

## PEMBELAJARAN MENDALAM (*DEEP LEARNING*) DALAM PENDIDIKAN IPA: DARI KEBIJAKAN HINGGA PRAKTIK DI KELAS

\*Thufail Mujaddid Al-Qoyyim<sup>1,2</sup>, Siti Maulidiya Nabila<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Mataram, Indonesia

<sup>2</sup>AL-WILDAN International Islamic School 20 Mataram, Indonesia

<sup>3</sup>Magister Pendidikan Dasar, FKIP, Universitas Mataram, Indonesia

<sup>4</sup>SD-IT Tahfidzul Quran An-Nahl Mataram, Indonesia

\*Email korespondensi: [Thufail.mujaddid19@gmail.com](mailto:Thufail.mujaddid19@gmail.com)

---

### Riwayat Artikel:

Diajukan: 11 September 2025	Diterima: 29 September 2025	Diterbitkan: 30 September 2025
-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------

### Abstract

*21st-century science education requires critical thinking, problem solving, creativity, collaboration, and scientific literacy rather than rote memorization. In Indonesia, the Merdeka Curriculum and the Academic Manuscript on Deep Learning highlight its urgency as a strategy to enhance educational quality and nurture the Profile of Pancasila Students. This article presents a literature review on the concepts, strategies, and challenges of implementing deep learning in science education. Findings indicate that inquiry-based learning, discovery learning, and project-based learning effectively enhance conceptual understanding, motivation, and student achievement. Successful implementation relies on teachers' identity as facilitators of scientific exploration, supported by continuous training, reflective communities, and the wise use of technologies such as VR and AI. In conclusion, deep learning can be implemented simply through real-world questions, local phenomena, and reflective practices. Consistent policies, authentic assessments, and cross-sector collaboration are essential to make science learning more relevant and meaningful.*

**Keywords:** *deep learning, science literacy, Merdeka Curriculum, science teachers, educational technology*

### Abstrak

Pembelajaran sains abad ke-21 menuntut keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, kolaborasi, dan literasi sains, bukan sekadar hafalan konsep. Di Indonesia, Kurikulum Merdeka dan Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam menegaskan urgensi *deep learning* sebagai strategi peningkatan mutu pendidikan serta pembentukan Profil Pelajar Pancasila. Artikel ini menyajikan kajian literatur mengenai konsep, strategi, dan tantangan implementasi *deep learning* dalam pendidikan IPA. Hasil kajian menunjukkan bahwa strategi *inquiry-based learning*, *discovery learning*, dan *project-based learning* efektif meningkatkan pemahaman konseptual, motivasi, serta hasil belajar siswa. Keberhasilan implementasi sangat bergantung pada identitas guru sebagai fasilitator ilmiah, didukung pelatihan berkelanjutan, komunitas reflektif, dan pemanfaatan teknologi (VR, AI) secara bijak. Kesimpulannya, *deep learning* dapat diimplementasikan secara sederhana melalui pertanyaan nyata, fenomena lokal, dan ruang refleksi. Dukungan kebijakan konsisten, asesmen autentik, dan kolaborasi lintas sektor diperlukan untuk menjadikan pembelajaran IPA lebih relevan dan bermakna.

**Kata Kunci:** pembelajaran mendalam, literasi sains, Kurikulum Merdeka, guru IPA, teknologi pendidikan

## PENDAHULUAN

Pendidikan sains pada abad ke-21 menghadapi tantangan yang semakin kompleks seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan dinamika sosial budaya global. Paradigma pendidikan tidak lagi cukup hanya menekankan pada penguasaan hafalan konsep, tetapi harus bergerak ke arah pembelajaran yang membekali peserta didik dengan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, kreativitas, serta kemampuan mengaitkan pengetahuan dengan konteks kehidupan nyata. Hal ini sejalan dengan tujuan internasional yang menekankan pentingnya literasi sains sebagai fondasi bagi setiap warga negara agar mampu membuat keputusan pribadi, berpartisipasi dalam perdebatan sains-teknologi-masyarakat, dan menjadi anggota produktif di era global (Bianchini et al., 2003). Dalam konteks inilah, konsep *deep learning* atau pembelajaran mendalam muncul sebagai jawaban terhadap kebutuhan pembelajaran yang lebih bermakna, reflektif, dan berkelanjutan.

