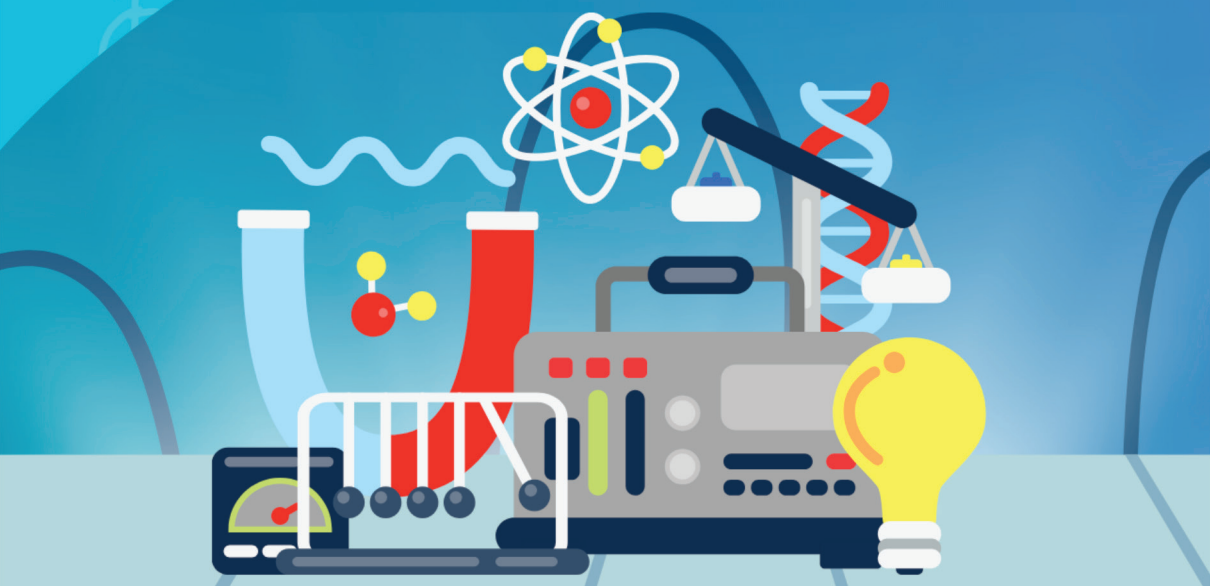
Editor
Dr. Ganjar Yusuf Sopian, M.Pd.

DIWAN PUSTAKA
Menginspirasi Generasi

Pembelajaran IPA Abad 21



Yulianti Yusal, Syarful Annam, Irwandi Rahmat, Musawwir Usman,
Amalia Rahmadani, Sahrani U, A. Afrinaramadhani Hatta, Shoffan Fatkhulloh,
Zulqifli Alqadri, Banu Kisworo, Nur Rahmah Sangkala

Pembelajaran IPA Abad 21

Terima kasih sudah membeli buku cetak/digital edisi resmi.
Anda telah turut mendukung penulis dan penerbit agar terus berusaha membuat buku-buku terbaik bagi semua kalangan pembaca. Mari kita dukung hak cipta penulis dengan tidak menggandakan, memindai, atau mengedarkan sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin. Hak cipta bisa menjadi pendorong kreativitas penulis, penyebarluasan gagasan, dan penguatan nilai-nilai keberagaman.

Salam hangat,
Sahabat Diwan Pustaka

Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta:

(1) 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 Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).

(2) 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).

(3) 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 a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

(4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Pembelajaran IPA Abad 21

Editor

Dr. Ganjar Yusuf Sopian, M.Pd.

Kontributor

- Dr. Yulianti Yusal, S.Pd., M.Pd.
- Syarful Annam, S.Pd., M.Pd.
- Irwandi Rahmat
- Musawwir Usman, M.Pd.
- Amalia Rahmadani, M.Pd.
- Sahrani U, M.Si.
- A. Afrinaramadhani Hatta
- Shoffan Fatkhulloh, S.Pd., M.Pd.
- Zulqifli Alqadri
- Banu Kisworo
- Nur Rahmah Sangkala

Diwan Media Pustaka
Inspiring Generation

Pembelajaran IPA Abad 21

Penulis: Yulianti Yusal, dkk
Editor: Ganjar Yusuf Sopian

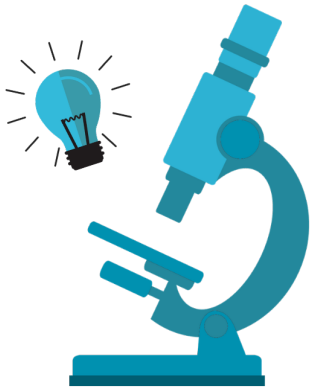
ISBN: 978-634-04-9682-6 (PDF)

xvi + 210 hlm. ; 15,5 x 23 cm
Cetakan ke-1, April 2026

© 2026 PT. Diwan Media Pustaka
Jln. Suka Karya Perumahan Karya Pesona Mandiri Blok L No. 01
Pekanbaru – Riau 28291
Telp. +6285374102055
Email: pustakadiwan@gmail.com
Web: diwanpustaka.com

Redaktur: Khoirul Anam
Layout: M. Zacky Fawaruq
Cover: Rizki Kurniawan

Hak cipta dilindungi oleh undang-udang. Dilarang memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku ini dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.



Kata Pengantar

Dr. Ganjar Yusuf Sopian, M.Pd

Buku Pembelajaran IPA Abad 21 disusun sebagai upaya akademik untuk memberikan landasan konseptual dan praktis mengenai pengembangan pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang relevan dengan tuntutan pendidikan pada abad ke-21. Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan informasi yang berlangsung sangat cepat menuntut adanya transformasi dalam paradigma pembelajaran, dari yang berorientasi pada penguasaan materi menuju pengembangan kompetensi yang lebih kompleks, adaptif, dan kontekstual.

Dalam konteks pendidikan modern, pembelajaran IPA tidak hanya dipahami sebagai proses transfer pengetahuan, tetapi sebagai proses pembentukan kemampuan berpikir ilmiah, pengembangan keterampilan abad 21, serta penumbuhan sikap ilmiah yang mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti. Hakikat IPA sebagai produk, proses, dan sikap ilmiah menuntut pendekatan pembelajaran yang integratif, sehingga peserta didik tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu melakukan penyelidikan, menganalisis data, serta mengkomunikasikan hasil pemikiran secara rasional dan sistematis.

