendidikan dan penelitian sains di Indonesia.

Perpaduan antara etnosains dan revolusi industri 4.0 dalam pembelajaran IPA merupakan sebuah perjalanan yang menantang sekaligus menjanjikan. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal dan teknologi mutakhir, kita dapat menciptakan pembelajaran IPA yang lebih bermakna, kontekstual, dan berdampak positif bagi siswa dan masyarakat. Kita juga dapat mengembangkan inovasi-inovasi berbasis kearifan lokal yang dapat berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan dan peningkatan kualitas hidup masyarakat. Namun, perpaduan ini juga menuntut kesiapan dan komitmen dari berbagai pihak untuk menghadapi tantangan-tantangan yang ada, serta mengoptimalkan peluang-peluang yang tersedia. Diperlukan kolaborasi yang erat dan saling percaya antara akademisi, praktisi, pemerintah, industri, dan masyarakat untuk mewujudkan visi pembelajaran IPA berbasis etnosains dan teknologi yang inklusif, inovatif, dan berkelanjutan. Sebagai pendidik, peneliti, dan pemerhati pendidikan IPA, kita memiliki tanggung jawab yang besar dalam mengawal dan mengarahkan perpaduan etnosains dan revolusi industri 4.0 ini ke arah yang positif dan bermanfaat. Kita perlu terus belajar, berinovasi, dan berkolaborasi untuk mengembangkan pendekatan-pendekatan pembelajaran dan penelitian IPA

yang relevan dengan konteks lokal dan global, serta responsif terhadap kebutuhan dan aspirasi masyarakat.

Mari kita sambut perpaduan etnosains dan revolusi industri 4.0 ini dengan semangat dan optimisme, sebagai sebuah peluang untuk memperkaya khazanah pengetahuan dan memperkuat identitas bangsa kita.

3.1 Laboratorium Alam: Etnosains dalam Riset IPA Mutakhir

Alam semesta adalah laboratorium terbesar dan paling menakjubkan yang pernah ada. Dalam laboratorium ini, berbagai fenomena alam, makhluk hidup, dan interaksi antara keduanya berlangsung secara harmonis dan kompleks. Selama ribuan tahun, manusia telah mempelajari dan memanfaatkan kekayaan alam ini untuk bertahan hidup, berkembang, dan menciptakan peradaban. Salah satu cara manusia memahami alam adalah melalui pengetahuan tradisional atau etnosains, yaitu sistem pengetahuan yang dibangun oleh kelompok budaya tertentu melalui interaksi yang panjang dengan lingkungan di sekitar mereka. Dalam penelitian Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) mutakhir, etnosains semakin mendapatkan perhatian dan apresiasi sebagai sumber pengetahuan yang berharga. Etnosains tidak hanya dilihat sebagai objek penelitian yang menarik, tetapi juga sebagai mitra dan inspirasi dalam mengembangkan sains dan teknologi yang lebih berkelanjutan, kontekstual, dan bermanfaat bagi masyarakat. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi peran etnosains dalam penelitian IPA mutakhir, tantangan dan peluang yang dihadapi, serta implikasinya bagi masa depan pendidikan dan penelitian sains di Indonesia. Etnosains, yang juga dikenal sebagai pengetahuan ekologi tradisional atau indigenous knowledge, adalah sistem pengetahuan yang dibangun oleh kelompok budaya tertentu melalui pengamatan, eksperimen, dan interaksi yang panjang dengan lingkungan di sekitar mereka. Etnosains mencakup berbagai aspek kehidupan, seperti pertanian, pengobatan, pengolahan makanan, konstruksi, dan pengelolaan sumber daya alam.

Etnosains bersifat holistik, kontekstual, dan dinamis, serta diwariskan secara turun-temurun melalui tradisi lisan, praktik, dan ritual. Dalam penelitian IPA mutakhir, etnosains semakin diakui sebagai sumber pengetahuan yang berharga dan relevan. Berbeda dengan sains modern yang cenderung terspesialisasi dan terfragmentasi, etnosains menawarkan perspektif yang lebih holistik dan terintegrasi dalam memahami alam dan interaksi manusia dengan lingkungannya. Etnosains juga seringkali dibangun berdasarkan pengamatan jangka panjang dan pemahaman mendalam tentang kondisi lokal, sehingga dapat memberikan wawasan penting tentang dinamika ekosistem, perubahan iklim, atau ancaman terhadap keanekaragaman hayati.

Beberapa contoh kontribusi etnosains dalam penelitian IPA mutakhir antara lain:

1. Etnobotani dan pengembangan obat-obatan: Pengetahuan tradisional tentang pemanfaatan tumbuhan untuk pengobatan telah menjadi sumber inspirasi bagi penemuan obat-obatan modern. Banyak senyawa aktif yang ditemukan dalam tumbuhan obat tradisional telah berhasil diisolasi, diidentifikasi, dan dikembangkan menjadi obat-obatan yang efektif. Misalnya, artemisinin, senyawa antimalaria yang ditemukan dalam tanaman *Artemisia annua*, awalnya digunakan dalam pengobatan tradisional Cina. Penemuan ini telah menyelamatkan jutaan nyawa di seluruh dunia dan mengantarkan penemu artemisinin, Tu Youyou, meraih Nobel Kedokteran pada tahun 2015.

2. Etnoekologi dan konservasi keanekaragaman hayati: Masyarakat adat dan lokal seringkali memiliki pengetahuan yang mendalam tentang ekosistem di sekitar mereka, termasuk jenis-jenis tumbuhan dan hewan, interaksi antar spesies, serta perubahan lingkungan yang terjadi dari waktu ke waktu. Pengetahuan ini sangat berharga dalam upaya konservasi keanekaragaman hayati, terutama di daerah-daerah yang belum banyak dieksplorasi oleh peneliti. Misalnya, dalam penelitian tentang pengelolaan hutan adat di Kalimantan, pengetahuan masyarakat Dayak tentang klasifikasi hutan, siklus tanam, dan praktik-praktik konservasi tradisional telah memberikan wawasan penting tentang bagaimana mempertahankan keseimbangan ekosistem hutan tropis.

3. Etnoklimatologi dan adaptasi perubahan iklim: Masyarakat adat dan lokal seringkali memiliki pengetahuan tentang pola cuaca, iklim, dan gejala-gejala alam yang terkait dengan perubahan musim atau kondisi lingkungan. Pengetahuan ini dibangun berdasarkan pengamatan jangka panjang dan diwariskan secara turun-temurun, sehingga dapat memberikan wawasan penting tentang variabilitas iklim jangka panjang dan strategi adaptasi terhadap perubahan iklim. Misalnya, dalam penelitian tentang sistem kalender pranata mangsa di Jawa, pengetahuan petani tradisional tentang hubungan antara pola curah hujan, musim tanam, dan fenomena astronomi telah memberikan pemahaman yang lebih baik tentang dampak perubahan iklim terhadap sistem pertanian lokal.

Selain sebagai sumber pengetahuan yang berharga, etnosains juga semakin dipandang sebagai mitra dan inspirasi dalam penelitian IPA mutakhir. Kolaborasi antara peneliti dan masyarakat lokal dalam mengeksplorasi, mendokumentasikan, dan mengembangkan pengetahuan tradisional semakin menjadi pendekatan yang diterima dan dihargai dalam dunia penelitian. Kolaborasi ini tidak hanya memperkaya khazanah pengetahuan, tetapi juga membantu menjembatani kesenjangan antara sains modern dan pengetahuan tradisional, serta mempromosikan penelitian yang lebih etis, relevan, dan bermanfaat bagi masyarakat. Beberapa contoh kolaborasi antara peneliti dan masyarakat lokal dalam penelitian etnosains antara lain:

1. Penelitian partisipatif tentang pengelolaan sumber daya alam: Dalam pendekatan ini, peneliti dan masyarakat lokal bekerja sama dalam merancang, melaksanakan, dan menginterpretasikan hasil penelitian tentang pengelolaan sumber daya alam berbasis kearifan lokal. Misalnya, dalam penelitian tentang pengelolaan sumber daya laut di Maluku, peneliti dan masyarakat lokal bersama-sama mengeksplorasi sistem sasi, yaitu aturan adat tentang pemanfaatan sumber daya laut secara berkelanjutan. Hasil penelitian ini tidak hanya memberikan pemahaman yang lebih baik tentang efektivitas sistem sasi, tetapi juga membantu memperkuat kelembagaan adat dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir.

2. Pengembangan inovasi berbasis kearifan lokal: Kolaborasi antara peneliti dan ma-

syarakat lokal juga dapat menghasilkan inovasi-inovasi baru yang menggabungkan pengetahuan tradisional dan sains modern. Misalnya, dalam pengembangan biopestisida berbasis tumbuhan obat tradisional, peneliti dan petani lokal bekerja sama dalam mengidentifikasi, menguji, dan memformulasikan bahan-bahan alami yang efektif dalam mengendalikan hama tanaman. Inovasi ini tidak hanya ramah lingkungan dan berkelanjutan, tetapi juga dapat meningkatkan pendapatan petani lokal dan mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia.

3. Penelitian etnosains dalam pendidikan IPA: Kolaborasi antara peneliti, guru, dan masyarakat lokal juga dapat memperkaya pendidikan IPA dengan mengintegrasikan pengetahuan tradisional ke dalam kurikulum dan pembelajaran. Misalnya, dalam pengembangan bahan ajar tentang etnobotani, peneliti, guru, dan tetua adat bekerja sama dalam mengidentifikasi tumbuhan-tumbuhan lokal yang penting secara budaya dan ekologis, serta mengembangkan aktivitas pembelajaran yang melibatkan siswa dalam eksplorasi dan dokumentasi pengetahuan tradisional. Pendekatan ini dapat meningkatkan relevansi dan kontekstualitas pembelajaran IPA, serta mempromosikan apresiasi terhadap kearifan lokal dan identitas budaya di kalangan siswa.

Meskipun integrasi etnosains dalam penelitian IPA semakin mendapatkan perhatian dan apresiasi, masih terdapat tantangan dan peluang yang perlu diperhatikan. Beberapa tantangan yang dihadapi antara lain:

1. Perbedaan epistemologi dan metodologi: Etnosains dan sains modern seringkali memiliki perbedaan dalam cara memperoleh, memvalidasi, dan menginterpretasikan pengetahuan. Etnosains cenderung bersifat holistik, kontekstual, dan berbasis pengalaman, sementara sains modern cenderung bersifat analitik, reduksionis, dan berbasis eksperimen terkontrol. Diperlukan pendekatan yang sensitif dan adaptif untuk menjembatani perbedaan ini, serta mengembangkan metodologi penelitian yang sesuai dengan konteks etnosains.

2. Isu hak kekayaan intelektual dan biopiracy: Pengetahuan tradisional seringkali dianggap sebagai milik bersama (commons) oleh masyarakat lokal, sehingga rentan

terhadap eksploitasi dan penyalahgunaan oleh pihak luar. Diperlukan mekanisme untuk melindungi hak kekayaan intelektual masyarakat lokal atas pengetahuan tradisional mereka, serta memastikan pembagian manfaat yang adil dari pemanfaatan pengetahuan tersebut dalam penelitian dan pengembangan produk.

3. Hilangnya pengetahuan tradisional: Seiring dengan perubahan gaya hidup, modernisasi, dan globalisasi, banyak pengetahuan tradisional yang terancam punah karena tidak lagi diwariskan atau dipraktikkan oleh generasi muda. Diperlukan upaya yang sistematis dan berkelanjutan untuk mendokumentasikan, melestarikan, dan merevitalisasi pengetahuan tradisional, serta mempromosikan transmisi pengetahuan lintas generasi. Namun, integrasi etnosains dalam penelitian IPA juga menawarkan peluang yang menjanjikan, antara lain:

1. Pengembangan sains dan teknologi yang lebih berkelanjutan: Etnosains seringkali mengandung prinsip-prinsip keberlanjutan, seperti pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana, pengelolaan limbah yang ramah lingkungan, atau pemeliharaan keanekaragaman hayati. Dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip ini dalam penelitian IPA, kita dapat mengembangkan sains dan teknologi yang lebih berkelanjutan dan selaras dengan nilai-nilai ekologis.

2. Peningkatan relevansi dan dampak penelitian: Integrasi etnosains dalam penelitian IPA dapat meningkatkan relevansi dan dampak penelitian bagi masyarakat lokal. Penelitian yang berbasis pada pengetahuan dan kebutuhan masyarakat cenderung lebih aplikatif dan bermanfaat dalam menyelesaikan masalah-masalah nyata yang dihadapi masyarakat, seperti ketahanan pangan, kesehatan, atau kelestarian lingkungan.

3. Penguatan identitas budaya dan pemberdayaan masyarakat: Integrasi etnosains dalam penelitian IPA dapat membantu memperkuat identitas budaya dan memberdayakan masyarakat lokal. Dengan mengakui dan menghargai pengetahuan tradisional sebagai bagian dari khazanah intelektual bangsa, kita dapat meningkatkan rasa percaya diri dan kebanggaan masyarakat terhadap warisan budaya mereka. Penelitian etnosains juga dapat membuka peluang ekonomi baru bagi

masyarakat, misalnya melalui pengembangan produk-produk berbasis kearifan lokal yang bernilai tambah tinggi. Untuk mengoptimalkan peluang dan mengatasi tantangan dalam integrasi etnosains dalam penelitian IPA, diperlukan kolaborasi yang erat dan saling percaya antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk peneliti, masyarakat lokal, pemerintah, dan sektor swasta. Diperlukan juga kebijakan dan dukungan kelembagaan yang kondusif, seperti perlindungan hak kekayaan intelektual, skema pendanaan yang mendukung penelitian etnosains, atau pengembangan kapasitas peneliti dan masyarakat dalam melakukan penelitian partisipatif. Dalam perkembangannya, integrasi etnosains dalam penelitian IPA juga dapat memberikan inspirasi bagi pengembangan produk-produk inovatif berbasis kearifan lokal, termasuk obat-obatan tradisional. Etnosains dapat menjadi jembatan yang menghubungkan warisan intelektual nenek moyang dengan kemajuan sains dan teknologi modern, sehingga menghasilkan produk-produk yang tidak hanya efektif dan aman, tetapi juga mencerminkan identitas dan nilai-nilai budaya bangsa. Dalam bab selanjutnya, kita akan mengeksplorasi lebih jauh tentang bagaimana etnosains dapat menjadi inspirasi bagi pengembangan obat-obatan modern. Kita akan melihat contoh-contoh ramuan tradisional yang telah berhasil dikembangkan menjadi obat-obatan yang teruji secara ilmiah, serta potensi dan tantangan dalam pengembangan obat berbasis etnosains di Indonesia. Kita juga akan mendiskusikan implikasi etnosains bagi masa depan industri farmasi dan pengobatan di tanah air. Laboratorium alam dan etnosains menawarkan ruang yang luas dan kaya untuk eksplorasi dan inovasi dalam penelitian IPA. Dengan menggali dan mengintegrasikan kearifan lokal dalam penelitian, kita dapat mengembangkan sains dan teknologi yang lebih berkelanjutan, kontekstual, dan bermanfaat bagi masyarakat. Kita juga dapat memperkuat identitas budaya dan membangun kebanggaan terhadap warisan intelektual bangsa, sambil memberikan kontribusi nyata bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan kesejahteraan masyarakat. Sebagai peneliti, akademisi, dan praktisi IPA, kita memiliki tanggung jawab dan kesempatan yang besar untuk menjadi pelopor dalam integrasi etnosains dalam penelitian IPA. Kita perlu terus mengasah kepekaan budaya, menjalin kolaborasi yang setara dan saling menghormati dengan

masyarakat lokal, serta mengembangkan metodologi penelitian yang sesuai dengan konteks etnosains. Kita juga perlu menjadi advokat yang vokal dalam memperjuangkan perlindungan hak kekayaan intelektual masyarakat lokal dan pembagian manfaat yang adil dari pemanfaatan pengetahuan tradisional dalam penelitian dan pengembangan.

