

## EFEKTIVITAS E-MODUL LARUTAN PENYANGGA BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING TERINTEGRASI TEACHING AT THE RIGHT LEVEL TERHADAP HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK FASE F SMA

Ivo Fauziah<sup>1</sup>, Iryani<sup>2</sup>

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang<sup>1,2</sup>  
e-mail: [ivofauziah0404@gmail.com](mailto:ivofauziah0404@gmail.com)

### ABSTRAK

Larutan penyingga merupakan salah satu materi yang dipelajari pada kelas XI Fase F SMA/MA semester genap. Materi ini bersifat kompleks dan banyak menggunakan perhitungan matematika sehingga seringkali dianggap sulit oleh peserta didik. Berdasarkan hasil wawancara guru dan penyebaran angket peserta didik di SMA Pembangunan Laboratorium UNP didapatkan data bahwa 87% peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep dari materi larutan penyingga. Bahan ajar yang digunakan masih sebatas bahan ajar cetak dan kurang menarik perhatian peserta didik. Salah satu komponen keberhasilan pembelajaran ditentukan oleh kualitas bahan ajar yang diberikan kepada peserta didik. Untuk itu, dilakukan pembelajaran dengan menggunakan e-modul larutan penyingga berbasis *Problem Based Learning* terintegrasi *Teaching at The Right Level*. E-modul larutan penyingga ini telah diuji validitas dan praktikalitasnya, namun belum melalui uji efektivitas sehingga belum dapat digunakan secara luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keefektifan e-modul larutan penyingga berbasis *Problem Based Learning* terintegrasi *Teaching at The Right Level* terhadap hasil belajar peserta didik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *prakteksperimental* dengan desain penelitian *one-group pretest-posttest design*. Sampel penelitian ini berjumlah 30 orang peserta didik kelas XI F 5 yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Instrumen yang digunakan dalam penelitian berupa tes pilihan ganda yang memiliki validitas, daya pembeda, reliabilitas dan indeks kesukaran dengan kriteria soal baik. Data hasil analisis didapatkan nilai N-gain sebesar 0,713 dengan kategori tinggi dan hasil analisis statistik uji hipotesis menggunakan uji *paired sample t-test*, didapatkan hasil  $t_{hitung} = 19,489 > t_{tabel} = 1,699$ . Berdasarkan temuan tersebut terbukti bahwa e-modul larutan penyingga berbasis PBL terintegrasi TaRL efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik.

**Kata Kunci:** Efektivitas, e-Modul, Larutan Penyingga, Problem Based Learning, Teaching at The Right Level, Hasil Belajar

### ABSTRACT

Buffer solutions are a topic taught in the even semester of Grade XI Phase F in Indonesian senior high schools (SMA/MA). This subject is inherently complex and involves extensive mathematical calculations, often making it difficult for students to comprehend. Based on interviews with teachers and a questionnaire distributed to students at the UNP Laboratory Development Senior High School, it was found that 87% of students reported difficulty in understanding the concepts of buffer solutions. The instructional materials used were limited to printed formats and failed to capture students' attention. One of the key components of successful learning is the quality of instructional materials provided to students. Therefore, a buffer solution e-module based on Problem-Based Learning (PBL) integrated with the Teaching at the Right Level (TaRL) approach was implemented. Although this e-module had undergone validation for content quality and practicality, its effectiveness had not yet been tested, and as such, it was not ready for widespread adoption. The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of the buffer solution e-module based on PBL integrated with TaRL in improving

student learning outcomes. The research employed a pre-experimental method using a one-group pretest-posttest design. The sample consisted of 30 students from Grade XI F5, selected using purposive sampling. The instrument used in this study was a multiple-choice test that met criteria for validity, discriminating power, reliability, and appropriate difficulty level, indicating good item quality. Data analysis yielded an N-Gain score of 0.713, which falls into the high category. The statistical analysis of the hypothesis test using the paired sample t-test yielded a calculated t-value of  $19.489 > \text{table t-value of } 1.699$ . Based on these findings, it was proven that the e-module on buffer solutions based on PBL integrated with TaRL is effective in improving student learning outcomes.

**Keywords:** *Effectiveness, e-Module, Buffer, Problem Based Learning, Teaching at The Right Level, Learning outcomes*

## **PENDAHULUAN**

Larutan penyingga merupakan salah satu materi yang dipelajari pada kelas XI Fase F SMA/MA semester genap. Larutan penyingga mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam obat tetes mata dan darah. Pada larutan penyingga terdapat beberapa aspek pengetahuan yang harus dikuasai oleh peserta didik baik itu berupa faktual, konseptual dan prosedural. Materi ini bersifat kompleks dan banyak menggunakan perhitungan matematika sehingga seringkali dianggap sulit oleh peserta didik (Chang dalam Musafir et al., 2021). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Sanjiwani et al. (2020) dan Djangi et al. (2021) yang menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam menghitung pH larutan penyingga.