Buku ini menghimpun berbagai kajian yang membahas pembelajaran IPA dalam perspektif abad 21, meliputi landasan teoretis, pengembangan kompetensi abad 21, model pembelajaran inovatif, integrasi teknologi digital, serta pendekatan penilaian autentik yang berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS). Pembahasan dalam setiap bab dirancang untuk memberikan kerangka konseptual sekaligus implikasi praktis yang dapat digunakan dalam konteks pendidikan sekolah maupun pendidikan tinggi.

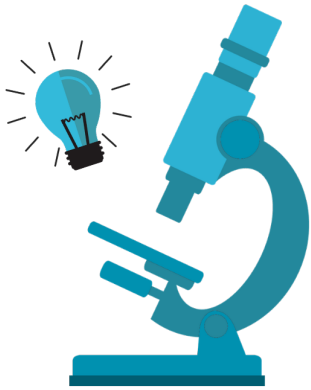
Sebagaimana diketahui bahwa pembelajaran abad 21 menekankan pentingnya keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi, yang harus dikembangkan melalui pembelajaran berbasis inkuiri, pemecahan masalah, dan proyek. Maka, pembelajaran IPA dipandang sebagai wahana strategis untuk mengintegrasikan penguasaan konsep dengan pengembangan kompetensi, literasi sains, literasi digital, serta kemampuan adaptasi terhadap perubahan sosial dan teknologi.

Penyusunan buku ini melibatkan kontribusi dari para akademisi dan praktisi pendidikan yang memiliki kepakaran dalam bidang pendidikan IPA dan pengembangan pembelajaran. Keragaman perspektif yang disajikan diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai pembelajaran IPA abad 21 serta memberikan referensi ilmiah yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran, penelitian, maupun pengembangan kurikulum.

Sebagai naskah akademik, buku ini masih terbuka terhadap penyempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat diperlukan untuk pengembangan edisi berikutnya. Semoga buku ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan keilmuan pendidikan, khususnya dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran IPA yang sesuai dengan tuntutan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pekanbaru, Maret 2026

Editor



Daftar Isi

Kata Pengantar **vii**

BAB 1 HAKIKAT IPA DI ABAD 21: PRODUK-PROSES -SIKAP DAN NATURE OF SCIENCE (NoS) **1**
Dr. Yulianti Yusal, S.Pd., M.Pd.

A. Hakikat IPA sebagai Fondasi Pembelajaran Abad 21 1
B. IPA sebagai Produk (Scientific Knowledge) 2
C. IPA sebagai Proses 4
D. IPA Sebagai Sikap (*Scientific Attitudes and Values*) 6
E. *Nature of Science* (NoS): Konsep, Dimensi, dan Kerakteristik 10
F. Integrasi Produk-Proses-Sikap dengan NoS 12
G. Daftar Pustaka 12
H. Biografi Penulis 15

BAB 2 KOMPETENSI ABAD 21 DALAM PEMBELAJARAN IPA **17**
Syarful Annam, S.Pd., M.Pd.

A. Pengertian Kompetensi Abad 21 18
B. Kerangka 4C dalam Pembelajaran IPA 19

C. Landasan Teoritis Pembelajaran IPA Abad 21 19
D. Implementasi Kompetensi Abad 21
. dalam Pembelajaran IPA 21
E. Penilaian Kompetensi Abad 21 dalam Pembelajaran IPA 23
F. Tantangan dan Peluang Implementasi 24
G. Implikasi bagi Guru dan Kebijakan Pendidikan 25
H. Penutup 27
I. Daftar Pustaka 27
J. Biografi Penulis 29

BAB 3 MODEL PEMBELAJARAN ABAD 21 31
Irwandi Rahmat
A. Landasan Konseptual Model Pembelajaran Abad 21 32
B. Ragam Model Pembelajaran Abad 21 35
C. Model Kunci Berbasis Temuan Terkini 36
D. Media Pembelajaran Abad 21 38
E. Daftar Pustaka 40

BAB 4 INTEGRASI PEMBELAJARAN STEM DALAM PEMBELAJARAN IPA 43
Musawwir Usman, M.Pd.
A. Konsep dan Hakikat Pembelajaran STEM 44
B. Landasan Teoritis Pembelajaran STEM 45
C. Karakteristik Pembelajaran STEM 46
D. Integrasi STEM dalam Pembelajaran IPA 47
E. Peran Pendidik dan Peserta Didik
. dalam Pembelajaran STEM 48
F. Tantangan Implementasi Pembelajaran STEM 49
G. Peluang Pembelajaran STEM dalam Pembelajaran IPA 49
H. Implikasi Pembelajaran STE
. terhadap Pendidikan Abad 21 50
I. Praktik Baik Pembelajaran STEM
. dalam Pembelajaran IPA 51
J. Penutup 53
K. Daftar Pustaka 54
L. Biografi Penulis 58

BAB 5 PEMBELAJARAN IPA BERBASIS SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES **59**
Amalia Rahmadani, M.Pd.
A. Kerangka Pembelajaran SSI 60
B. Manfaat Pembelajaran SSI 66
C. Tantangan Pembelajaran SSI 67
D. Daftar Pustaka 68
E. Biografi Penulis 70

BAB 6 PEMBELAJARAN IPA BERDIFERENSIASI: KERANGKA KONSEPTUAL DAN PRAKTIK **71**
Musawwir Usman, M.Pd.
A. Keragaman Peserta Didik dalam Pembelajaran IPA 72
B. Konsep Pembelajaran Berdiferensiasi 74
C. Pembelajaran Berdiferensiasi
. dalam Konteks Pembelajaran IPA 77
D. Praktik Implementasi Pembelajaran IPA Berdiferensiasi 79
E. Penutup 80
F. Daftar Pustaka 81
G. Biografi Penulis 83

BAB 7 DESAIN PEMBELAJARAN IPA BERBASIS CASE METHOD **85**
Sahrani U, M.Si.
A. Landasan Teoretis Case Method dalam Pembelajaran IPA 86
B. Karakteristik Pembelajaran IPA Berbasis Case Method 87
C. Tahapan Desain Pembelajaran IPA Berbasis Case Method 91
D. Kelebihan dan Tantangan Implementasi 92
E. Penutup 94
F. Daftar Pustaka 94
G. Biografi Penulis 95

