

Mindful Learning Berbantuan ChatGPT-4o Dalam Eksperimen Mandiri Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik

Charoline Indriani^{1*}, Antomi Saregar², Hendri Noperi³

^{1,2,3} Prodi Pendidikan Fisika, UIN Raden Intan Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

Received: 08 September 2025

Revised: 02 October 2025

Accepted: 13 December 2025

Corresponding Author:

Charoline Indriani

charolinelin4@gmail.com

© 2025 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v9i3.32260>

Abstract: Pemahaman konsep peserta didik pada pembelajaran fisika masih tergolong rendah, karena kurangnya keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif dalam pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendekatan mindful learning yang didukung oleh ChatGPT-4o dalam eksperimen mandiri terhadap pemahaman konsep peserta didik. Penelitian ini menggunakan metode quasy eksperiment. Subjek penelitian yang terlibat dalam penelitian ini meliputi 60 peserta didik SMA kelas XI dari SMA Perintis 2 Bandar Lampung yang dibagi menjadi kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen yang digunakan berupa tes berbentuk three tier multipel choice yang dirancang untuk mengukur pemahaman konsep peserta didik. Data dianalisis menggunakan uji independent sampel t-test dan uji N-Gain. Hasil uji independent sampel t-test menunjukkan nilai signifikansi $0.000 < 0.05$ yang mengindikasikan bahwa pendekatan mindful learning berbantuan ChatGPT-4o berpengaruh terhadap pemahaman konsep peserta didik. Selain itu, hasil uji N-Gain kelas eksperimen sebesar 0.79 yang terkategori "Tinggi" dan kelas kontrol sebesar 0.64 yang terkategori "sedang". Hasil ini menunjukkan peningkatan pemahaman di kelas eksperimen yang lebih tinggi dari kelas kontrol sehingga pendekatan mindful learning berbantuan ChatGPT-4o dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Dengan demikian, integrasi mindful learning berbantuan ChatGPT-4o mampu meningkatkan partisipasi dan konsentrasi peserta didik dalam pembelajaran. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi mindful learning berbantuan ChatGPT-4o dapat dimanfaatkan sebagai pendekatan pembelajaran fisika yang mendukung eksperimen mandiri dan peningkatan pemahaman konsep peserta didik.

Keywords: ChatGPT-4o; *Mindful Learning*; Pemahaman Konsep Fisika.

Pendahuluan

Fisika sebagai cabang pembelajaran IPA disusun berdasarkan fakta, fenomena alam, hasil analisis, dan eksperimen. Pembelajaran fisika menuntut peserta didik tidak hanya mengetahui atau menghafal, tetapi juga perlu memahami konsep-konsep yang ada (Yuberti et al., 2019). Penelitian oleh (Arista & Kuswanto, 2018) menyatakan bahwa pemahaman

konsep merupakan bagian terpenting dalam pembelajaran fisika. Pemahaman konsep yang baik menjadi fondasi utama dalam kemampuan memecahkan masalah secara efektif (Dalem, 2025; Jere & Mpete, 2024). Peserta didik dengan kemampuan pemecahan masalah yang baik cenderung memanfaatkan pemahaman konsepnya dalam menyelesaikan persoalan sehingga diperlukan analisis

How to Cite:

Indriani, C., Saregar, A., & Noperi, H. (2025). *Mindful Learning Berbantuan ChatGPT-4o Dalam Eksperimen Mandiri Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik*. *Kappa Journal*, 9(3), 446-456. <https://doi.org/10.29408/kpj.v9i3.32260>

jenis kesalahan konsepsi (miskonsepsi) pada peserta didik (Phanphech et al., 2019). Miskonsepsi ini mengarah pada pemahaman peserta didik yang tidak sesuai dengan konsep fisika yang terjadi selama atau setelah pembelajaran.

Menurut *National Assessment of Educational Progress*, pemahaman konseptual fisika melibatkan kemampuan memahami prinsip-prinsip sains, khususnya konsep fisika yang digunakan untuk menjelaskan dan memprediksi fenomena alam, mengetahui cara menerapkan pemahaman secara efisien serta melaksanakan investigasi ilmiah (NAEP, 2004). (Lawson et al., 1993) menambahkan bahwa pemahaman konseptual peserta didik dalam fisika tercapai ketika mereka mampu menerapkan konsep ilmiah dengan baik untuk menjelaskan fenomena tertentu yang berkaitan dengan konsep fisika. (Griffith & Brosing, 2009) mencatat bahwa konsep dasar fisika seringkali lebih mudah dipahami jika diterapkan pada fenomena sehari-hari. Sehingga, mengaitkan pembelajaran fisika dengan peristiwa ilmiah dalam kehidupan sehari-hari dapat membantu peserta didik memahami ide-ide abstrak dengan lebih baik. Tinggi dan rendahnya tingkat pemahaman konsep peserta didik dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kualitas penyampaian konsep secara visual (Fiorella & Mayer, 2015), efektivitas pendekatan pembelajaran (Susilaningsih et al., 2019), model pembelajaran (Martawijaya et al., 2023), dan metode pembelajaran yang digunakan (Kurniasi & Juwita, 2019). Maka diperlukan indikator pemahaman konsep yang harus dicapai peserta didik untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik.

Berdasarkan pra-penelitian yang dilakukan di SMA Perintis 2 Bandar Lampung, data tingkat pemahaman konsep peserta didik yang diperoleh melalui penyebaran tes menunjukkan bahwa rata-rata persentase pemahaman konsep peserta didik kelas XI.6 sebesar 26,47%, sedangkan kelas XI.8 sebesar 24,21%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat pemahaman konsep fisika peserta didik masih tergolong rendah. Rendahnya pemahaman konsep peserta didik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti motivasi belajar yang rendah (Mirna et al., 2023), kurangnya literasi sains (Anshar et al., 2023), dan minimnya keterlibatan peserta didik dalam kegiatan eksperimen (Pontigon & Talanquer, 2025). Berdasarkan hasil wawancara kepada guru Fisika di SMA Perintis 2 Bandar Lampung, diketahui bahwa pembelajaran fisika di sekolah tersebut cenderung menggunakan metode dan model pembelajaran konvensional. Pendidik juga mengatakan bahwa pelaksanaan eksperimen masih belum optimal akibat keterbatasan waktu dan alat-alat eksperimen. Kondisi ini berdampak pada keterbatasan pengalaman belajar peserta didik, terutama dalam