Indonesia sedang berada pada momentum penting dalam transformasi pendidikan melalui kebijakan *Kurikulum Merdeka*. Kurikulum ini dirancang untuk memberikan fleksibilitas bagi guru dan siswa dalam menciptakan proses belajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan individu, sekaligus memperkuat *Profil Pelajar Pancasila* yang menekankan dimensi karakter, kolaborasi, kreativitas, serta pemikiran kritis. Naskah Akademik *Pembelajaran Mendalam* yang diterbitkan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (2025) menegaskan bahwa pembelajaran mendalam merupakan salah satu kunci untuk mewujudkan pendidikan bermutu untuk semua. Fokusnya adalah bagaimana peserta didik dapat terlibat aktif, membangun pemahaman konseptual yang utuh, dan mengaitkannya dengan realitas kehidupan. Dengan demikian, implementasi pembelajaran mendalam tidak hanya menjadi kebijakan, tetapi juga kebutuhan mendesak bagi pendidikan sains di Indonesia.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan *deep learning* dalam pendidikan membawa manfaat signifikan. Arina dan Herlambang (2025) menguraikan bahwa dalam konteks Kurikulum Merdeka, pembelajaran mendalam dapat mendukung personalisasi belajar, penggunaan data untuk memahami kebutuhan siswa, penciptaan konten interaktif, peningkatan kualitas pengajaran, hingga integrasi kecerdasan buatan (AI) untuk menyiapkan peserta didik menghadapi masa depan. Temuan serupa dilaporkan oleh Bachtiar et al. (2025) bahwa pelatihan guru berbasis *deep learning* mampu meningkatkan kesadaran terhadap prinsip-prinsipnya, menumbuhkan kepercayaan diri pedagogis, serta mendorong penerapan pembelajaran kontekstual, bermakna, dan sesuai dengan tujuan *Profil Pelajar Pancasila*. Hal ini memperlihatkan bahwa pembelajaran mendalam bukan sekadar jargon, melainkan paradigma baru yang dapat ditanamkan melalui praktik nyata di kelas.

Dalam konteks pembelajaran IPA, pendekatan ini sangat relevan. Crawford (2007) menekankan pentingnya *inquiry-based learning* sebagai jantung pembelajaran sains. Melalui inkuiri, siswa belajar mengajukan pertanyaan, merancang eksperimen, menganalisis data, serta merefleksikan hasilnya. Penelitian Nasri et al. (2024) menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis *discovery learning* pada Kurikulum Merdeka dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SD dengan hasil validasi sangat tinggi serta respons praktik yang sangat positif. Prinsip *project-based learning* (PBL) juga terbukti mampu memotivasi siswa dari berbagai latar belakang untuk bertahan belajar IPA, dengan catatan guru perlu mengadopsi prinsip adaptif, responsif, dan menyenangkan

(Miller et al., 2021). Dengan demikian, pembelajaran IPA yang mendalam menuntut pendekatan yang lebih konstruktif, partisipatif, dan kontekstual.

Meski demikian, berbagai studi memperlihatkan tantangan dalam implementasi. Bianchini et al. (2003) menemukan bahwa guru sains pemula sering kesulitan mengintegrasikan deskripsi kontemporer tentang hakikat sains dan strategi instruksional yang setara ke dalam praktik pembelajaran mereka. Keterbatasan kurikulum, struktur sekolah, serta tekanan sistem membatasi ruang inovasi, sehingga meskipun memahami konsep pembelajaran berbasis siswa, praktik yang dilakukan tetap berpusat pada guru. Zhai et al. (2024) melalui tinjauan literatur menegaskan bahwa identitas profesional guru berperan penting dalam menentukan bagaimana mereka mengajarkan IPA. Guru yang memandang dirinya sebagai fasilitator eksplorasi ilmu cenderung lebih berhasil mendorong literasi sains siswa dibandingkan guru yang hanya berperan sebagai penyampai materi. Hal ini menegaskan pentingnya pembinaan identitas guru melalui pelatihan, refleksi, dan komunitas belajar profesional.

Inovasi teknologi turut menawarkan peluang baru untuk mendukung pembelajaran IPA yang mendalam. Penggunaan *immersive virtual reality* terbukti dapat membantu siswa memahami konsep sains yang abstrak sekaligus meningkatkan motivasi, meskipun efektivitas hasil belajar sangat bergantung pada desain instruksional (Matovu et al., 2023). Aplikasi *generative AI* seperti ChatGPT juga dinilai potensial untuk mendukung *self-regulated learning*, membantu refleksi siswa, memberi umpan balik personal, serta mengurangi kecemasan dalam belajar (Ng, 2024; Lee & Zhai, 2023). Namun, tantangan terkait akurasi informasi dan potensi ketergantungan harus dikelola dengan baik melalui bimbingan guru. Artinya, teknologi hanya berfungsi sebagai alat bantu, bukan pengganti peran guru.