Penulis telah melakukan wawancara dengan guru dan menyebarkan angket kepada peserta didik di SMAN 1 Padang, SMAN 2 Padang, dan SMA Pembangunan Laboratorium UNP, dari hasil analisis angket diperoleh bahwa (a) 31% peserta didik SMAN 1 Padang, 65% peserta didik SMAN 2 Padang, dan 87% peserta didik SMA Pembangunan Laboratorium UNP menyatakan bahwa mereka masih mengalami kesulitan dalam memahami materi larutan penyingga khususnya dalam menghitung pH larutan penyingga, (b) bahan ajar yang digunakan guru masih kurang menarik dimana guru SMA 1 Padang menggunakan LKPD, guru SMAN 2 Padang menggunakan modul ajar dan LKPD, serta guru SMA Pembangunan Laboratorium UNP menggunakan LKPD, buku paket dan buku pendukung lainnya; (c) Sebanyak 100% peserta didik SMAN 1 Padang, 90,3% peserta didik SMAN 2 Padang, serta 91,7 % peserta didik SMA Pembangunan Laboratorium UNP menyatakan membutuhkan bahan ajar yang lebih mudah dan menarik untuk memahami konsep larutan penyingga. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan bahan ajar berupa modul untuk meningkatkan pemahaman peserta didik dalam proses pembelajaran (Magdalena et al., 2020).

Modul merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis untuk membantu peserta didik belajar secara mandiri. Selain dalam bentuk cetak, modul juga disajikan dalam bentuk elektronik yang disebut e-modul. E-modul merupakan modul yang disusun secara sistematis yang disajikan dalam format elektronik dan setiap kegiatan pembelajaran dihubungkan dengan tautan video animasi, tutorial, dan audio sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik (Kemendikbud, 2017). Penggunaan e-modul tidak membutuhkan biaya yang besar karena tidak ada biaya untuk percetakannya dan mudah diakses melalui internet sehingga e-modul lebih disukai karena praktis, tahan lama, dan menarik. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa e-modul berbasis PBL efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik (Akbarianto & Iryani, 2024; Silaban & Siagian, 2024).

Model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran yang menyajikan masalah autentik dan bermakna kepada peserta didik agar menjadi langkah awal



untuk melakukan penyelidikan dan pengamatan. PBL memungkinkan peserta didik berkolaborasi secara berkelompok sehingga mereka dapat memecahkan masalah yang diberikan (Arends, 2012). PBL mengacu pada teori konstruktivisme menurut Vygotsky yang menyatakan tentang *Zone Proximal of Development* (ZPD) yang menekankan pentingnya kerjasama karena interaksi sosial dapat memunculkan ide baru dalam meningkatkan kemampuan berpikir mereka. Selain itu, PBL juga menggunakan *scaffolding* melalui guru sebagai fasilitator untuk membantu peserta didik dalam ZPD-nya, Vygotsky juga membahas *scaffolding* dimana pembelajaran dapat terjadi apabila peserta didik aktif dalam mengonstruksikan pengetahuannya sendiri (Salsabila & Muqowim, 2024). Model PBL juga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah. Selain itu, PBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan mereka di dunia nyata dan meningkatkan antusiasme serta aktivitas belajar (Ponidi et al., 2021).

Pendekatan *Teaching at the Right Level* (TaRL) merupakan pendekatan pembelajaran yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan dan pemahaman peserta didik, sehingga mampu menjawab tantangan kesenjangan pembelajaran dalam kelas (Asrobanni et al., 2024). Dengan mengelompokkan peserta didik berdasarkan level kemampuan yang dimiliki, TaRL memungkinkan setiap peserta didik memperoleh pembelajaran yang sesuai kebutuhan dan dapat meningkatkan literasi, numerasi, dan hasil belajar secara signifikan (Ikasari et al., 2025). Pendekatan ini juga mendorong motivasi belajar melalui interaksi aktif dalam kelompok kecil, dimana peserta didik diberi ruang untuk bertanya, berdiskusi, dan berkolaborasi (Audah et al., 2023). Pelaksanaan TaRL diawali dengan asesmen diagnostik untuk mengidentifikasi karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik yang selanjutnya dijadikan dasar dalam merancang pembelajaran yang fleksibel dan tepat sasaran (Ahyar et al., 2022). Konsep ini mengacu pada pembelajaran berdiferensiasi yang menyesuaikan konten, proses, produk, dan lingkungan belajar berdasarkan kebutuhan individu. Pembelajaran berdiferensiasi dilaksanakan setelah melihat tiga komponen yaitu kesiapan, gaya belajar, dan minat belajar peserta didik (Rintayati, 2022).

