

**PENERAPAN E-MODUL LARUTAN PENYANGGA BERBASIS PROBLEM
BASED LEARNING TERINTEGRASI TEACHING AT THE RIGHT LEVEL
UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR
MURID FASE F DI SMAN 9 PADANG**

Fatimah¹, Iryani²

^{1,2} Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang

¹ftmah.2403@gmail.com, ²iryaniachmad62@gmail.com,

ABSTRACT

Buffer solutions are one of the more abstract and complex topics in chemistry because they involve the interplay of macroscopic, microscopic, and symbolic representations, and require the ability to analyze and calculate pH. Based on interviews with chemistry teachers at SMAN 9 Padang, it was found that in the 2024/2025 academic year, 45% of 11th-grade students had not met the Learning Objective Achievement Criteria (KKTP) for the topic of buffer solutions. One effort to address this issue is the implementation of a Problem-Based Learning (PBL)-based e-module on buffer solutions integrated with Teaching at the Right Level (TaRL). This study aims to analyze the effect of implementing a PBL-based e-module on buffer solutions integrated with TaRL on the cognitive learning outcomes of Phase F students at SMAN 9 Padang. This study employed a quasi-experimental method with a nonequivalent control group design. The research sample consisted of Class XI Moving Chemistry 4 as the experimental class and Class XI Moving Chemistry 5 as the control class, both selected using purposive sampling. The research instrument consisted of a 15-item multiple-choice objective test administered before (pretest) and after (posttest) instruction. The results showed that the average posttest score for the experimental class (80.44) was higher than that of the control class (67.56). The average N-gain score for the experimental class was 0.744, which falls into the high category, while that of the control class was 0.568, which falls into the moderate category. The independent samples t-test yielded a t-value of 4.53. Thus, the PBL-based buffer solution e-module integrated with TaRL can improve students' cognitive learning outcomes.

Keywords: E-Module, Buffer Solution, Problem-Based Learning, Teaching at the Right Level, Learning Outcomes

ABSTRAK

Larutan penyangga merupakan salah satu materi kimia yang bersifat abstrak dan kompleks karena melibatkan keterkaitan representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, serta memerlukan kemampuan analisis dan perhitungan pH. Hasil wawancara dengan guru kimia di SMAN 9 Padang, diketahui bahwa pada tahun ajaran 2024/2025 sebanyak 45% murid kelas XI belum mencapai Kriteria

Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) pada materi larutan penyangga. Salah satu upaya mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penerapan e-modul larutan penyangga berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi *Teaching at the Right Level* (TaRL). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL terhadap hasil belajar kognitif murid fase F di SMAN 9 Padang. Penelitian ini menggunakan metode Quasi eksperimen dengan desain *nonequivalent control group design*. Sampel penelitian terdiri atas kelas XI *Moving* Kimia 4 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI *Moving* Kimia 5 sebagai kelas kontrol yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian berupa tes objektif pilihan ganda sebanyak 15 soal yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen (80,44) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (67,56). Nilai rata-rata N-gain kelas eksperimen sebesar 0,744 termasuk kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,568 termasuk kategori sedang. *Uji independent sample t-test* menghasilkan nilai t_{hitung} sebesar 4,53. Dengan demikian, e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL dapat meningkatkan hasil belajar kognitif murid.

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

A. Pendahuluan

Pembelajaran kimia adalah bagian yang tidak terpisahkan dari pendidikan sains yang memiliki peran penting dalam menciptakan generasi yang mampu berpikir kritis dan ilmiah (Yunus, 2025). Pembelajaran kimia bukan hanya berfokus pada penguasaan konsep, melainkan juga menekankan pada kemampuan murid dalam memahami fenomena alam yang berkaitan dengan materi dan perubahannya. Ilmu kimia memiliki karakteristik yang melibatkan keterkaitan antara tiga level

representasi serta menuntut pemahaman konsep yang saling berhubungan dan bersifat abstrak (Rahmawati et al., 2022). Salah satu materi yang mencerminkan karakteristik tersebut adalah larutan penyangga.