BAB 8 KONSEP DASAR MEDIA PEMBELAJARAN IPA **97**
A. Afrinaramadhani Hatta
A. Hakikat Media Pembelajaran IPA 97
B. Landasan Teoretis Media Pembelajaran IPA 98
C. Fungsi dan Manfaat Media Pembelajaran IPA 100
D. Klasifikasi dan Jenis Media Pembelajaran IPA 101
E. Prinsip Pemilihan Media Pembelajaran IPA 102
F. Media Pembelajaran IPA dalam Proses Pembelajaran 103
G. Tantangan Penggunaan Media Pembelajaran IPA 105
H. Daftar Pustaka 106
I. Biografi Penulis 108

BAB 9 MERANCANG PEMBELAJARAN DIGITAL UNTUK IPA **109**
Shoffan Fatkhulloh, S.Pd., M.Pd.
A. Desain Instruksional untuk Pembelajaran Digital 110
B. Prinsip Desain Pembelajaran Digital 115
C. Model dan Strategi Pembelajaran Digital 116
D. Platform dan Teknologi Digital untuk Pembelajaran IPA 118
E. Integrasi Desain, Model, dan Teknologi 119
F. Tantangan dalam Merancang Pembelajaran Digital 120
G. Kesimpulan 121
H. Daftar Pustaka 121
I. Biografi Penulis 122

BAB 10 ASESMEN ALTERNATIF DALAM PEMBELAJARAN IPA ABAD 21 **123**
Zulqifli Alqadri
A. Asesmen Kinerja untuk Proses dan Produk dalam Pembelajaran IPA 124
B. Asesmen Portofolio dalam Pembelajaran IPA 129
C. Asesmen Diri dan Teman Sejawat dalam Pembelajaran IPA 131
D. Daftar Pustaka 134
E. Biografi Penulis 142

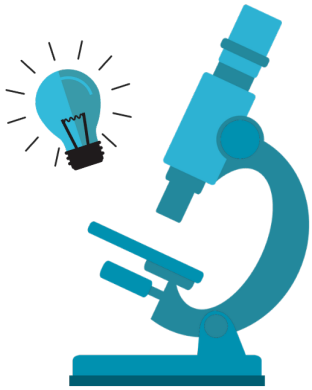
BAB 11 PENINGKATAN KETERAMPILAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN DALAM PEMBELAJARAN IPA **143**
Dr. Yulianti Yusal, S.Pd., M.Pd.
A. Hakikat Pengambilan Keputusan dalam Pembelajaran IPA 143
B. Urgensi Keterampilan Pengambilan Keputusan dalam Pembelajaran IPA Abad 21 145
C. Kerangka Konseptual Pengambilan Keputusan dalam Pembelajaran IPA 146
D. Indikator dan Komponen Keterampilan Pengambilan Keputusan 148
E. Strategi Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Pengambilan Keputusan 151
F. Asesmen Keterampilan Pengambilan Keputusan dalam Pembelajaran IPA 153
G. Daftar Pustaka 154
H. Biografi Penulis 157

BAB 12 STEM-PjBL DALAM PEMBELAJARAN IPA **159**
Banu Kisworo
A. Science, Technology, Engineering, and Mathematics 160
B. Engineering Design Process (EDP) dalam kegiatan STEM 163
C. STEM-Project Based Learning 166
D. Contoh Praktik Baik (Best Practice) dalam Pembelajaran STEM-PjBL 168
E. Daftar Pustaka 171
F. Biografi Penulis 172

BAB 13 PERSIAPAN LABORATORIUM IPA: DARI PERENCANAAN HINGGA PELAKSANAAN PRAKTIKUM **173**
Sahrani U, M.Si.
A. Perencanaan Kegiatan Praktikum IPA 175
B. Persiapan dan Pelaksanaan Praktikum IPA 179
C. Daftar Pustaka 182
D. Biografi Penulis 183

BAB 14 KESIAPAN CALON GURU IPA DALAM PEMBELAJARAN ABAD 21 BERBASIS INKUIRI DAN TEKNOLOGI 185
Nur Rahmah Sangkala
A. Tantangan dan Profil Calon Guru IPA Masa Kini 185
B. Konsep dan Dimensi Kesiapan Calon Guru IPA 188
C. Indikator dan Faktor yang Mempengaruhi Kesiapan Calon Guru IPA 190
D. Menata Ulang Arah Penguatan Kesiapan Calon Guru IPA 194
E. Daftar Pustaka 195
F. Biografi Penulis 197

BAB 15 PERSPEKTIF GURU TERHADAP PEMBELAJARAN STEM 199
Nur Rahmah Sangkala 199
A. Faktor Kognitif, Afektif, dan Motivasi Guru Terhadap STEM 199
B. Tantangan Implementasi STEM dari Perspektif Guru 201
C. Peran Pengembangan Profesional dan Dukungan Teknologi 203
D. Implikasi terhadap Praktik Pembelajaran STEM di Kelas 206
E. Sintesis Perspektif Guru terhadap Pembelajaran STEM 206
F. Daftar Pustaka 207
G. Biografi Penulis 208



Daftar Tabel

Tabel 5.1. Kerangka Pembelajaran SSI dengan STREAM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) untuk Memfasilitasi Literasi Sains 66

Tabel 10.1. Contoh rubrik holistik asesmen kinerja (Proses) 126

Tabel 10.2. Contoh rubrik analitik asesmen kinerja (produk) aspek kesesuaian produk dengan materi 127

Tabel 10.3. Contoh rubrik analitik asesmen kinerja (produk) aspek kegunaan produk 128

Tabel 10.4. Contoh rubrik analitik asesmen kinerja (produk) aspek keunikan (orisinalitas) produk 128

Tabel 11.1. Matriks Keputusan 150

Tabel 12.1. Perbedaan Praktik sains dan enjinering. 164

Tabel 12.2. Tahapan Pembelajaran STEM-PjBL 167

Tabel 14.1. Keterkaitan indikator dan faktor kesiapan calon guru IPA 194

Tabel 15.1. Faktor kognitif, afektif, dan motivasi yang membentuk persepsi guru terhadap pembelajaran STEM 201