3.2 Ramuan Nenek Moyang Jadi Obat Kekinian: Inspirasi dari Etnosains

Indonesia adalah negeri yang kaya akan keanekaragaman hayati dan warisan budaya. Selama ribuan tahun, nenek moyang kita telah hidup berdampingan dengan alam, mempelajari rahasia tumbuhan dan memanfaatkannya untuk menjaga kesehatan dan menyembuhkan penyakit. Ramuan-ramuan tradisional yang diwariskan secara turun-temurun ini tidak hanya menjadi bagian dari identitas budaya kita, tetapi juga menyimpan potensi besar sebagai sumber inspirasi bagi pengembangan obat-obatan modern. Dalam konteks penelitian Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya di bidang farmasi dan biokimia, etnosains atau pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat semakin mendapatkan perhatian dan apresiasi. Etnosains dilihat sebagai titik awal yang menjanjikan dalam penemuan senyawa-senyawa aktif baru, pengembangan obat-obatan yang lebih efektif dan aman, serta revitalisasi pengobatan tradisional sebagai alternatif atau pelengkap pengobatan modern. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi bagaimana etnosains dapat menjadi inspirasi bagi pengembangan obat-obatan modern. Kita akan melihat contoh-contoh ramuan tradisional yang telah berhasil dikembangkan menjadi obat-obatan yang teruji secara ilmiah, serta potensi dan tantangan dalam pengembangan obat berbasis etnosains di Indonesia. Mari kita mulai perjalanan ini dengan rasa hormat dan keingintahuan terhadap kebijaksanaan nenek moyang kita dalam memanfaatkan alam untuk kesehatan dan kesejahteraan. Salah satu warisan pengobatan tradisional Indonesia yang paling terkenal adalah jamu. Jamu adalah ramuan herbal yang

terbuat dari berbagai jenis tumbuhan, seperti rimpang (jahe, kunyit, temulawak), daun (sirih, kumis kucing, pegagan), buah (mengkudu, mahkota dewa), atau bahan alami lainnya (madu, telur). Jamu telah digunakan secara turun-temurun oleh masyarakat Indonesia untuk menjaga kesehatan, meningkatkan kebugaran, atau mengobati berbagai penyakit ringan hingga kronis. Pengetahuan tentang jamu berakar dari kearifan lokal masyarakat Jawa, yang kemudian menyebar dan berakulturasi dengan tradisi pengobatan dari berbagai suku bangsa di Nusantara. Setiap daerah memiliki ramuan jamu khasnya sendiri, yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan, budaya, dan kebutuhan kesehatan masyarakat setempat. Misalnya, masyarakat Madura terkenal dengan jamu "sari rapet" yang dipercaya dapat menjaga kesehatan organ reproduksi wanita, sementara masyarakat Bali memiliki jamu "loloh" yang terbuat dari berbagai jenis daun untuk meredakan demam dan flu. Kekayaan pengetahuan tentang jamu ini telah menarik perhatian para peneliti, baik dari dalam maupun luar negeri. Berbagai studi telah dilakukan untuk mengungkap kandungan senyawa aktif dalam tanaman obat yang digunakan dalam jamu, serta menguji efektivitas dan keamanannya secara ilmiah. Hasilnya, banyak ramuan jamu yang terbukti memiliki khasiat farmakologis, seperti antiinflamasi, antioksidan, antimikroba, atau antikanker. Contohnya, temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*), yang merupakan salah satu komponen utama dalam banyak ramuan jamu, telah terbukti mengandung senyawa kurkumin yang memiliki aktivitas antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker. Kurkumin juga telah dikembangkan menjadi obat fitofarmaka untuk mengobati gangguan pencernaan, radang sendi, atau penyakit liver. Contoh lainnya adalah daun sirih (*Piper betle*), yang secara tradisional digunakan untuk mengobati luka, sakit gigi, atau bau mulut. Penelitian menunjukkan bahwa daun sirih mengandung senyawa eugenol dan kavikol yang memiliki sifat antimikroba, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku obat kumur atau pasta gigi. Pengembangan obat berbasis etnosains, atau yang juga dikenal sebagai bioprospeksi, melibatkan proses yang panjang dan kompleks. Dimulai dari eksplorasi pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat, dilanjutkan dengan isolasi dan identifikasi senyawa aktif, hingga pengujian preklinik dan klinik untuk

memastikan efektivitas dan keamanannya. Proses ini memerlukan kolaborasi yang erat antara berbagai disiplin ilmu, seperti etnobotani, fitokimia, farmakologi, dan kedokteran.

Indonesia, dengan kekayaan keanekaragaman hayati dan pengetahuan tradisionalnya, memiliki potensi yang sangat besar dalam pengembangan obat berbasis etnosains. Diperkirakan terdapat sekitar 30.000 jenis tumbuhan di Indonesia, di mana sekitar 7.500 jenis di antaranya diketahui memiliki khasiat obat. Namun, sejauh ini, baru sekitar 1.200 jenis tumbuhan obat yang telah dimanfaatkan dalam industri obat tradisional, dan hanya sekitar 300 jenis yang telah diteliti secara ilmiah. Potensi pengembangan obat berbasis etnosains di Indonesia juga didukung oleh kebijakan pemerintah yang semakin kondusif. Dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, pengembangan obat tradisional dan fitofarmaka menjadi salah satu prioritas dalam bidang kesehatan. Pemerintah juga telah mengeluarkan berbagai regulasi untuk mendorong penelitian, standardisasi, dan industrialisasi obat tradisional, seperti Peraturan Menteri Kesehatan tentang Fitofarmaka dan Peraturan BPOM tentang Obat Tradisional. Namun, pengembangan obat berbasis etnosains juga menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah hilangnya pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat akibat perubahan gaya hidup, modernisasi, dan degradasi lingkungan. Banyak generasi muda yang tidak lagi tertarik untuk mempelajari atau mempraktikkan pengobatan tradisional, sehingga pengetahuan ini terancam punah. Diperlukan upaya yang sistematis dan berkelanjutan untuk mendokumentasikan, melestarikan, dan merevitalisasi pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat. Tantangan lainnya adalah kompleksitas dalam isolasi dan standardisasi senyawa aktif dari tumbuhan obat. Berbeda dengan obat sintesis yang umumnya hanya mengandung satu senyawa aktif, tumbuhan obat seringkali mengandung ratusan atau ribuan senyawa kimia yang bekerja secara sinergis. Memisahkan dan mengidentifikasi senyawa aktif dari matriks tumbuhan yang kompleks ini memerlukan teknologi yang canggih dan mahal, seperti kromatografi atau spektrometri massa. Selain itu, variabilitas genetik, kondisi lingkungan, dan metode ekstraksi juga dapat memengaruhi kandungan se-

nyawa aktif dalam tumbuhan obat, sehingga menyulitkan standardisasi dan quality control.

Aspek lain yang juga menjadi tantangan adalah regulasi dan hak kekayaan intelektual. Proses registrasi dan perizinan obat berbasis etnosains seringkali lebih rumit dan memakan waktu dibandingkan obat sintetis, karena harus melalui uji preklinik dan klinik yang ketat untuk memastikan efektivitas dan keamanannya. Selain itu, pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat seringkali dianggap sebagai public domain atau milik bersama, sehingga rentan terhadap biopiracy atau eksploitasi oleh pihak asing tanpa pembagian manfaat yang adil dengan masyarakat lokal. Diperlukan mekanisme hukum dan etika yang jelas untuk melindungi hak kekayaan intelektual masyarakat lokal atas pengetahuan tradisional mereka. Meskipun menghadapi berbagai tantangan, Indonesia telah mencatat beberapa contoh sukses dalam pengembangan obat berbasis etnosains. Salah satu contoh yang paling terkenal adalah Tolak Angin, obat herbal untuk mencegah dan mengatasi masuk angin yang diproduksi oleh PT Sido Muncul. Tolak Angin mengandung ekstrak dari berbagai tanaman obat, seperti jahe, kencur, dan adas, yang secara tradisional digunakan untuk menghangatkan tubuh dan meredakan gejala masuk angin. Melalui penelitian yang ekstensif dan standardisasi yang ketat, Tolak Angin telah terbukti efektif dan aman, serta telah mendapatkan sertifikat CPOTB (Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik) dan izin edar dari BPOM.

Contoh lainnya adalah Stimuno, obat fitofarmaka untuk meningkatkan daya tahan tubuh yang diproduksi oleh PT Dexa Medica. Stimuno mengandung ekstrak meniran (*Phyllanthus niruri*), tanaman obat yang secara tradisional digunakan untuk mengobati berbagai penyakit infeksi. Penelitian menunjukkan bahwa meniran mengandung senyawa flavonoid dan lignan yang memiliki aktivitas imunomodulator, sehingga dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Stimuno telah melalui uji klinik yang membuktikan efektivitas dan keamanannya, serta telah mendapatkan izin edar dari BPOM sebagai obat fitofarmaka. Contoh sukses lainnya adalah pengembangan obat antimalaria berbasis artemisinin, senyawa aktif yang diisolasi dari tanaman *Artemisia annua*. Artemisinin pertama kali ditemukan oleh ilmuwan

Cina, Tu Youyou, berdasarkan petunjuk dari pengobatan tradisional Cina. Peneliti Indonesia kemudian berhasil mengembangkan teknologi ekstraksi dan isolasi artemisinin dari tanaman *A. annua* yang tumbuh di Indonesia, serta melakukan uji klinik untuk membuktikan efektivitasnya dalam mengobati malaria. Hal ini menunjukkan potensi kolaborasi antara pengobatan tradisional dan sains modern dalam mengatasi masalah kesehatan global. Pengembangan obat berbasis etnosains di Indonesia memiliki masa depan yang menjanjikan, dengan potensi yang sangat besar untuk berkontribusi pada peningkatan kesehatan masyarakat, pelestarian keanekaragaman hayati, dan pemberdayaan ekonomi masyarakat lokal. Namun, untuk mewujudkan potensi ini, diperlukan sinergi dan kolaborasi yang kuat antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk peneliti, industri farmasi, pemerintah, dan masyarakat.

1. Dari sisi penelitian: Diperlukan pendekatan yang lebih interdisipliner dan partisipatif dalam mengeksplorasi, mendokumentasikan, dan mengembangkan obat berbasis etnosains. Peneliti perlu bekerja sama dengan masyarakat lokal sebagai mitra sejajar, menghormati kearifan lokal mereka, serta memastikan pembagian manfaat yang adil dari pemanfaatan pengetahuan tradisional. Penelitian juga perlu diarahkan tidak hanya pada isolasi senyawa aktif, tetapi juga pada pemahaman holistik tentang mekanisme kerja, interaksi, dan efek samping dari ramuan tradisional.

2. Dari sisi industri: Diperlukan investasi yang lebih besar dalam penelitian dan pengembangan obat berbasis etnosains, serta komitmen untuk menerapkan prinsip-prinsip etika dan keberlanjutan dalam produksi dan pemasaran obat tradisional. Industri juga perlu bekerja sama dengan peneliti dan masyarakat lokal dalam mengembangkan rantai nilai yang adil dan berkelanjutan, serta mendukung upaya pelestarian keanekaragaman hayati dan pengetahuan tradisional.

3. Dari sisi pemerintah: Diperlukan kebijakan yang lebih kondusif dan dukungan yang lebih besar untuk penelitian, pengembangan, dan industrialisasi obat berbasis etnosains. Pemerintah perlu menyediakan insentif, pendanaan, dan fasilitas

yang memadai untuk mendorong inovasi dan komersialisasi obat tradisional, serta memperkuat regulasi untuk menjamin kualitas, keamanan, dan klaim khasiat yang terstandar. Pemerintah juga perlu melindungi hak kekayaan intelektual masyarakat lokal atas pengetahuan tradisional mereka.

4. Dari sisi masyarakat: Diperlukan partisipasi yang lebih aktif dalam pelestarian dan pengembangan pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat. Masyarakat perlu didorong untuk mempelajari, mendokumentasikan, dan mewariskan pengetahuan ini kepada generasi muda, serta terlibat dalam penelitian dan pengembangan obat berbasis etnosains sebagai mitra seajar.

5. Dengan sinergi dan kolaborasi yang kuat antara berbagai pemangku kepentingan ini, pengembangan obat berbasis etnosains di Indonesia dapat menjadi kekuatan yang transformatif, yang tidak hanya berkontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi juga pada pelestarian warisan budaya, peningkatan kesehatan masyarakat, dan pembangunan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. Ramuan nenek moyang kita, yang telah teruji oleh waktu dan kebijaksanaan alam, menyimpan harta karun yang tak ternilai harganya bagi kesehatan dan kesejahteraan kita. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal ini dengan kemajuan sains dan teknologi modern, kita dapat mengembangkan obat-obatan yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan, serta memperkuat identitas dan kedaulatan kesehatan kita sebagai bangsa. Pengembangan obat berbasis etnosains juga membuka ruang untuk dialog dan kolaborasi yang lebih erat antara berbagai sistem pengetahuan, budaya, dan pemangku kepentingan. Dengan saling menghormati, belajar, dan bekerja sama, kita dapat menemukan solusi-solusi inovatif untuk masalah-masalah kesehatan yang kompleks, serta membangun masa depan yang lebih sehat dan sejahtera bagi semua. Sebagai generasi penerus, kita memiliki tanggung jawab untuk melestarikan dan mengembangkan warisan pengetahuan tradisional ini, serta menggunakannya dengan bijaksana dan bertanggung jawab untuk kemaslahatan bersama. Dengan demikian, kita tidak hanya menghormati kebijaksanaan nenek moyang kita, tetapi juga memberikan kontribusi yang bermakna bagi kemajuan ilmu pengetahuan, kesehatan masyarakat, dan kelestarian alam dan budaya Indonesia.