Larutan penyangga (*buffer*) merupakan salah satu materi yang dipelajari pada kelas XI Fase F SMA/MA. Larutan penyangga mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam obat tetes mata dan darah (Fauziah & Iryani, 2025). Materi ini bersifat abstrak dan kompleks

karena berkaitan dengan integrasi aspek makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, serta keterkaitan materi yang dipelajari sebelumnya yang menjadi materi prasyarat dalam mempelajari larutan penyangga (Abshari & Guspatni, 2024). Pemahaman konsep pada materi ini tidak hanya memerlukan pemahaman terhadap konsep asam basa dan kesetimbangan kimia, tetapi juga memerlukan kemampuan analisis dan keterampilan matematis dalam menyelesaikan perhitungan pH larutan penyangga. Kompleksitas konsep tersebut menyebabkan murid mengalami kesulitan dalam memahami materi larutan penyangga (Putri & Ritonga, 2026). Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang dapat membantu murid memahami materi secara lebih terstruktur. Salah satu inovasi yang dapat digunakan adalah *Electronic module* (e-modul).

E-modul merupakan bahan ajar digital yang disusun secara sistematis dalam format elektronik sehingga dapat diakses melalui berbagai perangkat digital seperti komputer maupun *smartphone* (Febriani & Kustiono, 2022). E-modul memiliki keunggulan karena dapat memuat berbagai elemen multimedia seperti

teks, gambar, animasi, dan video yang dapat membantu murid memahami materi pembelajaran dengan lebih mudah (Wulandari et al., 2021). Penggunaan e-modul sebagai bahan ajar perlu didukung oleh model pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif murid sehingga dapat meningkatkan hasil belajar. Salah satu model pembelajaran yang sesuai adalah model *problem based learning* (PBL).

Problem based learning (PBL) adalah model pembelajaran yang berpusat pada murid melalui penyelesaian masalah kontekstual sebagai sarana membangun pengetahuan secara mandiri (Subiyantoro, 2025). PBL terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, serta hasil belajar karena murid terlibat secara aktif dalam proses penyelidikan dan diskusi (Hasibuan & Sulasmi, 2026). Namun demikian, implementasi PBL sering menghadapi kendala karena kemampuan awal murid dalam satu kelas bersifat heterogen. Perbedaan kemampuan tersebut menyebabkan sebagian murid dapat mengikuti proses pemecahan masalah dengan baik, sedangkan murid lainnya masih

mengalami kesulitan (Supriyani & Winangun, 2024). Pendekatan *Teaching at the Right Level* (TaRL) hadir sebagai solusi untuk mengakomodasi keberagaman kemampuan murid dengan memberikan pembelajaran sesuai tingkat penguasaan kompetensi, bukan semata berdasarkan tingkat kelas atau usia (Banerjee et al., 2021). Melalui asesmen diagnostik dan pengelompokan berdasarkan kemampuan, TaRL memungkinkan guru memberikan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar setiap murid sehingga dapat meningkatkan partisipasi, pemahaman konsep, dan hasil belajar (Nikmah et al., 2025).

Penelitian oleh Wijaya & Iryani, (2021) telah mengembangkan e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL dan menunjukkan bahwa produk tersebut memenuhi kriteria valid dan praktis. Selanjutnya, Fauziah & Iryani, (2025) telah menguji efektivitas e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL terhadap hasil belajar murid di SMA Pembangunan Laboratorium UNP dan melaporkan bahwa penggunaan e-modul tersebut memberikan peningkatan hasil belajar

dengan nilai *N-gain* sebesar 0,713 yang termasuk kategori tinggi. Meskipun demikian, penerapan e-modul tersebut masih terbatas pada satu konteks sekolah sehingga belum memberikan gambaran mengenai konsistensi hasil penerapannya pada sekolah dengan karakteristik yang berbeda. Menurut (Widodo, 2022), replikasi penelitian pada konteks yang berbeda diperlukan untuk memperkuat validitas temuan, sedangkan (Sugiyono, 2013) menjelaskan bahwa validitas eksternal berkaitan dengan sejauh mana hasil penelitian dapat diterapkan pada populasi atau kondisi yang lebih luas. Oleh karena itu, penerapan e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL pada sekolah dengan karakteristik yang berbeda perlu dilakukan untuk memperoleh bukti empiris mengenai konsistensi penerapannya dalam meningkatkan hasil belajar murid.

