



Hypermodule Deep Learning iSTEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa di Sekolah Menengah Pertama

Wahyu Sugiarto¹ & Sabar Nurohman²

¹Sekolah Menengah Pertama Satu Atap Negeri 7 Biak Timur, Papua, Indonesia

²Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

¹Correspondence Email: nirfas.wahyu@gmail.com

Article Info

Received: March 13, 2026

Accepted: May 23, 2026

Published: July 30, 2026

Keywords

Scientific Literacy;
Hypermodule;
Deep Learning;
iSTEM

Abstract

Scientific literacy remains a critical 21st-century competency, yet Indonesian students continue to demonstrate low performance in applying scientific concepts to real-life contexts. This study aims to analyze the effectiveness of a deep learning-based iSTEM hypermodule in improving junior high school students' scientific literacy. A quasi-experimental design with a pretest-posttest control group was employed, involving 168 eighth-grade students from two junior high schools, consisting of four experimental classes and two control classes. Data were collected using a scientific literacy test based on three PISA competencies: explaining phenomena scientifically, evaluating and designing scientific inquiry, and interpreting data and evidence. The results showed that the experimental group achieved a higher N-gain score (0.45) compared to the control group (0.34), indicating a greater improvement in scientific literacy. Furthermore, the use of the hypermodule facilitated students' engagement in inquiry-based and contextual learning processes. These findings suggest that the integration of deep learning and iSTEM within a hypermodule effectively enhances students' ability to apply scientific knowledge in meaningful contexts. Therefore, the deep learning-based iSTEM hypermodule is effective in improving students' scientific literacy.

Kata Kunci	Abstrak
Literasi Sains; Hypermodule; Deep Learning; iSTEM	Literasi sains merupakan kompetensi penting abad ke-21, namun kemampuan siswa Indonesia dalam menerapkan konsep sains pada konteks kehidupan nyata masih tergolong rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas hypermodule iSTEM berbasis deep learning dalam meningkatkan literasi sains siswa sekolah menengah pertama. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain pretest-posttest control group yang melibatkan 168 siswa kelas VIII dari dua sekolah, terdiri atas empat kelas eksperimen dan dua kelas kontrol. Data dikumpulkan menggunakan tes literasi sains yang mengacu pada tiga kompetensi PISA, yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti ilmiah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh nilai N-gain lebih tinggi (0,45) dibandingkan kelas kontrol (0,34), yang menunjukkan peningkatan literasi sains yang lebih signifikan. Selain itu, penggunaan hypermodule mendorong keterlibatan siswa dalam pembelajaran berbasis inquiry dan kontekstual. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi deep learning dan iSTEM dalam hypermodule efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa menerapkan konsep sains secara bermakna. Dengan demikian, hypermodule iSTEM berbasis deep learning efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa.

A. Pendahuluan

Literasi sains merupakan salah satu kompetensi kunci yang diperlukan untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Literasi sains tidak hanya berkaitan dengan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk memahami fenomena alam, mengevaluasi bukti, serta mengambil keputusan secara rasional dalam kehidupan sehari-hari. Menurut UNESCO (2023) mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan individu untuk menggunakan pengetahuan ilmiah dalam mengidentifikasi masalah, menjelaskan fenomena, serta merumuskan solusi yang relevan dengan konteks sosial. Kerangka literasi sains yang dikembangkan dalam *Programme for International Student Assessment* (PISA) menekankan bahwa siswa diharapkan mampu menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang serta mengevaluasi penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data atau bukti ilmiah secara kritis (OECD, 2025).

Meskipun literasi sains menjadi fokus utama pendidikan sains global, capaian literasi sains siswa Indonesia masih menunjukkan kesenjangan yang cukup besar. Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa skor sains Indonesia berada pada angka 383, masih berada di bawah rata-rata OECD. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep sains dengan situasi kehidupan

nyata dan dalam menggunakan bukti ilmiah sebagai dasar pengambilan keputusan. Data dari Kemendikdasmen (2024) juga menunjukkan bahwa sekitar 70% siswa sekolah menengah pertama belum mampu menghubungkan konsep IPA dengan permasalahan kontekstual di lingkungan sekitarnya.

Temuan serupa juga terlihat pada survei awal yang dilakukan pada 168 siswa dari dua sekolah menengah pertama yakni SMP Purnama Kesugihan kabupaten Cilacap dan SMP N 1 Karangsambung Kabupaten Kebumen. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata capaian literasi sains siswa hanya mencapai 52,3% dan berada pada kategori sedang menuju rendah. Kesulitan terbesar dialami pada kompetensi menginterpretasi data dan bukti ilmiah (45,2%) serta merancang dan melakukan penyelidikan ilmiah (48,6%). Kondisi ini mengindikasikan bahwa pembelajaran IPA di kelas masih lebih menekankan pada transmisi pengetahuan konseptual dibandingkan dengan pengembangan kemampuan berpikir ilmiah dan pemecahan masalah berbasis bukti.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa rendahnya literasi sains dipengaruhi oleh praktik pembelajaran yang masih berorientasi pada hafalan konsep dan kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksplorasi ilmiah secara aktif. Rediani (2024) menyatakan bahwa pembelajaran sains yang bersifat *teacher-centered* cenderung membatasi kesempatan siswa untuk membangun pemahaman konseptual secara mendalam. Lebih lanjut, praktik pembelajaran yang berfokus pada transmisi pengetahuan tanpa integrasi proses inkuiri, refleksi, dan pemecahan masalah kontekstual menyebabkan rendahnya kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep sains dengan fenomena kehidupan nyata, sehingga berdampak pada rendahnya literasi sains (Chiu et al., 2025; Filipe et al., 2024; OECD, 2025). Keterbatasan pembelajaran sains di sekolah masih terlihat dari beberapa aspek utama. Pertama, alokasi waktu untuk kegiatan eksperimen relatif terbatas sehingga tidak mampu memfasilitasi proses eksplorasi ilmiah secara mendalam. Kedua, terdapat kesenjangan antara pembelajaran di sekolah dengan realitas kehidupan sehari-hari siswa misalnya, siswa memahami konsep fotosintesis secara teoritis, namun tidak diberi kesempatan untuk menyelidiki fenomena nyata seperti perubahan warna daun di lingkungan perkotaan akibat polusi. Ketiga, pemilihan dan pemanfaatan media pembelajaran belum optimal dalam mendukung keterlibatan aktif siswa serta proses konstruksi pengetahuan yang bermakna.