Penelitian pengembangan e-modul larutan penyanga berbasis *Problem Based Learning* terintegrasi *Teaching at The Right Level* telah dilakukan oleh Wijaya & Iryani (2024). E-modul ini dilengkapi dengan model PBL dan pendekatan TaRL. Penerapan model *Problem Based Learning* sering kali diatur untuk semua peserta didik, sehingga mereka berkolaborasi secara heterogen. Dalam kelompok heterogen, peserta didik dengan kemampuan lebih tinggi cenderung mendominasi tugas, sementara peserta didik dengan kemampuan lebih rendah kurang aktif (Annadzili et al., 2023). Pandangan ini bertentangan dengan prinsip kurikulum merdeka yang menekankan bahwa pembelajaran harus disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik (Sufyadi et al., 2021). Oleh karena itu, pendekatan yang lebih fleksibel seperti *teaching at the right level* (TaRL) diperlukan untuk mengakomodasi kemampuan peserta didik (Hidayati N et al., 2024). Pendekatan TaRL memungkinkan peserta didik belajar sesuai dengan tingkat kemampuan masing-masing dan membantu meningkatkan hasil belajar mereka (Afandi et al., 2024). Kombinasi TaRL dengan model PBL telah terbukti memberikan dampak positif terhadap hasil belajar peserta didik (Mustafa et al., 2024). E-modul ini dikembangkan berdasarkan model pengembangan Plomp dan sudah sampai pada tahap penilaian yaitu uji validitas dan praktikalitas. Namun, belum diuji efektivitasnya.

Penelitian uji efektivitas sebelumnya pernah dilakukan oleh Akbarianto & Iryani (2024) yang menyimpulkan bahwa penggunaan e-modul larutan penyanga berbasis PBL efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik dengan hasil uji N-gain 0,718 termasuk kategori tinggi. Selain itu, penelitian oleh Izzah et al. (2023) menunjukkan bahwa adanya peningkatan hasil

belajar peserta didik setelah menerapkan model PBL terintegrasi *teaching at the right level* dalam proses pembelajaran kimia. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas e-modul larutan penyanga berbasis *problem based learning* terintegrasi *teaching at the right level* terhadap hasil belajar peserta didik kelas XI fase F SMA Pembangunan Laboratorium UNP agar e-modul yang dikembangkan dapat digunakan dalam ranah yang lebih luas.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang menggunakan metode penelitian *pre-experimental* dengan menerapkan desain *one-group pretest-posttest design*. Pendekatan ini dipilih untuk mengukur efektivitas suatu perlakuan dengan cara membandingkan hasil tes awal dan tes akhir pada satu kelompok yang sama. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Pembangunan Laboratorium UNP selama bulan Mei 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI F 4, XI F 5, dan XI F 6. Dari populasi tersebut, sampel penelitian ditetapkan sebanyak satu kelas, yaitu kelas XI F 5, yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Pemilihan sampel ini didasarkan pada pertimbangan spesifik, yaitu hasil nilai tes diagnostik kognitif dan penilaian harian peserta didik, untuk memastikan bahwa kelas yang dipilih memiliki karakteristik yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Prosedur penelitian dilaksanakan secara sistematis melalui tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah pemberian tes awal (*pretest*) kepada seluruh siswa dalam kelas sampel. Tes ini berfungsi untuk mengukur kemampuan awal siswa sebelum perlakuan diberikan (O1). Tahap kedua adalah implementasi perlakuan (X), di mana siswa mengikuti proses pembelajaran dengan menggunakan sebuah e-modul pada materi larutan penyanga. E-modul ini secara khusus dirancang dengan model *Problem Based Learning* (PBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan *Teaching at the Right Level* (TaRL) (Best & Khan, 2014). Tahap terakhir adalah pemberian tes akhir (*posttest*) (O2) setelah seluruh proses pembelajaran dengan e-modul selesai, yang bertujuan untuk mengukur hasil belajar siswa setelah menerima perlakuan.

Instrumen utama yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penelitian ini adalah perangkat tes objektif berbentuk pilihan ganda yang terdiri dari 15 butir soal. Perangkat tes yang sama digunakan baik untuk *pretest* maupun *posttest* guna memastikan konsistensi pengukuran. Setelah data skor dari kedua tes terkumpul, dilakukan tahap analisis data secara kuantitatif. Analisis data diawali dengan menghitung peningkatan hasil belajar siswa menggunakan uji *N-Gain* untuk mengetahui tingkat efektivitas dari perlakuan yang diberikan. Selanjutnya, dilakukan uji hipotesis untuk menentukan apakah peningkatan hasil belajar yang terjadi antara sebelum dan sesudah penggunaan e-modul bersifat signifikan secara statistik, sehingga dapat ditarik kesimpulan mengenai pengaruh dari intervensi pembelajaran tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Penelitian ini memperoleh data dari hasil belajar peserta didik berupa *pretest* dan *posttest*. Deskripsi data hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik secara umum dapat dilihat pada pada Tabel 1.