Penulis melakukan wawancara dengan guru kimia di SMAN 9 Padang untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran. Hasil wawancara dengan dua orang guru kimia menunjukkan bahwa pada materi larutan penyangga Tahun Ajaran

2024/2025, sebanyak 55% murid telah mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), sedangkan 45% murid belum mencapainya. Selain itu, penerapan e-modul larutan penyangga yang terintegrasi dengan *Teaching at the Right Level* (TaRL) belum pernah dilaksanakan di sekolah tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan e-modul larutan penyangga berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan *Teaching at the Right Level* (TaRL) terhadap hasil belajar kognitif murid di SMAN 9 Padang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai penerapan e-modul pada konteks sekolah yang berbeda sekaligus memperkuat generalisasi hasil temuan penelitian.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan jenis *quasi experimental* menggunakan *Non equivalent control group design*. Dalam desain ini, terdapat dua kelompok yaitu kelompok eksperimen yang menerima perlakuan, dan kelompok kontrol yang tidak

menerima perlakuan. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 di SMAN 9 Padang. Populasi pada penelitian ini adalah murid kelas XI *moving* kimia 1-5. Dari populasi tersebut, dipilih dua kelas sebagai sampel penelitian, yaitu kelas *Moving* Kimia 4 sebagai kelas eksperimen dan kelas *Moving* Kimia 5 sebagai kelas kontrol yang dipilih dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, masing-masing kelas berjumlah 30 orang murid. Pemilihan kelas sampel didasarkan pada pertimbangan dan rekomendasi dari guru kimia, dimana kedua kelas yang dipilih memiliki kemampuan yang relatif setara, serta guru kimia yang mengajar kedua kelas tersebut sama. Murid kelas eksperimen dikelompokkan berdasarkan prinsip TaRL menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok Kalium (kemampuan tinggi), kelompok Natrium (kemampuan sedang), dan kelompok Litium (kemampuan rendah). Pengelompokan dilakukan berdasarkan analisis nilai UTS pada materi asam-basa dan kesetimbangan kimia murid serta hasil *pretest* yang diberikan sebelum perlakuan.

Prosedur penelitian dilaksanakan secara sistematis

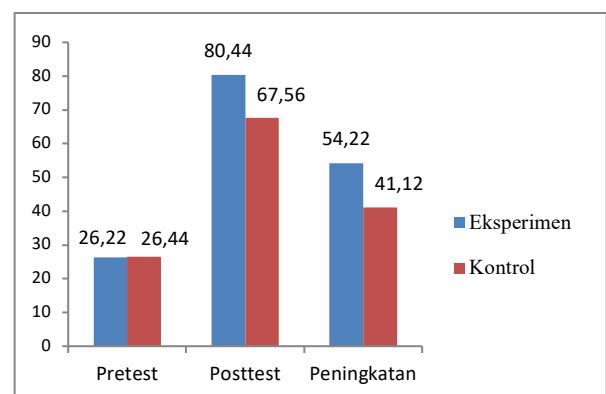
melalui tiga tahap utama. Tahap pertama adalah pemberian *pretest* kepada seluruh murid pada kelas sampel. Tes ini bertujuan untuk mengukur kemampuan awal murid sebelum diberikan perlakuan (O_1). Tahap kedua adalah pelaksanaan perlakuan (X), dimana murid pada kelas eksperimen mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL, sedangkan murid pada kelas kontrol menggunakan bahan ajar konvensional seperti buku cetak. Tahap terakhir adalah pemberian *posttest* (O_2) setelah proses pembelajaran selesai, yang bertujuan untuk mengukur hasil belajar murid setelah menerima perlakuan.