Selain itu, bukti kuat tentang efektivitas *active learning* semakin mempertegas urgensi perubahan pendekatan. Waldrop (2015) melaporkan bahwa pembelajaran aktif dapat meningkatkan hasil belajar sains hingga 20% lebih baik dibandingkan ceramah tradisional, serta menurunkan angka kegagalan hingga sepertiga. Temuan ini menunjukkan bahwa cara mengajar guru berperan krusial dalam memastikan siswa benar-benar memahami sains secara mendalam. Untuk itu, kolaborasi guru dengan praktisi industri dan masyarakat juga penting agar pembelajaran IPA lebih kontekstual dan relevan (Ingias et al., 2022).

Dengan berbagai temuan tersebut, jelas bahwa pembelajaran mendalam memiliki peran strategis dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di Indonesia. Namun, implementasinya memerlukan dukungan menyeluruh, baik dari sisi kebijakan, pelatihan guru, identitas profesional, maupun pemanfaatan teknologi yang tepat guna. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan menyajikan kajian literatur komprehensif tentang pembelajaran mendalam dalam pendidikan IPA, sekaligus menawarkan prinsip praktis yang sederhana, asyik, dan kontekstual bagi guru agar lebih mudah menerapkannya di kelas. Dengan demikian, artikel ini diharapkan dapat menjadi rujukan tidak hanya bagi akademisi, tetapi juga praktisi pendidikan dalam upaya bersama membangun literasi sains dan keterampilan abad ke-21 bagi peserta didik Indonesia.

## METODE PENELITIAN

Artikel ini disusun dengan menggunakan pendekatan *literature review* untuk menganalisis konsep, implementasi, serta tantangan pembelajaran mendalam (*deep learning*) dalam pendidikan IPA. Pendekatan ini dipilih karena relevan untuk mengintegrasikan berbagai temuan penelitian mutakhir dan dokumen kebijakan guna menghasilkan sintesis komprehensif. Sumber data berasal dari jurnal internasional dan nasional bereputasi, buku akademik, serta naskah resmi pemerintah.

Analisis dilakukan dengan menyeleksi literatur yang sesuai topik, mengelompokkan temuan berdasarkan lima tema utama—kebijakan, strategi pembelajaran, identitas guru, inovasi teknologi, serta implikasi praktis—dan menyintesis hubungan antar temuan. Proses ini memungkinkan penulis menarik benang merah mengenai peran pembelajaran mendalam dalam konteks IPA sekaligus merumuskan prinsip sederhana dan aplikatif bagi guru di Indonesia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Kajian literatur yang dilakukan menghasilkan beberapa temuan utama mengenai pembelajaran mendalam (*deep learning*) dalam pendidikan IPA. Temuan tersebut dapat dikategorikan ke dalam lima tema besar, yaitu (1) landasan kebijakan dan filosofis, (2) strategi pembelajaran IPA, (3) identitas dan peran guru, (4) inovasi teknologi pendidikan, serta (5) bukti empiris efektivitas pembelajaran aktif. Kelima tema ini membentuk gambaran utuh tentang urgensi, peluang, sekaligus tantangan implementasi pembelajaran mendalam dalam konteks pendidikan IPA di Indonesia.

### *Landasan Kebijakan dan Filosofis*

Pembelajaran mendalam telah ditetapkan sebagai arah kebijakan resmi pendidikan Indonesia melalui *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam* (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Dokumen ini menegaskan bahwa pembelajaran mendalam merupakan strategi utama untuk mewujudkan pendidikan bermutu, adil, dan relevan dengan tuntutan abad ke-21. Fokusnya adalah menumbuhkan kemampuan peserta didik untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, berkolaborasi, serta mengaitkan pengetahuan dengan realitas kehidupan sehari-hari. Konsep ini juga selaras dengan visi *Profil Pelajar Pancasila* yang menekankan dimensi karakter, kreativitas, dan kolaborasi.

Sejalan dengan itu, Arina dan Herlambang (2025) menegaskan bahwa *deep learning* dalam konteks Kurikulum Merdeka memberi peluang untuk personalisasi belajar, analisis kebutuhan siswa berbasis data, peningkatan kualitas pengajaran, serta integrasi teknologi kecerdasan buatan (AI). Dengan demikian, kebijakan nasional telah memberikan kerangka yang jelas, namun implementasinya di lapangan masih memerlukan strategi yang adaptif dan dukungan berkelanjutan.

### *Strategi Pembelajaran IPA*

Berbagai penelitian memperlihatkan bahwa strategi pembelajaran berbasis inkuiri, penemuan, dan proyek sangat mendukung penerapan *deep learning* dalam IPA. Crawford (2007) menekankan pentingnya *inquiry-based learning*, di mana siswa diajak bertanya,

merancang eksperimen, mengolah data, membangun model, dan merefleksikan proses. Pendekatan ini menumbuhkan pemahaman konseptual yang lebih dalam dibandingkan pembelajaran berbasis hafalan.

