



PENGEMBANGAN E-MODUL TERINTEGRASI LITERASI SAINS MELALUI PENDEKATAN *DEEP LEARNING* PADA POKOK BAHASAN IKATAN KIMIA

Dina Amelia Tambunan^{1*} & Destria Roza²

^{1&2}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Ps. V, Deli Serdang, Sumatera Utara
20221, Indonesia

*Email: tambunanda2@gmail.com

Submit: 28-04-2026; Revised: 14-06-2026; Accepted: 15-06-2026; Published: 06-07-2026

ABSTRAK: Rendahnya pemahaman konsep dan literasi sains siswa pada materi ikatan kimia menunjukkan perlunya bahan ajar yang mampu memfasilitasi pembelajaran bermakna. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada materi ikatan kimia, serta mengetahui tingkat kelayakan, peningkatan hasil belajar, dan respon siswa terhadap produk yang dikembangkan. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yang meliputi *define, design, develop, dan disseminate*. Subjek penelitian terdiri atas tiga validator dan 36 siswa kelas X SMA Negeri 1 Deli Tua, Deli Serdang, Sumatera Utara. Instrumen penelitian berupa lembar validasi, tes hasil belajar, dan angket respon siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 88,93% dari ahli materi, dan 89,44% dari ahli media dengan kategori sangat valid. Penggunaan e-modul menghasilkan peningkatan hasil belajar dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,72 (kategori tinggi), serta memperoleh respon siswa sebesar 83,31% (kategori positif). Dengan demikian, e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* layak digunakan sebagai bahan ajar untuk mendukung pembelajaran ikatan kimia.

Kata Kunci: *Deep Learning*, E-Modul, Ikatan Kimia, Literasi Sains, Pengembangan.

ABSTRACT: The low level of students' understanding of concepts and scientific literacy in chemical bonding material indicates the need for teaching materials that can facilitate meaningful learning. This study aims to develop an integrated e-module of scientific literacy through a deep learning approach in chemical bonding material, as well as to determine the level of feasibility, improvement in learning outcomes, and student responses to the developed product. The study used the Research and Development (R&D) method with a 4D model that includes *define, design, develop, and disseminate*. The research subjects consisted of three validators and 36 students of grade X of SMA Negeri 1 Deli Tua, Deli Serdang, North Sumatra. The research instruments were validation sheets, learning outcome tests, and student response questionnaires. The results showed that the e-module obtained a feasibility percentage of 88.93% from material experts, and 89.44% from media experts with a very valid category. The use of the e-module resulted in an increase in learning outcomes with an *N-Gain* value of 0.72 (high category), and obtained a student response of 83.31% (positive category). Thus, the integrated e-module on scientific literacy through a deep learning approach is suitable for use as a teaching material to support learning about chemical bonds.

Keywords: *Deep Learning*, E-Module, Chemical Bonding, Scientific Literacy, Development.

How to Cite: Tambunan, D. A., & Roza, D. (2026). Pengembangan E-Modul Terintegrasi Literasi Sains melalui Pendekatan *Deep Learning* pada Pokok Bahasan Ikatan Kimia. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 6(3), 1575-1590. <https://doi.org/10.36312/panthera.v6i3.1331>



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Uniform Resource Locator: <https://e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/panthera>



PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia masih menghadapi tantangan karena banyak konsep yang bersifat abstrak dan kompleks. Salah satunya adalah materi ikatan kimia (Ramdhani *et al.*, 2020) yang mencakup aturan duplet-oktet, struktur Lewis, jenis ikatan, dan distribusi elektron, sehingga sulit dipahami siswa (Zulkhairi, 2022). Kesulitan ini berkaitan dengan tuntutan kemampuan representasi mikroskopik, simbolik, dan makroskopik (Vonari *et al.*, 2024), serta diperparah oleh rendahnya literasi sains siswa (Khery *et al.*, 2022).

Rendahnya literasi sains terlihat dari hasil PISA yang menempatkan Indonesia pada peringkat 72 dari 78 negara dengan skor rata-rata 396, di bawah rata-rata OECD 489, dan hanya sekitar 40% siswa mencapai level minimum (OECD, 2019). Kondisi ini menunjukkan kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep dengan konteks, serta berpikir tingkat tinggi masih rendah (Yustin & Wiyarsi, 2019) dan cenderung terbatas pada aspek *content* (Wardani *et al.*, 2024).

Faktor penyebabnya antara lain pembelajaran yang kurang kontekstual, minimnya pelatihan penalaran ilmiah siswa (Fuadi *et al.*, 2020), keterbatasan bahan ajar, serta dominasi *teacher-centered learning* (Suparya *et al.*, 2022). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang menekankan pemahaman mendalam (Rahmadani *et al.*, 2022). Salah satunya adalah pendekatan *deep learning* (Ulumiyah & Pratama, 2025) yang berorientasi pada proses belajar reflektif, kritis, dan bermakna melalui prinsip *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning* (Fitriani & Santiani, 2025). Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan literasi sains (Widodo *et al.*, 2025) dan menggeser pembelajaran dari sekadar hafalan menuju pemahaman fenomena (Sudyana & Frantius, 2025).

Di sisi lain, pengembangan bahan ajar juga berperan penting dalam mendukung literasi sains (Sutiani *et al.*, 2022) melalui penyajian materi dan kegiatan belajar yang ada di dalamnya (Rismanita *et al.*, 2025). Bahan ajar yang baik tidak hanya memuat konsep, tetapi juga aktivitas penyelidikan, analisis data, dan konteks kehidupan nyata (Pertiwi *et al.*, 2020). Namun, hasil wawancara di SMA Negeri 1 Deli Tua menunjukkan bahwa pembelajaran masih bergantung pada buku paket dan minim media interaktif, sehingga siswa cenderung pasif dan bergantung pada guru.