Instrumen penelitian berupa tes objektif berbentuk pilihan ganda sebanyak 15 soal yang telah memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda oleh Fauziah dan Iryani (2025). Pengumpulan data dilakukan melalui pemberian *pretest* sebelum pembelajaran dan *posttest* setelah pembelajaran pada kedua kelas. Data yang diperoleh berupa skor hasil belajar kognitif murid pada materi larutan penyangga. Setelah

data skor dari kedua tes terkumpul, dilakukan analisis data secara kuantitatif. Analisis data dilakukan melalui uji *Normalized Gain (N-gain)* untuk melihat peningkatan hasil belajar murid setelah pembelajaran dilakukan. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan uji prasyarat yang meliputi uji normalitas (*Shapiro–Wilk*) dan uji homogenitas (*Levene's Test*). Pengujian hipotesis dilakukan pada taraf signifikansi 5% menggunakan *independent samples t-test*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan Hasil Belajar

Penelitian ini memperoleh data hasil belajar murid berupa nilai *pretest* dan *posttest*. Deskripsi hasil *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hasil Pretest Posttest Kelas Sampel

Gambar 1 menunjukkan kelas eksperimen memperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 26,22 dan rata-rata nilai *posttest* sebesar 80,44. Sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 26,44 dan rata-rata nilai *posttest* sebesar 67,56. Kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 54,22 poin, sedangkan kelas kontrol mengalami peningkatan sebesar 41,12 poin. Peningkatan menunjukkan bahwa hasil belajar murid pada kelas eksperimen yang menggunakan e-modul berbasis PBL terintegrasi TaRL lebih tinggi dibandingkan murid kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran menggunakan buku cetak.

Deskripsi data *pretest* dan *posttest* murid berdasarkan pengelompokan TaRL disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pretest dan Posttest berdasarkan Kelompok

Kelompok	N	Pretest	Posttest
Kalium (K)	10	36	87,3
Natrium (Na)	10	28	81,3
Litium (Li)	10	14,7	72,67

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil *pretest* dan *posttest* murid kelas eksperimen pada masing-masing kelompok mengalami peningkatan setelah diberikan perlakuan berupa e-

modul berbasis PBL terintegrasi TaRL pada materi larutan penyangga. Peningkatan ini dapat dilihat dari rata-rata nilai *pretest* kelompok Kalium (K) sebesar 36 dan nilai *posttest* sebesar 87,3 sehingga diperoleh peningkatan rata-rata nilai sebesar 51,3 poin. Pada kelompok Natrium (Na), rata-rata nilai *pretest* sebesar 28 meningkat menjadi 81,3 pada *posttest*, sehingga diperoleh peningkatan rata-rata nilai sebesar 53,3 poin. Sementara itu pada kelompok Litium (Li), rata-rata nilai *pretest* sebesar 14,7 meningkat menjadi 72,67 pada *posttest*, sehingga diperoleh peningkatan rata-rata nilai sebesar 57,9 poin. Dari ketiga kelompok tersebut, dapat dilihat bahwa peningkatan rata-rata nilai paling tinggi adalah kelompok Litium (Li).

Uji N-Gain

Data hasil *pretest* dan *posttest* murid yang diperoleh pada penelitian ini selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kebenaran hipotesis agar penelitian dapat disimpulkan. Dilakukan uji N-gain untuk melihat peningkatan hasil belajar murid setelah pembelajaran dilakukan. Hasil uji N-gain dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji N-Gain Kelas Sampel

Kelas	N	Rata-rata N-gain	Kategori
Eksperimen	30	0,744	Tinggi
Kontrol	30	0.568	Sedang

Tabel 2 menunjukkan analisis peningkatan hasil belajar murid menggunakan uji N-gain. Kelas eksperimen memperoleh nilai N-gain sebesar 0,744, sedangkan kelas kontrol memperoleh nilai N-gain sebesar 0,568. Berdasarkan kriteria interpretasi N-gain, nilai sebesar 0,744 termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan nilai 0,568 termasuk dalam kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar murid pada kelas eksperimen yang menggunakan e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan buku cetak. Analisis nilai N-gain kelas eksperimen berdasarkan pengelompokan TaRL dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji N-gain Kelas Eksperimen

Kelompok	N	Rata-rata N-gain	Kategori
Kalium (K)	10	0,810	Tinggi
Natrium (Na)	10	0,745	Tinggi
Litium (Li)	10	0,687	Sedang

Tabel 3 menunjukkan analisis nilai N-gain murid berdasarkan

pengelompokan TaRL. Murid kelompok Kalium (K) memperoleh rata-rata N-gain sebesar 0,810, kelompok Natrium (Na) sebesar 0,745, dan kelompok Litium (Li) sebesar 0,687. N-gain kelompok Kalium (K) dan Natrium (Na) dikategorikan tinggi, dan Litium (Li) dikategorikan sedang. Meskipun demikian, dilihat dari peningkatan hasil belajar dari ketiga kelompok tersebut, kelompok Litium (Li) memperoleh rata-rata peningkatan paling tinggi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL mampu meningkatkan hasil belajar murid pada setiap kelompok.