Dalam konteks tersebut, pendekatan *deep learning* menjadi salah satu strategi yang dipandang relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. *Deep learning* dalam

pendidikan menekankan proses belajar yang tidak sekadar memahami informasi secara permukaan, tetapi mendorong siswa untuk mengonstruksi pengetahuan secara bermakna, mengaitkan konsep dengan pengalaman nyata, serta merefleksikan proses belajarnya (Rahmawati et al., 2025). Dalam kebijakan pendidikan Indonesia, pendekatan ini juga mulai diintegrasikan melalui kebijakan pembelajaran mendalam yang menekankan tiga dimensi utama, yaitu *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning* (Kemendikdasmen, 2025; Tacoh, 2023).

Implementasi pembelajaran mendalam akan lebih efektif apabila didukung oleh pendekatan pembelajaran yang kontekstual dan interdisipliner (Dzuhrotul & Maya, 2025). Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pendidikan sains adalah STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pendekatan STEM memungkinkan siswa mempelajari konsep sains melalui integrasi berbagai disiplin ilmu serta melalui aktivitas pemecahan masalah yang bersifat autentik. Penelitian oleh Nong et al., (2022) menunjukkan integrasi model inquiry dalam iSTEM meningkatkan pemahaman konsep hingga 38% lebih tinggi dibanding pembelajaran konvensional. Penelitian lain menunjukkan penerapan pembelajaran berbasis STEM berkontribusi terhadap peningkatan literasi sains siswa (Atiaturrahmaniah et al., 2022; Keleş et al., 2023; Widyawati, 2025).

Selain pendekatan pedagogis, pemanfaatan media pembelajaran digital juga berperan penting dalam mendukung pengalaman belajar yang lebih interaktif dan bermakna. Salah satu inovasi media yang mulai berkembang adalah hypermodule, yaitu bahan ajar digital yang mengintegrasikan berbagai bentuk representasi pengetahuan seperti teks, gambar, video, simulasi, dan aktivitas interaktif dalam satu sistem pembelajaran terintegrasi (Mayer & Fiorella, 2022). Konsep hypermodule berakar pada pengembangan *hypertext learning environment* yang memungkinkan siswa menavigasi informasi secara non-linear dan membangun pemahaman melalui berbagai sumber representasi pengetahuan (Finch et al., 2021; Hody, G.L., Avner, 1978). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi aktif antara siswa dan lingkungan belajar (Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, 2000). Fitur interaktif *hypermodule* mencakup: (1) aktivitas drag-and-drop yang memungkinkan siswa mencocokkan konsep dengan contoh aplikasinya; (2) Asesment dengan umpan balik instan (*instant feedback*) yang memungkinkan siswa memperbaiki pemahaman secara real-time; dan (3) fitur *tracking progress* belajar siswa sehingga guru dapat memantau perkembangan pembelajaran individual.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa modul digital interaktif mampu meningkatkan keterlibatan siswa serta membantu memperdalam pemahaman konsep. Permatasari, N., & Heriansyah (2024) melaporkan bahwa penggunaan e-modul berbasis simulasi meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan dibandingkan modul cetak konvensional. Sementara itu, penggunaan fitur interaktif seperti kuis adaptif, simulasi, dan umpan balik instan juga dapat memperkuat proses refleksi dan regulasi diri dalam pembelajaran (Anisah, & Purwandari, 2024; Pangestuti, & Masbur, 2025).

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji pembelajaran STEM maupun penggunaan modul digital interaktif, kajian yang secara khusus mengintegrasikan pendekatan *deep learning*, pembelajaran iSTEM, dan media hypermodule dalam konteks pengembangan literasi sains siswa masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian masih menelaah masing-masing komponen secara terpisah, sehingga belum memberikan gambaran komprehensif mengenai bagaimana ketiga komponen tersebut dapat saling melengkapi dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Nilai inovasi penelitian ini terletak pada pengintegrasian holistik antara tiga komponen: (1) kerangka pedagogis *deep learning* yang menekankan pemahaman mendalam, aplikasi bermakna, dan refleksi; (2) metode pembelajaran inquiry berbasis STEM yang mendorong eksplorasi aktif dan penyelesaian masalah autentik; dan (3) media interaktif hypermodule yang menyediakan ekosistem belajar fleksibel, adaptif, dan *multimedia-rich*. Kombinasi ini dirancang untuk mengatasi kesenjangan literasi sains dengan menciptakan pengalaman belajar bermakna dan relevan konteks pada siswa sekolah menengah pertama.

Penelitian ini berupaya mengintegrasikan kerangka pedagogis *deep learning*, pendekatan pembelajaran iSTEM, serta media pembelajaran hypermodule dalam satu desain pembelajaran yang terintegrasi. Integrasi ini diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, interaktif, dan berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir ilmiah siswa.

Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan untuk menganalisis efektivitas implementasi *deep learning* berbantuan hypermodule iSTEM dalam meningkatkan literasi sains siswa sekolah menengah pertama. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual dan praktis dalam pengembangan inovasi pembelajaran IPA yang mendukung peningkatan literasi sains siswa dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi eksperimen (*quasi-experimental research*) dengan desain *pretest-posttest control group design* (Creswell, 2014). Desain ini digunakan untuk menguji efektivitas implementasi pembelajaran berbasis *deep learning* menggunakan hypermodule iSTEM dalam meningkatkan literasi sains siswa.