Daftar Gambar

Gambar 2.1.	Keterampilan 4C	19
Gambar 3.1.	Karakteristik utama model pembelajaran abad 21	34
Gambar 4.1.	Contoh Proyek Rangkaian Listrik	51
Gambar 4.2.	Contoh Proyek Siklus Air	52
Gambar 5.1.	Kerangka Pembelajaran SSI	61
Gambar 5.2.	Kerangka Pembelajaran SSI dengan SIMBL	63
Gambar 12.1.	Kerangka keterampilan abad 21 bagi siswa	160
Gambar 12.2.	Urgensi pendidikan STEM dalam menghadapi tantangan abad 21	161
Gambar 12.3.	Tahapan Engineering Design Process	163
Gambar 13.1.	Penggunaan label bahan Kimia	180
Gambar 13.2.	Contoh penataan ruang laboratorium IPA	181
Gambar 13.3.	Contoh Alat Pelindung Diri (APD) di laboratorium IPA	181
Gambar 14.1.	Dimensi kesiapan calon guru IPA	190
Gambar 15.1.	Pengembangan profesional dan dukungan teknologi dalam pembelajaran STEM	205



01

HAKIKAT IPA DI ABAD 21 PRODUK-PROSES -SIKAP DAN *NATURE OF SCIENCE* (NoS)

Dr. Yulianti Yusal, S.Pd., M.Pd.

A. Hakikat IPA sebagai Fondasi Pembelajaran Abad 21

Hakikat IPA di abad 21 menempatkan sains bukan hanya sebagai kumpulan konsep, tetapi sebagai cara memahami alam melalui dua sisi: *body of knowledge* (produk pengetahuan seperti konsep, prinsip, hukum, teori, dan model) dan *way of knowing* (cara memperoleh pengetahuan melalui inkuiri, pengumpulan bukti, analisis data, pemodelan, dan argumentasi). Pemahaman ini sejalan dengan Nature of Science (NoS) yang menekankan bahwa pengetahuan ilmiah dibangun secara empiris, bersifat tentatif, melibatkan kreativitas, serta divalidasi melalui komunitas ilmiah (kritik sejawat, replikasi, dan konsensus (García-Carmona, 2023).

Sebagai fondasi pembelajaran abad 21, hakikat IPA berperan langsung dalam penguatan literasi sains (mampu menilai informasi dan mengambil keputusan berbasis bukti), HOTS (analisis–evaluasi–kreasi melalui data dan penalaran), serta karakter ilmiah (jujur, teliti, terbuka, skeptis sehat, bertanggung jawab). Penguatan NoS

yang efektif perlu dilakukan secara eksplisit–reflektif**,** yaitu siswa diajak merefleksikan bagaimana bukti digunakan, bagaimana kesimpulan disusun, dan mengapa pengetahuan dapat berubah (Deng et al., 2025).

Dengan demikian, kompetensi abad 21 (4C dan literasi digital) dapat tumbuh secara organik di kelas IPA: *critical thinking* muncul saat mengevaluasi klaim berbasis bukti, kreativitas berkembang melalui pemodelan dan desain investigasi, komunikasi–kolaborasi terasah lewat argumentasi ilmiah dan *peer review*, serta literasi digital terbangun melalui analisis data dan evaluasi informasi sains.

B. IPA sebagai Produk (*Scientific Knowledge*)

Produk IPA adalah hasil (output) pengetahuan yang dibangun dari investigasi dan penalaran ilmiah. Produk ini dapat dipetakan sebagai berikut:

1. Fakta: pernyataan tentang hasil observasi yang dapat diverifikasi, misalnya: air mendidih pada ~100°C pada tekanan 1 atm.
2. Konsep: ide untuk mengelompokkan fenomena, misalnya kalor, energi, sel, asam–basa. Kerangka pendefinisian konsep yang baik membantu siswa tidak sekadar menghafal, tetapi memahami ciri, kondisi, dan representasi konsep (Wong et al., 2021).
3. Prinsip: pernyataan umum yang menjelaskan keterkaitan atau aturan kerja suatu fenomena, misalnya prinsip Archimedes, prinsip Pascal, prinsip konservasi energi dalam sistem tertutup.
4. Hukum: hubungan yang umumnya dinyatakan secara matematis atau pola konsisten hasil pengamatan (mis. Hukum Newton, Hukum Boyle, Hukum Ohm).
5. Teori: kerangka penjelasan yang komprehensif untuk menjelaskan dan memprediksi fenomena, misalnya teori kinetik gas, teori evolusi. Penting ditekankan bahwa teori tidak naik tingkat menjadi hukum; keduanya punya peran berbeda dalam sains (Brock & Park, 2022).
6. Model: representasi (gambar, analogi, matematis, simulasi) untuk memudahkan memahami fenomena kompleks; model

bersifat aproksimasi dan dapat direvisi. Pembelajaran berbasis pemodelan diakui sebagai strategi kunci dalam inkuiri sains (Solbes et al., 2025).

Dalam kerangka NoS, produk-produk ini (model, hukum, teori, mekanisme) digunakan untuk menjelaskan fenomena alam, namun tetap terbuka untuk diperbaiki ketika ada bukti baru. Sementara itu, produk pengetahuan IPA memiliki ciri utama berikut:

1. Sistematis**:** disusun melalui prosedur ilmiah yang runtut (masalah → pertanyaan → data atau bukti → analisis → kesimpulan atau penjelasan).
2. Berbasis bukti (empiris)**:** klaim ilmiah harus ditopang data hasil observasi atau eksperimen dan penalaran yang jelas (Brock & Park, 2022).
3. Dapat diuji**:** penjelasan atau hipotesis dapat diperiksa lewat pengamatan atau eksperimen; hasilnya dapat dibandingkan dengan prediksi.
4. Konsisten dan koheren**:** selaras dengan bukti yang tersedia serta terhubung dengan konsep atau pengetahuan lain yang relevan.
5. Tentatif tetapi durable**:** pengetahuan ilmiah tidak absolut; ia bisa direvisi, namun tidak berubah tanpa alasan kuat (bukti atau argumentasi yang lebih baik).
6. Divalidasi komunitas ilmiah**:** pengetahuan dianggap kuat ketika ditopang banyak bukti, ditelaah, dikritisi, dan direplikasi.

Berikut adalah beberapa contoh produk IPA dalam konteks materi sekolah:

1. Fakta**:** logam memuai saat dipanaskan.
2. Konsep**:** gaya, energi, kalor, suhu, tekanan, arus listrik. (Penguatan definisi konsep penting agar tidak sekadar hafalan istilah) (Wong et al., 2021).
3. Prinsip**:** prinsip Archimedes, prinsip Pascal, prinsip kekekalan energi.
4. Hukum**:** Hukum Newton, Hukum Ohm, Hukum Hooke.
5. Teori**:** teori kinetik (untuk menjelaskan suhu/tekanan partikel), teori gelombang.
6. Model**:** model partikel untuk menjelaskan perubahan wujud; diagram gaya (*free body diagram*) sebagai model representasi.