Dalam perjalanan kita menjelajahi potensi etnosains dalam pengembangan obat-obatan modern, kita juga perlu melihat relevansi dan aplikasinya dalam konteks yang lebih luas, termasuk dalam menghadapi tantangan-tantangan global seperti perubahan iklim dan bencana alam. Kearifan lokal yang telah teruji dalam mengelola dan beradaptasi dengan lingkungan yang dinamis dapat memberikan pelajaran dan inspirasi berharga bagi upaya-upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.

Dalam bab selanjutnya, kita akan mengeksplorasi bagaimana etnosains dapat berkontribusi dalam membangun ketahanan masyarakat terhadap bencana dan perubahan iklim. Kita akan melihat contoh-contoh kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya alam, sistem peringatan dini, dan strategi adaptasi, serta potensinya untuk diintegrasikan dengan sains dan teknologi modern dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Kita juga akan mendiskusikan peran etnosains dalam pendidikan dan penelitian terkait perubahan iklim, serta pentingnya kolaborasi lintas disiplin dan lintas budaya dalam membangun masa depan yang lebih tangguh dan berkelanjutan.

3.3 Kearifan Lokal Melawan Bencana: Etnosains dan Adaptasi Perubahan Iklim

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan terbesar yang dihadapi umat manusia di abad ke-21. Peningkatan suhu global, perubahan pola curah hujan, dan meningkatnya frekuensi dan intensitas bencana alam seperti banjir, kekeringan, dan badai, telah mengancam kehidupan, mata pencaharian, dan ketahanan masyarakat di seluruh dunia. Menghadapi tantangan ini membutuhkan pendekatan yang holistik dan adaptif, yang tidak hanya mengandalkan sains dan teknologi modern, tetapi juga memanfaatkan kearifan lokal dan pengetahuan tradisional yang telah teruji oleh waktu. Dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), etnosains atau pengetahuan tradisional tentang alam dan lingkungan semakin mendapatkan perhatian sebagai sumber pengetahuan yang berharga dalam

memahami, memprediksi, dan beradaptasi dengan perubahan iklim. Masyarakat adat dan lokal, yang telah hidup berdampingan dengan alam selama berabad-abad, seringkali memiliki pemahaman yang mendalam tentang dinamika lingkungan, serta strategi adaptasi yang telah teruji dalam menghadapi variabilitas iklim dan bencana alam. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi bagaimana kearifan lokal dan etnosains dapat berkontribusi dalam membangun ketahanan masyarakat terhadap bencana dan perubahan iklim. Kita akan melihat contoh-contoh kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya alam, sistem peringatan dini, dan strategi adaptasi, serta potensinya untuk diintegrasikan dengan sains dan teknologi modern dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Mari kita mulai perjalanan ini dengan rasa hormat dan kerendahan hati, serta tekad untuk belajar dari kebijaksanaan para leluhur kita dalam menjaga keseimbangan dan ketahanan lingkungan.

Salah satu aspek penting dalam adaptasi perubahan iklim adalah pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dan tangguh. Masyarakat adat dan lokal di berbagai belahan dunia telah mengembangkan sistem pengelolaan sumber daya alam yang didasarkan pada pemahaman mendalam tentang ekosistem lokal, serta prinsip-prinsip keberlanjutan, keadilan, dan keseimbangan. Sistem-sistem ini, yang seringkali bersifat holistik dan adaptif, dapat memberikan pelajaran berharga bagi upaya-upaya konservasi dan pengelolaan sumber daya alam di era perubahan iklim. Salah satu contoh kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya alam adalah sistem Sasi di Maluku. Sasi adalah aturan adat yang mengatur pemanfaatan sumber daya alam, khususnya sumber daya laut, secara berkelanjutan dan adil. Dalam sistem Sasi, kawasan laut tertentu ditutup secara berkala untuk memungkinkan regenerasi sumber daya alam, serta memastikan distribusi manfaat yang merata bagi masyarakat. Sistem ini didasarkan pada pemahaman mendalam tentang siklus hidup dan dinamika populasi spesies laut, serta prinsip-prinsip keadilan dan kebersamaan dalam masyarakat.

Studi yang dilakukan oleh para peneliti dari Universitas Pattimura menunjukkan bahwa kawasan laut yang dikelola dengan sistem Sasi memiliki keanekaragaman hayati yang lebih tinggi dan populasi spesies yang lebih stabil dibandingkan de-

ngan kawasan laut yang tidak dikelola dengan sistem ini. Hal ini menunjukkan bahwa kearifan lokal seperti Sasi dapat berperan penting dalam menjaga ketahanan dan keberlanjutan ekosistem laut di tengah tekanan perubahan iklim dan eksploitasi sumber daya yang berlebihan. Contoh lain kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya alam adalah sistem Subak di Bali. Subak adalah organisasi petani tradisional yang mengelola sistem irigasi dan pertanian padi di Bali secara demokratis dan berkelanjutan. Sistem Subak didasarkan pada filosofi Tri Hita Karana, yang menekankan keharmonisan antara manusia, alam, dan Tuhan. Dalam sistem ini, air irigasi didistribusikan secara adil dan efisien berdasarkan prinsip-prinsip musyawarah, gotong royong, dan kepentingan bersama. Penelitian yang dilakukan oleh para ahli dari Universitas Udayana menunjukkan bahwa sistem Subak memiliki ketahanan yang tinggi terhadap variabilitas iklim dan perubahan lingkungan. Sistem ini mampu beradaptasi dengan perubahan pola curah hujan dan ketersediaan air melalui mekanisme pengambilan keputusan yang fleksibel dan adaptif, serta praktik-praktik pengelolaan air dan tanah yang berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa kearifan lokal seperti Subak dapat menjadi model yang berharga untuk pengelolaan sumber daya pertanian yang tangguh dan adaptif di era perubahan iklim. Selain pengelolaan sumber daya alam, kearifan lokal juga berperan penting dalam sistem peringatan dini terhadap bencana alam dan perubahan lingkungan. Masyarakat adat dan lokal seringkali memiliki pengetahuan yang mendalam tentang tanda-tanda alam yang menunjukkan ancaman bencana, serta strategi untuk merespons dan mengurangi risiko bencana tersebut. Pengetahuan ini, yang diwariskan secara turun-temurun melalui pengamatan yang cermat dan pengalaman yang panjang, dapat melengkapi dan memperkuat sistem peringatan dini modern yang berbasis teknologi.

Salah satu contoh kearifan lokal dalam sistem peringatan dini adalah pengetahuan masyarakat Simeulue di Aceh tentang tanda-tanda alam sebelum terjadinya tsunami. Masyarakat Simeulue memiliki pengetahuan tradisional yang disebut "smong", yang menggambarkan serangkaian gejala alam seperti gempa bumi, surutnya air laut secara tiba-tiba, dan perilaku hewan yang tidak biasa, sebagai pertanda

akan terjadinya tsunami. Pengetahuan ini diwariskan secara lisan melalui cerita rakyat dan lagu-lagu tradisional, serta diperkuat dengan latihan dan simulasi evakuasi secara berkala. Ketika tsunami melanda Aceh pada tahun 2004, masyarakat Simeulue berhasil menyelamatkan diri dengan mengikuti pengetahuan tradisional smong. Mereka segera mengevakuasi diri ke tempat yang lebih tinggi setelah merasakan gempa bumi dan melihat tanda-tanda alam lainnya, sehingga korban jiwa di pulau ini relatif sedikit dibandingkan dengan daerah lain di Aceh. Hal ini menunjukkan bahwa kearifan lokal dapat menjadi komponen penting dalam sistem peringatan dini yang efektif dan menyelamatkan nyawa. Contoh lain kearifan lokal dalam sistem peringatan dini adalah pengetahuan masyarakat Dayak di Kalimantan tentang tanda-tanda alam sebelum terjadinya kebakaran hutan. Masyarakat Dayak memiliki pengetahuan tradisional tentang hubungan antara fenomena alam seperti arah angin, kelembaban udara, dan perilaku hewan tertentu, dengan risiko terjadinya kebakaran hutan. Mereka juga memiliki praktik-praktik pencegahan kebakaran, seperti pembukaan lahan dengan sistem ladang berpindah yang terkendali dan pembuatan sekat bakar di sekitar pemukiman.

Studi yang dilakukan oleh para peneliti dari Institut Pertanian Bogor menunjukkan bahwa integrasi pengetahuan tradisional Dayak dengan teknologi pemantauan kebakaran hutan modern dapat meningkatkan efektivitas sistem peringatan dini dan respons terhadap kebakaran hutan. Pengetahuan lokal tentang tanda-tanda alam dan praktik-praktik pencegahan kebakaran dapat memberikan informasi yang berharga untuk melengkapi data satelit dan pemodelan risiko kebakaran, serta membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam pengendalian kebakaran hutan. Menghadapi dampak perubahan iklim yang semakin nyata, masyarakat adat dan lokal juga telah mengembangkan berbagai strategi adaptasi yang didasarkan pada kearifan lokal dan pengetahuan ekologi tradisional. Strategi-strategi ini mencakup praktik-praktik pertanian yang tangguh, pengelolaan sumber daya air yang efisien, serta pemanfaatan keanekaragaman hayati lokal untuk ketahanan pangan dan mata pencaharian. Dengan mengintegrasikan strategi adaptasi berbasis kearifan lokal dengan pendekatan sains dan teknologi modern,

kita dapat membangun ketahanan masyarakat yang lebih kuat dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Salah satu contoh kearifan lokal dalam strategi adaptasi adalah sistem pertanian "Mamar" yang dipraktikkan oleh masyarakat Timor di Nusa Tenggara Timur. Sistem Mamar adalah praktik agroforestri tradisional yang mengintegrasikan tanaman pangan, tanaman obat, dan pohon-pohon lokal dalam suatu lanskap pertanian yang beragam dan tahan terhadap kekeringan. Sistem ini didasarkan pada pemahaman mendalam tentang interaksi antara tanaman, tanah, dan iklim lokal, serta prinsip-prinsip konservasi tanah dan air.

Penelitian yang dilakukan oleh para ahli dari Universitas Nusa Cendana menunjukkan bahwa sistem Mamar memiliki ketahanan yang tinggi terhadap variabilitas iklim dan kekeringan. Keragaman tanaman dalam sistem ini memberikan sumber pangan dan pendapatan yang beragam bagi masyarakat, sementara keberadaan pohon-pohon lokal membantu dalam konservasi tanah, penyerapan karbon, dan pengaturan iklim mikro. Sistem Mamar juga memiliki nilai budaya dan spiritual yang penting bagi masyarakat Timor, serta berperan dalam pelestarian keanekaragaman hayati lokal.

Contoh lain kearifan lokal dalam strategi adaptasi adalah praktik "Tumpangsari" yang dilakukan oleh petani di Jawa. Tumpangsari adalah sistem pertanian yang menanam beberapa jenis tanaman secara bersamaan dalam satu lahan, seperti jagung, kacang-kacangan, dan ubi-ubian. Sistem ini didasarkan pada prinsip-prinsip keragaman hayati, sinergi antar tanaman, dan efisiensi pemanfaatan sumber daya. Studi yang dilakukan oleh para peneliti dari Institut Teknologi Bandung menunjukkan bahwa sistem tumpangsari dapat meningkatkan ketahanan pertanian terhadap perubahan iklim. Keragaman tanaman dalam sistem ini memberikan perlindungan terhadap kegagalan panen akibat hama, penyakit, atau anomali cuaca. Interaksi antar tanaman juga dapat meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi erosi, dan mengoptimalkan penggunaan air dan nutrisi. Sistem tumpangsari juga memiliki nilai sosial-budaya dalam masyarakat Jawa, di mana praktik ini memperkuat ikatan sosial dan gotong royong antar petani.

bencana dan perubahan iklim, diperlukan integrasi yang sinergis antara kearifan lokal dan sains modern. Kearifan lokal memberikan pemahaman kontekstual dan holistik tentang ekosistem lokal, serta strategi adaptasi yang telah teruji oleh waktu. Sementara itu, sains modern memberikan alat analisis, teknologi, dan inovasi yang dapat meningkatkan efektivitas dan skalabilitas strategi adaptasi berbasis kearifan lokal. Integrasi ini memerlukan pendekatan transdisipliner yang melibatkan kolaborasi erat antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk masyarakat adat dan lokal, peneliti, praktisi pembangunan, dan pengambil kebijakan. Pendekatan ini harus didasarkan pada prinsip-prinsip kesetaraan, saling menghormati, dan pemberdayaan masyarakat, di mana pengetahuan dan kearifan lokal dihargai sebagai mitra sejajar dengan sains modern dalam menghasilkan solusi yang efektif dan berkelanjutan. Beberapa contoh integrasi kearifan lokal dan sains modern dalam adaptasi perubahan iklim antara lain:

1. Pengembangan sistem agroforestri yang mengintegrasikan pengetahuan lokal tentang jenis-jenis pohon dan tanaman lokal dengan teknologi modern seperti pemodelan iklim, penginderaan jauh, dan analisis tanah, untuk merancang lanskap pertanian yang lebih tangguh dan produktif.
2. Penguatan sistem peringatan dini berbasis masyarakat yang menggabungkan pengetahuan tradisional tentang tanda-tanda alam dengan teknologi pemantauan bencana modern, seperti sistem informasi geografis, pemantauan cuaca real-time, dan aplikasi mobile, untuk meningkatkan kesiapsiagaan dan respons terhadap bencana.
3. Pengembangan varietas tanaman lokal yang tahan terhadap perubahan iklim melalui kolaborasi antara petani lokal, ahli pertanian, dan peneliti bioteknologi, dengan memanfaatkan pengetahuan tradisional tentang karakteristik dan adaptasi tanaman lokal, serta teknologi pemuliaan tanaman modern.
4. Penerapan praktik-praktik konservasi tanah dan air berbasis kearifan lokal, seperti terasering, lubang biopori, dan agroforestri, yang diperkuat dengan teknologi modern seperti pemantauan kelembaban tanah, irigasi mikro, dan analisis kesesuaian

an lahan, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi degradasi lahan.

Dalam mengintegrasikan kearifan lokal dan sains modern, penting juga untuk memperhatikan aspek keberlanjutan budaya dan penghargaan terhadap hak-hak masyarakat adat dan lokal. Integrasi ini harus dilakukan dengan cara yang menghormati dan melestarikan warisan budaya, serta memastikan bahwa manfaat dari integrasi tersebut kembali kepada masyarakat lokal. Hal ini memerlukan kebijakan yang mendukung pelestarian dan revitalisasi pengetahuan tradisional, serta mekanisme pembagian manfaat yang adil dari pemanfaatan kearifan lokal dalam adaptasi perubahan iklim. Pendidikan dan penelitian memainkan peran penting dalam mempromosikan integrasi kearifan lokal dan sains modern dalam adaptasi perubahan iklim. Dalam konteks pendidikan IPA, pengintegrasian etnosains dan pengetahuan lokal ke dalam kurikulum dapat membantu siswa memahami relevansi dan aplikasi sains dalam konteks lokal, serta mengembangkan apresiasi terhadap kearifan lokal sebagai sumber pengetahuan yang berharga. Pendekatan pembelajaran yang kontekstual, partisipatif, dan berbasis proyek dapat mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam mengeksplorasi dan mengaplikasikan pengetahuan lokal dalam memahami dan menghadapi tantangan perubahan iklim.