Pada desain ini, baik kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal literasi sains siswa sebelum perlakuan. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan hypermodule iSTEM, sedangkan kelompok kontrol menggunakan modul pembelajaran standar yang digunakan sekolah. Setelah perlakuan selesai, kedua kelompok diberi posttest untuk mengetahui peningkatan literasi sains siswa.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelompok	Sebelum (O ₁)	Perlakuan	Sesudah (O ₂)
Kelas Eksperimen	Pretest Literasi Sains	Pembelajaran <i>deep learning</i> menggunakan hypermodule iSTEM	Posttest Literasi Sains
Kelas Kontrol	Pretest Literasi Sains	Pembelajaran Modul oleh Kemendikdasmen atau Sekolah	Posttest Literasi Sains

Subjek penelitian terdiri dari 168 siswa kelas VIII yang berasal dari dua sekolah menengah pertama, yaitu SMP Negeri 1 Karangsambung dan SMP Purnama Cilacap. Penelitian melibatkan enam kelas, yang terdiri dari empat kelas eksperimen dan dua kelas kontrol. Penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026.

Pemilihan sekolah didasarkan pada kesamaan status akreditasi sekolah yakni “A” serta ketersediaan infrastruktur teknologi informasi yang mendukung implementasi pembelajaran berbasis hypermodule dan siswa diizinkan menggunakan gawai/gadget dalam pembelajaran.

Tabel 2. Distribusi Subjek Penelitian

Sekolah	Eksperimen	Kontrol	Jumlah Siswa
SMP Negeri 1 Karangsambung	2 kelas	1 kelas	63 siswa
SMP Purnama Cilacap	2 kelas	1 kelas	59 siswa
Total	4 kelas	2 kelas	168 siswa

Sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan teknik *cluster random sampling* (Creswell, 2014; Sugiyono, 2019), berdasarkan kelompok kelas yang telah ada di sekolah. Seluruh siswa dalam kelas yang terpilih dijadikan sebagai sampel penelitian tanpa dilakukan seleksi individu. Penentuan kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan secara acak pada masing-masing sekolah untuk meminimalkan potensi bias penelitian.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes literasi sains yang dikembangkan berdasarkan kerangka literasi sains *Programme for International Student Assessment* (PISA). Tes literasi sains terdiri dari soal pilihan ganda yang mengukur tiga kompetensi utama literasi sains.

Tabel 3. Indikator Literasi Sains yang Diukur

Kompetensi Literasi Sains	Deskripsi Kemampuan
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Kemampuan menggunakan konsep dan prinsip sains untuk menjelaskan fenomena alam
Merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah	Kemampuan merumuskan pertanyaan penelitian, merancang eksperimen, dan mengevaluasi metode penyelidikan
Menginterpretasi data dan bukti ilmiah	Kemampuan menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengevaluasi bukti ilmiah

Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif dan inferensial dengan bantuan SPSS versi 26 pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Analisis deskriptif meliputi penghitungan rata-rata, standar deviasi, nilai minimum, dan maksimum untuk menggambarkan kemampuan literasi sains siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Peningkatan kemampuan literasi sains dianalisis menggunakan *Normalized Gain* (N-Gain) berdasarkan kriteria Hake (1998). Selain itu, besarnya pengaruh perlakuan dianalisis menggunakan *effect size* berdasarkan interpretasi Stevens (2009).

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Kemampuan literasi sains siswa diukur melalui tes yang dikembangkan khusus untuk menguji penguasaan konsep, analisis data, dan penerapan pengetahuan sains dalam berbagai konteks. Tes dilaksanakan dua kali, yaitu sebelum (pretest) dan setelah (posttest) intervensi pembelajaran menggunakan hypermodule iSTEM. Tabel 6 dan Tabel 7 menyajikan statistik deskriptif literasi sains pada kedua sekolah.

Tabel 6. Hasil Literasi Sains di SMP Purnama

Aspek	Kontrol		Eksperimen	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Rata-rata	27,99	56,80	30,25	64,38
Tertinggi	73,33	86,67	60,00	86,67
Terendah	6,67	33,33	0,00	40,00
Standar Deviasi	9,02	10,90	16,20	12,47

Tabel 7. Hasil Literasi Sains di SMP N 1 Karangsambung

Aspek	Kontrol		Eksperimen	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Rata-rata	37,94	58,23	36,39	66,65
Tertinggi	60,00	86,67	74,33	86,67
Terendah	26,67	53,33	6,67	47,67
Standar Deviasi	9,63	12,83	15,78	12,27

Pada SMP Purnama, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan rata-rata skor dari 30,25 (pretest) menjadi 64,38 (posttest), sementara kelas kontrol meningkat dari 27,99 menjadi 56,80. Pola yang menarik terlihat dari perubahan standar deviasi: kelompok kontrol mengalami peningkatan SD (9,02 $\rightarrow$ 10,90), mengindikasikan sebaran skor yang semakin luas, sedangkan kelompok eksperimen mengalami penurunan SD (16,20 $\rightarrow$ 12,47), menunjukkan konvergensi skor yang lebih homogen. Siswa dengan skor terendah di kelompok eksperimen naik dari 0,00 menjadi 40,00, membuktikan pembelajaran inklusif hypermodule.

Hasil serupa ditunjukkan di SMP N 1 Karangsambung. Kelas eksperimen meningkat dari 36,39 menjadi 66,65, sementara kelas kontrol dari 37,94 menjadi 58,23. Penurunan SD kelompok eksperimen (15,78 $\rightarrow$ 12,27) lebih signifikan dibanding kelompok kontrol (9,63 $\rightarrow$ 12,83), menunjukkan bahwa hypermodule berhasil menyamakan peningkatan di seluruh siswa. Siswa berkemampuan terendah meningkat drastis dari 6,67 menjadi 47,67.

a. Analisis per Indikator Literasi Sains

Tabel 8 dan Tabel 9 menyajikan perolehan N-Gain untuk setiap indikator literasi sains pada kedua sekolah.