mengembangkan pemahaman konsep secara lebih mendalam melalui eksplorasi dan eksperimen. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh (Maulidina & Bhakti, 2020) yang menunjukkan bahwa rendahnya pemahaman konsep disebabkan oleh kurangnya keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran, terbatasnya eksplorasi konsep secara mandiri, serta minimnya refleksi terhadap materi yang dipelajari. Solusi atas permasalahan ini, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu meningkatkan kesadaran dan keterlibatan aktif peserta didik dalam memahami konsep fisika (Weber & Wilhelm, 2024). Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang aktif memiliki hubungan erat dengan tingkat pemahaman konsep peserta didik (Gaikwad et al., 2024). Pendekatan *Mindful learning* menunjukkan keterlibatan aktif dan rasa ingin tahu yang tinggi, serta kesadaran akan berbagai kemungkinan dan perspektif untuk menyelesaikan tugas dan mendorong peserta didik supaya terlibat aktif dalam pembelajaran. (Lin, 2020) menunjukkan bahwa *mindful learning* dapat menfasilitasi tingkat pemahaman konsep peserta didik.

Mindful learning dipahami sebagai suatu pendekatan dimana peserta didik dan guru berada dalam keadaan perhatian yang terarah dan tidak menghakimi terhadap apa yang terjadi saat ini, dengan rasa ingin tahu dan penerimaan (Bordunos et al., 2024). *Mindful learning* menekankan kesadaran penuh (*mindfulness*) dalam memahami suatu konsep, sehingga peserta didik tidak hanya bersifat pasif dalam menerima informasi, tetapi juga secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran (Lubis et al., 2024). Menurut Langer (2016), *mindful learning* melibatkan tiga aspek utama, yaitu keterbukaan terhadap perspektif baru, kesadaran terhadap berbagai konteks pembelajaran, serta kemampuan untuk membangun koneksi antara konsep yang dipelajari dengan pengalaman nyata. Ketiga aspek ini mampu mengatasi kesulitan peserta didik dalam mengaitkan konsep abstrak dari materi vektor dengan fenomena dikehidupan sehari-hari. Pendekatan pembelajaran ini dapat menciptakan lingkungan belajar yang menarik dan efektif. Seiring dengan perkembangan teknologi dalam pendidikan, berbagai penelitian telah mengeksplorasi bahwa teknologi dapat berkontribusi dalam pemahaman konsep peserta didik (Firdausi et al., 2024). Penggunaan teknologi dapat menyediakan peluang baru untuk mengembangkan metode pembelajaran yang inovatif dan efektif.

Kemajuan teknologi informasi telah memberikan pengaruh besar terhadap berbagai aspek kehidupan, seperti dalam dunia pendidikan (Handarini & Wulandari, 2020). Dunia pendidikan mengalami transformasi, baik dalam perubahan materi ajar, media pembelajaran maupun penerapan teknologi informasi

dan komunikasi. Teknologi yang semakin maju tidak hanya mengubah cara pengajaran tetapi juga menciptakan peluang untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui pendekatan yang lebih personal, adaptif, dan relevan dengan keperluan peserta didik. Inovasi teknologi yang berkembang pesat adalah *Artificial Intelligence* (AI). Teknologi AI seperti ChatGPT yang dikembangkan oleh OpenAI telah menarik perhatian luas, khususnya di kalangan pendidik. Sistem ini mampu menghasilkan teks berkualitas tinggi yang menyerupai tulisan manusia dan memungkinkan interaksi percakapan yang alami (Patil et al., 2024). ChatGPT dapat digunakan sebagai asisten virtual dalam pendidikan sains yang membimbing peserta didik untuk melakukan eksperimen mandiri, mulai dari merancang prosedur percobaan, menganalisis data, hingga merefleksikan hasil eksperimen (Kotsis, 2024a).

ChatGPT digunakan dalam penelitian ini untuk membantu peserta didik melakukan eksperimen mandiri dalam pembelajaran fisika. Fitur interaktif ChatGPT dimanfaatkan untuk memberikan panduan dalam melakukan eksperimen, membantu peserta didik memahami konsep-konsep fisika melalui simulasi berbasis teks, serta menganalisis hasil percobaan secara sistematis (Ahmad et al., 2025). Adanya fitur interaktif yang dapat diakses kapan saja, ChatGPT mampu membuat waktu pembelajaran menjadi lebih efisien, karena peserta didik dapat mengajukan pertanyaan, mendapatkan penjelasan, serta melakukan eksplorasi konsep tanpa harus menunggu sesi pembelajaran di kelas.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pengaruh ChatGPT dalam dunia pendidikan. Penelitian oleh (Grassini, 2023) menunjukkan bahwa ChatGPT mampu meningkatkan pengalaman belajar dengan memberikan interaksi berbasis teks yang menyerupai komunikasi manusia. ChatGPT dapat bertindak sebagai tutor virtual yang membimbing peserta didik untuk meningkatkan pemahaman konsep melalui percakapan interaktif. Penelitian oleh (Taani & Alabidi, 2024) mengindikasikan bahwa ChatGPT memiliki pengaruh untuk meningkatkan keterlibatan serta pemahaman konsep peserta didik. Penelitian lain oleh (Çoban & Çoban, 2023) menunjukkan bahwa ChatGPT mampu memberikan bimbingan konseptual yang mendalam, membantu pemecahan soal dengan menjelaskan langkah-langkah penyelesaiannya, serta mendukung eksperimen mandiri dengan menyediakan instruksi dan variasi eksperimen. Namun, belum ada penelitian yang menjelaskan tentang pendekatan *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o dalam mendukung eksperimen mandiri fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pendekatan *mindful learning* yang didukung oleh ChatGPT-4o dalam eksperimen mandiri terhadap pemahaman konsep peserta didik. Penelitian ini dapat memberikan alternatif strategi pembelajaran fisika berbasis teknologi yang dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Melalui bantuan ChatGPT-4o sebagai sistem pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam eksplorasi konsep fisika melalui eksperimen fisika secara mandiri.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *quasy experiment* menggunakan desain *randomized control pretest-posttest design* (Mulyana et al., 2024). Desain ini menggunakan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kedua kelompok ini diberikan *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan (Yuberti & Saregar, 2020). Penelitian dilakukan di SMA Perintis 2 Bandar Lampung dengan populasi seluruh kelas XI tahun ajaran 2025/2026 yang berjumlah 435 peserta didik.