C. IPA sebagai Proses

1. Keterampilan proses sains (KPS)

Dalam kerangka IPA sebagai proses, peserta didik tidak hanya menerima konsep, tetapi belajar seperti ilmuwan: mengumpulkan bukti, menguji dugaan, mengolah data, lalu menyusun kesimpulan. Keterampilan Proses Sains (KPS) lazim dipetakan menjadi KPS dasar dan KPS terpadu (integrated)**.** Salah satu ringkasan yang banyak dipakai dalam kajian SPS membedakan:

a. KPS dasar: *observing, inferring, measuring, communicating, classifying, predicting* (mengamati, menafsirkan/menyimpulkan sementara, mengukur, mengomunikasikan, mengklasifikasi, memprediksi).
b. KPS terpadu: *controlling variables, defining operationally, formulating hypotheses, interpreting data, experimenting, formulating models* (mengontrol variabel, definisi operasional, merumuskan hipotesis, interpretasi data, eksperimen, pemodelan).

Intinya, KPS dasar menguatkan fondasi pengamatan dan komunikasi bukti, sedangkan KPS terpadu menuntut koordinasi banyak keterampilan sekaligus, misalnya desain eksperimen + kontrol variabel + interpretasi data (Idris et al., 2022).

2. Praktik ilmiah abad 21

Dalam konteks abad 21, KPS berkembang menjadi praktik ilmiah (scientific practices) yang menekankan *evidence-based inquiry* dan penalaran berbasis data. Empat praktik yang sangat relevan untuk pembelajaran IPA sekolah adalah:

a. Investigasi berbasis bukti (*evidence-based investigation*)

   Praktik ini menempatkan peserta didik pada siklus: merumuskan pertanyaan → merancang cara menguji → mengumpulkan data → menganalisis → menyimpulkan. Lingkungan *mobile scientific inquiry* terbukti dapat meningkatkan SPS secara signifikan, karena mendorong investigasi autentik dan dokumentasi proses (Ekici & Erdem, 2020).

b. Pemodelan

Pemodelan digunakan untuk menjelaskan fenomena, memprediksi, dan menguji ide (misalnya: model partikel pada kalor, model ekosistem, model gaya–gerak). Kajian bibliometrik menunjukkan *model-based learning and teaching* makin penting untuk menghadapi tantangan dunia nyata dan mendorong integrasi lintas-disiplin (Jin & Jian, 2024).

c. Analisis data dan literasi data ilmiah

Praktik ini mencakup membaca grafik, melihat pola, membandingkan kondisi, membuat inferensi, dan menguji klaim berbasis bukti. Studi tentang *guided inquiry dengan simulasi* menunjukkan dukungan inkuiri yang tertanam pada simulasi berdampak jangka panjang pada literasi sains dan mendorong keterlibatan analisis data, termasuk pada siswa berprestasi rendah (Wen et al., 2020).

d. Argumentasi ilmiah (*scientific argumentation*)

Argumentasi berarti menyusun klaim yang dapat dipertanggungjawabkan, didukung bukti, serta penalaran yang jelas (termasuk menanggapi alternatif penjelasan). Penguatan argumentasi juga berkaitan dengan desain pembelajaran dan pengembangan profesional guru agar kelas lebih berbasis bukti daripada sekadar berbasis jawaban (Wess et al., 2023).

3. Peran teknologi dan data digital dalam proses sains

Teknologi digital mengubah cara siswa melakukan proses sains dari sekadar praktikum konvensional menjadi inkuiri berbasis data yang lebih kaya sumber dan lebih terbuka pada investigasi autentik.

a. Sensor, *data logger*, dan data digital

Teknologi mempercepat dan meningkatkan presisi pengukuran (suhu, intensitas cahaya, pH, gerak), sehingga siswa punya lebih banyak waktu untuk menafsirkan data dan membangun penjelasan. Dalam SLR tentang teknologi pada *inquiry-based science learning*, teknologi digital dipetakan memiliki beragam peran untuk mendukung tahapan inkuiri misalnya membantu perencanaan, pengumpulan/analisis data, kolaborasi, refleksi,

dan evaluasi proses (Hinostroza, 2024).

b. Simulasi dan *virtual inquiry*

Simulasi memungkinkan eksperimen virtual saat alat terbatas, fenomena sulit diamati langsung, atau risiko tinggi. Penelitian *guided inquiry dengan simulasi* menunjukkan bahwa dukungan inkuiri yang tertanam membantu siswa tetap aktif melakukan langkah inkuiri dan memperkuat literasi sains tanpa menurunkan capaian akademik sekolah (Wen et al., 2020).

c. Dataset dan *mobile inquiry*

Aplikasi seluler dapat memperkuat pengumpulan data lapangan, dokumentasi, dan komunikasi ilmiah (foto, catatan, grafik, *timestamp*), serta mendorong terbentuknya komunitas belajar ketika tersedia fitur komunikasi/kolaborasi (Ekici & Erdem, 2020).

d. AI sebagai alat bantu (bukan pengganti proses berpikir ilmiah)

AI dalam pendidikan berkembang pesat pada area seperti *personalized tutoring*, asesmen cerdas, prediksi/profiling pembelajaran, dan produk AI baru.

Untuk pembelajaran IPA, AI dapat diposisikan sebagai *tool* untuk:

- merapikan dan memvisualkan data eksperimen,
- membantu menemukan pola awal (yang tetap harus diuji),
- memberi umpan balik argumentasi (struktur klaim–bukti–alasan),
- mempercepat iterasi pemodelan dan simulasi.

Namun, pemanfaatannya perlu disertai literasi data, transparansi sumber, serta etika (bias, *hallucination*, dan validasi bukti).