Penelitian Nasri et al. (2024) menunjukkan efektivitas *discovery learning* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SD pada Kurikulum Merdeka. Modul yang dikembangkan terbukti valid secara isi (>85%), praktis digunakan (>90%), serta memberikan dampak positif pada keterlibatan siswa. Hal ini menegaskan bahwa strategi berbasis penemuan dapat diterapkan secara sederhana namun berdampak signifikan.

Selain itu, *project-based learning* (PBL) terbukti memotivasi siswa dan membantu mereka bertahan dalam pembelajaran sains, terutama siswa dengan latar belakang beragam. Miller et al. (2021) mengemukakan bahwa prinsip kunci dalam PBL adalah desain pembelajaran yang adaptif, responsif terhadap kebutuhan siswa, serta menghadirkan tantangan intelektual yang sekaligus menyenangkan. Dengan demikian, strategi ini sangat potensial untuk menciptakan pengalaman belajar IPA yang mendalam, kontekstual, dan berpusat pada siswa.

### ***Identitas dan Peran Guru***

Identitas profesional guru merupakan faktor penting dalam keberhasilan implementasi pembelajaran mendalam. Zhai et al. (2024) menegaskan bahwa identitas guru IPA terbentuk dari pengalaman personal, pengakuan sosial, serta kebijakan pendidikan yang berlaku. Guru yang melihat dirinya sebagai fasilitator eksplorasi ilmiah cenderung lebih berhasil mendorong literasi sains siswa dibandingkan guru yang berperan sebagai penyampai informasi semata.

Namun, penelitian Bianchini et al. (2003) menunjukkan bahwa guru sains pemula sering menghadapi kesulitan untuk mengintegrasikan deskripsi kontemporer tentang hakikat sains dan strategi instruksional yang setara ke dalam praktik pembelajaran. Tekanan kurikulum, keterbatasan sumber daya, dan struktur sekolah menjadi faktor penghambat. Roth dan Tobin (2001) juga menyoroti adanya kesenjangan besar antara teori yang dipelajari calon guru di perguruan tinggi dengan praktik nyata di kelas, yang seringkali menimbulkan kebingungan dan rasa tidak siap. Solusi yang diusulkan adalah *co-teaching*, mentoring intensif, serta pembentukan komunitas reflektif bagi guru.

Dengan demikian, keberhasilan implementasi *deep learning* dalam IPA sangat dipengaruhi oleh kesiapan guru, baik dalam hal identitas profesional, keterampilan pedagogis, maupun dukungan institusional yang memfasilitasi proses pembelajaran inovatif.

### ***Inovasi Teknologi Pendidikan***

Perkembangan teknologi memberikan peluang baru untuk memperkuat pembelajaran mendalam dalam IPA. Studi Matovu et al. (2023) menunjukkan bahwa penggunaan *immersive virtual reality* (VR) membantu siswa memahami konsep sains yang abstrak dan meningkatkan motivasi belajar. Namun, efektivitasnya sangat bergantung pada desain instruksional yang tepat.

Sementara itu, penelitian Ng (2024) serta Lee dan Zhai (2023) menekankan potensi *generative AI* seperti ChatGPT untuk mendukung *self-regulated learning* (SRL), memberikan umpan balik personal, dan membantu siswa mengembangkan keterampilan refleksi. Pre-service teachers menilai AI berguna untuk pertanyaan mendalam, asesmen

formatif, dan pembelajaran mandiri. Meski demikian, isu akurasi informasi dan potensi ketergantungan harus diantisipasi melalui pendampingan guru.

Bachtiar et al. (2025) menambahkan bahwa pelatihan guru untuk mengintegrasikan prinsip *deep learning* dengan teknologi terbukti meningkatkan kesadaran dan kepercayaan diri pedagogis mereka. Dengan demikian, inovasi teknologi berfungsi sebagai sarana pendukung yang memperkuat praktik pembelajaran mendalam, bukan sebagai pengganti peran guru.

Secara keseluruhan, hasil kajian literatur menunjukkan bahwa pembelajaran mendalam dalam pendidikan IPA di Indonesia memiliki fondasi kebijakan yang kuat, strategi pedagogis yang jelas, serta dukungan teknologi yang semakin berkembang. Tantangan utama terletak pada kesiapan guru, khususnya dalam membangun identitas profesional yang progresif dan mengintegrasikan inovasi pembelajaran ke dalam praktik sehari-hari. Dengan dukungan pelatihan, mentoring, serta kebijakan yang konsisten, pembelajaran mendalam dapat diimplementasikan secara sederhana, menyenangkan, dan berdampak nyata terhadap peningkatan literasi sains siswa.