**Tabel 1. Deskripsi Hasil Pretest dan Posttest**

No	Nilai pretest			Nilai posttest		
	Nilai	f	Jumlah	Nilai	f	Jumlah
1	6,7	4	26,8	46,7	1	46,7
2	13,3	6	79,8	53,3	1	53,3
3	20	5	100	60	2	120
4	26,7	5	133,5	66,7	3	200,1

5	33,3	5	166,5	73,3	4	293,2
6	40	3	120	80	8	640
7	46,7	2	93,4	86,7	6	520,2
8				93,3	4	373,2
9				100	1	100
Jumlah	30	720		30	2346,7	
Rata-rata		24			78,22	

Tabel 1 menyajikan gambaran umum mengenai hasil belajar 30 peserta didik sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) penerapan e-modul. Terlihat adanya peningkatan performa yang sangat signifikan secara klasikal. Nilai rata-rata kelas pada pretest hanya mencapai 24, yang menunjukkan tingkat pemahaman awal yang masih sangat rendah. Namun, setelah intervensi pembelajaran, nilai rata-rata pada posttest melonjak drastis menjadi 78,22. Distribusi nilai juga menunjukkan pergeseran masif, di mana pada posttest sebagian besar siswa berhasil meraih skor di atas 70, bahkan banyak yang mencapai nilai 80 ke atas. Peningkatan substansial dari skor total 720 menjadi 2.346,7 ini mengonfirmasi bahwa strategi pembelajaran yang diterapkan secara keseluruhan terbukti sangat efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep larutan penyanga bagi peserta didik.

**Tabel 2. Deskripsi Hasil Pretest dan Posttest**  
dari Kelompok A

No	Kelompok	Nilai pretest			Nilai posttest		
		Nilai	f	Jumlah	Nilai	f	Jumlah
1		26,7	1	26,7	73,3	1	73,3
2		33,3	4	133,2	80	3	240
3	A	40	3	120	86,7	2	173,4
4		46,7	2	93,4	93,3	3	279,9
5					100	1	100
Jumlah		10		373,3	10		866,6
Rata-rata				37,33			86,66

Tabel 2 secara spesifik merinci hasil belajar yang dicapai oleh 10 peserta didik yang tergabung dalam Kelompok A. Kelompok ini, yang diasumsikan memiliki kemampuan awal paling tinggi, memulai dengan nilai rata-rata pretest sebesar 37,33. Setelah mengikuti proses pembelajaran dengan e-modul, mereka menunjukkan peningkatan penguasaan materi yang luar biasa, terbukti dari nilai rata-rata posttest yang mencapai 86,66. Peningkatan ini merupakan yang tertinggi di antara ketiga kelompok. Data ini mengindikasikan bahwa pendekatan *Teaching at the Right Level* (TaRL) yang terintegrasi dalam e-modul tidak hanya efektif bagi siswa dengan kemampuan rendah, tetapi juga mampu mendorong siswa berkemampuan tinggi untuk mencapai potensi maksimal mereka dalam pembelajaran.

**Tabel 3. Deskripsi Hasil Pretest dan Posttest**  
dari Kelompok B

No	Kelompok	Nilai pretest			Nilai posttest		
		Nilai	f	Jumlah	Nilai	f	Jumlah
1		6,7	1	6,7	60	1	60
2		13,3	1	13,3	66,7	1	66,7
3	B	20	4	80	73,3	1	73,3
4		26,7	3	80,1	80	3	240
5		33,3	1	33,3	86,7	3	260,1
6					93,3	1	93,3

Jumlah	10	213,4	10	793,4
Rata-rata	21,34		79,34	

Tabel 3 menampilkan data hasil belajar untuk 10 peserta didik dari Kelompok B. Kelompok ini memulai dari titik pemahaman yang lebih rendah dibandingkan Kelompok A, dengan nilai rata-rata pretest sebesar 21,34. Setelah melalui intervensi, terjadi lompatan hasil belajar yang sangat signifikan, di mana nilai rata-rata posttest mereka meroket hingga 79,34. Peningkatan yang drastis ini menunjukkan betapa efektifnya e-modul yang dikembangkan dalam menjembatani kesenjangan pemahaman bagi kelompok siswa tingkat menengah. Strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan level mereka terbukti berhasil membawa mereka dari tingkat penguasaan yang rendah menuju tingkat pemahaman yang baik dan kompeten sesuai dengan tujuan pembelajaran.