Uji Normalitas dan Homogenitas

Data hasil penelitian terlebih dahulu diuji normalitas dan homogenitas sebelum dilakukan pengujian hipotesis. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa data memenuhi asumsi analisis statistik parametrik. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk* pada taraf signifikansi 0,05 untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Kelas	W_{hitung}	W_{tabel}	Keterangan
Pretest Eksperimen	1,0028	0,927	Normal
Pretest Kontrol	1,0074		Normal
Posttest Eksperimen	0,970		Normal
Posttest Kontrol	0,973		Normal

Tabel 4 menyajikan hasil uji normalitas terhadap nilai *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen serta kelas kontrol menggunakan uji *Shapiro–Wilk*. Hasil menunjukkan bahwa nilai W_{hitung} *pretest* dan *posttest* kelas sampel $> W_{tabel}$, sehingga data *pretest* dan *posttest* kedua kelas dinyatakan berdistribusi normal. Setelah asumsi normalitas terpenuhi, pengujian dilanjutkan dengan uji homogenitas terhadap kedua kelas. Hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

Kelas	F_{hitung}	F_{tabel}	Keterangan
Pretest Eksperimen	1,28	1,86	Homogen
Pretest Kontrol			
Posttest Eksperimen	1,34	1,86	Homogen
Posttest Kontrol			

Tabel 5 menyajikan hasil uji homogenitas terhadap nilai *pretest* dan *posttest*. Nilai F_{hitung} pada data

pretest maupun *posttest* lebih kecil dari pada nilai F_{tabel} ($F_{hitung} < F_{tabel}$), sehingga varians kedua kelas dinyatakan homogen.

Uji Hipotesis

Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa kedua kelas memiliki data berdistribusi normal dan varians yang homogen. Dengan terpenuhinya asumsi homogenitas, pengujian hipotesis selanjutnya dilakukan menggunakan uji *independent sample t-test*. Hasil uji hipotesis disajikan pada Tabel 6

Tabel 6. Hasil Uji Hipotesis

Kelas	t_{hitung}	t_{tabel}	Keputusan
Eksperimen	4,53	1,67	H_0 Ditolak
Kontrol			

Tabel 6 menyajikan hasil uji hipotesis menggunakan uji *independent sample t-test*. Nilai t_{hitung} sebesar 4,53 lebih besar dari pada nilai t_{tabel} sebesar 1,67 pada taraf signifikansi 0,05 ($t_{hitung} > t_{tabel}$), dengan nilai $p < 0,001$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga hasil belajar murid yang belajar menggunakan e-modul larutan penyangga berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi

Teaching at the Right Level (TaRL) lebih tinggi daripada hasil belajar murid yang mengikuti pembelajaran menggunakan buku cetak.

Pembahasan

Deskripsi data hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan e-modul larutan penyangga berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi *Teaching at the Right Level* (TaRL) secara signifikan meningkatkan hasil belajar kognitif murid Fase F di SMAN 9 Padang. Sebelum proses pembelajaran dilaksanakan, murid diberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal murid terkait materi larutan penyangga. Rata-rata nilai *pretest* kelas eksperimen sebesar 26,22 sedangkan kelas kontrol sebesar 26,44. Kemudian murid diberikan *posttest* dengan soal yang sama seperti pada *pretest* setelah proses pembelajaran dilaksanakan, Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar pada kedua kelas. Rata-rata nilai *posttest* murid pada kelas eksperimen mencapai 80,44, sedangkan rata-rata kelas kontrol sebesar 67,56 sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Hasil tersebut menunjukkan adanya

peningkatan hasil belajar murid setelah diberikan perlakuan, yang ditunjukkan oleh rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen yang menggunakan e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang menggunakan buku cetak.