Penelitian ini menggunakan teknik *cluster random sampling* sebagai pengambilan sampel. *Cluster random sampling* adalah teknik pengambilan sampel melalui pembagian populasi ke beberapa kelompok (*cluster*) (Turner, 2020). Teknik ini dipilih karena populasi penelitian telah terdiri dalam kelompok-kelompok alami berupa kelas, sehingga pengambilan sampel dilakukan pada tingkat kelas bukan individu. Kemudian, beberapa *cluster* dipilih secara acak untuk dijadikan sampel. Sampel penelitian ini berjumlah 60 peserta didik. Kelas XI.8 terdiri dari 30 peserta didik sebagai kelas eksperimen yang akan mendapatkan perlakuan menggunakan pendekatan pembelajaran *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o dan kelas XI.7 terdiri dari 30 peserta didik sebagai kelas kontrol yang tidak mendapatkan perlakuan. Penelitian dilaksanakan pada materi vektor selama empat kali pertemuan.

Proses pembelajaran dirancang dengan mengintegrasikan pendekatan *mindful learning* dalam model *Inquiry Based Learning* untuk mengembangkan pemahaman konsep peserta didik secara bertahap. Pada tahap orientasi, peserta didik diarahkan untuk menunjukkan keterbukaan terhadap informasi baru dengan menyimak dan mengamati dua fenomena vektor yang disajikan melalui video dan gambar, kemudian melakukan brainstorming awal untuk mengaktifkan pengetahuan awal. Tahap ini bertujuan membantu peserta didik menyatakan ulang konsep dasar vektor secara sadar dan reflektif.

Pada tahap mengidentifikasi masalah, peserta didik dibimbing untuk meningkatkan kesadaran terhadap konteks pembelajaran melalui pertanyaan pemantik yang berkaitan dengan sifat dan karakteristik

vektor. Peserta didik mengklasifikasikan objek atau besaran berdasarkan konsep vektor, mengidentifikasi variabel-variabel yang saling memengaruhi, serta merumuskan permasalahan yang akan diselidiki. Selanjutnya, pada tahap merumuskan hipotesis, peserta didik didorong untuk menyadari perbedaan halus dalam situasi pembelajaran dan membangun berbagai perspektif pemahaman. Peserta didik melakukan studi literatur dari bahan bacaan yang direkomendasikan serta memanfaatkan ChatGPT-4o sebagai asisten pembelajaran untuk memahami konsep, sebelum merumuskan hipotesis berupa contoh dan bukan contoh penerapan konsep vektor.

Tahap mengumpulkan data dilakukan melalui aktivitas eksperimen dan penyelesaian masalah berbasis vektor yang difasilitasi dalam LKPD. Peserta didik menyajikan hasil kegiatan dalam berbagai bentuk representasi matematis, seperti tabel, grafik, dan gambar vektor. Pada tahap menguji hipotesis, peserta didik membandingkan hipotesis awal dengan hasil eksperimen yang diperoleh, mempresentasikan temuan, serta merefleksikan perkembangan pemahaman konsep yang dialami. Tahap akhir, yaitu membuat kesimpulan, dilakukan dengan mengarahkan peserta didik untuk mengaplikasikan konsep vektor dalam pemecahan masalah kontekstual serta memberikan tanggapan terhadap proyeksi konsep pada kasus yang diberikan guru.

Selama proses pembelajaran, penggunaan ChatGPT-4o dikontrol melalui panduan penggunaan yang telah disiapkan peneliti. Panduan tersebut mencakup contoh prompt yang berfokus pada klarifikasi konsep, bantuan penyusunan hipotesis, dan refleksi hasil eksperimen, serta batasan penggunaan agar ChatGPT-4o tidak digunakan sebagai sumber jawaban akhir. Peserta didik tetap diarahkan untuk memverifikasi informasi melalui diskusi dan refleksi bersama pendidik, sehingga pemanfaatan ChatGPT-4o berfungsi sebagai pendamping belajar yang mendukung kesadaran, fokus, dan keterlibatan aktif dalam pembelajaran.

Penelitian ini menggunakan tes dan dokumentasi untuk mengumpulkan data. Tes digunakan untuk mengukur pemahaman konsep peserta didik dan dokumentasi sebagai bukti relevan. Penelitian menggunakan instrumen tes berupa *three tier* yang berfungsi untuk menilai pemahaman konsep peserta didik. Instrumen ini dipilih karena tidak hanya mengidentifikasi jawaban benar atau salah, tetapi juga mengungkap alasan konseptual di balik jawaban serta tingkat keyakinan peserta didik terhadap jawabannya. Dengan demikian, *three-tier test* mampu membedakan antara pemahaman ilmiah, miskonsepsi, dan ketidaktahuan konsep secara lebih akurat.

Instrumen disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep menurut Effendi (2017), yaitu: 1) menyatakan ulang sebuah konsep; 2) mengklasifikasi objek; 3) memberikan contoh dan non-contoh dari konsep; 4) menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis; 5) mengembangkan syarat perlu dan syarat cukup suatu konsep; 6) menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu; dan 7) mengaplikasikan konsep atau algoritma pemecahan masalah.