Dalam konteks penelitian, diperlukan pendekatan yang lebih transdisipliner dan partisipatif, yang melibatkan kolaborasi erat antara peneliti dari berbagai disiplin ilmu dengan masyarakat lokal sebagai mitra sejajar. Penelitian etnosains dalam adaptasi perubahan iklim harus diarahkan untuk menghasilkan pengetahuan dan inovasi yang relevan dan bermanfaat bagi masyarakat lokal, serta berkontribusi pada pengembangan kebijakan dan praktik adaptasi yang efektif dan berkelanjutan. Penelitian juga harus memperhatikan aspek etika dan hak-hak masyarakat adat dan lokal, serta memastikan bahwa hasil penelitian dapat diakses dan dimanfaatkan oleh masyarakat. Beberapa contoh penelitian etnosains dalam adaptasi perubahan iklim yang dapat dikembangkan antara lain:

1. Studi etnobotani tentang jenis-jenis tanaman lokal yang tahan terhadap kekeringan, banjir, atau perubahan suhu, serta potensinya untuk dikembangkan sebagai

sumber pangan dan obat-obatan yang adaptif terhadap perubahan iklim.

2. Penelitian partisipatif tentang praktik-praktik pertanian tradisional yang tangguh terhadap variabilitas iklim, seperti sistem wanatani, pertanian organik, atau sistem rotasi tanaman, serta potensinya untuk ditingkatkan dengan teknologi pertanian modern.

3. Studi etnoekologi tentang pengetahuan lokal mengenai dinamika ekosistem, siklus hidrologi, atau pola cuaca, serta implikasinya untuk pengembangan strategi adaptasi berbasis ekosistem yang lebih efektif dan kontekstual.

4. Penelitian interdisipliner tentang sistem kelembagaan adat dalam pengelolaan sumber daya alam, seperti hutan adat, sasi, atau subak, serta potensinya untuk diadaptasi dan direplikasi dalam konteks tata kelola sumber daya alam yang lebih luas.

Melalui pendidikan dan penelitian yang mengintegrasikan etnosains dan sains modern, kita dapat mengembangkan generasi penerus yang lebih peka terhadap kearifan lokal dan tantangan perubahan iklim, serta menghasilkan pengetahuan dan inovasi yang lebih relevan dan berdampak bagi masyarakat. Dengan demikian, kita dapat membangun ketahanan masyarakat yang lebih kuat dan berkelanjutan dalam menghadapi bencana dan perubahan iklim. Kearifan lokal dan etnosains menawarkan kekayaan pengetahuan dan strategi adaptasi yang berharga dalam menghadapi tantangan bencana dan perubahan iklim. Dengan mengintegrasikan kearifan ini dengan sains dan teknologi modern, kita dapat membangun ketahanan masyarakat yang lebih kuat, adaptif, dan berkelanjutan. Integrasi ini memerlukan pendekatan yang holistik, transdisipliner, dan partisipatif, yang menghargai dan memberdayakan masyarakat adat dan lokal sebagai mitra sejajar dalam menghasilkan solusi yang efektif dan kontekstual. Sebagai pendidik, peneliti, dan praktisi IPA, kita memiliki peran penting dalam mempromosikan integrasi etnosains dalam pendidikan dan penelitian, serta dalam mengadvokasi kebijakan yang mendukung pelestarian dan revitalisasi kearifan lokal. Dengan bersama-sama belajar dari kebijaksanaan para leluhur kita dan mengintegrasikannya dengan kemajuan sains dan

teknologi modern, kita dapat membangun masa depan yang lebih tangguh, adil, dan berkelanjutan bagi generasi mendatang.

Dalam perjalanan kita menjelajahi peran etnosains dalam adaptasi perubahan iklim, kita juga perlu melihat relevansi dan aplikasinya dalam bidang-bidang lain yang tidak kalah penting, seperti bioteknologi. Bioteknologi, sebagai aplikasi sains dan teknologi modern dalam memanfaatkan organisme hidup untuk menghasilkan produk atau jasa yang bermanfaat, juga dapat belajar banyak dari kearifan lokal dan etnosains dalam mengembangkan inovasi yang lebih berkelanjutan, etis, dan bermanfaat bagi masyarakat.

Dalam bab selanjutnya, kita akan mengeksplorasi bagaimana etnosains dapat memberikan inspirasi dan panduan dalam menjawab tantangan dan peluang bioteknologi modern. Kita akan melihat contoh-contoh pengetahuan tradisional tentang pemanfaatan sumber daya hayati yang dapat diintegrasikan dengan bioteknologi, serta potensi dan tantangan dalam mengembangkan bioteknologi yang lebih ramah lingkungan, etis, dan bermanfaat bagi masyarakat luas. Kita juga akan mendiskusikan peran etnosains dalam pendidikan dan penelitian bioteknologi, serta pentingnya kolaborasi lintas disiplin dan lintas budaya dalam membangun masa depan bioteknologi yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

Dengan mengeksplorasi keterkaitan antara etnosains, adaptasi perubahan iklim, dan bioteknologi, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih holistik dan integratif tentang peran kearifan lokal dalam menjawab tantangan-tantangan kompleks yang kita hadapi sebagai masyarakat global.

3.4 Bio-apa? Etnosains Menjawab Tantangan Bioteknologi

Bioteknologi, sebagai aplikasi sains dan teknologi modern dalam memanfaatkan organisme hidup untuk menghasilkan produk atau jasa yang bermanfaat, telah menjadi salah satu bidang yang paling dinamis dan menjanjikan di abad ke-21.

Dari pengembangan obat-obatan dan vaksin hingga produksi pangan dan energi terbarukan, bioteknologi menawarkan solusi inovatif untuk berbagai tantangan global yang kita hadapi, seperti kesehatan, ketahanan pangan, dan kelestarian lingkungan. Namun, kemajuan pesat bioteknologi juga memunculkan berbagai pertanyaan etis, sosial, dan lingkungan yang kompleks, yang memerlukan pendekatan yang holistik dan bijaksana dalam menjawabnya. Di sinilah etnosains, sebagai studi tentang sistem pengetahuan tradisional yang dimiliki oleh kelompok budaya tertentu, dapat memberikan perspektif yang berharga dalam menjawab tantangan bioteknologi modern. Etnosains, yang berakar pada kearifan lokal dan pengalaman yang terakumulasi selama berabad-abad, menawarkan pemahaman yang mendalam tentang hubungan antara manusia, alam, dan teknologi, serta prinsip-prinsip keberlanjutan, keadilan, dan keseimbangan dalam pemanfaatan sumber daya hayati. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam pendidikan, penelitian, dan pengembangan bioteknologi, kita dapat menciptakan inovasi yang lebih ramah lingkungan, etis, dan bermanfaat bagi masyarakat luas. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi bagaimana etnosains dapat memberikan inspirasi dan panduan dalam menjawab tantangan dan peluang bioteknologi modern. Kita akan melihat contoh-contoh pengetahuan tradisional tentang pemanfaatan sumber daya hayati yang dapat diintegrasikan dengan bioteknologi, serta potensi dan tantangan dalam mengembangkan bioteknologi yang lebih berkelanjutan dan bermanfaat. Mari kita mulai perjalanan ini dengan rasa ingin tahu dan kerendahan hati, serta tekad untuk belajar dari kebijaksanaan para leluhur kita dalam memanfaatkan alam secara arif dan bijaksana.

Salah satu kontribusi penting etnosains dalam bioteknologi adalah pengetahuan tradisional tentang pemanfaatan sumber daya hayati, seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, untuk berbagai tujuan, seperti pangan, obat-obatan, atau bahan baku industri. Masyarakat adat dan lokal di seluruh dunia telah mengembangkan sistem pengetahuan yang kaya tentang keanekaragaman hayati di lingkungan mereka, serta cara-cara untuk memanfaatkannya secara berkelanjutan dan bijaksana. Pengetahuan ini, yang diwariskan secara turun-temurun melalui pengamatan yang

cermat dan eksperimen yang terus-menerus, dapat menjadi sumber inspirasi dan panduan yang berharga bagi pengembangan bioteknologi modern.

Salah satu contoh pengetahuan tradisional yang relevan dengan bioteknologi adalah pemanfaatan mikroorganisme dalam fermentasi makanan. Masyarakat di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia, telah lama menggunakan proses fermentasi untuk mengawetkan dan meningkatkan nilai gizi makanan, seperti tempe, tape, atau yogurt. Fermentasi melibatkan aktivitas mikroorganisme, seperti ragi atau bakteri asam laktat, yang mengubah senyawa organik dalam bahan pangan menjadi produk yang lebih awet, lezat, dan bernutrisi. Pengetahuan tradisional tentang jenis mikroorganisme, kondisi fermentasi, dan penanganan produk fermentasi dapat memberikan wawasan yang berharga bagi pengembangan bioteknologi pangan modern, seperti produksi enzim, probiotik, atau bahan tambahan pangan.

Contohnya, dalam pembuatan tempe, masyarakat Jawa secara tradisional menggunakan kapang *Rhizopus oligosporus* untuk memfermentasi kedelai. Kapang ini menghasilkan enzim yang menghidrolisis protein kedelai menjadi peptida dan asam amino yang lebih mudah dicerna, serta menghasilkan senyawa antioksidan dan vitamin yang meningkatkan nilai gizi tempe. Pengetahuan tradisional tentang jenis kapang, kondisi fermentasi, dan penanganan tempe telah menginspirasi penelitian bioteknologi modern untuk mengembangkan starter tempe yang lebih efisien dan konsisten, serta untuk mengeksplorasi potensi kapang *Rhizopus* dalam produksi enzim industri atau bahan bioaktif. Contoh lain pengetahuan tradisional yang relevan dengan bioteknologi adalah pemanfaatan tumbuhan obat. Masyarakat adat dan lokal di Indonesia memiliki kekayaan pengetahuan tentang khasiat terapeutik berbagai jenis tumbuhan, yang digunakan secara turun-temurun untuk mengobati berbagai penyakit dan gangguan kesehatan. Pengetahuan ini mencakup jenis tumbuhan, bagian yang digunakan, cara pengolahan, dan indikasi pengobatan, yang didasarkan pada pengamatan yang cermat terhadap respons fisiologis tubuh terhadap senyawa bioaktif dalam tumbuhan.

Misalnya, masyarakat Dayak di Kalimantan secara tradisional memanfaatkan tumbuhan Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia*) sebagai tonik untuk meningkatkan

stamina dan gairah seksual. Penelitian bioteknologi modern telah mengonfirmasi bahwa akar Pasak Bumi mengandung senyawa bioaktif, seperti quassinoid dan alkaloid, yang memiliki efek afrodisiak, antimalaria, dan antikanker. Pengetahuan tradisional tentang Pasak Bumi telah menginspirasi penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan fitofarmaka atau suplemen berbasis ekstrak Pasak Bumi yang terstandar dan teruji secara klinis.

Untuk mengoptimalkan kontribusi etnosains dalam pengembangan bioteknologi yang lebih berkelanjutan dan bermanfaat, diperlukan integrasi yang sistematis dan sinergis antara etnosains dan sains modern dalam pendidikan dan penelitian bioteknologi. Integrasi ini memerlukan pendekatan yang transdisipliner, partisipatif, dan kontekstual, yang menghargai dan memberdayakan masyarakat adat dan lokal sebagai mitra sejajar dalam menghasilkan pengetahuan dan inovasi yang relevan dan berdampak.

Dalam pendidikan bioteknologi, integrasi etnosains dapat dilakukan melalui pengembangan kurikulum yang kontekstual dan responsif terhadap kearifan lokal. Pembelajaran bioteknologi dapat menggunakan contoh-contoh aplikasi bioteknologi yang relevan dengan konteks lokal, seperti pemanfaatan mikroorganisme dalam fermentasi makanan tradisional atau pengembangan fitofarmaka berbasis tumbuhan obat lokal. Pembelajaran juga dapat melibatkan partisipasi aktif masyarakat adat dan lokal sebagai narasumber atau mitra dalam proyek-proyek pembelajaran berbasis masalah atau berbasis proyek. Misalnya, dalam pembelajaran tentang bioteknologi pangan, siswa dapat melakukan proyek penelitian tentang karakteristik mikrobiologis dan biokimia dari produk fermentasi tradisional, seperti tempe atau tape, yang diproduksi oleh masyarakat lokal. Siswa dapat belajar langsung dari pengrajin tempe atau tape tentang proses pembuatan, jenis mikroorganisme yang terlibat, dan parameter fermentasi yang optimal. Siswa juga dapat menganalisis sampel produk fermentasi di laboratorium sekolah untuk mengidentifikasi jenis mikroorganisme, aktivitas enzim, atau kandungan nutrisi. Hasil penelitian siswa dapat digunakan untuk memberikan umpan balik kepada pengrajin tentang cara meningkatkan kualitas atau keamanan produk, serta untuk mengembangkan

ide-ide inovatif tentang diversifikasi produk fermentasi berbasis kearifan lokal.

Dalam penelitian bioteknologi, integrasi etnosains dapat dilakukan melalui pendekatan penelitian transdisipliner yang melibatkan kolaborasi erat antara peneliti dari berbagai disiplin ilmu, seperti biologi, kimia, farmasi, antropologi, dan sosial-ekonomi, dengan masyarakat adat dan lokal sebagai mitra sejajar. Penelitian dapat diarahkan untuk mengeksplorasi, mendokumentasikan, dan memvalidasi pengetahuan tradisional tentang pemanfaatan sumber daya hayati, serta untuk mengembangkan inovasi bioteknologi yang relevan dan bermanfaat bagi masyarakat lokal. Misalnya, dalam penelitian tentang pengembangan fitofarmaka berbasis tumbuhan obat lokal, peneliti dapat bekerja sama dengan masyarakat adat atau lokal yang memiliki pengetahuan mendalam tentang jenis tumbuhan obat, cara pengolahan, dan indikasi pengobatan. Peneliti dapat melakukan studi etnobotani untuk mendokumentasikan pengetahuan tradisional tersebut, serta melakukan analisis fitokimia dan farmakologis untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif dan mekanisme kerja tumbuhan obat. Hasil penelitian dapat digunakan untuk mengembangkan formulasi fitofarmaka yang terstandar dan teruji secara praklinis dan klinis, serta untuk mengembangkan model pembagian manfaat yang adil antara peneliti, industri, dan masyarakat lokal sebagai pemilik pengetahuan tradisional.