D. IPA Sebagai Sikap (*Scientific Attitudes and Values*)

1. Sikap ilmiah

Dalam hakikat IPA, sikap dipahami sebagai disposisi ilmiah yang mengarahkan peserta didik untuk *mencari bukti*, *menggunakan penalaran*, dan *bersedia merevisi gagasan* ketika data tidak mendukung. Sikap ini membuat proses sains tidak jatuh menjadi rutinitas prakti-

kum, tetapi menjadi kebiasaan berpikir yang konsisten. Adapun sikap ilmiah yang menjadi kunci dalam pembelajaran abad 21 meliputi:

a. Rasa ingin tahu (*curiosity*): dorongan bertanya mengapa dan bagaimana, serta minat mengeksplor fenomena secara mendalam.
b. Skeptis sehat: tidak mudah percaya klaim (termasuk dari internet), tetapi tetap terbuka—skeptisnya berbasis pemeriksaan bukti.
c. Jujur: melaporkan data apa adanya, tidak mengubah hasil agar sesuai harapan.
d. Teliti: cermat pada prosedur, pengukuran, pencatatan, dan representasi data.
e. Terbuka: bersedia menerima kritik, membandingkan alternatif penjelasan, dan menyempurnakan kesimpulan.
f. Bertanggung jawab: sadar konsekuensi sains terhadap keselamatan, lingkungan, serta dampak sosial.

Penelitian tentang *scientific habits of mind* (kebiasaan berpikir ilmiah) pada calon guru menunjukkan bahwa disposisi seperti *open-mindedness, objectivity, scepticism,* dan *rationality* dapat dipetakan dan dikembangkan melalui pengalaman belajar berbasis isu (misalnya SSI), karena siswa/mahasiswa dilatih menimbang bukti dan membuat keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan (Wiyarsi dkk, 2023).

2. Etika ilmiah

Etika ilmiah adalah fondasi agar pengetahuan yang dihasilkan dan dikomunikasikan reliabel dan dapat dipercaya. Di kelas IPA, etika tidak cukup disampaikan sebagai imbauan, tetapi perlu menjadi bagian dari *prosedur kerja* dan *kriteria penilaian*.

a. Integritas data
   - Mencatat data mentah (*raw data*) lengkap, termasuk satuan, kondisi pengukuran, dan kejadian tak terduga.
   - Menuliskan keterbatasan, galat, dan ketidakpastian bukan menyembunyikannya.
   - Menghindari fabrikasi/falsifikasi (mengarang atau memanipulasi data).

b. Plagiarisme dan kejujuran akademik
   - Membiasakan sitasi sumber (teks, gambar, dataset, maupun ide).
   - Mengajarkan beda parafrasa vs menyalin.
   - Menguatkan literasi integritas pada era digital: siswa memahami bahwa kualitas tulisan ilmiah bukan sekadar rapi, tetapi benar, transparan sumbernya, dan dapat diverifikasi.

   Studi tentang pengajaran *scientific integrity* (integritas ilmiah) melalui kursus daring menunjukkan topik integritas yang dihargai mahasiswa mencakup kejujuran pelaporan, transparansi, dan aspek-aspek penting yang perlu diajarkan secara eksplisit (Sira et al., 2025).

c. Keselamatan kerja (*laboratory safety*)

   Keselamatan adalah bagian tak terpisahkan dari sikap ilmiah karena berkaitan dengan tanggung jawab dan disiplin prosedur. Penelitian pada calon guru sains menekankan perlunya instrumen dan pelatihan keselamatan laboratorium (pengetahuan–sikap–praktik) untuk memastikan kesiapan dan kepatuhan prosedur (Yanee et al., 2025).

   Selain itu, pendekatan pelatihan keselamatan berbasis digital/virtual juga dilaporkan efektif dan fleksibel untuk pembelajaran keselamatan laboratorium (Vitaharju, 2021).

d. Tanggung jawab sosial

   Sikap ilmiah juga mencakup kesadaran bahwa sains berada dalam konteks sosial: keputusan berbasis bukti harus mempertimbangkan dampak terhadap lingkungan dan masyarakat (misalnya dalam isu kesehatan publik, energi, dan lingkungan). Ini menguatkan IPA sebagai wahana pembentukan warga yang bertanggung jawab, bukan hanya penguasaan konsep.

3. Penguatan karakter ilmiah melalui budaya kelas

Karakter ilmiah lebih mudah tumbuh jika kelas memiliki budaya epistemik**:** kebiasaan bersama untuk membangun klaim berbasis bukti, menguji argumen, dan memperbaiki ide melalui umpan balik. Tiga strategi yang efektif:

a. Norma diskusi berbasis bukti
   - Tetapkan dan latihkan norma sederhana yang berulang di kelas, misalnya:
   - Setiap klaim harus punya bukti.
   - Jika buktinya lemah, kesimpulan harus dibatasi.
   - Kritik ide, bukan orang.
   - Tunjukkan data/grafik, bukan hanya opini.

   Penelitian terkait argumentasi ilmiah menegaskan argumentasi adalah proses sosial untuk membenarkan klaim melalui diskursus; keberhasilannya sangat bergantung pada praktik dialog di kelas dan dukungan pengajaran guru.

b. Refleksi ilmiah (reflektif–metakognitif)

   Biasakan refleksi setelah investigasi/praktikum:

   - Apa temuan utama?
   - Bagian mana yang paling tidak pasti?
   - Apa kemungkinan bias?
   - Apa yang akan diperbaiki jika mengulang eksperimen?

   Pendekatan refleksi kolektif berbantuan pemetaan argumentasi dilaporkan dapat meningkatkan kualitas performa argumentasi dan membantu proses berpikir reflektif (Darmawansah et al., 2022).

c. *Peer review* (telaah sejawat) sebagai latihan budaya sains

   Peer review mengajarkan keterbukaan terhadap kritik, ketelitian, dan tanggung jawab akademik yang selaras dengan cara komunitas ilmiah memvalidasi pengetahuan. Praktiknya bisa dibuat sederhana:

   - Tukar laporan/infografis antar kelompok.
   - Gunakan rubrik ringkas: kualitas data (lengkap/rapi), ketepatan grafik, kekuatan bukti, koherensi kesimpulan, dan etika sitasi.
   - Minta 2 pujian + 1 saran perbaikan agar umpan balik seimbang.

E. *Nature of Science* (NoS): Konsep, Dimensi, dan Kerakteristik

1. Bagaimana pengetahuan ilmiah dikembangkan dan divalidasi

Nature of Science (NoS) merujuk pada aturan main sains: bagaimana pengetahuan ilmiah dibangun, diuji, dan divalidasi dalam komunitas ilmiah bukan hanya apa isi pengetahuannya. NoS menekankan bahwa pengetahuan ilmiah lahir dari interaksi bukti empiris, penalaran, kreativitas, serta mekanisme sosial seperti kritik sejawat dan konsensus ilmiah (McComas, 2017). Dalam pendidikan sains, pemahaman NoS dipandang sebagai bagian penting dari literasi sains, dan banyak studi menegaskan pendekatan pengajaran NoS yang efektif adalah eksplisit–reflektif (explicit-reflective) (Deng et al., 2025).