Sebagai solusi, e-modul dapat menjadi alternatif karena mampu menyajikan materi secara multimedia dan lebih fleksibel diakses (Kurniawan & Kuswandi, 2021). Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan e-modul dalam pembelajaran kimia berbasis literasi sains mampu menghasilkan bahan ajar yang valid dan efektif. Pengembangan e-modul dengan model *problem based learning* (Yanti *et al.*, 2024), *discovery learning* (Nasution & Sutiani, 2022), dan *scientific critical thinking* terbukti dapat meningkatkan literasi sains siswa. Selain itu, penggunaan pendekatan seperti etnosains (Alifa *et al.*, 2025), *socio scientific issues context* (Putri *et al.*, 2025), serta *unity of science* (Lestari, 2023) juga menunjukkan bahwa e-modul mampu meningkatkan kualitas pembelajaran serta memperoleh respon positif dari siswa. Pada materi ikatan kimia, e-modul berbasis *Nature of Science* (NOS) juga dilaporkan memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi berdasarkan hasil validasi dan uji coba (Accraf *et al.*, 2018).



Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih berfokus pada pengembangan e-modul berbasis model atau pendekatan tertentu secara terpisah, dan belum secara eksplisit mengintegrasikan pendekatan *deep learning* yang berorientasi pada keterlibatan kognitif mendalam melalui aktivitas analisis, refleksi, dan pemaknaan konsep. Padahal, pendekatan *deep learning* melalui *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning* terbukti mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Fatimah & Wiji, 2026). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan e-modul yang mengintegrasikan literasi sains dan pendekatan *deep learning* secara terpadu dalam pembelajaran kimia.

Berdasarkan kajian terdahulu, belum banyak penelitian yang secara khusus mengkolaborasikan literasi sains dengan pendekatan *deep learning* ke dalam pengembangan bahan ajar digital praktis seperti e-modul. Oleh karena itu, peneliti tertarik mengembangkan e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia, sebagai alternatif bahan ajar inovatif yang tidak hanya layak secara materi dan media, tetapi juga mampu meningkatkan hasil belajar siswa dan mendapat respon baik dari siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Adapun proses pengembangan menggunakan model pengembangan 4D yang terdiri dari pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebarluasan (*disseminate*). Namun, pada penelitian ini, tahap *disseminate* dibatasi pada proses pengemasan produk dan penyebaran secara terbatas.

Tahap *define* dilakukan melalui analisis awal, analisis karakteristik siswa, analisis konsep, serta analisis tugas. Tahap *design* meliputi perancangan struktur e-modul, penyusunan *storyboard*, pemilihan media, serta integrasi literasi sains dan prinsip *deep learning*. Tahap *develop* dilakukan dengan pembuatan e-modul, validasi oleh ahli materi dan ahli media, revisi produk berdasarkan saran validator, kemudian dilakukan uji coba terbatas kepada 36 siswa untuk melihat peningkatan hasil belajar dan respon siswa. Tahap *disseminate* dilakukan pengemasan produk dan penyebaran terbatas.



Gambar 1. Tahapan Penelitian 4D.

Subjek penelitian terdiri atas 3 validator, yaitu 2 dosen dan 1 guru, serta 36 siswa kelas X-7 SMA Negeri 1 Deli Tua. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan bahwa siswa telah mempelajari materi prasyarat dan sesuai dengan kebutuhan pengujian e-modul yang dikembangkan.

Teknik Analisis Data

Instrumen penelitian meliputi validasi ahli, angket respon siswa, dan tes hasil belajar. Instrumen non tes pada penelitian ini terlebih dahulu divalidasi oleh 1 dosen kimia. Sementara instrumen tes terlebih dahulu diuji validitas dan



reliabilitasnya untuk memastikan kualitas pengukuran. Instrumen validasi menggunakan skala *Likert* 1–4 yang mengacu pada standar BSNP.

Tabel 1. Kisi-kisi Angket Validasi untuk Ahli Materi.

No.	Indikator	Kriteria
1	Aspek Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, keruntutan materi, pengintegrasian literasi sains, dan <i>deep learning</i> .
2	Aspek Kelayakan Penyajian	Teknik penyajian, pendukung penyajian materi, dan penyajian pembelajaran yang sistematis.
3	Aspek Kelayakan Kebahasaan	Kemudahan bahasa, kesesuaian dengan kaidah bahasa, serta penggunaan istilah

Sumber: Pratiwi & Widyaningrum (2021).

Tabel 2. Kisi-kisi Angket Validasi untuk Ahli Media.

No.	Indikator	Kriteria
1	Aspek Kelayakan Kegrafikan	Desain visual, tata letak (<i>layout</i>), gambar dan grafik, elemen grafis pendukung, tipografi (<i>font</i>), dan harmoni visual

Sumber: Prayoga *et al.* (2024).

Analisis validasi kelayakan yang diperoleh dari validator ahli materi dan ahli media yang dianalisis dengan menggunakan rumus persentase berikut (Jannah & Julianto, 2018).

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase skor dalam persen (%);

f = Jumlah skor hasil pengumpulan data; dan

N = Skor penilaian tertinggi.

Untuk menganalisis persentase nilai validasi dari ahli media dan ahli materi, digunakan kriteria validasi yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Kriteria Validitas.

No.	Persentase(%)	Kriteria
1	81-100	Sangat Valid
2	61-80	Valid
3	41-60	Kurang Valid
4	21-40	Tidak Valid
5	0-20	Sangat Tidak Valid

Sumber: Jannah & Julianto (2018).

Setelah dinyatakan valid, e-modul akan di uji coba untuk menganalisis peningkatan hasil belajar serta respon siswa terhadap e-modul yang dikembangkan. Peningkatan hasil belajar siswa didapat melalui nilai *pre-test* dan *post-test* yang kemudian dianalisis dengan indeks *gain*.

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$



Tabel 4. Kriteria Analisis Hasil Belajar.