**Tabel 4. Deskripsi Hasil Pretest dan Posttest**  
dari Kelompok C

No	Kelompok	Nilai pretest			Nilai posttest		
		Nilai	f	Jumlah	Nilai	f	Jumlah
1		6,7	3	20,1	46,7	1	46,7
2		13,3	5	66,5	53,3	1	53,3
3		20	1	20	60	1	60
4	C	26,7	1	26,7	66,7	2	133,4
5					73,3	2	146,6
6					80	2	160
7					86,7	1	86,7
		Jumlah	10	133,3		10	686,7
		Rata-rata			68,67		

Tabel 4 menyajikan deskripsi hasil belajar dari 10 peserta didik dalam Kelompok C, yang memiliki tingkat pemahaman awal paling rendah. Hal ini tercermin dari nilai rata-rata pretest mereka yang hanya 13,33. Meskipun memulai dari posisi yang paling tertinggal, kelompok ini menunjukkan kemajuan yang sangat mengesankan setelah intervensi, dengan nilai rata-rata posttest yang meningkat menjadi 68,67. Walaupun rata-rata akhir mereka tidak setinggi kelompok lain, besarnya selisih peningkatan justru menjadi bukti kuat keberhasilan pendekatan Teaching at the Right Level. Intervensi ini terbukti mampu secara efektif mengangkat performa siswa yang paling kesulitan, membantu mereka membangun pemahaman konsep dari dasar secara bertahap.

**Tabel 5. Hasil Uji N-Gain**

N	$\bar{X}$ pretest	$\bar{X}$ posttest	Rata-rata N-gain	Kategori
30	24	78,22	0,713	Tinggi

Tabel 5 menyajikan analisis kuantitatif untuk mengukur tingkat efektivitas e-modul secara keseluruhan melalui uji N-Gain. Berdasarkan perbandingan antara nilai rata-rata pretest (24) dan rata-rata posttest (78,22) dari total 30 peserta didik, diperoleh skor N-Gain sebesar 0,713. Sesuai dengan kriteria interpretasi, skor N-Gain yang berada di atas 0,70 diklasifikasikan dalam kategori "Tinggi". Hasil ini memberikan bukti statistik yang kuat bahwa penggunaan e-modul larutan penyangga yang berbasis *problem-based learning* dan terintegrasi dengan pendekatan *teaching at the right level* memiliki efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan

hasil belajar kognitif peserta didik secara signifikan. Sampel penelitian dapat dikatakan benar-benar mewakili populasi apabila sampel terdistribusi normal. Uji yang dilakukan adalah uji *Shapiro-Wilk* yang menghasilkan nilai  $W_{hitung}$ . Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas

	Df	$W_{hitung}$	$W_{tabel}$	Keputusan
Pretest	30	0,933	0,926	Terdistribusi
Posttest		0,946		normal

Tabel 6 menunjukkan nilai  $W_{hitung}$  *pretest* dan *posttest* sebesar 0,933 dan 0,946 sedangkan nilai  $W_{tabel}$  sebesar 0,926 yang artinya  $W_{hitung} \text{ pretest} \text{ dan } posttest > W_{tabel}$ , sehingga sebaran data *pretest* dan *posttest* terdistribusi normal. Kemudian, dikarenakan data terdistribusi normal maka dilakukan uji hipotesis menggunakan uji t dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Hipotesis

	$\alpha$	$\bar{X}$	$S^2$	$t_{hitung}$	$t_{tabel}$
Pretest	0,0	24	145,917	19,489	1,699
Posttest	5	78,22	159,111		

Tabel 8 menunjukkan adanya perbedaan hasil belajar peserta didik sehingga e-modul larutan penyanga berbasis PBL terintegrasi TaRL efektif secara signifikan dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.

## Pembahasan

Hasil penelitian membuktikan e-modul larutan penyanga berbasis *problem based learning* terintegrasi *teaching at the right level* efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik kelas XI F 5 SMA Pembangunan Laboratorium UNP secara signifikan. Berdasarkan analisis data yang mengacu pada Tabel 2, rata-rata nilai *pretest* yang diperoleh secara umum sebesar 24,00 dan rata-rata nilai *posttest* sebesar 78,22. Artinya ada peningkatan nilai peserta didik setelah diberikan perlakuan ditandai dengan nilai *posttest* lebih tinggi dibandingkan nilai *pretest*. Peningkatan hasil belajar peserta didik tersebut dapat terjadi karena keunggulan dari e-modul ini yang dilengkapi dengan fasilitas multimedia berupa gambar, audio dan video sehingga pembelajaran lebih menarik. Selain itu, e-modul ini juga dilengkapi dengan model PBL dan pendekatan TaRL yang membantu peserta didik dalam belajar mandiri sesuai dengan tingkat kesiapan mereka karena e-modul menyajikan tahapan pembelajaran PBL menurut Arends (2012), dimana pada tahap membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok dalam e-modul menyajikan pertanyaan menuntun sesuai dengan level kemampuan peserta didik artinya e-modul dibagikan dalam bentuk link yang berbeda untuk setiap kelompok.