Tabel 8. N-Gain Indikator Literasi Sains di SMP Purnama

Indikator	Kelas	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
Menjelaskan fenomena ilmiah	Kontrol	0,26	0,60	0,46	Sedang
	Eksperimen	0,40	0,64	0,41	Sedang
Merancang dan mengevaluasi	Kontrol	0,37	0,59	0,36	Sedang

penyelidikan ilmiah	Eksperimen	0,33	0,67	0,50	Sedang
Menafsirkan data dan bukti ilmiah	Kontrol	0,23	0,52	0,37	Sedang
	Eksperimen	0,28	0,64	0,50	Sedang

Tabel 9. N-Gain Indikator Literasi Sains di SMP N 1 Karangsambung

Indikator	Kelas	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
Menjelaskan fenomena ilmiah	Kontrol	0,34	0,50	0,24	Rendah
	Eksperimen	0,41	0,67	0,44	Sedang
Merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah	Kontrol	0,27	0,54	0,37	Sedang
	Eksperimen	0,36	0,61	0,39	Sedang
Menafsirkan data dan bukti ilmiah	Kontrol	0,36	0,55	0,30	Sedang
	Eksperimen	0,34	0,66	0,49	Sedang

Pada kedua sekolah, kelas eksperimen menunjukkan N-Gain yang konsisten berada di kategori sedang pada semua indikator. Di SMP Purnama, ketiga indikator kelas eksperimen mencapai N-Gain berkisar 0,41–0,50, dengan nilai tertinggi pada “merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah” (0,50) dan “menafsirkan data dan bukti ilmiah” (0,50). Kelas kontrol juga menunjukkan kategori sedang dengan *range* 0,36–0,46.

Di SMP N 1 Karangsambung, perbedaan lebih terlihat jelas. Kelas kontrol pada indikator “menjelaskan fenomena ilmiah” hanya mencapai N-Gain 0,24 (kategori rendah), sementara kelas eksperimen mencapai 0,44 (sedang). Pada kedua indikator lainnya, kelas eksperimen konsisten menunjukkan N-Gain yang lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa hypermodule *deep learning* iSTEM secara konsisten mendukung peningkatan literasi sains siswa di ketiga dimensi yang diukur.

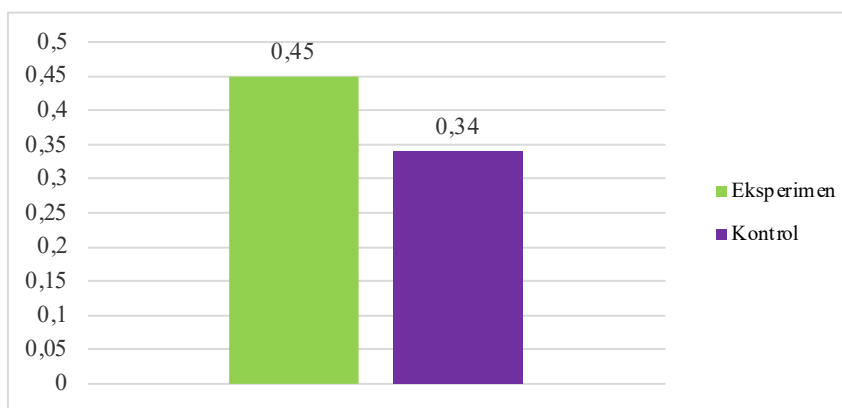
b. Analisis Effect Size

Untuk menentukan besarnya pengaruh praktis intervensi, dilakukan analisis *effect size* menggunakan kriteria (Stevens, 2009) berdasarkan perbedaan N-Gain antara kelas eksperimen dan kontrol. Pada SMP Purnama, perbedaan N-Gain rata-rata antara kedua kelompok mencapai 0,04–0,14, mengindikasikan *effect size* dalam kategori kecil hingga sedang. Pada SMP N 1 Karangsambung, perbedaan N-Gain lebih besar, terutama pada indikator “menjelaskan fenomena ilmiah” dengan selisih 0,20 (kategori sedang), menunjukkan pengaruh hypermodule yang lebih signifikan dalam konteks sekolah dengan heterogenitas awal yang lebih tinggi.

H analisis secara keseluruhan menunjukkan bahwa implementasi hypermodule *deep learning* iSTEM memberikan dampak positif dan konsisten terhadap peningkatan literasi sains siswa. Kelas eksperimen menunjukkan N-Gain yang lebih tinggi pada mayoritas indikator dibanding kelas kontrol, dengan efektivitas yang lebih menonjol pada sekolah dengan heterogenitas kemampuan awal siswa yang lebih tinggi (SMP N 1 Karangsambung).

2. Pembahasan

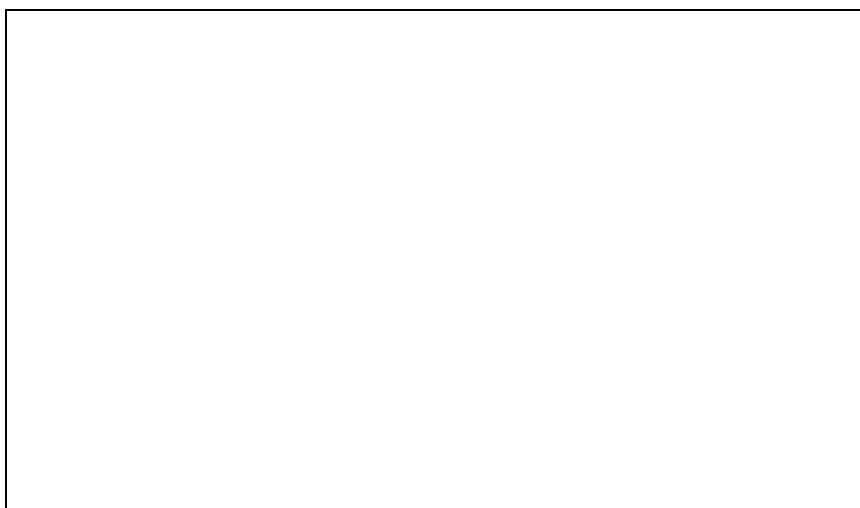
a. Efektivitas Hypermodule *Deep Learning* iSTEM dalam Meningkatkan Literasi Sains