No.	Nilai	Kriteria
1	$N\text{-gain} \geq 0,7$	Tinggi
2	$0,7 < (N\text{-gain}) \leq 0,3$	Sedang
3	$(N\text{-gain}) < 0,3$	Rendah

Sumber: Sukarelawa *et al.* (2024).

Sementara, hasil respon siswa dikumpulkan melalui angket respon dengan skala *Likert* 1-4 dengan kategori sangat tidak setuju, tidak setuju, setuju, sangat setuju. Hasil data respon siswa akan dianalisis menggunakan persamaan persentase.

Tabel 5. Persentase Kriteria Respon Siswa.

No.	Persentase(%)	Kriteria
1	85-100	Sangat Positif
2	70-84	Positif
3	50-69	Kurang Positif
4	0-49	Tidak Positif

Sumber: Nurhusain & Hadi (2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa bahan ajar e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia. Pengembangan e-modul ini diharapkan mampu meningkatkan hasil belajar siswa dan menerima respon yang positif dari siswa, karena penyajian materi melalui media dalam e-modul membantu siswa dalam memvisualisasi keabstrakan materi ikatan kimia dan proses pembentukan ikatan kimia secara lebih nyata. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Deli Tua. Adapun data hasil penelitian pada setiap tahapan yang dilakukan peneliti adalah sebagai berikut:

Define

Analisis Awal

Analisis awal dilakukan untuk mengetahui fakta dan kondisi yang terjadi pada proses pembelajaran di sekolah. Melalui wawancara terhadap guru kimia, didapatkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep pada level sub mikroskopik, kesulitan dalam mengaitkan konsep, dan belum terbiasa pada kegiatan analisis. Selain itu, pembelajaran yang kurang interaktif akibat dari keterbatasan fasilitas juga menjadi kendala. Karena itu, dibutuhkan e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia dinilai mampu mengatasi permasalahan tersebut.

Analisis Peserta Didik

Hasil angket analisis peserta didik menunjukkan mayoritas siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi ikatan kimia, karena kurangnya visualisasi dan penjelasan mendalam. Hal ini diakibatkan oleh pembelajaran yang monoton, kurang melibatkan siswa dalam aktivitas berpikir tingkat tinggi, dan bahan ajar yang terbatas. Sebanyak 86,1% siswa menunjukkan ketertarikan akan pembaharuan bahan ajar berupa e-modul, siswa juga mengharapkan e-modul yang memuat integrasi sains, mendukung pembelajaran mandiri, berbasis analisis, mudah diakses, dan menarik. Menanggapi kebutuhan tersebut, e-modul



terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia dapat menjadi solusi.

Analisis Konsep

Analisis konsep dilakukan melalui analisis sumber ajar. Empat buku ajar kimia dari penulis dan penerbit yang berbeda dianalisis dan ditelaah kelebihan dan kekurangannya dalam menyajikan materi ikatan kimia. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa tidak semua buku mengintegrasikan konsep secara utuh, sehingga e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia yang akan dikembangkan dapat menjadi solusi dalam menyajikan materi ikatan kimia secara sistematis. Dalam hal ini, penyajian materi dibuat dalam empat bagian utama, yaitu kestabilan atom, ikatan ion dan kovalen, bentuk molekul, dan gaya antar molekul.

Analisis Tugas

Berdasarkan pemilihan sub materi yang ditentukan pada tahap analisis konsep, maka ditentukan tugas-tugas yang akan diselesaikan siswa yang akan dimuat dalam e-modul. Hal ini didasari oleh capaian pembelajaran pada ATP. Hasil analisis tugas menunjukkan bahwa dalam penyelesaian tugas-tugas tersebut, siswa dituntut untuk mampu berpikir logis, analitis, dan kritis yang mengindikasikan perlu adanya penguatan literasi sains. Dalam hal ini, penguatan literasi sains akan difasilitasi oleh pendekatan *deep learning* melalui ketiga prinsipnya, yaitu *meaningful*, *mindful*, dan *joyful learning*.

Perumusan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran dibuat berdasarkan hasil analisis-analisis di atas. Adapun tujuan pembelajaran yang akan dimuat dalam e-modul yang akan dikembangkan, yaitu: 1) peserta didik diharapkan mampu menemukan hubungan konfigurasi elektron dengan kestabilan atom dan akibat dari ketidakstabilan atom dengan baik dan benar; 2) peserta didik diharapkan mampu menganalisis terjadinya ikatan ion dan ikatan kovalen, serta sifat-sifat senyawa yang dihasilkan dengan tepat; 3) peserta didik diharapkan mampu menemukan hubungan antara pasangan elektron ikatan dan pasangan elektron bebas dengan bentuk molekul dengan tepat; dan 4) peserta didik diharapkan mampu menelaah beberapa gaya antar molekul dan hubungannya dengan sifat-sifat suatu zat dengan tepat.

Design

Hasil tahap *design* menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan disusun secara sistematis dengan mengintegrasikan literasi sains dan prinsip *deep learning* dalam setiap aktivitas pembelajaran. Struktur e-modul terdiri atas bagian pendahuluan, isi, dan penutup, dengan kegiatan pembelajaran yang meliputi fenomena kontekstual, pertanyaan pemantik, eksplorasi konsep, materi, latihan, refleksi, dan uji kompetensi.

Desain ini tidak hanya berorientasi pada penyampaian materi, tetapi juga dirancang untuk mendorong keterlibatan kognitif siswa melalui aktivitas analisis, pemecahan masalah, dan refleksi. Integrasi literasi sains terlihat pada penyajian fenomena kontekstual, kegiatan analisis, serta penafsiran data dan penggunaan bukti ilmiah, sedangkan prinsip *deep learning* diwujudkan melalui pendekatan *meaningful*, *mindful*, dan *joyful learning*. Secara teoretis, desain ini mendukung pembelajaran bermakna dan konstruksi pengetahuan secara aktif, sehingga

berpotensi meningkatkan pemahaman konseptual siswa pada materi yang bersifat abstrak seperti ikatan kimia.