Integrasi etnosains dan bioteknologi juga menghadapi berbagai tantangan yang perlu disikapi dengan bijaksana dan strategis. Salah satu tantangan utama adalah perbedaan epistemologi dan metodologi antara etnosains dan sains modern. Etnosains cenderung bersifat holistik, kontekstual, dan berbasis pengalaman, sementara sains modern cenderung bersifat reduksionis, objektif, dan berbasis eksperimen terkontrol. Diperlukan pendekatan yang saling melengkapi dan menghormati antara kedua sistem pengetahuan ini, serta pengembangan metodologi penelitian yang sesuai dengan konteks etnosains.

Tantangan lainnya adalah isu hak kekayaan intelektual dan biopiracy. Pengetahuan tradisional tentang pemanfaatan sumber daya hayati seringkali dianggap sebagai milik bersama (public domain) oleh masyarakat adat atau lokal, sehingga rentan terhadap eksploitasi dan komersialisasi oleh pihak luar tanpa kompensasi

yang adil. Diperlukan mekanisme hukum dan etika yang jelas untuk melindungi hak kekayaan intelektual masyarakat adat atau lokal atas pengetahuan tradisional mereka, serta untuk memastikan pembagian manfaat yang adil dan merata dari pemanfaatan pengetahuan tersebut dalam pengembangan bioteknologi. Namun, integrasi etnosains dan bioteknologi juga menawarkan berbagai peluang yang menjanjikan. Pertama, etnosains dapat menjadi sumber inovasi bioteknologi yang unik dan berdaya saing. Dengan mengeksplorasi dan memanfaatkan kekayaan pengetahuan tradisional tentang sumber daya hayati, kita dapat mengembangkan produk atau proses bioteknologi yang khas, berkualitas, dan bernilai tambah tinggi, seperti pangan fungsional, nutrasetikal, atau kosmetik berbasis bahan alam lokal.

Kedua, integrasi etnosains dan bioteknologi dapat berkontribusi pada konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan keanekaragaman hayati. Dengan memberikan nilai tambah ekonomi pada sumber daya hayati lokal melalui pengembangan bioteknologi, kita dapat menciptakan insentif bagi masyarakat adat atau lokal untuk melestarikan dan mengelola keanekaragaman hayati secara berkelanjutan. Pengembangan bioteknologi berbasis kearifan lokal juga dapat mempromosikan pendekatan konservasi yang partisipatif, di mana masyarakat lokal menjadi mitra aktif dalam upaya pelestarian dan pemanfaatan berkelanjutan sumber daya hayati.

Ketiga, integrasi etnosains dan bioteknologi dapat memperkuat identitas budaya dan kedaulatan teknologi bangsa. Dengan mengembangkan bioteknologi yang berakar pada kearifan lokal dan kekayaan hayati Nusantara, kita dapat menciptakan produk atau proses bioteknologi yang mencerminkan keunikan budaya dan nilai-nilai luhur bangsa Indonesia. Pengembangan bioteknologi berbasis etnosains juga dapat mengurangi ketergantungan pada teknologi impor dan memperkuat kapasitas nasional dalam riset dan pengembangan bioteknologi.

Etnosains menawarkan perspektif yang berharga dalam menjawab tantangan dan peluang bioteknologi modern. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal dan pengetahuan tradisional tentang pemanfaatan sumber daya hayati ke dalam pendidikan, penelitian, dan pengembangan bioteknologi, kita dapat menciptakan inovasi yang lebih berkelanjutan, kontekstual, dan bermanfaat bagi masyarakat luas. Inte-

grasi ini memerlukan pendekatan yang transdisipliner, partisipatif, dan etis, yang menghargai dan memberdayakan masyarakat adat dan lokal sebagai mitra sejajar dalam menghasilkan pengetahuan dan inovasi bioteknologi. Sebagai pendidik, peneliti, dan praktisi bioteknologi, kita memiliki tanggung jawab untuk mempromosikan integrasi etnosains dalam pendidikan dan penelitian bioteknologi, serta untuk mengadvokasi kebijakan yang mendukung pelestarian dan pemanfaatan berkelanjutan keanekaragaman hayati dan kearifan lokal. Dengan bersama-sama belajar dari kebijaksanaan para leluhur kita dan mengintegrasikannya dengan kemajuan sains dan teknologi modern, kita dapat membangun masa depan bioteknologi yang lebih inklusif, berdaya saing, dan berkelanjutan.

3.5 Menjaga Alam dengan Etnosains: Konservasi ala Nusantara

Indonesia adalah negara dengan kekayaan alam yang luar biasa. Dengan lebih dari 17.000 pulau, Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tertinggi di dunia setelah Brasil. Kekayaan alam ini tidak hanya mencakup keragaman spesies tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, tetapi juga keragaman ekosistem, mulai dari hutan hujan tropis, padang savana, hingga terumbu karang. Kekayaan alam ini merupakan anugerah yang tak ternilai harganya, yang tidak hanya penting bagi kelangsungan hidup manusia, tetapi juga bagi keseimbangan ekologis dan iklim global. Namun, kekayaan alam Indonesia juga menghadapi berbagai ancaman, seperti deforestasi, degradasi lahan, pencemaran, perubahan iklim, dan eksploitasi sumber daya yang tidak berkelanjutan. Menghadapi tantangan ini memerlukan pendekatan konservasi yang holistik, adaptif, dan kolaboratif, yang tidak hanya berbasis pada sains dan teknologi modern, tetapi juga pada kearifan lokal dan etnosains yang telah teruji oleh waktu.

Etnosains, sebagai sistem pengetahuan tradisional yang dimiliki oleh kelompok masyarakat adat dan lokal, menawarkan perspektif yang berharga dalam

memahami, mengelola, dan melestarikan keanekaragaman hayati dan ekosistem. Masyarakat adat dan lokal, yang telah hidup berdampingan dengan alam selama berabad-abad, memiliki pemahaman yang mendalam tentang dinamika ekosistem, siklus alam, dan hubungan antara manusia dan lingkungan. Mereka juga memiliki praktik-praktik pengelolaan sumber daya alam yang arif dan bijaksana, yang diwariskan secara turun-temurun dan terus dikembangkan melalui pengamatan dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi bagaimana etnosains dapat berkontribusi dalam upaya konservasi keanekaragaman hayati dan ekosistem di Indonesia. Kita akan melihat contoh-contoh kearifan lokal dalam pengelolaan hutan, perlindungan satwa liar, dan pelestarian ekosistem pesisir dan laut, serta potensi integrasinya dengan pendekatan konservasi modern. Mari kita mulai perjalanan ini dengan rasa hormat dan kerendahan hati, serta tekad untuk belajar dari kebijaksanaan para leluhur kita dalam menjaga harmoni antara manusia dan alam.

Hutan adalah salah satu ekosistem yang paling kaya dan penting di Indonesia. Dengan luas sekitar 120 juta hektar, hutan Indonesia menyimpan keanekaragaman hayati yang luar biasa, serta memberikan berbagai jasa ekosistem yang vital, seperti penyerapan karbon, pengaturan iklim, perlindungan tanah dan air, serta sumber penghidupan bagi jutaan masyarakat adat dan lokal. Namun, hutan Indonesia juga menghadapi ancaman serius, seperti deforestasi, kebakaran hutan, perambahan, dan alih fungsi lahan untuk perkebunan, pertambangan, atau infrastruktur. Masyarakat adat dan lokal di berbagai wilayah Indonesia memiliki kearifan lokal dalam pengelolaan hutan yang berkelanjutan dan adaptif. Salah satu contohnya adalah sistem agroforestri tradisional, seperti "Dusung" di Maluku, "Tembawang" di Kalimantan Barat, atau "Talun" di Jawa Barat. Sistem agroforestri ini mengintegrasikan pepohonan dengan tanaman pangan, tanaman obat, atau ternak dalam suatu lanskap hutan yang beragam dan produktif. Sistem ini tidak hanya menyediakan sumber pangan dan pendapatan bagi masyarakat, tetapi juga membantu melestarikan keanekaragaman hayati, menjaga kesuburan tanah, dan meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim.

Contoh lain kearifan lokal dalam pengelolaan hutan adalah sistem "Sasi" di Maluku. Sasi adalah aturan adat yang mengatur pemanfaatan sumber daya alam, termasuk hasil hutan, secara arif dan adil. Dalam sistem Sasi, kawasan hutan tertentu ditutup secara berkala untuk memberikan kesempatan bagi regenerasi sumber daya alam, serta memastikan distribusi manfaat yang merata bagi masyarakat. Sistem ini didasarkan pada pemahaman mendalam tentang siklus alam dan dinamika ekosistem hutan, serta prinsip-prinsip keadilan dan kebersamaan dalam masyarakat.

Penelitian yang dilakukan oleh para ahli dari Institut Pertanian Bogor menunjukkan bahwa kawasan hutan yang dikelola dengan sistem agroforestri tradisional dan Sasi memiliki keanekaragaman hayati yang lebih tinggi, tingkat deforestasi yang lebih rendah, dan ketahanan yang lebih baik terhadap gangguan, dibandingkan dengan kawasan hutan yang dikelola secara konvensional atau dieksploitasi secara intensif. Hal ini menunjukkan bahwa kearifan lokal dalam pengelolaan hutan dapat menjadi model yang efektif dan berkelanjutan untuk konservasi hutan di Indonesia. Untuk mengoptimalkan peran kearifan lokal dalam konservasi hutan, diperlukan kolaborasi yang erat antara masyarakat adat, pemerintah, LSM, dan akademisi dalam mengembangkan kebijakan dan praktik pengelolaan hutan yang mengintegrasikan etnosains dan sains modern. Kolaborasi ini harus didasarkan pada prinsip-prinsip kesetaraan, saling menghormati, dan pemberdayaan masyarakat, di mana pengetahuan dan praktik lokal dihargai sebagai bagian integral dari solusi konservasi hutan.

Indonesia adalah rumah bagi berbagai spesies satwa liar yang unik dan terancam punah, seperti orangutan, harimau Sumatera, gajah Sumatera, badak Jawa, dan berbagai jenis burung dan reptil endemik. Namun, satwa liar Indonesia juga menghadapi ancaman serius, seperti perburuan liar, perdagangan ilegal, fragmentasi habitat, dan konflik dengan manusia. Menghadapi tantangan ini memerlukan pendekatan perlindungan satwa liar yang holistik dan melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal. Masyarakat adat dan lokal di berbagai wilayah Indonesia memiliki kearifan lokal dalam perlindungan satwa liar yang didasarkan pada nilai-nilai

budaya, kepercayaan spiritual, dan pemahaman ekologis yang mendalam. Salah satu contohnya adalah keyakinan masyarakat Dayak di Kalimantan tentang "Tajahan", yaitu hutan keramat yang dianggap sebagai tempat tinggal roh-roh pelindung dan tidak boleh diganggu. Hutan Tajahan seringkali menjadi tempat perlindungan bagi berbagai spesies satwa liar, seperti orangutan, bekantan, dan burung enggang, karena masyarakat Dayak percaya bahwa mengganggu hutan tersebut akan mendatangkan bencana bagi komunitas mereka.

Contoh lain kearifan lokal dalam perlindungan satwa liar adalah praktik "Sasi" di Maluku yang juga diterapkan untuk melindungi spesies satwa liar tertentu, seperti burung Cenderawasih atau kuskus. Dalam sistem Sasi, perburuan atau penangkapan satwa liar tersebut dilarang selama periode waktu tertentu untuk memberikan kesempatan bagi populasi satwa untuk berkembang biak dan memulihkan diri. Aturan Sasi juga mencakup larangan penggunaan alat berburu yang merusak, seperti jerat atau racun, serta pembatasan jumlah tangkapan untuk menjaga keberlanjutan populasi satwa. Penelitian yang dilakukan oleh para ahli dari Universitas Indonesia menunjukkan bahwa kawasan hutan yang dikelola dengan sistem Tajahan atau Sasi memiliki keanekaragaman dan kelimpahan satwa liar yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan hutan yang tidak memiliki perlindungan adat. Hal ini menunjukkan bahwa kearifan lokal dapat menjadi alat yang efektif untuk konservasi satwa liar, terutama di daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh penegakan hukum formal atau program konservasi pemerintah. Untuk mengoptimalkan peran kearifan lokal dalam perlindungan satwa liar, diperlukan upaya untuk mendokumentasikan, melestarikan, dan merevitalisasi praktik-praktik adat yang relevan dengan konservasi. Upaya ini harus melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal, serta menghormati hak-hak dan pengetahuan tradisional mereka. Selain itu, diperlukan juga integrasi antara kearifan lokal dan pendekatan konservasi modern, seperti pemantauan populasi satwa, penegakan hukum, atau pengelolaan kawasan lindung, untuk menciptakan strategi perlindungan satwa liar yang lebih efektif dan berkelanjutan.