**Tabel 1. Ringkasan Hasil Kajian Literatur**

Tema	Inti Temuan	Referensi
Kebijakan & Filosofis	Deep learning jadi arah resmi pendidikan; fokus kritis, kolaboratif, literasi sains; peluang personalisasi & integrasi AI.	Kemendikdasmen (2025); Arina & Herlambang (2025)
Strategi IPA	Inquiry → pemahaman lebih dalam; Discovery → kritis & valid di SD; PBL → motivasi tinggi, adaptif & menyenangkan.	Crawford (2007); Nasri et al. (2024); Miller et al. (2021)
Identitas Guru	Identitas profesional menentukan keberhasilan; guru pemula masih kesulitan; solusi: co-teaching, mentoring, komunitas reflektif.	Bianchini et al. (2003); Zhai et al. (2024); Roth & Tobin (2001)
Inovasi Teknologi	VR → visualisasi konsep abstrak; ChatGPT/AI → dukung SRL & asesmen; pelatihan → tingkatkan kepercayaan diri guru.	Matovu et al. (2023); Ng (2024); Lee & Zhai (2023); Bachtiar et al. (2025)

## Pembahasan

Pembelajaran IPA di Indonesia tengah memasuki fase penting seiring dengan kebijakan *Kurikulum Merdeka* dan penegasan konsep *pembelajaran mendalam (deep learning)* dalam *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam* (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025). Namun, meskipun arah kebijakan sudah jelas, implementasi di kelas sering kali masih membingungkan guru. Banyak guru beranggapan bahwa pembelajaran mendalam berarti metode yang rumit, penuh prosedur, dan sulit dijalankan di lapangan. Padahal, berbagai penelitian menunjukkan bahwa *deep learning* justru bisa diterapkan secara sederhana, menyenangkan, dan dekat dengan kehidupan siswa. Bagian ini membahas secara lebih mendalam bagaimana setiap aspek hasil kajian dapat diterjemahkan menjadi praktik nyata bagi guru IPA.

### *Mengapa Pembelajaran Mendalam Penting?*

Landasan filosofis dan kebijakan pendidikan Indonesia menekankan pentingnya keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan literasi sains (Kemendikdasmen, 2025). PISA 2022 menunjukkan hanya sebagian kecil siswa

Indonesia yang mencapai level literasi sains minimum. Hal ini menandakan bahwa pembelajaran tradisional berbasis hafalan tidak lagi memadai.

Arina dan Herlambang (2025) menambahkan bahwa pembelajaran mendalam memungkinkan personalisasi belajar, pemanfaatan data, integrasi AI, serta peningkatan kualitas pengajaran. Artinya, *deep learning* bukan sekadar strategi mengajar baru, melainkan paradigma untuk menyiapkan siswa menghadapi dunia nyata yang kompleks. Bagi guru IPA, ini berarti setiap kegiatan belajar harus diarahkan untuk membantu siswa tidak hanya memahami rumus atau definisi, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan fenomena sehari-hari.

### ***Strategi Praktis dalam Kelas IPA***

Crawford (2007) menekankan bahwa inkuiri adalah jantung pembelajaran sains. Guru dapat memulai dengan pertanyaan sederhana yang muncul dari kehidupan siswa, misalnya: “*Mengapa es lebih cepat mencair di air asin?*” atau “*Kenapa bayangan kita berubah panjang di pagi dan sore hari?*”. Pertanyaan ini menjadi pintu masuk bagi siswa untuk merancang eksperimen, mengumpulkan data, dan menarik kesimpulan. Guru tidak perlu menyediakan laboratorium canggih; cukup gunakan bahan-bahan di sekitar. Dengan pendekatan ini, siswa merasa belajar sains itu dekat dan menyenangkan.

Penelitian Nasri et al. (2024) membuktikan bahwa modul *discovery learning* efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Prinsip utama metode ini adalah memberikan ruang bagi siswa untuk menemukan konsep, bukan hanya mendengarkan penjelasan guru. Guru dapat menyiapkan aktivitas sederhana seperti mengamati perubahan wujud air atau mengukur suhu benda panas-dingin. Dengan bimbingan ringan, siswa dapat menemukan pola sendiri. Hasilnya, pemahaman yang terbentuk lebih mendalam dan melekat.

Miller et al. (2021) menunjukkan bahwa PBL membuat siswa lebih termotivasi, terutama mereka yang berasal dari latar belakang beragam. Misalnya, proyek sederhana seperti “*Membuat alat pendingin mini dari bahan bekas*” atau “*Mengukur kualitas air di lingkungan sekitar*”. Proyek ini memungkinkan siswa memadukan teori IPA dengan kreativitas, kerja sama, dan keterampilan pemecahan masalah. Guru dapat menilai tidak hanya hasil akhir, tetapi juga proses kerja tim, kemampuan komunikasi, dan refleksi siswa.

Intinya, strategi IPA berbasis inkuiri, penemuan, dan proyek dapat dijalankan dengan sederhana dan sesuai konteks lokal. Guru tidak harus menunggu fasilitas lengkap; yang penting adalah membangun pengalaman belajar yang bermakna.