Gambar 1. Grafik N-gain Literasi sains

Analisis N-Gain menunjukkan bahwa kelas eksperimen mencapai nilai 0,45 (kategori sedang), lebih tinggi dibanding kelas kontrol (0,34). Perbedaan ini mengindikasikan bahwa *hypermodule deep learning* iSTEM memberikan kontribusi lebih besar terhadap perkembangan literasi sains melalui aktivitas yang terstruktur, kontekstual, dan berbasis proyek inquiry. Nilai N-Gain kategori sedang pada kemampuan kompleks seperti literasi sains dianggap pencapaian signifikan dalam penelitian pendidikan (Atiaturrahmaniah et al., 2022; Hattie & Donoghue, 2016), karena mencerminkan kombinasi dari beberapa faktor: (1) *ceiling effect* dari skor awal siswa yang sudah relatif baik (Hake, 1998), (2) kompleksitas literasi sains yang mencakup konsep, proses, dan aplikasi (Kraft, 2020), (3) durasi intervensi yang terbatas (Sullivan et al., 2012), dan (4) heterogenitas kemampuan dan motivasi siswa (Coletta et al., 2020). Peningkatan kemampuan literasi sains terjadi

karena siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi terlibat secara aktif dalam proses observasi, analisis data, diskusi, dan pemecahan masalah. Integrasi pendekatan deep learning dan iSTEM memungkinkan siswa menghubungkan konsep sains dengan konteks kehidupan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Temuan tersebut menunjukkan bahwa hypermodule deep learning iSTEM mampu mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual, interaktif, dan berbasis penyelidikan.



Gambar 2. Chart Perbandingan N-gain per Indikator

Keunggulan *hypermodule* dapat dijelaskan melalui pendekatan pedagogi yang mengintegrasikan *deep learning* dan iSTEM. Pembelajaran mendalam mengkontekstualisasikan konsep sains dengan aplikasi nyata dan pengetahuan lokal relevan, sementara iSTEM menghubungkan sains dengan teknologi, teknik, dan matematika (Nulhakim, 2025). Kombinasi ini menciptakan pengalaman belajar bermakna di mana siswa tidak sekadar mengerjakan tugas prosedural, tetapi menganalisis fenomena, menginterpretasikan data, dan merumuskan solusi melalui aktivitas inkuiri dan kolaborasi (Bybee, 2015; Holbrook & Rannikmae, 2009). Temuan ini konsisten dengan penelitian Harjono et al., (2025) dan Supianti et al., (2025) yang menunjukkan *Project Based Learning* terintegrasi STEM efektif meningkatkan literasi sains siswa.

Analisis per indikator menunjukkan kelas eksperimen konsisten memperoleh N-Gain lebih tinggi pada ketiga indikator literasi sains; menjelaskan fenomena ilmiah (0,44 vs 0,36), merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah (0,46 vs 0,35), dan menafsirkan data dan bukti ilmiah (0,49 vs 0,34). Perbedaan terbesar terlihat pada indikator

menafsirkan data, mencapai selisih 0,15, menunjukkan *hypermodule* berhasil memfasilitasi keterampilan analisis dan penalaran berbasis bukti yang lebih mendalam.

b. Menjelaskan Fenomena Ilmiah

Pencapaian N-Gain 0,44 pada indikator ini menunjukkan siswa meningkat dalam kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah untuk menjelaskan peristiwa yang diamati, memprediksi perubahan, dan mengaitkan dampaknya dengan konteks nyata (Johnston, 2024). Rancangan tahap orientasi dan eksplorasi dalam *hypermodule*, di mana siswa mengamati pertumbuhan tanaman, membandingkan kondisi lingkungan, dan mendiskusikan faktor-faktor yang memengaruhi fenomena, menciptakan kesempatan siswa memberikan penjelasan berbasis data dan konsep, bukan sekadar fakta. Temuan ini sejalan dengan Mulyeni et al., (2022) yang melaporkan *Project Based Learning* meningkatkan kemampuan siswa menjelaskan fenomena ilmiah melalui keterlibatan langsung dalam analisis data eksperimen. Pembelajaran digital dengan e-modul IPA yang terintegrasi dengan konteks budaya lokal terbukti praktis dan efektif meningkatkan literasi sains (Lastri, 2023).

c. Merancang dan Mengevaluasi Penyelidikan Ilmiah

N-Gain 0,46 pada indikator ini menggambarkan siswa mengalami kemajuan dalam menyusun prosedur, menentukan variabel, dan menilai kembali penyelidikan, meskipun belum mencapai kategori tinggi. Capaian sedang dapat dipengaruhi durasi pembelajaran terbatas dan adaptasi terhadap platform digital baru (Culajara et al., 2022; Noviati, 2024). Meskipun demikian, *hypermodule* dengan *deep learning* melatih siswa menyusun solusi melalui refleksi mendalam dan analisis bertahap, sementara integrasi iSTEM mendorong penghubungan konsep sains dengan disiplin lain untuk merancang penyelidikan komprehensif (Dulyapit et al., 2025; Nulhakim, 2025). Penelitian Chung et al., (2022); Grapin et al., (2023) menunjukkan pembelajaran berbasis STEM meningkatkan keterampilan penyelidikan siswa, termasuk identifikasi masalah, perumusan hipotesis, perencanaan eksperimen, dan analisis hasil.