panjang lebih dari 95.000 km dan luas laut sekitar 3,1 juta km². Wilayah pesisir dan laut Indonesia memiliki keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi, termasuk ekosistem terumbu karang, padang lamun, dan mangrove yang menjadi habitat bagi berbagai spesies ikan, mamalia laut, dan invertebrata. Namun, ekosistem pesisir dan laut Indonesia juga menghadapi berbagai tekanan, seperti overfishing, destructive fishing, pencemaran, sedimentasi, dan perubahan iklim. Masyarakat pesisir dan pulau-pulau kecil di Indonesia memiliki kearifan lokal yang kaya dalam pengelolaan sumber daya pesisir dan laut. Salah satu contohnya adalah sistem "Sasi Laut" di Maluku, yang mirip dengan Sasi di ekosistem darat. Dalam Sasi Laut, daerah tertentu di laut ditutup secara berkala untuk menghindari eksploitasi berlebihan dan memberikan kesempatan bagi sumber daya alam untuk memulihkan diri. Sasi Laut juga mencakup aturan tentang alat tangkap yang diizinkan, serta pembagian hasil tangkapan yang adil di antara masyarakat. Contoh lain kearifan lokal dalam pelestarian ekosistem pesisir adalah praktik "Lilifuk" di Nusa Tenggara Timur. Lilifuk adalah sistem zonasi tradisional yang membagi wilayah pesisir dan laut menjadi beberapa zona dengan aturan pemanfaatan yang berbeda, seperti zona perlindungan, zona pemanfaatan terbatas, dan zona pemanfaatan umum. Sistem Lilifuk didasarkan pada pemahaman mendalam masyarakat lokal tentang karakteristik ekologi dan sumber daya di setiap zona, serta prinsip-prinsip kelestarian dan keadilan dalam pemanfaatan sumber daya pesisir. Studi yang dilakukan oleh para peneliti dari Universitas Pattimura menunjukkan bahwa daerah pesisir dan laut yang dikelola dengan sistem Sasi Laut atau Lilifuk memiliki keanekaragaman hayati yang lebih tinggi, kelimpahan ikan yang lebih besar, dan ketahanan yang lebih baik terhadap tekanan lingkungan, dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki sistem pengelolaan tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa kearifan lokal dapat menjadi fondasi yang kuat untuk konservasi ekosistem pesisir dan laut di Indonesia. Untuk mengoptimalkan peran kearifan lokal dalam pelestarian ekosistem pesisir dan laut, diperlukan sinergi antara pengetahuan tradisional dan sains modern dalam pengembangan kebijakan dan praktik pengelolaan wilayah pesisir dan laut. Sinergi ini harus melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal, serta menghormati

hak-hak dan aspirasi mereka dalam pemanfaatan sumber daya pesisir dan laut. Selain itu, diperlukan juga penguatan kapasitas masyarakat lokal dalam pemantauan, perlindungan, dan rehabilitasi ekosistem pesisir dan laut, serta pengembangan mata pencaharian alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Untuk mewujudkan konservasi keanekaragaman hayati dan ekosistem yang berbasis pada etnosains, pendidikan dan penelitian memainkan peran yang sangat penting. Dalam konteks pendidikan, khususnya pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), pengintegrasian etnosains dan kearifan lokal ke dalam kurikulum dan pembelajaran dapat membantu siswa memahami relevansi dan aplikasi sains dalam konteks lokal, serta mengembangkan apresiasi terhadap pengetahuan dan praktik-praktik konservasi tradisional. Pendekatan pembelajaran yang kontekstual, partisipatif, dan berbasis proyek dapat mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam mengeksplorasi, mendokumentasikan, dan melestarikan kearifan lokal terkait konservasi. Misalnya, dalam pembelajaran tentang ekosistem hutan, siswa dapat melakukan proyek penelitian tentang praktik-praktik agroforestri tradisional yang dilakukan oleh masyarakat lokal di sekitar mereka. Siswa dapat mewawancarai tetua adat atau petani lokal untuk mempelajari jenis-jenis tanaman yang digunakan, pola tanam, serta nilai-nilai budaya dan ekologi yang mendasari praktik tersebut. Siswa juga dapat melakukan observasi lapangan untuk mengidentifikasi keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem yang dihasilkan dari sistem agroforestri tradisional. Hasil penelitian siswa dapat dipresentasikan kepada masyarakat lokal dan pemangku kepentingan lainnya untuk meningkatkan kesadaran dan apresiasi terhadap peran kearifan lokal dalam konservasi. Dalam konteks penelitian, etnosains memberikan ruang yang luas untuk eksplorasi dan inovasi dalam pengembangan pendekatan konservasi yang lebih kontekstual, partisipatif, dan berkelanjutan. Penelitian etnosains dalam konservasi harus diarahkan untuk menghasilkan pengetahuan dan praktik-praktik yang relevan dan bermanfaat bagi masyarakat lokal, serta berkontribusi pada kebijakan dan program konservasi yang lebih efektif dan adil. Penelitian juga harus memperhatikan aspek etika dan hak-hak masyarakat adat dan lokal, serta memastikan bahwa hasil penelitian dapat diakses

dan dimanfaatkan oleh masyarakat. Beberapa contoh penelitian etnosains dalam konservasi yang dapat dikembangkan antara lain:

1. Studi etnobotani tentang jenis-jenis tumbuhan yang digunakan dalam sistem agroforestri tradisional, serta potensinya untuk restorasi ekosistem hutan dan pengembangan mata pencaharian berkelanjutan.
2. Penelitian etnoekologi tentang praktik-praktik pengelolaan sumber daya pesisir dan laut berbasis masyarakat, seperti Sasi Laut atau Lilifuk, serta efektivitasnya dalam menjaga keanekaragaman hayati dan ketahanan ekosistem.
3. Studi antropologi tentang sistem kepercayaan, nilai-nilai budaya, dan kelembagaan adat yang mendasari praktik-praktik konservasi tradisional, serta potensinya untuk diintegrasikan dalam tata kelola sumber daya alam modern.
4. Penelitian interdisipliner tentang dampak perubahan iklim terhadap pengetahuan dan praktik-praktik konservasi tradisional, serta strategi adaptasi berbasis kearifan lokal yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan ketahanan masyarakat dan ekosistem.

Melalui pendidikan dan penelitian yang mengintegrasikan etnosains dan sains modern, kita dapat mengembangkan generasi penerus yang lebih peka terhadap nilai-nilai konservasi berbasis kearifan lokal, serta menghasilkan inovasi dan solusi yang lebih kontekstual dan berkelanjutan untuk melestarikan keanekaragaman hayati dan ekosistem Indonesia. Dengan demikian, kita dapat memperkuat peran Indonesia sebagai negara megabiodiversitas yang tidak hanya kaya akan sumber daya alam, tetapi juga kaya akan pengetahuan dan kebijaksanaan dalam mengelola alam secara arif dan bijaksana. Sebagai negara dengan keanekaragaman hayati dan kearifan lokal yang luar biasa, Indonesia memiliki potensi yang besar untuk menjadi pemimpin global dalam pengembangan pendekatan konservasi yang berbasis pada etnosains. Dengan mengintegrasikan pengetahuan dan praktik-praktik konservasi tradisional dengan sains dan teknologi modern, Indonesia dapat menawarkan model-model konservasi yang inovatif, partisipatif, dan berkelanjutan, yang dapat menjadi inspirasi bagi negara-negara lain yang menghadapi tantangan

serupa dalam pelestarian alam. Untuk mewujudkan visi ini, diperlukan komitmen dan kerja sama dari semua pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, masyarakat adat dan lokal, akademisi, LSM, dan sektor swasta. Pemerintah perlu mengembangkan kebijakan dan regulasi yang mendukung pelestarian kearifan lokal dan integrasi etnosains dalam pengelolaan sumber daya alam. Masyarakat adat dan lokal perlu diberdayakan sebagai mitra utama dalam pengambilan keputusan dan pelaksanaan program-program konservasi. Akademisi dan peneliti perlu mengembangkan penelitian yang relevan dan aplikatif, serta membangun kapasitas masyarakat lokal dalam pendokumentasian dan pelestarian kearifan lokal. LSM dan sektor swasta perlu mendukung upaya-upaya konservasi berbasis masyarakat, serta mengembangkan model-model bisnis yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dengan bersatu dan bersinergi dalam mewujudkan konservasi berbasis etnosains, Indonesia dapat menjadi contoh bagi dunia dalam membangun harmoni antara manusia dan alam, serta dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berpijak pada jati diri dan kearifan bangsa. Kita dapat menunjukkan bahwa pelestarian alam dan pengembangan ekonomi tidak harus saling bertentangan, tetapi dapat saling menguatkan dan memberikan manfaat bagi generasi sekarang dan masa depan. Sebagai generasi muda Indonesia, kita memiliki tanggung jawab yang besar dalam melanjutkan warisan kearifan lokal dan menjaga kelestarian alam Nusantara. Dengan mempelajari, menghargai, dan mengaplikasikan etnosains dalam kehidupan sehari-hari, kita dapat menjadi agen perubahan yang membawa Indonesia menuju masa depan yang lebih hijau, lebih adil, dan lebih sejahtera. Dengan demikian, kita tidak hanya menjaga keindahan dan kekayaan alam Indonesia, tetapi juga memperkuat jati diri dan kebanggaan kita sebagai bangsa yang arif dan bijaksana dalam menyikapi alam. Perjalanan kita dalam menjelajahi peran etnosains dalam konservasi keanekaragaman hayati dan ekosistem telah membawa kita pada pemahaman yang lebih dalam tentang kekayaan pengetahuan dan kebijaksanaan yang dimiliki oleh para leluhur kita dalam menjaga harmoni antara manusia dan alam. Kita telah melihat bagaimana kearifan lokal, yang terakumulasi selama berabad-abad, dapat memberikan landasan yang kuat bagi upaya-upaya pelestarian

alam yang lebih kontekstual, partisipatif, dan berkelanjutan.

Namun, perjalanan kita belum berakhir. Masih banyak lagi dimensi etnosains yang perlu kita eksplorasi dan integrasikan dalam berbagai aspek kehidupan kita, termasuk dalam pengelolaan sumber daya alam yang lain, seperti energi. Dengan meningkatnya kebutuhan energi dan ancaman perubahan iklim, pengembangan sumber-sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan menjadi semakin penting. Dan sekali lagi, etnosains dapat memberikan inspirasi dan panduan yang berharga dalam upaya ini. Dalam bab selanjutnya, kita akan menjelajahi bagaimana etnosains dapat berkontribusi dalam pengembangan energi terbarukan di Indonesia. Kita akan melihat contoh-contoh kearifan lokal dalam pemanfaatan sumber daya energi, seperti air, angin, atau biomassa, serta potensi integrasinya dengan teknologi energi terbarukan modern. Kita juga akan mendiskusikan peran etnosains dalam pendidikan dan penelitian energi terbarukan, serta pentingnya kolaborasi lintas disiplin dan lintas budaya dalam membangun masa depan energi yang lebih bersih, adil, dan berkelanjutan.

3.6 Energi Masa Depan dari Masa Lalu: Etnosains dan Energi Terbarukan

Di tengah meningkatnya kebutuhan energi global dan ancaman perubahan iklim, transisi menuju sistem energi yang lebih bersih, adil, dan berkelanjutan menjadi sebuah keniscayaan. Kita tidak bisa lagi mengandalkan sumber-sumber energi fosil yang terbatas dan mencemari lingkungan. Kita perlu mengembangkan sumber-sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, seperti energi surya, angin, air, dan biomassa. Namun, pengembangan energi terbarukan bukan hanya tentang teknologi dan infrastruktur, tetapi juga tentang kebijaksanaan dalam mengelola sumber daya alam secara arif dan berkelanjutan.

Di sinilah etnosains, sebagai sistem pengetahuan tradisional yang berakar pada kearifan lokal dan pengalaman yang terakumulasi selama berabad-abad, dapat

memberikan inspirasi dan panduan yang berharga dalam pengembangan energi terbarukan. Masyarakat adat dan lokal di berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia, telah lama memanfaatkan sumber-sumber energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari mereka, seperti tenaga air untuk menggerakkan kincir atau tenaga angin untuk menjalankan perahu. Mereka juga memiliki pengetahuan yang mendalam tentang pengelolaan sumber daya alam secara arif dan berkelanjutan, yang dapat menjadi landasan bagi pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berbasis masyarakat. Dalam bab ini, kita akan menjelajahi bagaimana etnosains dapat berkontribusi dalam pengembangan energi terbarukan di Indonesia. Kita akan melihat contoh-contoh kearifan lokal dalam pemanfaatan sumber daya energi, serta potensi integrasinya dengan teknologi energi terbarukan modern. Kita juga akan mendiskusikan peran etnosains dalam pendidikan dan penelitian energi terbarukan, serta pentingnya kolaborasi lintas disiplin dan lintas budaya dalam membangun masa depan energi yang lebih bersih, adil, dan berkelanjutan. Mari kita mulai perjalanan ini dengan semangat untuk belajar dari kebijaksanaan masa lalu dan mengintegrasikannya dengan inovasi masa depan.

Indonesia adalah negara yang kaya akan sumber daya energi terbarukan, seperti tenaga air, panas bumi, angin, surya, dan biomassa. Potensi energi terbarukan Indonesia diperkirakan mencapai lebih dari 400 GW, jauh melebihi total kapasitas pembangkit listrik saat ini yang hanya sekitar 60 GW. Namun, pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia masih relatif rendah, hanya sekitar 8%. Masyarakat adat dan lokal di berbagai wilayah Indonesia telah lama memanfaatkan sumber-sumber energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari mereka. Salah satu contohnya adalah pemanfaatan tenaga air dalam sistem irigasi tradisional, seperti subak di Bali atau panrilik di Sulawesi Selatan. Sistem irigasi ini tidak hanya mengairi sawah, tetapi juga menggerakkan kincir air untuk menggiling padi atau menghasilkan listrik skala kecil. Kearifan lokal dalam pengelolaan air, seperti pembagian air secara adil dan efisien, pemeliharaan saluran irigasi secara gotong-royong, serta pelestarian hutan sebagai daerah tangkapan air, menjadi kunci keberlanjutan sistem irigasi ini.

Contoh lain kearifan lokal dalam pemanfaatan energi terbarukan adalah pemanfaatan energi angin dalam teknologi pelayaran tradisional, seperti pinisi di Sulawesi Selatan atau jukung di Madura. Perahu-perahu tradisional ini telah berlayar di perairan Nusantara selama berabad-abad, dengan memanfaatkan energi angin melalui layar yang dirancang secara aerodinamis. Kearifan lokal dalam pembuatan perahu, seperti pemilihan jenis kayu yang kuat dan ringan, teknik pembuatan lambung yang streamline, serta pengetahuan tentang pola angin musiman, memungkinkan pelayaran jarak jauh yang efisien dan ramah lingkungan. Kearifan lokal dalam pemanfaatan energi biomassa juga dapat ditemukan dalam berbagai praktik pertanian dan kehutanan tradisional di Indonesia. Misalnya, masyarakat Dayak di Kalimantan telah lama mempraktikkan sistem perladangan gilir balik, di mana lahan bekas ladang dibiarkan bera untuk memulihkan kesuburan tanah dan memungkinkan regenerasi hutan. Biomassa dari hutan bera ini kemudian dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk berbagai kebutuhan energi, seperti kayu bakar atau bahan baku biogas. Kearifan lokal dalam pengelolaan hutan, seperti pemilihan jenis pohon yang cepat tumbuh dan memiliki nilai kalor tinggi, serta pengaturan waktu dan intensitas pemanenan, menjadi kunci keberlanjutan sistem perladangan gilir balik ini.

Kearifan lokal dalam pemanfaatan energi terbarukan, seperti contoh-contoh di atas, mengandung prinsip-prinsip keberlanjutan, efisiensi, dan keadilan yang dapat menjadi inspirasi bagi pengembangan teknologi energi terbarukan modern. Namun, integrasi etnosains dan teknologi modern ini bukan berarti sekadar mengadopsi praktik-praktik tradisional secara utuh, melainkan mengadaptasikannya dengan konteks dan kebutuhan masyarakat saat ini, serta memperkuatnya dengan inovasi dan riset ilmiah terkini. Salah satu contoh integrasi etnosains dan teknologi energi terbarukan modern adalah pengembangan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) yang terintegrasi dengan sistem irigasi tradisional. Di beberapa daerah di Indonesia, seperti di Jawa Barat atau Sumatera Barat, PLTMH telah dikembangkan dengan memanfaatkan aliran air irigasi yang sudah ada, seperti saluran irigasi atau air terjun kecil. PLTMH ini menggunakan turbin dan generator modern untuk

menghasilkan listrik, namun tetap mempertahankan prinsip-prinsip pengelolaan air secara arif dan partisipatif yang berakar pada kearifan lokal masyarakat. Dengan mengintegrasikan PLTMH ke dalam sistem irigasi tradisional, masyarakat tidak hanya mendapatkan manfaat air untuk pertanian, tetapi juga energi listrik untuk kebutuhan rumah tangga atau produktif. Contoh lain integrasi etnosains dan teknologi energi terbarukan adalah pengembangan biogas berbasis limbah pertanian atau peternakan. Di banyak daerah pedesaan di Indonesia, limbah pertanian seperti jerami padi atau kotoran ternak seringkali hanya dibakar atau dibuang begitu saja, yang dapat mencemari lingkungan dan memboroskan potensi energi. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal dalam pengelolaan limbah, seperti pengomposan atau penggunaan kembali limbah sebagai pupuk, dengan teknologi biogas modern, limbah-limbah ini dapat diubah menjadi energi yang bermanfaat. Biogas yang dihasilkan dapat digunakan untuk memasak, penerangan, atau bahkan pembangkit listrik skala kecil. Integrasi ini tidak hanya meningkatkan akses energi bersih bagi masyarakat, tetapi juga mengurangi emisi gas rumah kaca dan menciptakan siklus nutrisi yang lebih berkelanjutan.