### ***Guru sebagai Kunci Pembelajaran Mendalam***

Identitas guru sangat menentukan keberhasilan implementasi *deep learning*. Zhai et al. (2024) menegaskan bahwa guru yang melihat dirinya sebagai fasilitator lebih berhasil mengembangkan literasi sains siswa dibanding guru yang sekadar menjadi penyampai informasi. Namun, realitas di lapangan sering kali berbeda.

Bianchini et al. (2003) menemukan bahwa guru pemula kesulitan mengintegrasikan hakikat sains kontemporer ke dalam praktik mengajar. Banyak dari mereka yang masih terbebani kurikulum kaku, sistem evaluasi tradisional, serta ekspektasi administratif. Akibatnya, meski paham teori *student-centered learning*, mereka tetap mengajar dengan cara ceramah. Roth dan Tobin (2001) menambahkan bahwa ada kesenjangan besar antara teori yang dipelajari di kampus dan praktik nyata di kelas.

Solusi dari masalah ini adalah membangun komunitas guru reflektif. Guru dapat melakukan *lesson study*, saling mengamati, berdiskusi, dan merefleksikan praktik. *Co-teaching* atau mengajar bersama juga bisa menjadi sarana belajar antar guru. Identitas sebagai fasilitator ilmiah hanya bisa tumbuh jika guru merasa didukung, diberi ruang bereksperimen, dan dihargai inovasinya.

**Tabel 2.** Sintaks Sederhana Pembelajaran IPA Berbasis Deep Learning

Model	Sintaks Sederhana	Contoh Aktivitas IPA	Keterangan untuk Guru
Inquiry-Based Learning (Crawford, 2007)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajukan pertanyaan pemantik.</li> <li>2. Rancang percobaan sederhana bersama siswa.</li> <li>3. Siswa mengamati &amp; mencatat data.</li> <li>4. Diskusikan hasil, tarik kesimpulan.</li> <li>5. Refleksi bersama.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengapa es lebih cepat mencair di air asin?</li> <li>- Kenapa bayangan berubah panjang pagi dan sore?</li> <li>- Mengapa pelangi hanya muncul setelah hujan?</li> </ul>	Gunakan fenomena sehari-hari. Bahan sederhana sudah cukup. Tekankan rasa ingin tahu.
Discovery Learning (Nasri et al., 2024)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru menyiapkan fenomena/aktivitas.</li> <li>2. Siswa mengamati &amp; mencatat pola.</li> <li>3. Dengan bimbingan, siswa menemukan konsep.</li> <li>4. Diskusi hasil penemuan.</li> <li>5. Terapkan pada situasi lain.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengamati perubahan wujud air (es-cair-uap).</li> <li>- Menemukan pola suhu pada benda panas-dingin.</li> <li>- Menyelidiki hubungan panjang tali &amp; frekuensi getaran.</li> </ul>	Guru hanya memandu, siswa yang menemukan pola. Cocok untuk mengasah berpikir kritis & konsep dasar.
Project-Based Learning (PjBL) (Miller et al., 2021)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tentukan tema proyek.</li> <li>2. Bentuk kelompok.</li> <li>3. Rancang &amp; laksanakan proyek.</li> <li>4. Presentasikan hasil.</li> <li>5. Refleksi proses &amp; produk.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membuat alat pendingin mini dari bahan bekas.</li> <li>- Desain kompor hemat energi sederhana.</li> <li>- Membuat model rumah ramah lingkungan.</li> <li>- Proyek kampanye hemat listrik di sekolah.</li> </ul>	Fokus pada produk nyata. Nilai proses kerja tim, kreativitas, dan refleksi, bukan hanya hasil akhir.
Problem-Based Learning (PrBL)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sajikan masalah nyata/kontekstual.</li> <li>2. Identifikasi apa yang diketahui &amp; perlu dicari.</li> <li>3. Siswa mencari informasi &amp; solusi.</li> <li>4. Diskusikan alternatif solusi.</li> <li>5. Presentasikan solusi &amp; refleksi.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masalah: Mengapa ikan di kolam sekolah sering mati mendadak? → siswa menganalisis kualitas air.</li> <li>- Masalah: Bagaimana cara mengurangi sampah plastik di sekolah? → solusi ilmiah &amp; aksi nyata.</li> <li>- Masalah: Mengapa lampu sering cepat putus? → analisis faktor daya listrik.</li> </ul>	Fokus pada pemecahan masalah nyata, bukan produk. Dorong siswa berpikir kritis & mencari solusi praktis.