Development

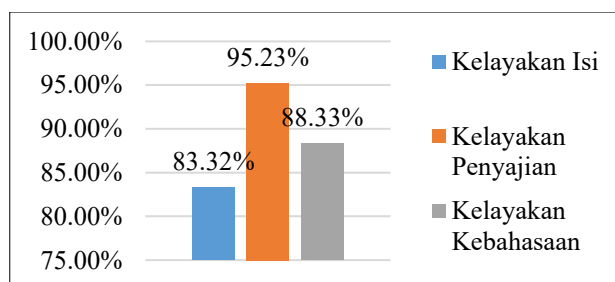
Pada tahap ini, desain awal e-modul diberikan kepada validator ahli untuk menilai penyajian materi dan media dalam e-modul. Validasi dilakukan oleh tiga orang ahli yang terdiri dari dua dosen kimia dan satu guru kimia.

Validasi Ahli Materi

Penilaian materi memperhatikan aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa. Hasil validasi oleh ahli materi dapat dilihat pada Tabel 6, dan grafik validasi ahli materi pada Gambar 2.

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Materi.

No.	Indikator	Persentase Penilaian			Rata-rata
		V1	V2	V3	
1	Aspek Kelayakan Isi	86.53%	76.92%	86.53%	83.32%
2	Aspek Kelayakan Penyajian	100%	89.28%	96.42%	95.23%
3	Aspek Kelayakan Kebahasaan	100%	75%	90%	88.33%
	Persentase Rata-rata Seluruh Aspek				88.93%
	Kriteria Validitas				Sangat Valid



Gambar 2. Grafik Validasi Ahli Materi.

Berdasarkan data tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa materi pada e-modul dapat digunakan. E-modul yang dikembangkan perlu direvisi berdasarkan saran dan komentar yang diberikan oleh validator. Berikut ini beberapa saran/masukan dari ahli materi untuk perbaikan produk yang dikembangkan, dapat dilihat pada Tabel 7.

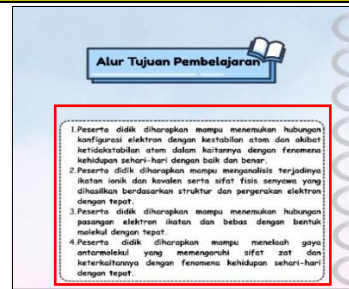
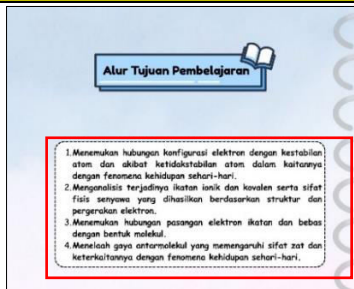
Tabel 7. Saran Perbaikan Ahli Materi.

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
	

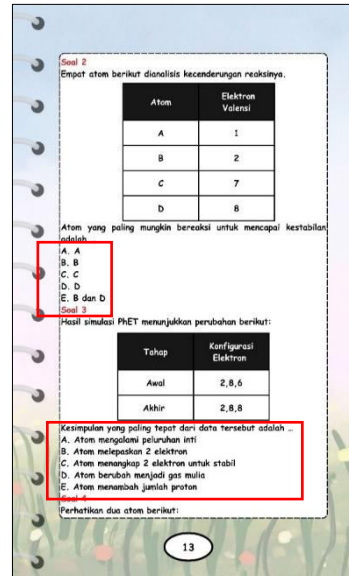
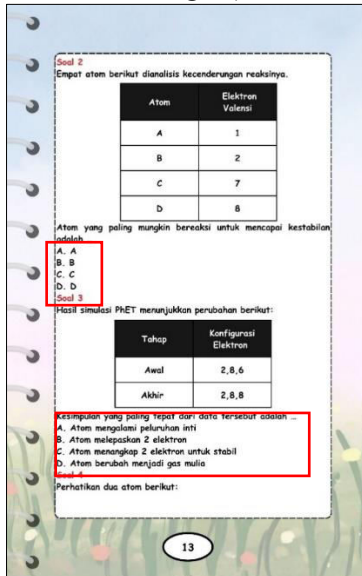
Perbaikan dilakukan dengan menambahkan prinsip *deep learning* pada setiap bagian kegiatan pembelajaran. Prinsip *deep learning* dalam hal ini memfasilitasi aspek literasi sains dalam tiap kegiatan pembelajaran.

Sebelum Revisi

Setelah Revisi



Perbaikan pada ATP dilakukan agar sesuai dengan komponen abcd (*audience, behavior, condition, dan degree*)



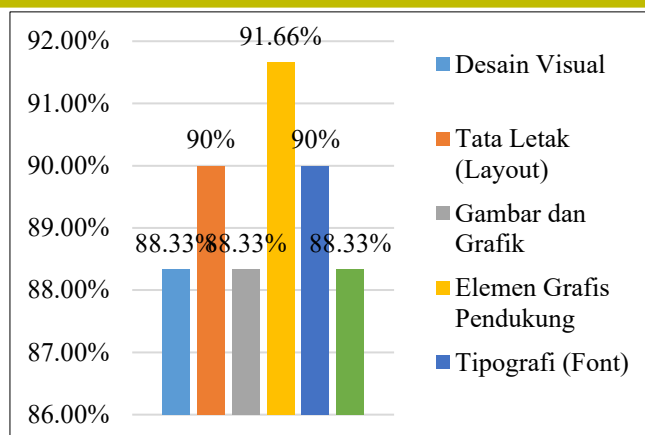
Perbaikan pada opsi jawaban uji kompetensi dari yang 4 opsi menjadi 5 opsi agar sesuai dengan tingkat kemampuan siswa SMA

Validasi Ahli Media

Penilaian aspek pada ahli media, yaitu kelayakan kegrafikan. Aspek tersebut dinilai untuk memastikan media pembelajaran memiliki kualitas visual yang baik, serta mampu menghadirkan pengalaman interaktif yang efektif bagi pengguna. Penilaian ini bertujuan untuk meningkatkan daya tarik dan kemudahan penggunaan media pembelajaran. Hasil validasi oleh ahli media dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 3.