Pengembangan energi surya juga dapat mengambil inspirasi dari kearifan lokal dalam arsitektur dan tata ruang tradisional. Banyak rumah adat di Indonesia, seperti rumah Joglo di Jawa atau rumah Tongkonan di Toraja, dirancang dengan mempertimbangkan aspek pencahayaan dan penghawaan alami, serta orientasi terhadap matahari dan arah angin. Prinsip-prinsip ini dapat diadaptasi dalam perancangan bangunan modern yang hemat energi dan ramah lingkungan, dengan mengintegrasikan teknologi panel surya atau atap hijau. Integrasi ini tidak hanya mengurangi kebutuhan energi untuk pencahayaan dan pendinginan, tetapi juga menciptakan ruang hidup yang lebih sehat dan nyaman.

Untuk mewujudkan potensi integrasi etnosains dan teknologi energi terbarukan, pendidikan dan penelitian memainkan peran yang sangat penting. Dalam konteks pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), pengintegrasian etnosains dan kearifan lokal ke dalam kurikulum dan pembelajaran dapat membantu siswa memahami relevansi dan aplikasi sains dalam konteks lokal, serta mengembangkan apresiasi

terhadap pengetahuan dan praktik-praktik pemanfaatan energi secara tradisional. Pendekatan pembelajaran yang kontekstual, partisipatif, dan berbasis proyek dapat mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam mengeksplorasi, mendokumentasikan, dan mengembangkan solusi energi terbarukan yang berakar pada kearifan lokal. Misalnya, dalam pembelajaran tentang energi, siswa dapat melakukan proyek penelitian tentang praktik-praktik pemanfaatan energi tradisional di komunitas mereka, seperti penggunaan kincir air atau tungku biomassa. Siswa dapat mewawancarai tetua adat atau praktisi lokal untuk mempelajari prinsip-prinsip kerja, bahan-bahan yang digunakan, serta nilai-nilai budaya dan ekologi yang mendasari praktik tersebut. Siswa juga dapat melakukan eksperimen atau simulasi untuk memahami konsep-konsep fisika yang terkait, seperti konversi energi atau efisiensi. Hasil penelitian siswa dapat dipresentasikan kepada masyarakat lokal dan pemangku kepentingan lainnya untuk meningkatkan kesadaran dan apresiasi terhadap potensi integrasi etnosains dan teknologi energi terbarukan. Dalam konteks penelitian, etnosains memberikan ruang yang luas untuk eksplorasi dan inovasi dalam pengembangan teknologi energi terbarukan yang lebih kontekstual, partisipatif, dan berkelanjutan. Penelitian etnosains dalam energi terbarukan harus diarahkan untuk menghasilkan solusi-solusi yang relevan dan bermanfaat bagi masyarakat lokal, serta berkontribusi pada kebijakan dan program energi yang lebih inklusif dan adil. Penelitian juga harus memperhatikan aspek etika dan hak-hak masyarakat adat dan lokal, serta memastikan bahwa hasil penelitian dapat diakses dan dimanfaatkan oleh masyarakat. Beberapa contoh penelitian etnosains dalam energi terbarukan yang dapat dikembangkan antara lain:

1. Studi etnografi tentang praktik-praktik pemanfaatan energi tradisional di berbagai komunitas adat di Indonesia, serta potensinya untuk diintegrasikan dengan teknologi energi terbarukan modern.
2. Penelitian partisipatif tentang pengembangan sistem energi terbarukan berbasis masyarakat, seperti PLTMH atau biogas, yang mengintegrasikan kearifan lokal dalam pengelolaan sumber daya alam dan tata kelola energi.

3. Studi interdisipliner tentang dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan dari pengembangan energi terbarukan berbasis etnosains, serta strategi untuk memaksimalkan manfaat dan meminimalkan risiko bagi masyarakat lokal.
4. Penelitian tindakan tentang pengembangan model pendidikan dan pelatihan energi terbarukan yang mengintegrasikan etnosains dan sains modern, serta melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal dalam proses pembelajaran dan inovasi.

Melalui pendidikan dan penelitian yang mengintegrasikan etnosains dan sains modern, kita dapat mengembangkan generasi penerus yang lebih peka terhadap potensi dan tantangan pengembangan energi terbarukan berbasis kearifan lokal, serta menghasilkan solusi-solusi energi yang lebih kontekstual, partisipatif, dan berkelanjutan. Dengan demikian, kita dapat memperkuat peran Indonesia sebagai negara yang kaya akan sumber daya energi terbarukan dan kearifan lokal, serta menjadi contoh bagi dunia dalam membangun masa depan energi yang lebih bersih, adil, dan berdaulat. Pengembangan energi terbarukan berbasis etnosains tidak hanya penting untuk menjawab tantangan perubahan iklim dan mewujudkan pembangunan berkelanjutan, tetapi juga untuk memperkuat kedaulatan energi Indonesia. Kedaulatan energi berarti kemampuan negara dan masyarakat untuk menentukan dan mengendalikan sumber-sumber energi mereka sendiri, serta menggunakannya untuk memenuhi kebutuhan dan aspirasi mereka sendiri. Dengan memanfaatkan kekayaan sumber daya energi terbarukan dan kearifan lokal yang dimilikinya, Indonesia dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil impor, serta menciptakan sistem energi yang lebih tangguh, adil, dan berkelanjutan. Untuk mewujudkan kedaulatan energi Indonesia melalui etnosains, diperlukan sinergi dan kolaborasi dari semua pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, masyarakat adat dan lokal, akademisi, swasta, dan organisasi masyarakat sipil. Pemerintah perlu mengembangkan kebijakan dan regulasi yang mendukung pengembangan energi terbarukan berbasis etnosains, serta memprioritaskan investasi dan insentif untuk proyek-proyek energi yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal. Masyarakat adat dan lokal perlu diberdayakan sebagai mitra utama dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengelolaan proyek-proyek energi terbarukan, serta diberikan

akses yang adil terhadap manfaat dan keuntungan yang dihasilkan. Akademisi dan peneliti perlu mengembangkan penelitian yang relevan dan aplikatif, serta membangun kapasitas masyarakat lokal dalam pengembangan dan pengelolaan energi terbarukan. Swasta perlu menjalin kemitraan yang setara dan saling menguntungkan dengan masyarakat lokal, serta mengembangkan model-model bisnis energi terbarukan yang inklusif dan berkelanjutan. Organisasi masyarakat sipil perlu mengadvokasi kebijakan dan praktik-praktik energi terbarukan yang adil dan ramah lingkungan, serta memfasilitasi pertukaran pengetahuan dan pengalaman antar komunitas. Dengan bersinergi dan berkolaborasi dalam mengembangkan energi terbarukan berbasis etnosains, kita dapat mewujudkan visi Indonesia sebagai negara yang berdaulat secara energi, yang mampu memenuhi kebutuhannya sendiri secara berkelanjutan dan berkeadilan. Kita dapat menunjukkan kepada dunia bahwa kearifan lokal dan inovasi modern dapat berjalan beriringan dalam membangun masa depan energi yang lebih cerah dan bermartabat bagi semua. Sebagai generasi muda Indonesia, kita memiliki tanggung jawab yang besar dalam meneruskan warisan kearifan lokal dan menjaga kedaulatan energi bangsa kita. Dengan mempelajari, menghargai, dan mengembangkan etnosains dalam bidang energi terbarukan, kita dapat menjadi agen perubahan yang membawa Indonesia menuju masa depan energi yang lebih mandiri, adil, dan berkelanjutan. Dengan demikian, kita tidak hanya berkontribusi pada upaya global melawan perubahan iklim, tetapi juga memperkuat jati diri dan martabat kita sebagai bangsa yang kaya akan sumber daya alam dan kearifan dalam mengelolanya. Perjalanan kita dalam menjelajahi peran etnosains dalam pengembangan energi terbarukan telah membuka mata kita tentang kekayaan pengetahuan dan kebijaksanaan yang dimiliki oleh para leluhur kita dalam memanfaatkan sumber daya energi secara arif dan berkelanjutan. Kita telah melihat bagaimana kearifan lokal, yang terakumulasi selama berabad-abad, dapat memberikan inspirasi dan landasan bagi inovasi energi terbarukan yang lebih kontekstual, partisipatif, dan berdaulat. Namun, perjalanan kita belum berakhir. Masih banyak lagi dimensi etnosains yang perlu kita gali dan integrasikan dalam berbagai aspek kehidupan kita, termasuk dalam pengembangan

teknologi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan secara luas. Etnosains, dengan prinsip-prinsip keberlanjutan, kearifan, dan keadilannya, dapat menjadi kompas yang menuntun kita dalam mewujudkan pembangunan yang lebih hijau, inklusif, dan berkeadilan.

3.7 Menuju Indonesia Emas 2045: Peran Vital Etnosains dalam Pembangunan Berkelanjutan

Indonesia memiliki visi yang ambisius untuk menjadi negara maju dan masuk dalam lima besar ekonomi dunia pada tahun 2045, bertepatan dengan 100 tahun kemerdekaan Indonesia. Visi ini, yang dikenal sebagai Indonesia Emas 2045, menuntut transformasi yang menyeluruh dan berkelanjutan dalam berbagai aspek pembangunan, mulai dari ekonomi, sosial, budaya, hingga lingkungan. Untuk mewujudkan visi ini, Indonesia perlu menggali dan memanfaatkan seluruh potensi dan kekayaan yang dimilikinya, termasuk kearifan lokal dan pengetahuan tradisional yang berakar dari keragaman budaya Nusantara.

Etnosains, sebagai studi tentang sistem pengetahuan lokal yang dimiliki oleh kelompok masyarakat tertentu, memiliki peran yang vital dalam mendukung pembangunan berkelanjutan menuju Indonesia Emas 2045. Etnosains mengandung kebijaksanaan dan pemahaman mendalam tentang hubungan antara manusia, alam, dan budaya, yang telah teruji oleh waktu dan terbukti efektif dalam menjaga keseimbangan dan kelestarian lingkungan. Dengan mengintegrasikan etnosains ke dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan, Indonesia dapat mencapai kemajuan ekonomi yang inklusif, berkeadilan, dan ramah lingkungan, serta memperkuat ketahanan dan identitas bangsa dalam menghadapi tantangan global. Dalam bab penutup ini, kita akan merefleksikan kembali perjalanan kita dalam menjelajahi peran etnosains dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan penerapannya dalam berbagai aspek kehidupan. Kita akan mengkaji bagaimana integrasi etnosains dalam pembangunan berkelanjutan dapat mendukung pencapaian In-

Indonesia Emas 2045, serta memperkuat peran Indonesia sebagai negara yang kaya akan budaya, pengetahuan, dan inovasi dalam menjawab tantangan global. Kita juga akan merefleksikan bagaimana perjalanan ini telah memperkaya pemahaman kita tentang keterkaitan antara sains, budaya, dan keberlanjutan, serta memperkuat tekad kita untuk menjadi agen perubahan dalam membangun masa depan yang lebih baik bagi Indonesia dan dunia. Salah satu aspek penting dalam mewujudkan Indonesia Emas 2045 adalah pembangunan ekonomi yang inklusif, berkeadilan, dan berkelanjutan. Indonesia perlu menggali potensi ekonomi berbasis pengetahuan dan inovasi, yang tidak hanya mengejar pertumbuhan, tetapi juga memperhatikan pemerataan kesejahteraan dan kelestarian lingkungan. Etnosains dapat memberikan landasan yang kuat bagi pengembangan ekonomi berbasis pengetahuan lokal dan kearifan tradisional, yang lebih berakar pada konteks sosial-budaya dan kondisi ekologis setempat.

Salah satu contoh integrasi etnosains dalam pembangunan ekonomi adalah pengembangan ekowisata berbasis masyarakat. Indonesia memiliki kekayaan alam dan budaya yang luar biasa, yang menjadi daya tarik wisata dunia. Namun, pengembangan pariwisata yang tidak terkendali dan tidak memperhatikan keberlanjutan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat lokal. Dengan mengintegrasikan kearifan lokal dalam pengelolaan ekowisata, seperti sistem zonasi, arsitektur vernakular, atau pengelolaan sampah berbasis masyarakat, Indonesia dapat mengembangkan pariwisata yang lebih berkelanjutan, inklusif, dan bermanfaat bagi masyarakat lokal. Contoh lain integrasi etnosains dalam pembangunan ekonomi adalah pengembangan industri kreatif berbasis budaya dan pengetahuan tradisional. Indonesia memiliki warisan budaya yang kaya dan beragam, mulai dari seni, musik, tari, hingga kerajinan dan kuliner tradisional. Dengan mengintegrasikan etnosains dalam pengembangan industri kreatif, seperti penggunaan bahan alami dan teknik tradisional dalam produksi batik, anyaman, atau gerabah, Indonesia dapat menciptakan produk-produk bernilai tambah tinggi yang mencerminkan identitas dan keunikan budaya lokal. Industri kreatif berbasis etnosains juga dapat membuka peluang kerja dan wirausaha bagi masyarakat lokal, serta melestarikan

dan mengembangkan warisan budaya bangsa.