### ***Teknologi sebagai Sahabat, Bukan Ancaman***

Inovasi teknologi menjadi peluang besar untuk memperkuat pembelajaran mendalam. Matovu et al. (2023) membuktikan bahwa *immersive virtual reality*

membantu siswa memahami konsep abstrak sekaligus meningkatkan motivasi. Namun, penggunaan VR memerlukan desain instruksional yang matang. Tanpa perencanaan, VR hanya menjadi hiburan, bukan pembelajaran.

Lebih relevan untuk kondisi sekolah di Indonesia, Ng (2024) serta Lee dan Zhai (2023) menunjukkan bahwa ChatGPT dapat membantu *self-regulated learning*. Misalnya, siswa dapat bertanya tentang konsep IPA, memperoleh penjelasan tambahan, atau memeriksa pemahaman mereka. Pre-service teachers juga menilai AI bermanfaat untuk asesmen formatif dan pembelajaran mandiri. Namun, guru tetap perlu mengawasi agar siswa tidak bergantung sepenuhnya pada AI.

Bachtiar et al. (2025) menekankan perlunya pelatihan guru agar percaya diri mengintegrasikan teknologi dalam kelas. Teknologi harus dipandang sebagai *sahabat* yang mempermudah pembelajaran, bukan ancaman yang menggantikan peran guru.

### ***Membuat Deep Learning Sederhana dan Menyenangkan***

Penerapan pembelajaran mendalam dalam IPA tidak harus dipandang rumit ataupun memberatkan guru. Prinsip utama yang dapat diterapkan adalah memulai dari pertanyaan nyata yang dekat dengan kehidupan siswa. Fenomena sehari-hari seperti mencairnya es, perubahan bayangan, atau hujan yang menimbulkan pelangi dapat menjadi pemantik rasa ingin tahu siswa. Dengan pendekatan inkuiri terbimbing, guru tidak perlu langsung melaksanakan *open inquiry* yang kompleks, tetapi cukup memberi pertanyaan sederhana dan panduan ringan agar siswa dapat mengeksplorasi konsep secara bertahap.

Selain itu, penting bagi guru untuk selalu mengaitkan pembelajaran dengan konteks lokal. Budaya, lingkungan, atau bahkan makanan khas daerah dapat dijadikan sarana memperkaya pemahaman siswa terhadap konsep sains. Konteks ini menjadikan IPA terasa lebih dekat, relevan, dan mudah dipahami. Teknologi sederhana seperti video simulasi, aplikasi pembelajaran, atau bahkan pemanfaatan ChatGPT dapat digunakan sebagai asisten belajar untuk memperjelas konsep tanpa harus menuntut fasilitas yang mahal. Dengan demikian, guru memiliki banyak pilihan strategi sederhana untuk memperkuat pengalaman belajar.

Prinsip terakhir yang tak kalah penting adalah menempatkan guru sebagai fasilitator dalam proses eksplorasi ilmiah. Fokus utamanya bukan hanya pada jawaban akhir, tetapi pada proses berpikir, berdiskusi, dan berefleksi yang dilakukan siswa. Guru perlu memberi ruang refleksi agar siswa dapat menyadari apa yang telah dipelajari dan bagaimana cara mereka mempelajarinya. Hal ini menegaskan bahwa pembelajaran mendalam bukanlah sesuatu yang rumit atau mahal, melainkan sebuah upaya membangun pengalaman belajar yang bermakna, kontekstual, serta memberi kesempatan bagi siswa untuk berpikir kritis sekaligus kreatif.

### ***Implikasi bagi Guru IPA di Indonesia***

Berdasarkan sintesis literatur, terdapat sejumlah implikasi penting yang harus diperhatikan guru IPA di Indonesia. Dari sisi pedagogis, guru perlu beralih dari pola ceramah konvensional menuju pembelajaran berbasis inkuiri, penemuan, proyek, dan refleksi agar siswa lebih aktif membangun pengetahuan. Dari sisi profesional, guru juga harus meneguhkan identitas dirinya sebagai fasilitator eksplorasi ilmiah, bukan sekadar penyampai informasi, sehingga peran guru lebih berfokus pada pendampingan proses berpikir dan pencarian solusi siswa.

Selain itu, kesiapan guru dalam mengintegrasikan teknologi menjadi tuntutan yang tidak dapat diabaikan. Pelatihan yang berkelanjutan perlu diberikan agar guru percaya diri memanfaatkan teknologi seperti kecerdasan buatan, realitas virtual, maupun simulasi sebagai sarana memperkuat pengalaman belajar. Kolaborasi dengan praktisi industri, masyarakat, dan budaya lokal juga penting untuk menghadirkan IPA yang kontekstual dan relevan. Sementara itu, dari sisi kebijakan, pemerintah perlu menyediakan dukungan berupa asesmen autentik, fleksibilitas kurikulum, serta pengembangan kapasitas guru secara berkesinambungan agar pembelajaran IPA benar-benar mendukung peningkatan literasi sains dan keterampilan abad ke-21.