Peningkatan hasil belajar tersebut dipengaruhi oleh keunggulan e-modul yang dilengkapi dengan berbagai fitur multimedia, seperti gambar, audio, dan video, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif. Selain itu, E-modul larutan penyangga yang dikembangkan oleh Wijaya dan Iryani (2024) dirancang berdasarkan sintaks PBL menurut Arends, (2012), dimana kegiatan pembelajaran diawali dengan penyajian masalah kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sehingga murid terdorong untuk menghubungkan konsep kimia dengan fenomena nyata. Selanjutnya, murid diarahkan untuk melakukan penyelidikan, mencari informasi, mendiskusikan solusi, dan menyimpulkan konsep secara mandiri. Proses pembelajaran seperti ini memungkinkan murid membangun pengetahuan melalui

pengalaman belajar aktif dengan kegiatan mengamati, berdiskusi, menganalisis informasi, dan menyelesaikan masalah sehingga konsep yang diperoleh menjadi lebih bermakna dibandingkan pembelajaran yang hanya berorientasi pada penyampaian informasi. Temuan ini sejalan dengan Mahendra et al., (2023) yang melaporkan bahwa penggunaan e-modul berbasis *Problem Based Learning* mampu meningkatkan hasil belajar dan kemampuan pemecahan masalah karena peserta didik terlibat secara aktif dalam mengidentifikasi masalah, mencari informasi, serta menyusun solusi secara mandiri.

E-modul larutan penyangga berbasis PBL ini juga mengintegrasikan pendekatan TaRL yang membantu murid dalam belajar mandiri sesuai dengan tingkat kesiapan belajarnya, dimana murid dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok berkemampuan tinggi, kelompok berkemampuan sedang dan kelompok berkemampuan rendah. Dalam e-modul ini, pada tahap membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok disajikan pertanyaan menuntun sesuai dengan kemampuan kelompok tersebut. Murid yang

memiliki kemampuan rendah memperoleh bantuan yang lebih intensif, sedangkan murid dengan kemampuan lebih tinggi diberikan tantangan belajar yang lebih kompleks. Strategi tersebut memungkinkan seluruh murid sesuai kebutuhannya sehingga kesenjangan kemampuan antarmurid dapat dikurangi (Ananda & Adi, 2024). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa seluruh kelompok TaRL mengalami peningkatan hasil belajar setelah menggunakan e-modul. Kelompok Kalium (K) memperoleh rata-rata nilai *posttest* sebesar 87,33, Kelompok Natrium (Na) sebesar 81,33, dan Kelompok Litium (Li) sebesar 72,67. Analisis nilai rata-rata N-gain untuk kelompok Kalium (K) sebesar 0,810, kelompok Natrium (Na) sebesar 0,745, dan Kelompok Litium (Li) sebesar 0,687. Meskipun Kelompok Litium (Li) memperoleh rata-rata nilai akhir dan nilai N-gain yang lebih rendah dibandingkan kelompok lainnya, tetapi kelompok ini menunjukkan peningkatan hasil belajar yang paling besar dibandingkan kelompok lainnya. Temuan ini sejalan dengan penelitian Damayanti et al., (2025) yang menyatakan bahwa pendekatan TaRL

mampu membantu murid yang sebelumnya memiliki kemampuan akademik rendah untuk berkembang secara optimal melalui pembelajaran yang disesuaikan dengan tingkat kemampuannya.

Integrasi pendekatan TaRL dengan model PBL pada e-modul menjadikan murid lebih aktif, percaya diri, dan termotivasi untuk menyelesaikan setiap aktivitas pembelajaran. Sejalan dengan pendapat Sari & Harjono, (2024) yang menyatakan bahwa kombinasi PBL dan TaRL mampu meningkatkan motivasi belajar, partisipasi aktif, dan keterlibatan murid selama proses pembelajaran. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun melalui aktivitas belajar yang melibatkan murid secara langsung. Selama proses pembelajaran menggunakan e-modul, murid membangun pemahamannya melalui penyelesaian masalah, diskusi kelompok, analisis data, dan refleksi terhadap hasil penyelidikan. Aktivitas tersebut membantu murid menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan konsep-konsep baru sehingga pembelajaran menjadi lebih

bermakna. Selain itu juga sejalan dengan teori perkembangan kognitif Lev Vygotsky mengenai *Zone of Proximal Development* (ZPD), yang menjelaskan bahwa murid akan mencapai perkembangan optimal apabila memperoleh bantuan (*scaffolding*) yang sesuai dengan tingkat kemampuannya (Susanti et al., 2024).