Dimensi NoS berikut sering digunakan dalam pembelajaran, terutama di pendidikan sains (McComas, 2017).

a. Empiris (berbasis bukti)

   Pengetahuan ilmiah disusun dari data observasi/eksperimen (evidence-based). Namun berbasis bukti tidak berarti otomatis pasti data perlu ditafsirkan dan diuji konsistensinya (Brock & Park, 2022).

b. Tentatif (dapat berubah)

   Pengetahuan ilmiah bersifat tentatif: dapat direvisi karena temuan baru atau penafsiran ulang terhadap bukti yang ada. Revisi bukan kelemahan, tetapi mekanisme kekuatan sains dalam memperbaiki penjelasan (Mueller, 2023).

c. Kreatif (melibatkan imajinasi/pemodelan)

   Sains tidak sekadar mencatat fakta; ia melibatkan kreativitas dalam merumuskan pertanyaan, merancang investigasi, dan membangun model/penjelasan untuk fenomena yang tidak langsung terlihat (Mueller, 2022).

d. Teori vs hukum (berbeda fungsi)
   - Hukum menggambarkan pola/relasi yang teramati (sering matematis).
   - Teori menjelaskan *mengapa* pola itu terjadi (kerangka penjelasan yang luas).

   Keduanya berbeda fungsi dan bukan tahapan hierarkis (Ayilimba, 2024).

e. Subjektivitas terkendali (dipengaruhi teori/kerangka pikir)

   Ilmuwan membawa latar pengetahuan, teori, dan asumsi yang memengaruhi apa yang diamati dan bagaimana data diinterpretasi (theory-laden). Namun subjektivitas ini dikendalikan melalui standar bukti, transparansi metode, replikasi, dan kritik sejawat (Mueller, 2022).

f. Sosial-kultural (dipengaruhi konteks masyarakat)

   Sains berkembang dalam konteks sosial, budaya, ekonomi, dan teknologi; agenda riset, pendanaan, prioritas isu, bahkan penerimaan publik dapat membentuk arah perkembangan sains (Mueller, 2022).

g. Peran argumentasi, konsensus, dan komunitas ilmiah

   Pengetahuan ilmiah menguat melalui proses sosial-epistemik: argumentasi berbasis bukti, debat ilmiah, telaah sejawat, dan akhirnya konsensus yang tetap terbuka untuk ditinjau ulang bila bukti baru muncul (Brock & Park, 2022).

2. Miskonsepsi umum NoS pada siswa/mahasiswa

Beberapa miskonsepsi yang sering muncul (dan perlu ditangani secara eksplisit) antara lain:

a. Teori akan menjadi hukum jika sudah terbukti.(keliru: teori dan hukum beda fungsi) (Ayilimba, 2024).
b. Sains itu kumpulan fakta pasti dan tidak berubah.(keliru: sains tentatif namun tetap kuat/durable) (Mueller, 2023).
c. Ada satu metode ilmiah tunggal yang selalu sama. (keliru: metode beragam, bergantung pertanyaan dan konteks) (Brock & Park, 2022).
d. Data berbicara sendiri tanpa interpretasi (keliru: interpretasi dipengaruhi kerangka teori, tetapi dapat diuji/ditantang) (Mueller, 2023).
e. Sains sepenuhnya objektif dan bebas nilai (keliru: ada pengaruh sosial-kultural; objektivitas dibangun lewat mekanisme komunitas) (Hogan, 2022).
f. NoS otomatis dipahami kalau siswa sering praktikum (keliru: bukti meta-analisis mendukung perlunya pengajaran NoS yang eksplisit–reflektif) (Deng et al., 2025).

F. Integrasi Produk-Proses-Sikap dengan NoS

Integrasi Produk–Proses–Sikap dengan *Nature of Science* (NoS) bertujuan menjadikan pembelajaran IPA bukan hanya menguasai materi, tetapi juga memahami bagaimana pengetahuan ilmiah dibangun, diuji, dan disepakati, serta membentuk disposisi ilmiah yang etis. Integrasi ini selaras dengan arah pembelajaran sains yang menekankan praktik ilmiah, penalaran berbasis bukti, dan kelas yang autentik secara saintifik (Cooper et al., 2024).

1. Produk IPA diajarkan bersama proses pembentukannya
   Konsep, prinsip, hukum, teori, dan model (produk) diperoleh melalui aktivitas inkuiri/analisis/argumentasi (proses), bukan diberikan sebagai jawaban jadi. Pendekatan inkuiri dalam pendidikan sains terbukti luas diteliti dan ditekankan sebagai fondasi pembelajaran yang lebih otentik (terutama dalam pendidikan guru) (Strat et al., 2024).
2. NoS diajarkan secara eksplisit–reflektif di dalam aktivitas
   NoS tidak otomatis dipahami hanya karena praktikum. Penguatan NoS lebih efektif jika guru menyisipkan momen refleksi eksplisit**:** mengaitkan pengalaman investigasi dengan aspek NoS (mis. bukti vs inferensi, tentatif, peran kreativitas, teori vs hukum, validasi komunitas) (Safkolam, 2024).
3. Budaya kelas ilmiah: argumentasi, konsensus, dan telaah sejawat
   Kelas perlu dibangun sebagai komunitas mini ilmiah: klaim harus berbasis bukti, ada kritik yang sehat, dan kesimpulan disepakati melalui argumen terbaik—sejalan dengan praktik ilmiah modern dan penguatan argumentasi dalam pembelajaran (Mesci et al., 2023).

G. Daftar Pustaka

Ayilimba, A. (2024). Views of senior high school students. *Study Reporting Theory–Law Misconception*.

Brock, R., & Park, W. (2022). *Distinguishing Nature of Science beliefs, knowledge and understandings*. Springer.

Cooper, M. M., Caballero, M. D., Carmel, J. H., & Underwood, S. M.

(2024). Beyond active learning: Using three-dimensional learning to create scientifically authentic, student-centered classrooms. *PLOS ONE*.