Tabel 8. Hasil Validasi Ahli Media.

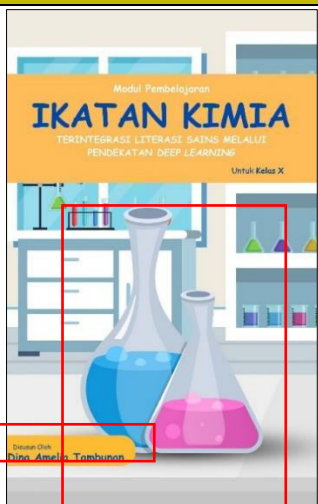
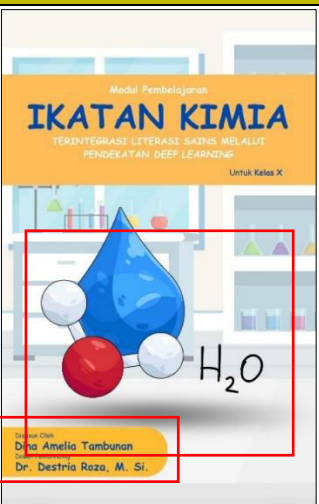
No.	Indikator Aspek Kegrafikan	Persentase Penilaian			Rata-rata
		V1	V2	V3	
1	Desain Visual	100%	80%	85%	88.33%
2	Tata Letak (<i>Layout</i>)	100%	80%	90%	90%
3	Gambar dan Grafik	100%	75%	90%	88.33%
4	Elemen Grafis Pendukung	100%	75%	100%	91.66%
5	Tipografi (<i>Font</i>)	100%	75%	95%	90%
6	Harmoni Visual	100%	75%	90%	88.33%
	Persentase Rata-rata Seluruh Aspek				89.44%
	Kriteria Validitas				Sangat Valid



Gambar 3. Grafik Validasi Ahli Media.

Berdasarkan data tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa media pada e-modul dapat digunakan. Hasil validasi ini menunjukkan bahwa aspek tampilan, keterbacaan, navigasi, dan interaktivitas pada e-modul telah memenuhi standar kualitas media pembelajaran berbasis digital. Namun demikian, meskipun media dinilai sangat layak, beberapa bagian masih memerlukan penyempurnaan agar e-modul semakin optimal saat digunakan dalam proses pembelajaran. Perbaikan dapat difokuskan pada penyesuaian desain grafis, pemutakhiran konten interaktif, serta e-modul yang dikembangkan perlu direvisi berdasarkan saran dan komentar yang diberikan oleh validator. Dengan demikian, revisi yang dilakukan dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas e-modul dalam mendukung proses pembelajaran. Berikut ini beberapa saran dan masukan dari ahli media untuk perbaikan produk yang dikembangkan yang tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Saran Perbaikan Ahli Media.

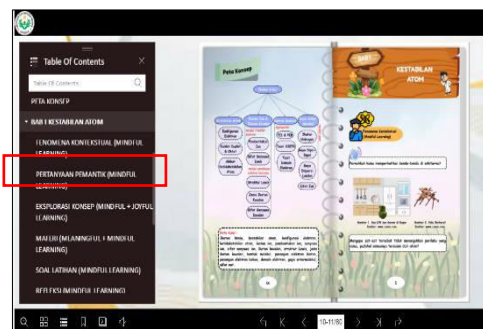
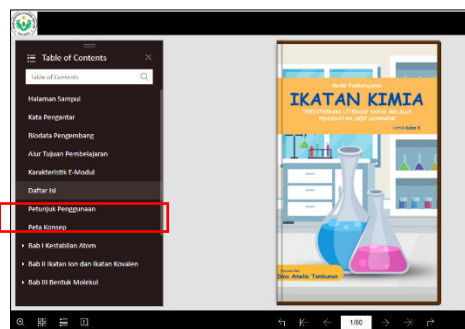
Sebelum Revisi	Setelah Revisi
	

Perbaikan dilakukan dengan mengganti gambar pada bagian sampul dan ATP menjadi gambar yang lebih berhubungan dengan materi, yaitu ikatan kimia. Selain itu, perbaikan juga dilakukan dengan penambahan dosen pembimbing pada bagian cover, kata pengantar, dan biodata pengembang sebagai mitra kolaborasi dalam pengembangan e-modul ini

Sebelum Revisi **Setelah Revisi**



Perbaikan dilakukan pada penulisan (*font*) untuk menghindari ketimpangan ukuran *font* pada bagian judul bab dan keselarasan warna *font* (pada bagian glosarium)



Perbaikan dilakukan pada daftar isi otomatis yang sebelumnya belum berfungsi secara stabil, hal ini guna memudahkan navigasi tanpa harus membolak-balikkan halaman satu per satu

Berdasarkan Tabel 6 dan 8, hasil penilaian dari ahli materi maupun ahli media menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan tergolong sangat layak. Penilaian ahli materi menunjukkan persentase kelayakan sebesar 88,93%, sedangkan penilaian ahli media mencapai 89,44%. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi standar kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan. Dengan demikian, e-modul dinilai layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis literasi sains umumnya memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi. Beberapa penelitian melaporkan validitas e-modul pada kategori sangat layak, seperti validitas media mencapai 96% dan validitas materi hingga 97,14% (Krisnawati *et al.*, 2023), serta validitas materi sebesar 89,77% dan media 94,31% pada materi kesetimbangan kimia (Silaban *et al.*, 2022). Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan skor validitas rata-rata sebesar 4,70 dengan kategori sangat layak (Safnowandi, 2024; Ulfa & Sutiani, 2021). Kesamaan temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi literasi sains dalam e-modul secara konsisten mampu menghasilkan bahan ajar yang valid. Namun pada penelitian ini, kelayakan e-modul tidak hanya didukung oleh aspek literasi sains, tetapi juga oleh integrasi pendekatan *deep learning* yang memperkuat kualitas desain pembelajaran secara lebih komprehensif.