Instrumen tes layak digunakan setelah diuji validitas dan reliabilitas. Kemudian, dilakukan uji tingkat kesukaran dan uji daya pembeda untuk memastikan kualitas butir-butir instrumen. Instrumen tes awalnya berjumlah 25 butir soal, yang kemudian di uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan uji daya pembeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 16 butir soal dinyatakan layak digunakan. Berdasarkan jumlah indikator pemahaman konsep, peneliti memilih 14 butir soal sebagai instrumen penelitian, dimana setiap indikator diwakili oleh dua butir soal. Setiap butir soal dirancang dalam tiga pertanyaan (Q1, Q2, Q3) yang mengintegrasikan pengukuran pemahaman konsep serta kepastian respon. Respon peserta didik terhadap butir soal (Q1, Q2, Q3) dievaluasi berdasarkan rubrik (Tabel 2). Misalnya, respons siswa terhadap butir soal adalah sebagai berikut: Q1, Q2 "benar", dan Q3 "sangat yakin" dengan kode CCC. Kode tersebut menunjukkan bahwa pemahaman konseptual siswa berada pada level 6, kategori Pengetahuan Ilmiah (SK). Di sisi lain, jika pola respons pada Q1, Q2 "salah" dan Q3 "tidak yakin", kodennya adalah IIU, yang berarti pemahaman konseptual siswa berada pada kategori Kurang Pengetahuan (LOK), atau level 1.

Tabel 1. Rubrik Penilaian Respon Siswa (Laliyo et al., 2022)

Q1	Q2	Q3	Kode	Kategori Pemahaman Konsep	Tingkat
Correct	Correct	Certain	CCC	Scientific Knowledge (SK)	6
Correct	Incorrect	Certain	CIC	Misconception False Positive (MFP)	5
Incorrect	Correct	Certain	ICC	Misconception False Negative (MFN)	4
Incorrect	Incorrect	Certain	IIC	All-Misconception (ALM)	3
Correct	Correct	Uncertain	CCU	Lack of Confidence/Lucky Guess (LG)	2
Correct	Incorrect	Uncertain	CIU	Lack of Knowledge (LOK)	1

Inc orrect	Cor rect	Unc erta in	ICU	Lack of Knowledge (LOK)	1
Inc orrect	Inco rrect	Unc erta in	IIU	Lack of Knowledge (LOK)	1

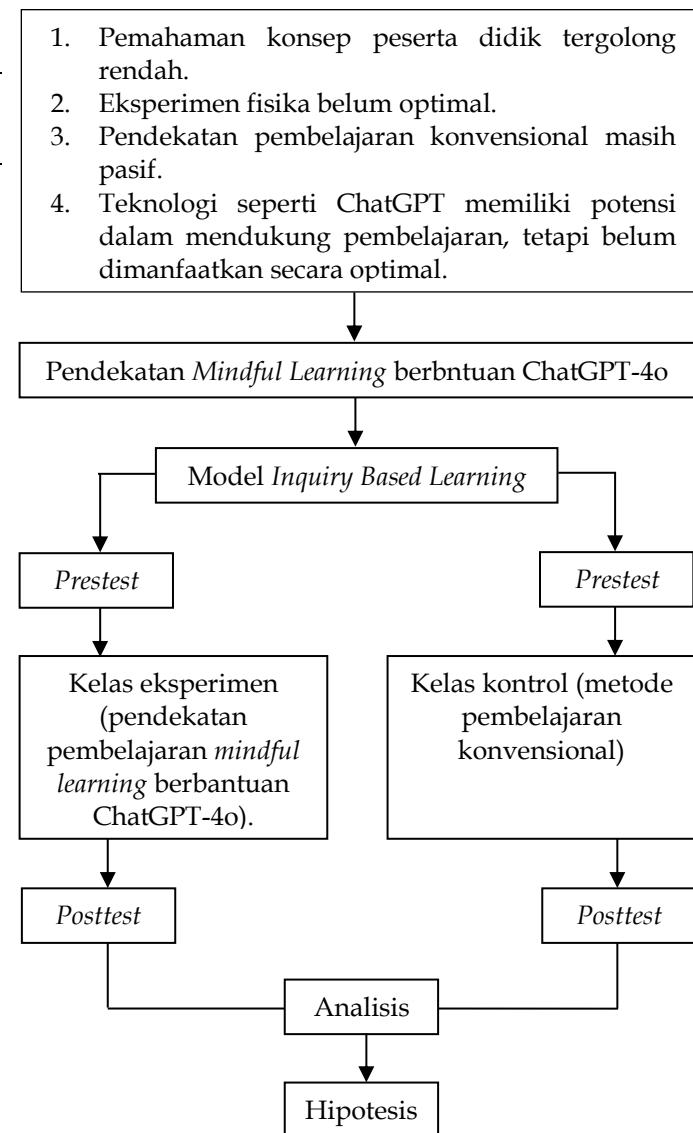
Sebelum data dianalisis, data mula-mula diuji normalitas untuk memverifikasi jika data empiris memenuhi asumsi distribusi normal dan uji homogenitas untuk mengetahui variansi antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol apakah bersifat sama atau beda. Uji normalitas dilakukan menggunakan *Kolmogorov Smirnov*.

Data dianalisis menggunakan uji-T dan perhitungan N-Gain. Uji-T yang dipakai adalah Uji-T independen (*independent sample T-test*). Uji-T independen (*independent sample T-test*) bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata-rata pemahaman konsep fisika yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah diberikan perlakuan yang berbeda. Kemudian, N-Gain sebagai alat ukur untuk menilai keberhasilan metode pembelajaran dengan membandingkan skor *pretest* dan skor *posttest*. Untuk menghitung N-Gain score menggunakan rumus berikut ini:

$$N - Gain = \frac{\%posttest - \%pretest}{\%pretest} \dots (1)$$

Tabel 2. Kategori Nilai N-gain

Kategori Nilai N-Gain	Kriteria
$N - Gain > 0,70$	Tinggi
$0,30 \geq N - Gain \leq 0,70$	Sedang
$N - Gain < 0,30$	Rendah



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Hasil pemahaman konsep peserta didik diukur menggunakan soal *pretest* dan *posttest*. Pemahaman konsep peserta didik diukur dengan soal *three-tier multiple choice* berjumlah 14 butir soal. Hasil *pretest* dan *posttest* tersebut dapat diamati pada tabel 1.