d. Menafsirkan Data dan Bukti Ilmiah

Indikator ini mencapai N-Gain tertinggi (0,49), menunjukkan siswa meningkat dalam kemampuan menganalisis, menyimpulkan, dan mengevaluasi berdasarkan bukti

empiris. Fase investigasi dan analisis data dalam *hypermodule* memfasilitasi siswa mengumpulkan, mengorganisir, dan menyajikan data observasi pertumbuhan tanaman dalam berbagai representasi visual untuk menemukan jawaban dan solusi. Siswa semakin mampu menginterpretasikan grafik pertumbuhan, diagram perubahan lingkungan, atau model fase perkembangan, serta menerjemahkan informasi ke dalam pemahaman bermakna terintegrasi dengan konteks proyek (Aslik et al., 2022; Sari, D. P., & Putri, 2023). Penelitian Juliastari et al., (2022) dan Novi Aulia Sari & Popi Wahyuni, (2025) menunjukkan pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan perencanaan, eksekusi, dan refleksi meningkatkan kemampuan analisis data hingga 65–75%. Pembelajaran STEM berbasis digital inquiry memfasilitasi siswa mengoreksi hipotesis berdasarkan hasil pengamatan, meningkatkan keterampilan interpretasi data dan pengambilan keputusan berbasis bukti (Chung et al., 2022; Hikmah & Fahrudin, 2025; Pane et al., 2024).

e. Impelementasi *Deep learning*

Keberhasilan implementasi *Deep Learning Hypermodule* iSTEM dalam meningkatkan literasi sains tidak terlepas dari penerapan prinsip pembelajaran mendalam yang dirancang sejak level tujuan, aktivitas, hingga asesmen. Tiga pilar utama *deep learning*; pembelajaran bermakna (*meaningful*), berkesadaran (*mindful*), dan menyenangkan (*joyful*); dioperasionalkan secara konkret dalam setiap fitur *hypermodule*, bukan berhenti sebagai konsep teoritis (Salong & Ansiska, 2025). Pembelajaran bermakna diwujudkan melalui pengintegrasian konteks pertumbuhan tanaman kokedama dengan kehidupan sehari-hari siswa; mereka tidak hanya mempelajari konsep fotosintesis atau pertumbuhan secara abstrak, tetapi menghubungkan konsep tersebut dengan pengalaman merawat tanaman, mengamati perubahan fisik, mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, dan menganalisis data pengamatan sendiri (Maelasari & Lusiana, 2025). Desain kontekstual semacam ini sejalan dengan temuan bahwa literasi sains berkembang lebih kuat ketika konsep dihubungkan dengan situasi otentik dan isu lingkungan di sekitar siswa (Bybee, 2015).

Dimensi *mindful learning* dalam *hypermodule* dikembangkan melalui rangkaian aktivitas refleksi dan pemantauan diri yang disisipkan pada setiap fase pembelajaran. Setelah melakukan pengamatan atau eksperimen, siswa diarahkan untuk menuliskan apa yang telah dipelajari, strategi apa yang mereka gunakan, dan bagian mana yang belum dipahami, sehingga memunculkan kesadaran metakognitif terhadap proses berpikir

mereka sendiri (Juniarti & Sulastika, 2025). Dalam kerja kelompok, siswa juga diajak menyadari bagaimana kontribusi dan cara berkomunikasi mereka memengaruhi kinerja tim, misalnya dengan memberikan ruang pada pendapat teman, menanggapi argumen berbasis data, dan menerima umpan balik secara terbuka (Isna et al., 2024; Salong & Ansiska, 2025). Pendekatan ini sejalan dengan kajian yang menegaskan bahwa pembelajaran yang menstimulasi refleksi terarah mampu memperkuat regulasi diri, kemampuan kolaboratif, dan kualitas pemahaman konseptual secara simultan (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Sementara itu, aspek *joyful learning* dibangun melalui aktivitas berbasis proyek kokedama dan antarmuka digital yang interaktif. Kegiatan merancang, membuat, dan merawat kokedama memberikan pengalaman belajar yang menarik secara emosional dan estetis, sekaligus menumbuhkan rasa kepemilikan dan tanggung jawab ketika siswa menyaksikan tanaman yang dirawat tumbuh dengan baik (Sudarmono, 2025). Lingkungan belajar yang menyenangkan ini didukung oleh tugas yang menantang namun terarah, umpan balik positif, dan kesempatan bekerja sama dengan teman, yang berkontribusi pada meningkatnya motivasi intrinsik dan keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran sains (Juniarti & Sulastika, 2025). Secara keseluruhan, integrasi *meaningful-mindful-joyful* dalam *Hypermodule* iSTEM membentuk ekosistem pembelajaran yang tidak hanya mendorong pencapaian skor literasi sains dan kolaborasi yang lebih tinggi, tetapi juga mendukung pembentukan profil pelajar yang reflektif, kritis, dan peduli terhadap isu lingkungan di sekitarnya.

D. Penutup

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi *hypermodule* deep learning iSTEM berkontribusi terhadap peningkatan literasi sains siswa SMP. Kelas eksperimen memperoleh peningkatan literasi sains yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol pada ketiga indikator yang diukur, yaitu menjelaskan fenomena ilmiah, merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti ilmiah.

Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa integrasi deep learning dan iSTEM mampu menciptakan pembelajaran yang lebih kontekstual, reflektif, dan berbasis penyelidikan. Dengan demikian, *hypermodule* iSTEM dapat menjadi alternatif pembelajaran untuk mendukung penguatan literasi sains siswa.

Rekomendasi

Rekomendasi utama yang dapat diberikan adalah bahwa implementasi hypermodule *deep learning* iSTEM sebaiknya diawali dengan penguatan praktik pembelajaran di kelas secara bertahap. Guru perlu memprioritaskan penggunaan aktivitas berbasis inkuiri sederhana dan tugas kontekstual sebelum mengintegrasikannya ke dalam sistem hypermodule digital secara penuh. Hal ini penting agar siswa terlebih dahulu terbiasa dengan pola berpikir ilmiah, eksploratif, dan reflektif sebagai fondasi *deep learning*.

Penerapan hypermodule *deep learning* iSTEM akan optimal apabila memenuhi beberapa prasyarat, yaitu: (a) kesiapan kompetensi pedagogis dan digital guru dalam merancang pembelajaran berbasis inquiry-STEM; (b) ketersediaan perangkat dan akses teknologi yang memadai; dan (c) dukungan sekolah dalam bentuk kebijakan, waktu pembelajaran yang fleksibel, dan pelatihan berkelanjutan. Dengan memenuhi kondisi tersebut, hypermodule tidak hanya berfungsi sebagai media digital, tetapi sebagai sistem pembelajaran yang mampu mendorong peningkatan literasi sains secara bermakna dan berkelanjutan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dosen Program Magister Pendidikan Sains Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan arahan akademik dan bimbingan dalam penyusunan kerangka teoretis penelitian ini.