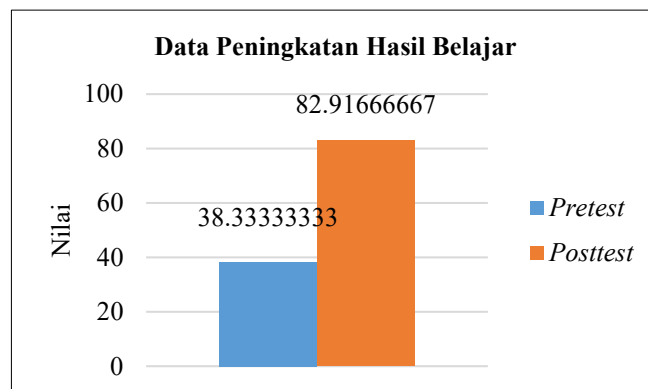
Setelah e-modul dinyatakan valid dari sisi materi dan media, kemudian e-modul diberikan kepada siswa kelas X-7 SMA Negeri 1 Deli Tua untuk digunakan sebagai bahan ajar sekaligus media pembelajaran. Penggunaan e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia diharapkan mampu meningkatkan hasil belajar siswa yang dilihat dari perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* serta respon siswa melalui angket respon.

Peningkatan Hasil Belajar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai siswa meningkat dari 38,33 pada *pre-test* menjadi 82,91 pada *post-test*, dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,72 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi ikatan kimia. Peningkatan ini dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 4.

Tabel 10. Hasil Peningkatan Hasil Belajar Siswa.

No.	Instrumen	Rata-rata Nilai	<i>N-Gain</i>	Kategori
1	<i>Pre-test</i>	38.33	0.72	Tinggi
2	<i>Post-test</i>	82.91		



Gambar 4. Grafik Peningkatan Hasil Belajar Siswa.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Alifa *et al.* (2025) yang melaporkan bahwa e-modul berbasis etnosains efektif meningkatkan literasi sains dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,79. Penelitian Gudesma *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis etnosains mampu meningkatkan kemampuan literasi sains pada kategori sedang hingga tinggi. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa aktivitas pembelajaran yang terintegrasi dengan literasi sains mampu membantu siswa membangun pemahaman konsep dan kemampuan berpikir ilmiah secara lebih baik. Kajian Ramadhan *et al.* (2025) juga menunjukkan bahwa pembelajaran berorientasi *deep learning* berpotensi meningkatkan literasi sains melalui pengembangan pemahaman konseptual, berpikir kritis, dan pemecahan masalah. Dengan demikian, integrasi literasi sains dan pendekatan *deep learning* dalam e-modul memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar siswa (Sinaga *et al.*, 2026).

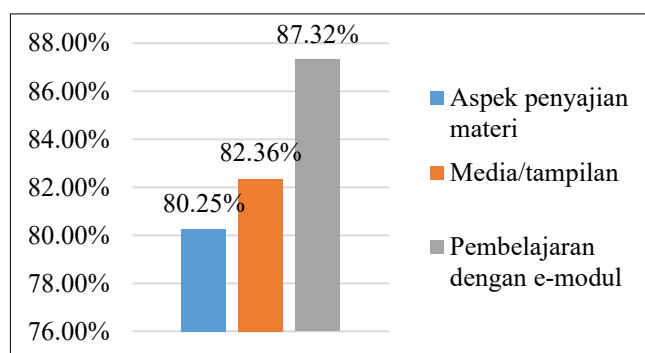
Respon Siswa

Setelah dibelajarkan dengan e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia, respon siswa diukur

untuk mengetahui bagaimana penerimaan siswa terhadap e-modul yang dikembangkan. Data didapat melalui pengisian angket respon oleh 36 siswa kelas X-7 SMA Negeri 1 Deli Tua. Hasil angket respon dapat dilihat pada Tabel 11 dan Gambar 5.

Tabel 11. Hasil Angket Respon Siswa.

No.	Penilaian	Skor Rata-rata Komponen	Skor Rata-rata Komponen (%)	Kategori
1	Aspek Penyajian Materi	3.21	80.25%	Positif
2	Media/Tampilan	3.28	82.36	Positif
3	Pembelajaran dengan E-Modul	3.49	87.32%	Positif
Rata-rata		3.32	83.31%	Positif



Gambar 5. Grafik Hasil Respon Siswa.

Siswa menunjukkan penerimaan yang positif terhadap e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia. Hal ini tercermin pada persentase respon siswa yang paling tinggi pada aspek pembelajaran dengan e-modul. Data ini konsisten dengan hasil peningkatan hasil belajar siswa yang meningkat pada kategori tinggi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Krisnawati *et al.* (2023) yang memperoleh respons siswa sebesar 86,07%, Silaban *et al.* (2022) sebesar 85,73%, serta Ulfa & Sutiani (2021) yang menyatakan bahwa e-modul praktis digunakan dalam pembelajaran. Kesamaan temuan tersebut menunjukkan bahwa e-modul terintegrasi literasi sains mampu meningkatkan ketertarikan dan keterlibatan siswa, karena menyajikan materi secara kontekstual, interaktif, dan lebih mudah dipahami (Tarigan & Herlinawati, 2025).