Tabel 3. Data Nilai *Pretest* Dan *Posttest* Kelas Eksperimen Dan Kontrol

Descriptive Statistics				
	Pretest Eksperimen	Posttest Eksperimen	Pretest Kontrol	Posttest Kontrol
N	30	30	30	30
Min	25	63	25	52
Max	40	82	43	80
Mean	32,17	73,17	35,57	66,93

Dari tabel 3 menunjukkan bahwa nilai pretest kelas kontrol sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen. Kemudian, setelah kelas eksperimen diberikan perlakuan dengan pendekatan *mindful learning* menghasilkan nilai posttest sebesar 73,17, sedangkan kelas kontrol menghasilkan nilai posttest sebesar 66,93. Hasil ini menandakan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan yang berbeda.

Kemudian, dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengidentifikasi apakah kedua kelompok terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan kolmogorov-smirnov dengan *Lilliefors Significance Correction*.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Statistic	df	Sig.
Pretest Eksperimen	0,154	30	0,067
Posttest Eksperimen	0,087	30	.200*
Pretest Kontrol	0,118	30	.200*
Posttest Kontrol	0,116	30	.200*

a. *Lilliefors Significance Correction*

Berdasarkan tabel 2 hasil uji normalitas, memperluhatkan bahwa nilai pretest kelas eksperimen diperoleh $0,067 > 0,05$, posttest kelas eksperimen $0,200 > 0,05$, pretest kelas kontrol $0,200 > 0,05$, dan posttest kontrol $0,200 > 0,05$. Berdasarkan kriteria kolmogorov-smirnov, data dikatakan berdistribusi normal apabila signifikansi lebih besar dari 0,05. Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas pada dua kelompok untuk mengetahui apakah berasal dari variasi yang sama atau tidak.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,481	1	58	0,229

Berdasarkan tabel 3 uji homogenitas memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,229 yang berarti lebih besar dari 0,05. Sehingga, dapat dinyatakan data beristribusi homogen.

Setelah data memenuhi uji prasyarat maka dilakukan uji-t menggunakan *independent sampel t-test* dengan keputusan, jika nilai sig (2-tailed) $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Sedangkan, jika nilai sig (2-tailed) $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis

Independent Sampel t-Test			
Hasil Tes Pemahaman	t	df	Sig. (2-tailed)
Konsep	4,077	58	0,000

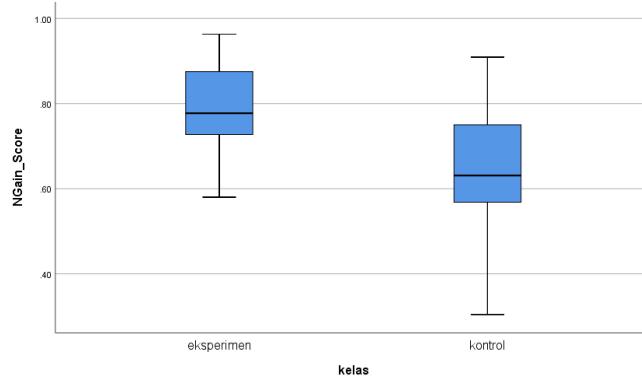
Hasil pengujian hipotesis dengan *independent sampel t-test* nilai signifikansi $0,000 < 0,05$, menunjukkan bahwa adanya pengaruh yang signifikan. Dengan demikian, H_0 ditolak dan H_1 diterima (H_1 : pendekatan

mindful learning berbantuan ChatGPT-4o dalam eksperimen mandiri berpengaruh terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik). Selanjutnya, setelah dilakukan uji hipotesis maka dilakukan uji N-Gain.

Tabel 7. Hasil Uji N-Gain

Kelas	N-Gain	Kategori
Eksperimen	0,79	Tinggi
Kontrol	0,64	Sedang

Berdasarkan tabel 4, rata-rata nilai N-Gain kelas eksperimen diperoleh sebesar 0,79 berada pada rentang $g \geq 0,7$ terkategori "Tinggi". Sementara, nilai N-Gain kelas kontrol diperoleh sebesar 0,64 yang berada pada rentang $0,3 \leq g \leq 0,7$ terkategori "sedang".



Gambar 2. Grafik Peningkatan Hasil Pretest-Posttest

Temuan ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik di kelas eksperimen meningkat lebih baik, dibandingkan kelas kontrol. Peningkatan tersebut disebabkan oleh keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran.

Pembahasan

Penelitian dilakukan di SMA Perintis 2 Bandar Lampung dengan menerapkan pendekatan *mindful learning* pada kelas eksperimen (XI.8) dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol (XI.7). Penggunaan pendekatan *mindful learning* memiliki potensi untuk meningkatkan pemahaman konsep dengan mendorong peserta didik agar aktif selama mengikuti kegiatan pembelajaran. *Mindful learning* mendorong peserta didik untuk lebih fokus pada apa yang mereka pelajari, dikaitkan dengan pengalaman belajar yang positif dan menghasilkan belajar yang lebih baik (Lin, 2020). (E. J. Langer, 2000) menyatakan beberapa karakteristik *mindful learning* diantaranya: 1) kesadaran terhadap konteks (*sensitivity to context*) yaitu membangun kesadaran kontekstual dan kehadiran penuh dalam proses pembelajaran sehingga peserta didik dapat mengurangi "autopilot" dan lebih aktif merefleksikan informasi yang mereka terima. Hal ini dilakukan melalui diskusi dan pertanyaan reflektif kepada peserta didik. 2) keterbukaan terhadap informasi baru (*openness*

to new information) yaitu mendorong keterbukaan terhadap hal baru. Peserta didik diajak untuk memahami bahwa pengetahuan bukan sekedar informasi yang harus dihafal tetapi sebagai ilmu yang terus berkembang. 3) kesadaran terhadap perbedaan halus dalam situasi pembelajaran (*awareness of novel distinctions*), peserta didik didorong untuk memperhatikan variasi dan perbedaan dalam suatu materi, sehingga mereka dapat mengeksplorasi berbagai perspektif dan tidak terjebak dalam satu sudut pandang saja. 4) fleksibilitas dalam membangun perspektif baru (*creating multiple perspective*), menekankan kemampuan peserta didik untuk melihat suatu konsep atau permasalahan dari berbagai sudut pandang, seperti melalui diskusi kelompok. Karakteristik *mindful learning* ini membantu meningkatkan perhatian, fleksibilitas kognitif, pemecahan masalah, emosi dan memori peserta didik. Peserta didik kelas eksperimen menunjukkan keterlibatan aktif pada saat pembelajaran dibandingkan kelas kontrol, sehingga peningkatan pemahaman konsep kelas eksperimen lebih baik.

Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa *mindful learning* menekankan pentingnya kesadaran penuh dan keterlibatan dalam kegiatan pembelajaran sehingga mendukung peserta didik mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang materi (Feriyanto & Anjariyah, 2024; Yeh et al., 2019). Melalui pendekatan *mindful learning*, peserta didik tidak hanya pasif dalam menerima informasi tetapi diajarkan untuk memperhatikan hal-hal baru, sadar terhadap konteks, berpikir fleksibel, dan melihat materi dari berbagai sudut pandang (Lin, 2020). Sejalan dengan penelitian ini yang mengindikasikan hubungan positif antara *mindful learning* dan pemahaman konsep, melalui diskusi, pertanyaan relektif serta eksplorasi, peserta didik lebih terbuka terhadap informasi baru, sadar terhadap proses belajar, serta mampu mengelola emosi dan perhatian mereka dalam pembelajaran.

Hasil tes pemahaman konsep peserta didik menggunakan data *pretest* memperlihatkan bahwa nilai rata-rata pada kelas eksperimen diperoleh 32,17 dan kelas kontrol diperoleh 35,57. Perbandingan nilai rata-rata ini menyatakan bahwa kemampuan awal kedua kelas tidak berbeda secara substansial. Selanjutnya, kedua kelas diberikan metode pembelajaran yang berbeda, dimana kelas eksperimen menggunakan pendekatan *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o, sedangkan kelas kontrol menggunakan metode pembelajaran konvensional. Setelah penerapan pendekatan *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o, hasil *posttest* mengindikasikan peningkatan yang signifikan. Nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen sebesar 73,17, sedangkan kelas kontrol yang menggunakan metode konvensional nilai rata-rata

posttest sebesar 66,93. Temuan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman di kedua kelas, tetapi kelas eksperimen menunjukkan pemahaman yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Peningkatan yang lebih signifikan pada kelas eksperimen tidak terlepas dari faktor internal selama proses pembelajaran, seperti keterlibatan aktif peserta didik dalam eksperimen mandiri, fokus perhatian terhadap aktivitas pembelajaran, serta adanya refleksi konseptual yang difasilitasi melalui pendekatan *mindful learning*. Selain itu, penggunaan ChatGPT-4o sebagai asisten pembelajaran memungkinkan peserta didik memperoleh umpan balik dan penjelasan secara langsung selama proses belajar, sehingga membantu mengurangi kebingungan konseptual dan memperkuat pemahaman konsep fisika. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan pendekatan *mindful learning* memberikan pengaruh positif dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Sejalan dengan hasil uji *independent sampel t-test* diperoleh signifikansi sebesar $0.000 < 0.05$. Sehingga, hipotesis yang menyatakan adanya pengaruh pendekatan *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o dalam eksperimen mandiri terhadap pemahaman konsep peserta didik dapat diterima.

Nilai N-Gain pada kelas eksperimen diperoleh sebesar 0.79 yang berada dalam kategori "tinggi", sedangkan kelas kontrol nilai N-Gain yang diperoleh sebesar 0.64 yang berada dalam kategori "sedang". Perbedaan kategori ini menunjukkan bahwa pendekatan *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o lebih unggul dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal ini sejalan dengan pendekatan *mindful learning* yang mendorong partisipasi dan fokus peserta didik dalam pembelajaran (Yeh & Peng, 2023). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa *mindful learning* berdampak positif terhadap peningkatan konsentrasi peserta didik pada materi yang diajarkan (Ramadhan, 2025).

Temuan ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Langer, yang menegaskan bahwa pembelajaran yang melibatkan kesadaran penuh akan meningkatkan pemahaman terhadap materi (Langer et al., 1989; Langer, 2000). Penelitian sebelumnya juga menekankan bahwa pendekatan *mindful learning* mampu meningkatkan kemampuan akademik peserta didik (Feriyanto & Anjariyah, 2024). Penelitian lain menyatakan bahwa pendekatan *mindful learning* mendorong peserta didik untuk sepenuhnya hadir dalam proses pembelajaran sehingga meningkatkan konsentrasi melalui menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman pribadi mereka (Benu et al., 2025). Selain itu, dengan bantuan ChatGPT-4o sebagai asisten virtual dalam eksperimen mandiri dapat

memberikan penjelasan dan umpan balik instan yang relevan dengan kebutuhan belajar peserta didik.

Penerapan pendekatan *mindful learning* dengan bantuan ChatGPT-4o terbukti relevan dalam meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. ChatGPT-4o memberikan peluang untuk menciptakan pembelajaran yang responsif dan fleksibel (Memarian & Doleck, 2023). ChatGPT sebagai asisten pembelajaran mampu menyediakan penjelasan materi dan umpan balik instan yang selaras dengan kebutuhan belajar peserta didik. Peran ChatGPT-4o dalam penelitian ini sebagai pendamping belajar yang membantu peserta didik melakukan eksperimen. ChatGPT-4o membantu peserta didik menentukan eksperimen yang dilakukan dan menjelaskan prosedur percobaan eksperimen. Penentuan eksperimen yang dilakukan mempertimbangkan kondisi dan fasilitas yang tersedia di sekolah. Batasan ini dimasukkan sebagai input dalam bentuk *prompt*. Sesuai dengan penelitian sebelumnya bahwa AI memfasilitasi pembelajaran personalisasi dengan memberikan umpan balik tepat waktu kepada peserta didik sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi pembelajaran (Elbanna & Armstrong, 2024; Rosalina & Sen, 2022). Penelitian lain menyatakan bahwa ChatGPT mempunyai kemampuan dalam memberikan penjelasan yang jelas yang berpotensi meningkatkan pemahaman konseptual dan ketelitian peserta didik dalam pendidikan fisika (Kahaleh & Lopez, 2025). Selanjutnya, penelitian (Kotsis, 2024b) menyatakan bahwa integrasi ChatGPT dalam pembelajaran dapat mengatasi miskonsepsi peserta didik melalui eksperimen yang dirancang dengan bantuan AI.