Kepada para guru dan siswa di SMP Purnama Cilacap dan SMP N 1 Karangsambung Kebumen, yang telah meluangkan waktu dan memberikan data serta pandangan berharga mengenai persepsi dan praktik pembelajaran iSTEM. Apresiasi mendalam juga disampaikan kepada rekan-rekan sejawat di SMP Satu Atap Negeri 7 Biak Timur, yang telah memberikan dukungan moral dan teknis selama pelaksanaan penelitian lapangan, juga menghargai kontribusi para narasumber dan validator ahli yang membantu dalam penyempurnaan instrumen penelitian, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah berperan penting dalam kelancaran penelitian ini.

Daftar Pustaka

Anisah, D. N., & Purwandari, R. D. (2024). LKPD Berbasis STEAM Berbantuan Permainan Ular Tangga Sebagai Penguatan Kemampuan Literasi Numerasi di Sekolah Dasar.

Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar, 8(3), 847–872.
<https://doi.org/10.26811/didaktika.v8i3.1752>

- Aslik, M. Z., Karyono, H., & Gunawan, W. (2022). Pengembangan e-modul ipa berbasis literasi Untuk mendukung pembelajaran daring Bermakna. *JINOTEP (Jurnal Inovasi Teknologi Pembelajaran)*, 9(1), 56–67.
<https://doi.org/10.17977/um031v9i12022p056>
- Atiaturrahmaniah, A., Bagus, I., Aryana, P., & Suastra, I. W. (2022). Peran Model Science, Technology, Engineering, Arts, and Math (STEAM) dalam Meningkatkan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 7(2), 368–375.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. National Academy Press.
<https://doi.org/10.17226/9853>
- Bybee, R. W. (2015). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. In *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
<https://doi.org/10.2505/9781936959259>
- Chiu, T. K. F., Ismailov, M., & Yang, M. (2025). Integrating inquiry-based and contextual learning in science education: Implications for scientific literacy development. *Journal of Science Education and Technology*, 34(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1007/s10956-024-10123-5>
- Chung, C., Huang, S., Cheng, Y., & Lou, S. (2022). Using an iSTEAM project-based learning model for technology senior high school students : Design , development , and evaluation. In *International Journal of Technology and Design Education* (Vol. 32, Issue 2). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09643-5>
- Coletta, V. P., Phillips, J. A., & Steinert, J. J. (2020). Why normalized gain should continue to be used in analyzing preinstruction and postinstruction scores on concept inventories. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 10135.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Culajara, C. J., Paolo, J., Culajara, M., Portos, O., & Villapando, M. K. (2022). Digitalization of Modules and Learning Tasks for Flexible , Convenient , And Safe Learning Experience of Students. *International Journal of Social Learning*, 2(August), 350–365.
- Dzuhrotul, U., & Maya, A. P. (2025). Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar Melalui Pendekatan Pembelajaran Mendalam (Deep Learning). *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10, 258–269.
- Dulyapit, A., Yunus, M., Kusuma, F. H., & Khotimah, S. H. (2025). Penerapan Model Discovery Inquiry Berbasis Deep Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar

- Siswa Kelas VI MI Fatahillah Kota Depok. *Dikoda Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 6(1), 81-92.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). SAGE Publications.
- Filipe, J., Baptista, M., & Conceição, T. (2024). Integrated STEAM Education for Students' Creativity Development. *Education Sciences*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/educsci14060676>
- Finch, L., Moreno, C., & Shapiro, R. B. (2021). Luminous Science: Teachers Designing For and Developing Transdisciplinary Thinking and Learning. *Cognition and Instruction*, 39(4), 512-560. <https://doi.org/10.1080/07370008.2021.1945064>
- Grapin, S. E., Haas, A., & McCoy, N. D. (2023). Justice-Centered STEM Education with Multilingual Learners: Conceptual Framework and Initial Inquiry into Pre-Service Teachers'. *Journal of Science Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2130254>
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2014). *Statistics for the Behavioral Sciences* (9th ed.). Cengage Learning.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Harjono, A., Sabrina, A., & Annam, S. (2025). Can Students' Scientific Literacy and Critical Thinking Skills be Improved through the Development of Science Teaching Materials with a STEM-integrated Project Based Learning (PjBL) Model ? (A Systematic Review). *Journal of Research in Science Education*, 11(9), 70-80. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i9.12297>
- Hattie, J. A. C., & Donoghue, G. M. (2016). Learning strategies: a synthesis and conceptual model. *Npj Science of Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.13>
- Hikmah, N., & Fahrudin, A. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Kemampuan Literasi. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 8, 5223-5229.
- Hody, G.L., Avner, R. . (1978). The PLATO System: An Evaluative Description. In: DeLand, E.C. (eds) *Information Technology in Health Science Education. Computers in Biology and Medicine*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2460-7_9
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- In In Supianti, Poppy Yaniawati, Ebenezer Bonyah, Astri Widiastuti Hasbiah, N. R. (2025).