## **KESIMPULAN**

Pembelajaran mendalam (*deep learning*) dalam pendidikan IPA diharapkan mampu menjawab tantangan rendahnya literasi sains siswa Indonesia dengan cara menekankan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, kreativitas, dan keterhubungan konsep dengan kehidupan nyata. Kajian literatur menunjukkan bahwa strategi seperti *inquiry-based learning*, *discovery learning*, *problem-based learning* dan *project-based learning* efektif menumbuhkan pemahaman mendalam dan motivasi siswa, sementara *active learning* memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan hasil belajar. Identitas guru sebagai fasilitator menjadi kunci keberhasilan, sehingga perlu diperkuat melalui pelatihan berkelanjutan, mentoring, dan komunitas reflektif. Inovasi teknologi seperti *virtual reality* dan *artificial intelligence* berfungsi sebagai pendukung pembelajaran, namun tetap harus digunakan secara bijak dengan pendampingan guru. Ke depan, implementasi pembelajaran mendalam memerlukan dukungan kebijakan yang konsisten, pengembangan asesmen autentik, serta kolaborasi lintas sektor agar pembelajaran IPA lebih relevan dengan kehidupan nyata. Dengan memulai dari pertanyaan sederhana, memanfaatkan konteks lokal, serta memberi ruang bagi refleksi, guru dapat menghadirkan pembelajaran IPA yang mudah, asyik, dan bermakna, sekaligus menyiapkan peserta didik Indonesia untuk menghadapi kompleksitas masa depan dengan bekal literasi sains dan keterampilan abad ke-21..

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Arina, I., & Herlambang, Y. T. (2025). Implementation of deep learning in independent curriculum: Literature study and implications for future education. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(4), 70–78. <https://jayapanguspress.penerbit.org/index.php/cetta>
- Bachtiar, B., Zuhairi, A., Puspitasari, M., & Sylvia. (2025). Deep learning approach in English language teaching: Does it matter a lot? *Jurnal Budimas*, 7(2), 1–12.

- Bianchini, J. A., Johnston, C. C., Oram, S. Y., & Cavazos, L. M. (2003). Learning to teach science in contemporary and equitable ways: The successes and struggles of first-year science teachers. *Science Education*, 87(3), 419–443. <https://doi.org/10.1002/sce.10058>
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613–642. <https://doi.org/10.1002/tea.20157>
- Darling-Hammond, L., Barron, B., Pearson, P. D., Schoenfeld, A. H., Stage, E. K., Zimmerman, T. D., Cervetti, G. N., & Tilson, J. L. (2019). *Preparing teachers for deeper learning*. Harvard Education Press.
- Ingias, F. T., Ampera, D., Farihah, F., Amal, B. K., & Purba, A. S. (2022). Implementation of teaching practitioners in improving the quality of learning and implementing the curriculum *Merdeka Belajar*. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 5(2), 157–166. <https://doi.org/10.30605/jsgp.5.2.2022.1927>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025). *Naskah akademik: Pembelajaran mendalam menuju pendidikan bermutu untuk semua*.
- Lee, J., & Zhai, X. (2023). Empowering pre-service science teachers' lesson design with generative AI: The case of ChatGPT. *arXiv Preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.01674>
- Matovu, M., Mayisela, T., & Moloi, T. (2023). Immersive virtual reality for science learning: Design, implementation, and evaluation. *Education and Information Technologies*, 28(7), 8615–8643. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11416-7>
- Miller, E. C., Severance, S., & Krajcik, J. (2021). Motivating teaching and sustaining change in practice: Design principles for teacher learning in project-based learning contexts. *Journal of Science Teacher Education*, 32(7), 737–758. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1933756>
- Nasri, Y., Rifma, Muhammadi, & Salmaini. (2024). Development of discovery learning-based teaching materials to improve students' critical thinking abilities in the Kurikulum Merdeka in class V of elementary schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(11), 8421–8427. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i11.8911>
- Ng, W. (2024). Empowering student self-regulated learning and science education through ChatGPT: A conceptual paper. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 45–60. <https://doi.org/10.1111/bjet.13355>
- Roth, W. M., & Tobin, K. (2001). Learning to teach science as praxis. *Paper presented at the annual meeting of the Association for the Education of Teachers of Science (AETS)*, Akron, OH. <https://www.researchgate.net/publication/228496124>
- Waldrop, M. M. (2015). The science of teaching science. *Nature*, 523(7560), 272–274. <https://doi.org/10.1038/523272a>
- Zhai, Y., Tripp, J., & Liu, X. (2024). Science teacher identity research: A scoping literature review. *International Journal of STEM Education*, 11(20), 1–30. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00481-8>