Meskipun demikian, penggunaan ChatGPT-4o dalam pembelajaran juga memiliki potensi kelemahan yang perlu diperhatikan. ChatGPT dapat menghasilkan jawaban yang kurang akurat atau tidak sepenuhnya sesuai dengan konteks konsep fisika apabila prompt yang diberikan kurang spesifik atau tidak divalidasi dengan baik. Selain itu, terdapat risiko peserta didik menerima informasi secara pasif tanpa melakukan verifikasi lebih lanjut, yang berpotensi memperkuat miskonsepsi apabila tidak disertai pendampingan dan refleksi kritis. Ketergantungan berlebihan terhadap ChatGPT juga dapat mengurangi kesempatan peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir mandiri dan pemecahan masalah secara optimal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penggunaan ChatGPT-4o tidak dimaksudkan sebagai pengganti peran pendidik, melainkan sebagai asisten pembelajaran yang terintegrasi dalam pendekatan *mindful learning*. Peserta didik tetap diarahkan untuk merefleksikan hasil eksperimen, memverifikasi jawaban, serta mendiskusikan temuan secara kritis bersama pendidik. Integrasi ini diharapkan mampu meminimalkan risiko

penggunaan AI sekaligus memaksimalkan manfaatnya dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika.

Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi pendekatan *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o dapat meningkatkan partisipasi dan konsentrasi peserta didik melalui pengalaman pembelajaran yang adaptif dan reseptif. Sehingga, mendorong pembelajaran yang terpersonalisasi dan mandiri. Integrasi ChatGPT-4o dalam pendekatan *mindful learning* memperkuat keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran dengan memberikan umpan balik langsung dan individual.

Meskipun penerapan pendekatan *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o telah menunjukkan hasil yang signifikan, terdapat kelemahan yang perlu diperhatikan. Pertama, cakupan subjek masih terbatas pada peserta didik kelas XI di satu sekolah, sehingga diperlukan penelitian lanjutan menggunakan sampel yang lebih luas dari berbagai sekolah dan daerah berbeda guna memperoleh gambaran yang lebih representatif. Kedua, penerapan penelitian ini dilakukan dengan durasi yang singkat sehingga belum dapat menggambarkan dampak panjang terhadap ketrampilan nonkognitif peserta didik.

Kesimpulan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *mindful learning* berbantuan ChatGPT-4o dalam eksperimen mandiri berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik. Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (< 0,05), yang menandakan adanya perbedaan rata-rata pemahaman konsep yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Selain itu, nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,79 (kategori tinggi) lebih unggul dibandingkan kelas kontrol dengan nilai 0,64 (kategori sedang). Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi *mindful learning* dan ChatGPT-4o mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik secara lebih efektif dan konsisten. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama pada cakupan subjek yang terbatas pada satu sekolah dan durasi penerapan yang relatif singkat. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk melibatkan populasi yang lebih luas serta durasi implementasi yang lebih panjang. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada penyusunan panduan atau modul penggunaan ChatGPT-4o dalam pembelajaran fisika di kelas, sehingga pemanfaatan AI dapat dilakukan secara sistematis, terkontrol, dan selaras dengan tujuan pembelajaran.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang memberikan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terimakasih khusus kepada dosen pembimbing yang telah membimbing dan masukan berharga dalam penyempurnaan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Ahmad, R. M., Ahmad, M. S., & Salem, M. A. (2025). Integrasi ChatGPT dan Baambooze untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Fisika. *Journal of Education Research*, 6(3), 539-550.
- Anshar, M. A., Rahayu, Y. S., Erman, E., Karimah, K., & Rofiq, A. (2023). The Analysis of Umar Masud Junior High School Students' Science Literacy Ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(2), 926-930.
- Arista, F. S., & Kuswanto, H. (2018). Virtual Physics Laboratory Application Based on the Android Smartphone to Improve Learning Independence and Conceptual Understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1), 1-16.
- Benu, N. N., Beeh, N., & Nenotek, S. A. (2025). Implementing Deep Learning in the EFL Classroom: Strategies for Fostering Mindful, Meaningful, and Joyful Language Learning. *Journal of Language, Education, Literature, and Culture*, 3(1).
- Bordunos, A. K., Miletich, M. P., & Volkova, N. V. (2024). Mindful learning: Principles and prospect of use in higher education. *İNÈÖÎÈÎÈ× ÅÑÈÀß ÍÀÓÈÀ È ÎÁÐÀÇÎÀÍÈÅ PSYCHOLOGICAL SCIENCE AND EDUCATION*, 29(4), 17.
- Çoban, A., & Çoban, N. (2023). Use of ChatGPT in physics education. *ResearchGate*, June, 1-19.
- Dalem, A. A. I. A. M. (2025). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Discovery Berbantuan PhET untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(2), 1072-1082.
- Effendi, K. N. S. (2017). PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS VIII PADA MATERI KUBUS DAN BALOK: Pemahaman: Kubus: Balok. *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 2(2), 10-17.
- Elbanna, S., & Armstrong, L. (2024). Exploring the integration of ChatGPT in education: Adapting for the future. *Management & Sustainability: An Arab Review*, 3(1), 16-29.
- Feriyanto, F., & Anjariyah, D. (2024). Deep learning approach through meaningful, mindful, and joyful learning: A library research. *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, 5(2), 208-212.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2015). Eight ways to promote generative learning. *Educational Psychology Review*. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9>
- Firdausi, A. R., Pgri, U., & Jember, A. (2024). *Analyzing the impact of learning technology on the quality of education in schools: Potential and risks*. 1(5), 124-131.
- Gaikwad, P., Bobalade, D., Mandale, M., Bhujakkavar, U., Patange, S., & Sabale, S. S. (2024). Enactment and impact analysis of active learning strategies utilized for the basic science courses in the evaluation of engineering students. *Journal of Engineering Education Transformations*, 939-946.
- Grassini, S. (2023). Shaping the future of education: Exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings. *Education Sciences*, 13(7).
- Griffith, W. T., & Brosing, J. W. (2009). *A Conceptual Introduction to Physics*.
- Handarini, O. I., & Wulandari, S. S. (2020). Pembelajaran daring sebagai upaya study from home (SFH). *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 8(3), 465-503.
- Jere, S., & Mpeta, M. (2024). Enhancing learners' conceptual understanding of reaction kinetics using computer simulations-a case study approach. *Research in Science Education*, 54(6), 999-1023.
- Kahaleh, R., & Lopez, V. (2025). Evaluating large language models in high school physics education: Addressing misconceptions and fostering conceptual understanding. *Physics Education*, 60(2), 025013.
- Kotsis, K. T. (2024a). ChatGPT as teacher assistant for physics teaching. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*, 2(4).
- Kotsis, K. T. (2024b). Correcting Students' misconceptions in physics using experiments designed by chatgpt. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning*, 2(2), 83-100.
- Kurniasi, E. R., & Juwita, I. (2019). Analysis students' ability in understanding of mathematics concept in high, medium, low ability. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Kependidikan*, 7(1), 21-34.
- Laliyo, L. A. R., Sumintono, B., & Panigoro, C. (2022). Measuring changes in hydrolysis concept of students taught by inquiry model: Stacking and