- STEAM approach in project-based learning to develop mathematical literacy and students' character.pdf. *Journal of Mathematics Education*, 14(2), 283–302. <https://doi.org/10.22460/infinity.v14i2.p283-302>
- Isna, N., Rachayuni, & Irsadi, A. (2024). Peningkatan Keterampilan Kolaborasi melalui Model Problem Based Learning Berbantuan Permainan pada Kelas VIII C SMP Negeri 21 Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dan Penelitian Tindakan Kelas*, 860–867.
- Johnston, J. S. (2024). Inquiry in Science Education. *Deweyan Inquiry*, 25–40. <https://doi.org/10.2307/jj.18255419.7>
- Juliastari, J., Artayasa, I. P., & Merta, I. W. (2022). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan Sains Teknologi Masyarakat terhadap Kreativitas Ilmiah Siswa. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 337–343. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2.444>
- Juniarti, A., & Sulastika, R. (2025). Transformasi Pembelajaran dengan Teknologi Digital Transformasi Pembelajaran dengan Teknologi Digital. *Journal of Innovation in Teaching and Instructional Media*, 5, 594–608. <https://doi.org/10.52690/jitim.v5i2.956>
- Keleş, Ö., Brubaker-Gianakos, V., Viswanathan, V., & Marbouti, F. (2023). Experiential Learning of Engineering Concepts in Immersive Virtual Learning Environments (VLEs). *Journal of STEM Education : Innovations and Research*, 24(2), 5–13.
- Kemendikdasmen. (2024). *Mengatasi Kesenjangan Pendidikan di Indonesia Extended Abstracts Forum on Education and Learning Transformation (FELT)*. Kemendikdasmen Republik Indonesia.
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia. (2025). *Naskah akademik pembelajaran mendalam: Menuju pendidikan bermutu untuk semua*. Kemendikdasmen Republik Indonesia.
- Kraft, M. A. (2020). Interpreting effect sizes of education interventions. *Educational Researcher*, 49(4), 241–253.
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3), 1139–1146. <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Maelasari, N., & Lusiana. (2025). Efektivitas Deep Learning dalam Pembelajaran: Sebuah Kajian Systematic Literature Review (SLR). *Jurnal Education and Development*. <https://doi.org/10.37081/ed.v13i2.7006>
- Mayer, R., & Fiorella, L. (2022). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (3rd ed.)*. <https://doi.org/10.1017/9781108894333>

- Mulyeni, T., Erita, Y., & Dhanil, M. (2022). Implementation of Project-Based Learning In Improving Scientific Literacy in Early Childhood Education: Systematic Literature Review. *Journal of Baltic Science Education*, 71–91.
- Nong, L., Liao, C., Ye, J. H., Wei, C., Zhao, C., & Nong, W. (2022). The STEAM Learning Performance and Sustainable Inquiry Behavior of College Students in China. *Frontiers in Psychology*, 13(October), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.975515>
- Novi Aulia Sari, N. A. S., & Popi Wahyuni, P. W. (2025). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Literasi Sains. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 9(2 SE-Articles), 701–724. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v9i2.1798>
- Noviati, W. (2024). Modul elektronik IPA Terpadu berbasis pendidikan karakter sebagai inovasi bahan ajar untuk Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Edukasi Dan Sains Biologi*. <https://doi.org/10.37301/esabi.v6i1.76>
- Nulhakim, L. (2025). From Culture to Concept : Deep Learning Approaches to Science Literacy through Baduy Local Knowledge in Banten High Schools. *International Journal of Education and Learning Studies*, 1(April), 23–36.
- OECD. (2025). *OECD Economic Outlook, Volume 2025 Issue 2: Resilient Growth but with Increasing Fragilities*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9f653ca1-en>
- Pane, E. P., Lubis, N. F., & Simarmata, G. (2024). Application of Interactive Virtual Lab Media Based on a STEM Approach in Improving Students' Scientific Literacy and Learning Motivation. *Journal of Research in Education*, 10(12), 10736–10744. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i12.8589>
- Pangestuti, W. C., & Masbur, M. (2025). Peningkatan Hasil Belajar Matematika melalui PjBL, dan STEM, Berbantuan Webex untuk Siswa SMP. *Jurnal Nispatti*, 10(1), 91–110. <https://doi.org/10.26811/nispatti.v10i1.133>
- Permatasari, N., & Heriansyah, H. (2024). Dampak Pembelajaran Diferensiasi dan PBL terhadap Keterampilan Literasi Sains Peserta Didik di Sekolah Terpencil. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 8(3), 1177–1204. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v8i3.1698>
- Rahmawati, Y., Mu'ti, A., Suyanto, S., & Herianingtyas, N. L. R. (2025). Pembelajaran Mendalam: Transformasi Pembelajaran menuju Pendidikan Bermutu. *Jurnal Penelitian Kebijakan Pendidikan*, 18(1 SE-Articles). <https://doi.org/10.24832/jpkp.v18i1.1281>
- Rediani, N. N. (2024). The Impact of Project-Based Learning on Students' Scientific Literacy. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 5(1), 67–78. <https://doi.org/10.59672/ijed.v5i1.3747>
- Salong, A., & Ansiska, P. (2025). Integrating Mindful , Meaningful , and Joyful Learning to

Enhance Student Engagement and Learning Outcomes in Economic Education.

Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan, 17, 4543-4557.

<https://doi.org/10.35445/alishlah.v17i3.7484>

Sari, D. P., & Putri, A. (2023). Implementasi Kokedama dalam Pembelajaran IPA di SMP Negeri 5 Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(3), 120-132.

Stevens, J. P. (2009). Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences, 5th ed. In *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences, 5th ed.* Routledge/Taylor & Francis Group.

Sudarmono, M. A. (2025). Deep Learning Approach in Improving Critical Thinking Skills of Elementary School Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(8), 60-70. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i8.11708>

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Sullivan, G. M., Feinn, R., & Anderson, J. K. (2012). Using effect size or why the P value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(3), 279-282.

Tacoh, Y. T. (2023). Analysis of the "Deep Listening" Spiritual Pedagogy Approach in Online Learning to Build Intersubjectivity. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, 11(3), 905-924. <https://doi.org/10.26811/peuradeun.v11i3.935>

UNESCO. (2023). *Education for Sustainable Development (ESD)*.

Widyawati, R. (2025). Peningkatan Hasil Belajar Siswa Prakarya Melalui Model Pembelajaran STEAM. *Jurnal Nispatti*, 10(2), 139-158. <https://doi.org/10.26811/nispatti.v10i2.142>

LAMPIRAN

lampiran1. Produk *hyoermodule*



**Lampiran 2.
Dokumentasi**