Disseminate

Pada penelitian ini, tahap *disseminate* tidak dilakukan secara sempurna. Pada tahap ini dilakukan pengemasan produk e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia menggunakan *flip pdf corporate edition* guna untuk memperoleh *link online* e-modul. Melalui *link online* tersebut, e-modul kemudian disebar secara terbatas pada guru dan siswa kelas X di SMA Negeri 1 Deli Tua. Pada tahap pengemasan ditemui kendala, yaitu penggunaan media yang beragam dalam e-modul membuat ukuran *file* menjadi lebih besar, sehingga waktu muat e-modul secara *online* menjadi sedikit lebih lama. Karena itu, dibutuhkan inovasi baru untuk mengatasi permasalahan ini oleh peneliti selanjutnya.



SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia kelas X SMA dinyatakan sangat layak digunakan sebagai bahan ajar inovatif. Validasi ahli materi memperoleh persentase 88,93%, sedangkan ahli media 89,44%. E-modul ini telah memenuhi kriteria kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan menurut standar BSNP. Penggunaan e-modul juga menghasilkan peningkatan hasil belajar siswa sebesar 0,72 dengan kategori tinggi, dan konsisten dengan persentase repon siswa yang positif sebesar 83,31%. Produk yang dikembangkan berpotensi meningkatkan pemahaman konsep abstrak melalui visualisasi yang diwujudkan melalui video pembelajaran dan simulasi *online*, serta mendukung pembelajaran kimia yang mendalam melalui integrasi literasi sains yang difasilitasi melalui prinsip-prinsip pendekatan pembelajaran *deep learning*.

SARAN

E-modul terintegrasi literasi sains melalui pendekatan *deep learning* pada pokok bahasan ikatan kimia kelas X ini dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar digital dalam pembelajaran kimia, khususnya untuk materi yang bersifat abstrak. Peneliti selanjutnya disarankan untuk berinovasi dalam menanggulangi permasalahan waktu akses, misalnya dengan menjadikan e-modul sebagai aplikasi yang dapat dimuat secara *offline*. Peneliti selanjutnya juga disarankan untuk menguji keefektifan e-modul melalui uji coba lapangan yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, validator ahli, serta pihak SMA Negeri 1 Deli Tua atas dukungan dan bantuan selama pelaksanaan penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dan masukan, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Accraf, L. B. R., Suryati, S., & Khery, Y. (2018). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android dan *Nature of Science* pada Materi Ikatan Kimia dan Sains Siswa. *Hydrogen : Jurnal Kependidikan Kimia*, 6(2), 133–141. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v6i2.1607>
- Alifa, N. K., Bakti, I., Sholahuddin, A., & Iriani, R. (2025). Pengembangan E-Modul dengan Pendekatan Etnosains Berbantuan *Heyzine Flipbook* untuk Meningkatkan Literasi Sains pada Materi Asam dan Basa. *JCAE (Journal of Chemistry and Education)*, 9(1), 27–38. <https://doi.org/10.20527/jcae.v9i1.3076>
- Fatihah, W., & Wiji, W. (2026). Implementasi *Deep Learning* pada Pembelajaran Kimia: Tantangan, Urgensi dan Transformasi Pedagogik. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.17509/jrppk.v14i1.96009>
- Fitriani, A., & Santiani. (2025). Analisis Literatur: Pendekatan Pembelajaran *Deep Learning* dalam Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(3),



- 50-57. <https://doi.org/10.61722/jinu.v2i3.4357>
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, J., & Jufri, A. W. (2020). Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108–116. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i2.122>
- Gudema, A., Ismet, I., & Kistono, K. (2024). Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Intelektualita : Jurnal Keislaman, Sosial dan Sains*, 13(2), 311–319. <https://doi.org/10.19109/intelektualita.v13i2.25169>
- Jannah, M., & Julianto. (2018). Pengembangan Media Video Animasi *Digestive System* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran IPA Kelas V. *Jurnal Penelitian Guru Sekolah Dasar*, 6(2), 124–134.
- Khery, Y., Sarjan, M., Ahzan, S., & Efendi, I. (2022). Konseptualisasi Literasi Sains Mengacu pada Kerangka Sains PISA sejak Tahun 2000. *Educatoria : Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 2(4), 200–231. <https://doi.org/10.36312/ejiip.v2i4.117>
- Krisnawati, E., Copriadi, J., & Erna, M. (2023). Enhancing Science Literacy through Development of Acid-Base E-module using Book Creator. *Hydrogen : Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(1), 60–67. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i1.5874>
- Kurniawan, C., & Kuswandi, D. (2021). *Pengembangan E-Modul sebagai Media Literasi Digital pada Pembelajaran Abad 21*. Lamongan: Academia Publication.
- Lestari, E. P. (2023). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis *Unity of Sciences* dan Literasi Sains pada Materi Sifat Koligatif Larutan. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Nasution, R. A., & Sutiani, A. (2022). Pengembangan Modul Berbasis *Discovery Learning* Terintegrasi Literasi Sains pada Pokok Bahasan Larutan Asam Basa di SMA Swasta Cerdas Murni. *Jurnal Teknologi Pendidikan : Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 7(2), 249–259. <https://doi.org/10.33394/jtp.v7i2.5642>
- Nurhusain, M., & Hadi, A. (2021). Desain Pembelajaran Statistika Terapan Berbasis Kasus Berkualitas Baik (Valid, Praktis, dan Efektif) untuk Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 3(2), 105–119. <https://doi.org/10.31605/ijes.v3i2.951>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know And Can Do (Vol. I)*. Paris: OECD Publishing.
- Pertiwi, A. M., Hernani, H., & Mudzakir, A. (2020). Analisis Muatan Literasi Sains pada Buku Teks Kimia SMA di Kota Bandung. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 8(2), 1–8. <https://doi.org/10.17509/jrppk.v8i2.52291>
- Pratiwi, U. R., & Widyaningrum, T. (2021). Analisis Kualitas dan Efektivitas Pemanfaatan Buku Ajar Biologi SMA Kelas X Semester 1. *Edu Sains : Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 9(2), 164–177. <https://doi.org/10.23971/eds.v9i2.2271>
- Prayoga, M. B. R., Karuniasa, M., & Frimawaty, E. (2024). Enhancing Fire