Penulis memberikan *pretest* sebagai langkah awal untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum mereka mengikuti pembelajaran pada materi larutan penyanga. Nilai *pretest* ini digunakan sebagai pembanding dengan nilai *posttest*. Berdasarkan data pada Tabel 3, 4, dan 5, rata-rata skor *pretest* yang diperoleh kelompok A sebesar 37,33, kelompok B sebesar 21,34 dan kelompok C sebesar 13,33. Perbedaan hasil *pretest* tersebut menunjukkan bahwa kelompok A dapat dikategorikan sebagai kelompok tinggi, kelompok B sebagai kelompok sedang, dan kelompok C sebagai kelompok rendah. Hasil ini sejalan dengan hasil tes diagnostik kognitif peserta didik.

Pelaksanaan pembelajaran menggunakan e-modul larutan penyanga berbasis *problem based learning* terintegrasi *teaching at the right level* terlihat menarik dan menyenangkan. Hal ini terlihat selama proses pembelajaran, interaksi terjadi antarpeserta didik selama mengerjakan lembar kegiatan dalam e-modul seperti melakukan diskusi, bertukar pendapat, dan saling membantu dalam mencari solusi dari masalah yang diberikan. Pada kegiatan pembelajaran 1,

kelompok A dan B terlihat antusias berdiskusi mengerjakan e-modul namun kelompok C masih belum terlihat antusias untuk mengerjakan lembar kegiatan. Hal ini dibuktikan dengan hasil rata-rata kemampuan peserta didik dalam menjawab lembar kegiatan pada kelompok A sebesar 81,25% dan kelompok B sebesar 80,63%, sedangkan kelompok C sebesar 75%. Hal yang berbeda terjadi pada kegiatan pembelajaran 2, ketiga kelompok tampak antusias dalam mengerjakan lembar kegiatan sehingga diperoleh rata-rata kemampuan peserta didik dalam menjawab e-modul dari kelompok A sebesar 92,5%, kelompok B sebesar 88,75%, dan kelompok C sebesar 92,5% dengan kategori baik sekali. Kemudian, pada kegiatan pembelajaran 3, ketiga kelompok juga aktif dalam mengerjakan lembar kegiatan dan saling membantu ketika melakukan praktikum sehingga diperoleh rata-rata kemampuan peserta didik dalam menjawab e-modul dari kelompok A sebesar 95%, kelompok B sebesar 87,5%, dan kelompok C sebesar 92,5% dengan kategori baik sekali. Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang menyatakan lingkungan belajar yang menyenangkan dapat meningkatkan konsentrasi dan fokus belajar peserta didik (Maulana et al., 2024). E-modul mampu meningkatkan kemandirian belajar, motivasi dan hasil belajar peserta didik secara signifikan yang artinya semakin tinggi keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran menggunakan e-modul, semakin tinggi pula kemandirian dan motivasi belajar sehingga hasil belajar pun juga meningkat (Sidauruk et al., 2025).

Hasil belajar peserta didik meningkat sesuai dengan hasil pengamatan bahwa ketiga kelompok telah menunjukkan partisipasi aktif dan antusias dalam diskusi kelompok sehingga mampu menyelesaikan lembar kegiatan dengan cukup baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil *posttest* peserta didik, dimana rata-rata nilai *posttest* peserta didik kelompok A sebesar 86,67, kelompok B sebesar 79,34, dan kelompok C sebesar 68,67. Meskipun nilai kelompok C masih tergolong cukup rendah, tetapi nilai signifikansinya lebih tinggi dibandingkan kelompok A dan B yang dapat terlihat pada Tabel 3, 4, dan 5. Hal ini sesuai dengan pendapat Nur'aini dkk. (2020) yang menyatakan bahwa ketika peserta didik memiliki motivasi belajar yang tinggi, mereka akan lebih berkonsentrasi dan gigih di kelas sehingga semakin baik pula hasil belajar yang dicapai (Nur'aini et al., 2020). Selain itu, pendapat lain mendukung temuan ini dengan menyatakan bahwa motivasi belajar peserta didik berhubungan positif terhadap prestasi belajar (Agustina et al., 2021).

Pembelajaran dengan model PBL membantu peserta didik untuk mendalami materi larutan penyanga melalui kegiatan diskusi yang dilakukan secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan. Menurut (Arends, 2012), model PBL juga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah. Selain itu, menurut Sanjaya, model PBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan mereka di dunia nyata dan meningkatkan antusiasme serta aktivitas belajar (Ponidi et al., 2021). Salah satu karakteristik model PBL adalah kolaboratif dimana peserta didik belajar berkelompok dalam memecahkan masalah. Hal tersebut sesuai dengan teori konstruktivisme dari Vygotsky tentang *Zone Proximal of Development* (ZPD) yang menekankan pentingnya kerjasama dalam membantu peserta didik mengembangkan keterampilan lebih maju. Model PBL juga menggunakan *scaffolding* melalui guru sebagai fasilitator yang membantu peserta didik selama proses pemecahan masalah. Konsep *scaffolding* merupakan lingkungan sportif yang disediakan untuk peserta didik menjadi mandiri. Hal ini sesuai dengan teori konstruktivisme dari Vygotsky tentang *scaffolding* dimana pembelajaran dapat terjadi apabila peserta didik aktif dalam mengonstruksikan pengetahuannya sendiri (Salsabila & Muqowim, 2024).