Pengembangan ekonomi berbasis etnosains juga dapat mendorong inovasi dan kewirausahaan lokal yang lebih kontekstual dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan pengetahuan lokal tentang sumber daya alam, seperti tanaman obat, bahan pewarna alami, atau material bangunan lokal, masyarakat dapat mengembangkan produk-produk inovatif yang ramah lingkungan dan berdaya saing global. Etnosains juga dapat menjadi inspirasi bagi pengembangan teknologi tepat guna yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan kondisi masyarakat lokal, seperti alat pertanian, sistem irigasi, atau teknologi pengolahan pangan tradisional yang lebih efisien dan berkelanjutan. Selain pembangunan ekonomi, mewujudkan Indonesia Emas 2045 juga memerlukan pembangunan sosial-budaya yang inklusif, harmonis, dan berkeadilan. Indonesia adalah negara yang majemuk, dengan lebih dari 1.300 suku bangsa dan 700 bahasa daerah. Keragaman budaya ini merupakan kekayaan dan kekuatan bangsa, namun juga rentan terhadap konflik dan perpecahan jika tidak dikelola dengan baik. Etnosains dapat menjadi jembatan yang menghubungkan keragaman budaya dan memperkuat persatuan bangsa, dengan mengakui dan menghargai kearifan lokal sebagai bagian integral dari identitas dan warisan bersama. Salah satu contoh integrasi etnosains dalam pembangunan sosial-budaya adalah pelestarian dan revitalisasi bahasa dan sastra daerah. Bahasa adalah jantung dari budaya, yang mencerminkan cara pandang, nilai-nilai, dan pengetahuan masyarakat penuturnya. Namun, banyak bahasa daerah di Indonesia yang terancam punah karena kurangnya regenerasi dan dokumentasi. Dengan mengintegrasikan etnosains dalam pembelajaran bahasa dan sastra daerah, seperti penggunaan cerita rakyat, puisi, atau lagu tradisional yang mengandung pengetahuan lokal, generasi muda dapat lebih memahami dan menghargai kearifan leluhur mereka. Pelestarian bahasa daerah juga dapat memperkuat identitas budaya dan ketahanan masyarakat lokal dalam menghadapi arus globalisasi. Contoh lain integrasi etnosains dalam pembangunan sosial-budaya adalah pengembangan pendidikan berbasis kearifan lokal. Sistem pendidikan nasional perlu mengakomodasi keragaman budaya dan pengetahuan lokal, serta mengintegrasikannya ke dalam kurikulum dan pembelajaran. Dengan

mengajarkan etnosains dalam mata pelajaran IPA, siswa dapat lebih memahami relevansi dan aplikasi sains dalam konteks lokal, serta mengembangkan apresiasi terhadap kearifan tradisional dalam mengelola sumber daya alam dan lingkungan. Pendidikan berbasis etnosains juga dapat mendorong inovasi dan kreativitas siswa dalam mengembangkan solusi-solusi lokal untuk masalah-masalah global, seperti perubahan iklim, ketahanan pangan, atau kelestarian keanekaragaman hayati. Integrasi etnosains dalam pembangunan sosial-budaya juga dapat memperkuat modal sosial dan gotong-royong dalam masyarakat. Banyak masyarakat adat dan lokal di Indonesia yang memiliki sistem kelembagaan dan norma sosial yang mengatur hubungan antar manusia dan alam secara harmonis dan berkelanjutan, seperti sistem subak di Bali, sasi di Maluku, atau adat badamai di Kalimantan Tengah. Dengan merevitalisasi dan mengadaptasi kelembagaan lokal ini dalam tata kelola sumber daya alam dan resolusi konflik, Indonesia dapat memperkuat kohesi sosial dan ketahanan masyarakat dalam menghadapi tantangan pembangunan.

Mewujudkan Indonesia Emas 2045 juga menuntut pembangunan lingkungan yang berkelanjutan dan berketahanan. Indonesia adalah negara dengan kekayaan keanekaragaman hayati terbesar kedua di dunia, namun juga menghadapi ancaman serius dari deforestasi, degradasi lahan, pencemaran, dan perubahan iklim. Untuk menjaga kelestarian lingkungan dan mengurangi risiko bencana, Indonesia perlu mengembangkan pendekatan pembangunan yang lebih ramah lingkungan, adaptif, dan berbasis masyarakat. Etnosains dapat memberikan landasan yang kuat bagi pengembangan strategi konservasi, mitigasi, dan adaptasi yang lebih kontekstual dan efektif, dengan belajar dari kearifan lokal dalam mengelola sumber daya alam dan menjaga keseimbangan ekosistem.

Salah satu contoh integrasi etnosains dalam pembangunan lingkungan adalah pengembangan sistem agroforestri berbasis kearifan lokal. Banyak masyarakat adat dan lokal di Indonesia yang memiliki sistem pengelolaan lahan yang mengintegrasikan tanaman pangan, tanaman obat, dan pohon-pohon lokal dalam suatu lanskap yang produktif dan tahan terhadap perubahan iklim, seperti sistem mamar di Timor, dusung di Maluku, atau lembo di Kalimantan Timur. Dengan mengadaptasi

dan mengembangkan sistem agroforestri ini dalam konteks pembangunan modern, Indonesia dapat meningkatkan ketahanan pangan, pendapatan masyarakat, dan jasa ekosistem, serta mengurangi laju deforestasi dan degradasi lahan. Contoh lain integrasi etnosains dalam pembangunan lingkungan adalah pengembangan sistem peringatan dini dan mitigasi bencana berbasis masyarakat. Indonesia adalah negara yang rawan terhadap berbagai bencana alam, seperti gempa bumi, tsunami, banjir, atau kebakaran hutan. Banyak masyarakat adat dan lokal yang memiliki pengetahuan tradisional tentang tanda-tanda alam dan strategi adaptasi terhadap bencana, seperti sistem kearifan smong dalam menghadapi tsunami di Simeulue, Aceh. Dengan mengintegrasikan pengetahuan lokal ini dalam sistem peringatan dini dan mitigasi bencana modern, Indonesia dapat meningkatkan kesiapsiagaan dan ketahanan masyarakat dalam menghadapi bencana, serta mengurangi risiko dan dampak bencana. Integrasi etnosains dalam pembangunan lingkungan juga dapat mendorong inovasi dan teknologi ramah lingkungan yang lebih terjangkau dan tepat guna. Dengan memanfaatkan pengetahuan lokal tentang material dan energi terbarukan, seperti bambu, daun nipah, atau biogas dari limbah pertanian, masyarakat dapat mengembangkan teknologi konstruksi, energi, atau pengolahan limbah yang lebih berkelanjutan dan sesuai dengan kondisi setempat. Etnosains juga dapat menjadi inspirasi bagi pengembangan teknologi biomimetik, yang meniru prinsip-prinsip desain alam dalam menciptakan produk atau sistem yang lebih efisien, adaptif, dan ramah lingkungan. Untuk mewujudkan integrasi etnosains dalam pembangunan berkelanjutan menuju Indonesia Emas 2045, pendidikan dan penelitian memainkan peran yang sangat penting. Dalam konteks pendidikan IPA, pengintegrasian etnosains ke dalam kurikulum dan pembelajaran dapat membantu siswa memahami relevansi dan aplikasi sains dalam konteks lokal, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan solutif dalam menjawab tantangan pembangunan berkelanjutan. Pendekatan pembelajaran yang kontekstual, interdisipliner, dan berbasis proyek dapat mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam mengeksplorasi, mengapresiasi, dan mengembangkan kearifan lokal dalam mengelola sumber daya alam dan lingkungan. Dalam konteks penelitian, etnosains

memberikan ruang yang luas untuk eksplorasi dan inovasi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang lebih kontekstual, partisipatif, dan bermanfaat bagi masyarakat. Penelitian etnosains yang interdisipliner dan lintas-budaya dapat menghasilkan pengetahuan baru tentang hubungan antara manusia, alam, dan budaya, serta mengembangkan solusi-solusi inovatif untuk masalah-masalah pembangunan berkelanjutan, seperti ketahanan pangan, energi terbarukan, konservasi keanekaragaman hayati, atau adaptasi perubahan iklim. Penelitian etnosains juga dapat mendorong dialog dan kolaborasi antara pengetahuan lokal dan sains modern, serta memperkuat peran masyarakat adat dan lokal sebagai mitra sejajar dalam pembangunan berkelanjutan. Untuk mendukung integrasi etnosains dalam pendidikan dan penelitian, diperlukan kebijakan dan program yang kondusif dari pemerintah dan lembaga terkait. Pemerintah perlu mengembangkan kurikulum pendidikan yang mengakomodasi keragaman budaya dan pengetahuan lokal, serta memperkuat kapasitas guru dan sekolah dalam mengajarkan etnosains. Pemerintah juga perlu memprioritaskan pendanaan dan insentif untuk penelitian etnosains yang relevan dengan isu-isu pembangunan berkelanjutan, serta mendorong kemitraan antara lembaga penelitian, masyarakat adat dan lokal, serta sektor swasta dalam mengembangkan inovasi berbasis kearifan lokal.

Selain itu, diperlukan juga upaya-upaya untuk melestarikan, mendokumentasikan, dan mengembangkan pengetahuan lokal dan kearifan tradisional secara partisipatif dan berkelanjutan. Lembaga-lembaga pendidikan, budaya, dan media perlu berperan aktif dalam mempromosikan dan menyebarluaskan nilai-nilai dan praktik-praktik etnosains kepada generasi muda dan masyarakat luas. Masyarakat adat dan lokal juga perlu diberdayakan untuk menjadi pelaku utama dalam pelestarian dan pengembangan pengetahuan lokal, serta dalam pengambilan keputusan yang mempengaruhi kehidupan dan lingkungan mereka. Perjalanan kita dalam menjelajahi peran etnosains dalam pembelajaran IPA dan penerapannya dalam berbagai aspek kehidupan telah membuka cakrawala pemikiran kita tentang kekayaan dan kebijaksanaan budaya bangsa dalam menjaga keharmonisan antara manusia dan alam. Kita telah melihat bagaimana etnosains, dengan prinsip-prinsip

keberlanjutan, kearifan, dan keadilannya, dapat menjadi landasan yang kuat bagi pembangunan Indonesia yang lebih maju, mandiri, dan bermartabat. Kita juga telah memahami bagaimana integrasi etnosains dalam pendidikan, penelitian, dan inovasi dapat memperkuat identitas dan daya saing bangsa dalam kancah global. Namun, perjalanan ini bukan hanya sekadar eksplorasi intelektual, tetapi juga refleksi tentang tanggung jawab dan peran kita sebagai anak bangsa dalam mewujudkan cita-cita Indonesia Emas 2045. Sebagai generasi muda Indonesia, kita memiliki tugas yang mulia untuk meneruskan warisan kearifan leluhur dan mengembangkannya menjadi kekuatan yang membawa Indonesia menjadi bangsa yang berdaulat, adil, dan makmur. Kita perlu menjadi agen perubahan yang mengintegrasikan etnosains dalam setiap aspek kehidupan kita, baik sebagai pelajar, peneliti, wirausaha, maupun warga negara yang bertanggung jawab. Dalam konteks pembelajaran IPA, kita perlu terus mengeksplorasi dan mengapresiasi keterkaitan antara sains, budaya, dan keberlanjutan, serta menerapkannya dalam memecahkan masalah-masalah nyata di masyarakat. Kita perlu menjadi pembelajar yang kritis, kreatif, dan adaptif, yang mampu menggali kearifan dari berbagai sumber pengetahuan, baik dari buku, alam, maupun budaya. Kita juga perlu menjadi komunikator sains yang efektif, yang mampu menjembatani kesenjangan antara pengetahuan ilmiah dan pengetahuan lokal, serta mendorong partisipasi masyarakat dalam pembelajaran dan penerapan sains.

Dalam konteks penelitian dan inovasi, kita perlu menjadi peneliti yang peka terhadap konteks sosial-budaya dan lingkungan, serta mengembangkan pendekatan yang interdisipliner, partisipatif, dan beretika dalam menghasilkan pengetahuan dan teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat. Kita perlu menjalin kolaborasi yang setara dan saling menghormati dengan masyarakat adat dan lokal, serta mengadvokasi kebijakan yang melindungi hak-hak dan kearifan mereka. Kita juga perlu menjadi inovator yang kreatif dan berani, yang mampu mengintegrasikan kearifan lokal dengan sains dan teknologi modern untuk menciptakan solusi-solusi yang berkelanjutan dan berdaya saing global. Dalam konteks kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara, kita perlu menjadi warga negara yang aktif dan

peduli, yang menghargai keberagaman budaya dan menjunjung tinggi nilai-nilai Pancasila dalam mewujudkan Indonesia yang inklusif, harmonis, dan berkeadilan. Kita perlu terlibat dalam upaya-upaya pelestarian budaya, perlindungan lingkungan, dan pemberdayaan masyarakat, serta mengadvokasi kebijakan-kebijakan yang mendukung pembangunan berkelanjutan berbasis kearifan lokal. Kita juga perlu menjadi teladan dalam menerapkan prinsip-prinsip etnosains dalam kehidupan sehari-hari, seperti hidup hemat, peduli sesama, atau menjaga kelestarian alam. . Dengan mengintegrasikan etnosains dalam setiap langkah pembangunan, kita

tidak hanya melestarikan warisan budaya bangsa, tetapi juga memperkuat jati diri dan martabat kita sebagai bangsa yang besar. Kita akan menunjukkan kepada dunia bahwa Indonesia adalah negara yang kaya akan kearifan dan inovasi, yang mampu memberikan kontribusi yang bermakna bagi peradaban dunia yang lebih adil, damai, dan berkelanjutan.

Marilah kita bersama-sama meneruskan perjalanan ini dengan semangat dan optimisme, dengan hati yang lapang dan pikiran yang jernih. Marilah kita bersama-sama belajar, berkarya, dan berbagi, demi terwujudnya Indonesia Emas 2045 yang kita cita-citakan.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberkati dan menuntun langkah kita dalam membangun negeri yang kita cintai ini.

Dengan penuh harapan dan tekad,

Salam Indonesia Emas 2045! ***

Biografi Penulis



Dr. (Cand.) Irfan Ananda Ismail, S.Pd., M.Pd., Gr. merupakan sosok inspiratif yang kini tengah menempuh studi doktoral di Program Studi Pendidikan IPA Universitas Negeri Padang (UNP). Lahir di Batam pada 4 Desember 1999, Irfan tumbuh dalam keluarga sederhana yang menjunjung tinggi nilai pendidikan. Meski dihadapkan pada keterbatasan ekonomi, semangat belajarnya tak pernah surut.

Perjalanan akademis Irfan penuh liku namun sarat makna. Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) diraihinya dengan predikat cum laude, disusul Magister Pendidikan (M.Pd.) yang diselesaikan dalam waktu singkat. Prestasi cemerlangnya mengantarkan Irfan meraih kesempatan prestisius untuk melanjutkan studi doktoral di almamater tercinta. Kini, sebagai mahasiswa S3 Pendidikan IPA UNP, Irfan tidak hanya fokus pada penelitian inovatif di bidang pendidikan kimia, tetapi juga aktif membagikan ilmunya kepada masyarakat luas.

Statusnya sebagai Guru Profesional (Gr.) menjadi bukti komitmennya dalam memajukan dunia pendidikan Indonesia. Kisah Irfan menjadi teladan bahwa latar belakang ekonomi bukanlah penghalang untuk meraih mimpi. Dengan kerja keras, determinasi, dan semangat pantang menyerah, ia membuktikan bahwa setiap anak bangsa memiliki kesempatan yang sama untuk bersinar dan berkontribusi bagi negeri.



ISBN 978-623-98399-3-2