Darmawansah, D., Lin, C. J., & Hwang, G. J. (2022). Empowering the collective reflection-based argumentation mapping strategy to enhance students' argumentative speaking. *Computers & Education*, *184*, 104516. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104516

Deng, F., Shi, Z., Tian, P., & Sun, D. (2025). Explicit-reflective teaching and students' understanding of nature of science: A meta-analysis. *Research in Science Education*.

Ekici, M., & Erdem, M. (2020). Developing Science Process Skills through Mobile Scientific Inquiry. *Thinking Skills and Creativity*, *36*, 100658.

García-Carmona, A. (2023). Scientific thinking and critical thinking in science education: Two distinct but symbiotically related intellectual processes. *Advance Online Publication*. https://doi.org/10.1007/s11191-023-00460-5

Hinostroza, J. (2024). Roles of digital technologies in inquiry-based science learning. *International Journal of STEM Education*.

Hogan, D. (2022). Exploring the nature and culture of science as an academic discipline. *International Journal of Sustainability in Higher Education*.

Idris, N., Talib, O., & Razali, F. (2022). Strategies in mastering science process skills in science experiments: A systematic literature review. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *11*(1), 155–170.

Jin, D., & Jian, M. (2024). Research hotspots and development trends of model and modelling education research: Bibliometric analysis based on CiteSpace. *Heliyon*, *10*(11), e32590.

McComas, W. F. (2017). Understanding how science works: The nature of science as the foundation for science teaching and learning. *School Science Review*, *98*(365), 71–76.

Mesci, G., Yeşildağ-Hasançebi, F., & Tuncay-Yüksel, B. (2023). Argumentation based nature of science instruction: Influence on pre-service science teachers' NOS views and practicing. *Teaching and Teacher Education*.

Mueller, S. (2022). The tentative and durable nature of scientific knowledge. *Doctoral Dissertation/Monograph*.

Mueller, S. (2023). Pre-service chemistry teachers' views about the tentative nature of chemical knowledge. *Science & Education*.

Safkolam, R. (2024). Learning retention of preservice science teachers about the nature of science: An explicit reflective inquiry-based learning and history of scientist. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*.

Sira, N., Decker, M. C., Lemke, C., Winkens, A. K., Leicht-Scholten, C., & Grob, D. (2025). Teaching scientific integrity in academia: What and how students want to learn? *Journal of Academic Ethics*, *23*(1), 5–24.

Solbes, J., Palomar, R., Petit, M. F., & Tuzon, P. (2025). Modeling with Embodiment for Inquiry-Based Science Education. *Education Sciences*.

Strat, T. T. S., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review. *Studies in Science Education*, *60*(2), 191–249.

Vitaharju, P. (2021). Learning experiences from digital laboratory safety training. *Education for Chemical Engineers*.

Wan Ahmad Yanee, W. S., Hamidi, N. N., Firuz Khan, A., Aina, Y., Jianlei, C., Said, H. M., & Syed Aris, S. R. (2025). Laboratory safety knowledge, attitudes, practices, and compliance among secondary school pre-service science teachers: A pilot study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *14*(4).

Wen, C. T., Liu, C. C., Chang, H. Y., Chang, C. J., & Chang, M. H. (2020). Students' guided inquiry with simulation and its relation to school science achievement and scientific literacy. *Computers & Education*, *149*, 103830.

Wess, P., Wekerle, C., Shavelson, R. J., & McElvany, N. (2023). Teacher professional development to support scientific argumentation. *International Journal of STEM Education*.

Wong, C. L., Chu, H. E., & Yap, K. C. (2021). A Framework for Defining Scientific Concepts in Science Education. *Asia Pacific Science Education*.

H. Biografi Penulis

Yulianti Yusal adalah dosen dan peneliti di bidang pendidikan IPA yang menaruh perhatian pada pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya keterampilan pengambilan keputusan dalam pembelajaran IPA. Fokus karyanya mencakup desain pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif melalui konteks masalah autentik dan isu sosiosaintifik, penguatan penalaran serta argumentasi ilmiah (*claim–evidence–reasoning*), dan pemanfaatan pendekatan seperti Problem-Based Learning**,** Project-Based Learning**,** serta strategi pembelajaran berbasis argumentasi untuk mendorong berpikir kritis dan reflektif. Selain aktif mengembangkan perangkat pembelajaran dan praktik evaluasi yang bermakna, ia juga terlibat dalam pendampingan guru dan publikasi ilmiah yang berorientasi pada peningkatan kualitas pembelajaran IPA abad 21.

NOTE

Pembelajaran IPA Abad 21

Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan informasi pada abad ke-21 menuntut perubahan mendasar dalam praktik pembelajaran, termasuk dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Pembelajaran tidak lagi cukup berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi harus mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, literasi sains, serta kemampuan memecahkan masalah secara rasional dan berbasis bukti. Dalam konteks ini, pembelajaran IPA memiliki peran strategis karena hakikatnya mencakup produk, proses, dan sikap ilmiah yang menjadi fondasi dalam membangun kompetensi abad ke-21.

Buku Pembelajaran IPA Abad 21 disusun untuk memberikan landasan konseptual dan praktis mengenai berbagai pendekatan pembelajaran yang relevan dengan tuntutan pendidikan modern. Pembahasan dalam buku ini mencakup hakikat IPA, kompetensi abad ke-21, model pembelajaran inovatif, integrasi STEM, pembelajaran berbasis isu sosiosaintifik, pembelajaran berdiferensiasi, desain pembelajaran digital, penggunaan media pembelajaran, asesmen alternatif, hingga kesiapan guru dalam menghadapi transformasi pendidikan berbasis teknologi.

Ditulis oleh para akademisi dan praktisi di bidang pendidikan IPA, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa, guru, dosen, peneliti, dan pemerhati pendidikan dalam memahami serta mengimplementasikan pembelajaran IPA yang lebih kontekstual, reflektif, dan adaptif terhadap perkembangan zaman.

Buku ini tidak hanya membahas konsep, tetapi juga memberikan kerangka pemikiran dan implikasi praktis yang dapat digunakan dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran IPA di berbagai jenjang pendidikan.

DIWAN PUSTAKA

DIWAN MEDIA PUSTAKA
Jl. Suka Karya Perum. Karya Pesona Mandiri Blok L No. 01
Pekanbaru – Riau, 28291
+6285374102055
diwanmediapustaka@gmail.com
https://diwanpustaka.com

Pendidikan Sains

ISBN 978-634-04-9682-6 (PDF)