Pendekatan TaRL yang dikombinasikan dengan model PBL juga menjadikan pembelajaran sangat menarik bagi peserta didik karena dengan pendekatan TaRL memberikan Copyright (c) 2025 SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA

ruang kepada peserta didik untuk berpartisipasi aktif. Dengan demikian, peserta didik dapat mengembangkan diri, mengeksplorasi kemampuannya, dan mendapatkan umpan balik untuk mencapai ketuntasan belajar yang diharapkan. Konsep ini sejalan dengan pembelajaran berdiferensiasi yang menyesuaikan konten, proses, produk, dan lingkungan belajar berdasarkan kebutuhan individu. Menurut Rintayati (2022), pembelajaran berdiferensiasi dilaksanakan setelah melihat tiga komponen, salah satunya adalah kesiapan peserta didik. Strategi pembelajaran lebih efektif dibutuhkan model pembelajaran seperti PBL (Ulya et al., 2023). Kegiatan pembelajaran ini tentunya memberikan dampak positif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian Mustafa et al. (2024) yang menunjukkan bahwa kolaborasi model PBL dengan TaRL ini memiliki dampak positif untuk meningkatkan prestasi belajar peserta didik.

Hasil analisis nilai rata-rata N-Gain yang diperoleh setelah menggunakan e-modul ini adalah sebesar 0,713 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul larutan penyanga berbasis PBL terintegrasi TaRL efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Akbarianto & Iryani (2024) yang menemukan bahwa hasil uji nilai N-Gain peserta didik setelah menggunakan e-modul larutan penyanga berbasis PBL sebesar 0,718 dengan kategori tinggi. Hal ini diperkuat oleh penelitian Sari & Nasution (2024) yang menyimpulkan bahwa penggunaan e-modul berbasis PBL efektif meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik.

## KESIMPULAN

Penelitian ini secara meyakinkan membuktikan bahwa e-modul larutan penyanga yang mengintegrasikan Problem-Based Learning (PBL) dan pendekatan Teaching at the Right Level (TaRL) sangat efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Bukti empiris utama adalah lonjakan signifikan nilai rata-rata siswa dari 24,00 pada saat pretest menjadi 78,22 pada posttest, dengan perolehan N-Gain sebesar 0,713 yang termasuk dalam kategori tinggi. Keberhasilan ini didorong oleh desain e-modul yang kaya akan multimedia seperti audio dan video, serta kerangka PBL yang menstimulasi pemecahan masalah. Lebih penting lagi, pendekatan TaRL diimplementasikan dengan memberikan tautan e-modul yang berbeda untuk setiap kelompok kesiapan belajar, sehingga pertanyaan penuntun disesuaikan dengan level kemampuan siswa, menciptakan pembelajaran yang personal dan suportif.

Implementasi di kelas menunjukkan peningkatan antusiasme dan partisipasi aktif siswa secara bertahap, bahkan pada kelompok dengan kemampuan awal paling rendah. Proses pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan ini mendorong diskusi, kolaborasi, dan kemandirian belajar yang lebih baik. Secara teoretis, keberhasilan ini dapat dijelaskan oleh sinergi antara model PBL yang sejalan dengan konsep ZPD dan scaffolding dari Vygotsky, dengan pendekatan TaRL yang merupakan wujud nyata dari pembelajaran berdiferensiasi. Kombinasi ini menciptakan lingkungan belajar yang tidak hanya menarik secara sensorik tetapi juga adaptif secara pedagogis, memastikan setiap siswa tertantang dan terbimbing sesuai kebutuhannya, yang pada akhirnya menghasilkan peningkatan hasil belajar yang optimal di semua tingkatan kemampuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, R. A., et al. (2024). The effectiveness of differentiated learning using the TaRL (Teaching at the Right Level) approach for improving learning interest and learning outcome. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(4), 657–662.  
<https://doi.org/10.29303/jpm.v19i4.6860>