- Disaster Management: Innovative Approaches Using Physical Peatland Monitoring Data. *Calamity : A Journal of Disaster Technology and Engineering*, 2(1), 24–39. <https://doi.org/10.61511/calamity.v2i1.2024.1030>
- Putri, N. A., Leny, L., Iriani, R., & Rumsmansyah, R. (2025). Pengembangan E-Modul *Green Chemistry* Berbasis *Problem Based Learning* dengan Konteks *Socio Scientific Issues* untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *JCAE (Journal of Chemistry and Education)*, 9(1), 46–55. <https://doi.org/10.20527/jcae.v9i1.3275>
- Rahmadani, F., Setiadi, D., Yamin, M., & Kusmiyati, K. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Sains Biologi Peserta Didik SMA Kelas X di SMAN 1 Kuripan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(4), 2726–2731. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i4b.1059>
- Ramadhan, H., Saputro, S., & Mahardiani, L. (2025). Kajian Sistematis Model Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik : Perspektif Pendekatan *Deep Learning*. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains* (pp. 11–26). Surakarta, Indonesia: Universitas Sebelas Maret.
- Ramdhani, E. P., Khoirunnisa, F., & Siregar, N. A. N. (2020). Efektifitas Modul Elektronik Terintegrasi *Multiple Representation* pada Materi Ikatan Kimia. *Journal of Research and Technology*, 6(1), 162-167. <https://doi.org/10.55732/jrt.v6i1.152>
- Rismanita, A., Winarni, S., & Nasir, M. (2025). Analisis Literasi Sains pada Buku Ajar Kimia SMA Fase E di SMA Negeri 8 Banda Aceh dan SMA Fatih Bilingual School. *UNESA Journal of Chemical Education*, 14(1), 29–33. <https://doi.org/10.26740/ujced.v14n1.p29-33>
- Safnowandi, S. (2024). Validitas Petunjuk Praktikum Ekologi Perairan dalam Pembelajaran Mahasiswa. *Educatoria : Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 4(4), 146-151. <https://doi.org/10.36312/educatoria.v4i4.317>
- Silaban, R., Elvia, R., & Solikhin, F. (2022). Pengembangan E-Modul Kimia Berorientasi Literasi Sains pada Materi Kesetimbangan Kimia di SMA Negeri 3 Bengkulu Tengah. *Alotrop : Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 6(2), 180–189. <https://doi.org/10.33369/alo.v6i2.25515>
- Sinaga, R. D., Tambunan, H., & Pangaribuan, F. (2026). Analisis Dampak Implementasi Strategi *Deep Learning* dalam mengoptimalkan Konsep Materi Laju Reaksi: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 4(4), 21946–21949. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i4.5589>
- Sudyana, I. N., & Frantius, D. (2025). *Deep Learning dalam Praktik Pendidikan Sains*. Padang: CV Luminary Press Indonesia.
- Sukarelawan, M. I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-Gain vs Stacking*. Yogyakarta: Suryacahya.
- Suparya, I. K., Suastra, I. W., & Arnyana, I. B. P. (2022). Rendahnya Literasi Sains: Faktor Penyebab dan Alternatif Solusinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 153–166. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v9i1.580>
- Sutiani, A., Purba, J., Panggabean, F. T. M., Nugraha, A. W., & Syahputra, R. A.



- (2022). Improving Students' Chemical Literacy Ability on Equilibrium Material Using Chemical Literacy-Based Teaching Materials. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, 11(6), 236–240. <https://doi.org/10.7753/IJCATR1106.1009>
- Tarigan, P., & Herlinawati, H. (2025). Development of Problem-Based Learning E-Module Integrated with Scientific Literacy on Acid-Base Concepts for Grade XI Students. *Jurnal Akademika Kimia*, 14(4), 260–265. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2025.v14.i4.pp260-265>
- Ulfa, N., & Sutiani, A. (2021). Pengembangan E-Modul Asam Basa Berbasis Literasi Sains. *Edukimia*, 3(3), 161–166. <https://doi.org/10.24036/ekj.v3.i3.a299>
- Ulumiyah, D., & Pratama, M. A. (2025). Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar melalui Pendekatan Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*). *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(4), 258–269. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i04.35774>
- Vonari, I., Sidauruk, S., & Asi, N. B. (2024). Analisis Kesulitan Siswa SMA dalam Memahami Konsep Ikatan Kimia (*Systematic Review*). *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 15(2), 433–442. <https://doi.org/10.37304/jikt.v15i2.298>
- Wardani, S. F., Yamtinah, S., Mulyani, B., Susilowati, E., Ulfa, M., Masykuri, M., & Shidiq, A. S. (2024). Differentiated Learning : Analysis of Students' Chemical Literacy on Chemical Bonding Material through Culturally Responsive Teaching Approach Integrated with Ethnochemistry. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(4), 1747–1759. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.6167>
- Widodo, S. T., Nisa, A. F., Ardi, M. I., & Nur, A. I. (2025). Upaya Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains melalui Pendekatan *Deep Learning* di SD. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar: Inovasi Pendidikan Dasar Berbasis Deep Learning* (pp. 375–393). Yogyakarta, Indonesia: Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa.
- Yanti, N., Leny, L., Rusmansyah, R., & Iriani, R. (2024). Pengembangan E-Modul Hukum Dasar Kimia dengan Model *Problem Based Learning* Berbantuan *Fliphtml5* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir dan Literasi Sains. *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*, 7(3), 175–187. <https://doi.org/10.20527/jcae.v7i3.3007>
- Yustin, D. L., & Wiyarsi, A. (2019). Students' Chemical Literacy: A Study in Chemical Bonding Students'. *Journal of Physics : Conference Series*, 1397(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012036>
- Zulkhairi. (2022) Pengaruh Penerapan *Problem Based Learning* Berkonteks *Socio Scientific Issues* pada Tema Penanganan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Tesis*. Universitas Pendidikan Indonesia.