- racking analysis techniques in Rasch model. *Heliyon*, 8(3).
- Langer, E., Hatem, M., Joss, J., & Howell, M. (1989). Conditional teaching and mindful learning: The role of uncertainty in education. *Creativity Research Journal*, 2(3), 139–150.
- Langer, E. J. (2000). Mindful learning. *Current Directions in Psychological Science*, 9(6), 220–223.
- Langer, E. J. (2016). *The power of mindful learning*. Hachette UK.
- Lawson, A. E., Baker, W. P., Didonato, L., Verdi, M. P., & Johnson, M. A. (1993). The role of hypothetico-deductive reasoning and physical analogues of molecular interactions in conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1073–1085.
- Lin, Y. T. (2020). The interrelationship among psychological capital, mindful learning, and english learning engagement of university students in taiwan. *SAGE Open*, 10(1). <https://doi.org/10.1177/2158244020901603>
- Lubis, M. S. A., Kalean, A., Fiyul, Y., & Latifah, N. (2024). *Exploring mindful teaching practices: Strategies for enhancing early childhood education open access*. November.
- Martawijaya, M. A., Rahmadhanningsih, S., Swandi, A., Hasyim, M., & Sujiono, E. H. (2023). The effect of applying the ethno-stem-project-based learning model on students' higher-order thinking skill and misconception of physics topics related to lake tempe, indonesia. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.38703>
- Maulidina, S., & Bhakti, Y. B. (2020). Pengaruh media pembelajaran online dalam pemahaman dan minat belajar siswa pada konsep pelajaran fisika. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 248. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.2592>
- Memarian, B., & Doleck, T. (2023). ChatGPT in education: Methods, potentials, and limitations. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 1(2), 100022.
- Mirna, M., Mudjiran, M., Aysi, R., & Murni, D. (2023). Analisis pengaruh motivasi belajar terhadap pemahaman konsep matematis peserta didik. *Jurnal Muara Pendidikan*, 8(1), 96–107.
- Mulyana, A., Susilawati, E., Fransisca, Y., Arismawati, M., Madrapriya, F., Phety, D. T. O., Putranto, A. H., Fajriyah, E., Kurniawan, R., & Asri, Y. N. (2024). *Metode Penelitian Kuantitatif*. TOHAR MEDIA. <https://books.google.co.id/books?id=axwnEQAAQBAJ>
- NAEP. (2004). *Science Framework for the 2005 National Assessment of Educational Progress*.
- Patil, R., Heston, T. F., & Bhuse, V. (2024). Prompt engineering in healthcare. *Electronics (Switzerland)*, 13(15), 1–26. <https://doi.org/10.3390/electronics13152961>
- Phanphech, P., Tanitteerapan, T., & Murphy, E. (2019). Explaining and enacting for conceptual understanding in secondary school physics. *Issues in Educational Research*, 29(1), 180–204.
- Pontigon, D., & Talanquer, V. (2025). Examining student engagement in the organic chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*.
- Ramadhan, A. (2025). Pengaruh Meaningful, Joyful, dan Mindful Learning Sebagai Pilar Deep Learning terhadap Hasil Belajar: Literature Review. *JPT: Jurnal Pendidikan Tematik*, 6(2), 151–158.
- Rosalina, R., & Sen, T. W. (2022). *The implementation of deep learning methods in education to support personalized learning*. 1(1), 44–49.
- Susilarningsih, E., Drastisanti, A., Kusumo, E., & Alighiri, D. (2019). The analysis of concept mastery using redox teaching materials with multiple representation and contextual teaching learning approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 475–481. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.18072>
- Taani, O., & Alabidi, S. (2024). ChatGPT in education: Benefits and challenges of ChatGPT for mathematics and science teaching practices. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–30.
- Turner, D. P. (2020). Sampling Methods in Research Design. *Headache: The Journal of Head & Face Pain*, 60(1).
- Weber, J., & Wilhelm, T. (2024). Contributing factors to the improvement of conceptual understanding in a computer-based intervention in Newtonian dynamics. *Physical Review Physics Education Research*, 20(2), 20130. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.020130>
- Yeh, Y., Chen, S.-Y., Rega, E. M., & Lin, C.-S. (2019). Mindful learning experience facilitates mastery experience through heightened flow and self-efficacy in game-based creativity learning. *Frontiers in Psychology*, 10, 1593.
- Yeh, Y., & Peng, Y.-Y. (2023). When smartphones meet mindful learning: The cluster profiles of passion toward smartphone use, creativity mindsets, and creativity self-efficacy. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 17(4), 574–594.

- Yuberti, Latifah, S., Anugrah, A., Saregar, A., Misbah, & Jermsittiparsert, K. (2019). Approaching problem-solving skills of momentum and impulse phenomena using context and problem-based learning. *European Journal of Educational Research*, 8(4), 1217-1227. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.4.1217>
- Yuberti, & Saregar, A. (2020). *Pengantar metodologi penelitian pendidikan matematika dan sains*. CV. Anugrah Utama Rahaja.