- Agustina, T. E., et al. (2021). The students' motivation and academic achievement at tertiary level: A correlational study. *Journal of Arts and Education*, 1(1).
- Ahyar, et al. (2022). Implementasi model pembelajaran TaRL dalam meningkatkan kemampuan literasi dasar membaca peserta didik di sekolah dasar kelas awal. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 5(11).
- Akbarianto, I. F., & Iryani, I. (2024). Efektivitas penggunaan e-modul larutan penyanga berbasis masalah terhadap hasil belajar peserta didik. *Entalpi Pendidikan Kimia*.
- Annadzili, M. D., et al. (2023). Upaya peningkatan aktivitas belajar peserta didik dengan pendekatan TaRL pada pembelajaran matematika. *Jurnal Education and Development*, 12(2), 129. <https://doi.org/10.37081/ed.v12i2.5635>
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach* (edisi ke-9). McGraw-Hill.
- Asrobanni, N., et al. (2024). Penerapan pembelajaran model problem based learning dengan pendekatan Teaching at the Right Level guna meningkatkan hasil belajar siswa pada materi teks tanggapan siswa di kelas VII 3 SMP Negeri 10 Palembang. *Jurnal Sains Student Research*, 2(2), 45. <https://doi.org/10.61722/jssr.v2i2.1168>
- Audah, N., et al. (2023). Penggunaan pendekatan Teaching at the Right Level (TaRL) untuk meningkatkan sikap gotong-royong profil pelajar Pancasila peserta didik kelas X2 SMAN 1 Mataram tahun pelajaran 2022/2023. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(4), 2184–2188. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1680>
- Best, J. W., & Khan, J. V. (2014). *Research in education* (edisi ke-10). Pearson Education Limited.
- Djangi, J. M., et al. (2021). Analisis kesulitan belajar kimia melalui pembelajaran daring peserta didik kelas XI SMAN 3 Maros pada materi pokok larutan penyanga. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian*.
- Hidayati, N. F., et al. (2024). Penerapan pendekatan Teaching at The Right Level (TaRL) untuk meningkatkan minat belajar dan hasil belajar peserta didik pada materi tata surya kelas VII di SMP Negeri 1 Colomadu. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Non Formal*.
- Ikasari, F., et al. (2025). Implementasi pendekatan Teaching at The Right Level (TaRL) dalam meningkatkan kemampuan literasi numerasi siswa kelas VI di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Sains, Geologi, dan Geofisika*, 6(1). <https://doi.org/10.29303/geoscience.v6i1.577>
- Izzah, N., et al. (2023). Penerapan model Problem Based Learning terintegrasi Teaching at the Right Level untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(3).
- Kemendikbud. (2017). *Panduan praktis penyusunan e-modul*. Direktorat Pembinaan SMA, Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Magdalena, I., et al. (2020). Analisis bahan ajar. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2).
- Maulana, F. R., et al. (2024). Pengaruh lingkungan belajar terhadap hasil belajar peserta didik di SMP Negeri 8 Gresik. *Jurnal Inovasi Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia*, 1(3), 123–132.
- Musafir, A., et al. (2021). Penggunaan media video dan PowerPoint pada mata pelajaran kimia materi larutan penyanga dalam pembelajaran daring. *Oxygenius*, 3(2), 97–101. <https://doi.org/10.37033/ojce.v3i2.297>
- Mustafa, S., et al. (2024). The collaboration of Teaching at the Right Level approach with problem-based learning model. *Open Education Studies*, 6(1). <https://doi.org/10.1515/edu-2024-0046>

- Nur'aini, D., et al. (2020). Student's learning motivation and learning outcomes in higher education. *Proceedings of the 3rd International Conference on Social Sciences*, 463–466.
- Ponidi, N. A. K. D., et al. (2021). *Model pembelajaran inovatif dan efektif*. Penerbit Adab.
- Rintayati, P. (2022). *Buku referensi strategi pembelajaran berdiferensiasi* (A. Syawaludin, Ed.). Eureka Media Aksara.
- Salsabila, R. Y., & Muqowim. (2024). Korelasi antara teori belajar konstruktivisme Lev Vygotsky dengan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Learning: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 813–827.
- Sanjiwani, N. L. I., et al. (2020). Analysis of student chemistry learning difficulties on buffer solution at SMA Negeri 2 Banjar Buleleng Bali. *Journal of Physics: Conference Series*, 1503(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1503/1/012038>
- Sari, S. A., & Nasution, N. S. (2024). Development of PBL-based chemistry e-modules for colloidal systems. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 9(2), 355. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v9i2.85301>
- Sidauruk, T., et al. (2025). E-modules to improve learning independence, motivation and learning outcomes. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 9(1), 171–180.
- Sufyadi, S., et al. (2021). *Pembelajaran paradigma baru*. Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan.
- Ulya, N., et al. (2023). Pengaruh model problem-based learning dengan strategi pembelajaran berdiferensiasi dan motivasi belajar terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Bahasa Inggris. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(12), 9903–9909.
- Wijaya, Y. S., & Iryani, I. (2024). Validitas e-modul larutan penyanga berbasis Problem Based Learning (PBL) terintegrasi Teaching at the Right Level (TaRL). *Entalpi Pendidikan Kimia*.