Analisis jawaban *posttest* menunjukkan bahwa sebagian murid mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal yang berkaitan dengan prinsip kerja larutan penyangga. Murid masih menghafal konsep bahwa larutan penyangga mampu mempertahankan pH, tetapi belum memahami mekanisme reaksi yang menyebabkan perubahan pH hanya terjadi dalam jumlah yang sangat kecil. Hal ini sejalan dengan penelitian Sholikhah & Priasmika, (2025) yang menyatakan bahwa miskonsepsi murid pada materi larutan penyangga paling banyak terjadi pada konsep pembentukan larutan penyangga dan mekanisme kerja larutan penyangga. Sebagian murid juga mengalami kesulitan dalam perhitungan pH, khususnya perhitungan pH setelah penambahan asam atau basa. Temuan ini

menunjukkan bahwa murid belum mampu mengintegrasikan konsep stoikiometri dengan konsep kesetimbangan larutan penyangga secara utuh. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Rahma et al., (2025) yang menyatakan bahwa perhitungan pH larutan penyangga setelah penambahan asam atau basa merupakan salah satu konsep yang paling sulit dipahami karena memerlukan penguasaan stoikiometri dan kesetimbangan secara terpadu. Meskipun demikian, hasil belajar murid pada kelas eksperimen dan kelas kontrol secara keseluruhan mengalami peningkatan setelah proses pembelajaran dilaksanakan.

Kelas eksperimen mengalami peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi setelah menggunakan e-modul larutan penyangga berbasis PBL yang terintegrasi dengan TaRL dibandingkan kelas kontrol serta memperoleh nilai rata-rata N-gain sebesar 0,744 yang termasuk dalam kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan efektif secara signifikan dalam meningkatkan hasil belajar murid. Temuan ini sejalan dengan penelitian Fauziah dan Iryani (2025) yang memperoleh nilai N-gain

sebesar 0,713 dengan kategori tinggi setelah penggunaan e-modul larutan penyangga berbasis PBL yang terintegrasi dengan TaRL. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Akbarianto & Iryani, (2024) yang memperoleh nilai N-gain sebesar 0,718 setelah penerapan e-modul berbasis PBL, yang menunjukkan bahwa e-modul tersebut efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif murid.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan e-modul larutan penyangga berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi *Teaching at the Right Level* (TaRL) memberikan hasil belajar kognitif yang lebih baik dibandingkan pembelajaran menggunakan bahan ajar konvensional seperti buku cetak di SMAN 9 Padang. Hal ini ditunjukkan oleh rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen sebesar 80,44 yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 67,56. Hasil uji N-gain didapatkan bahwa kelas eksperimen memperoleh rata-rata N-Gain sebesar 0,744 yang termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata N-Gain sebesar

0,568 dengan kategori sedang. Dan hasil uji t dengan nilai t_{hitung} sebesar 4,53 sedangkan t_{tabel} sebesar 1,69 pada taraf signifikansi 0,05 yang artinya $t_{hitung} > t_{tabel}$ dengan keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Berdasarkan hasil tersebut, penerapan e-modul larutan penyangga berbasis PBL terintegrasi TaRL berpengaruh positif terhadap hasil belajar kognitif murid dan lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar dibandingkan pembelajaran menggunakan buku cetak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abshari, A. A., & Guspatni. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Terintegrasi Markerless Augmented Reality pada Materi Larutan Penyangga Fase F Kimia SMA / MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 44743–44749. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/21185>
- Akbariato, I. F., & Iryani. (2024). Efektivitas Penggunaan E-Modul Larutan Penyangga Berbasis Masalah terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 1–9.
- Ananda, D., & Adi, P. (2024). Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi Dengan Pendekatan Teaching At The Right Level Dalam Pembelajaran Memaknai Informasi Teks Berita Kelas VII SMPN 2 Pakis. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, Dan Pengelolaan Pendidikan*, 4(2). <https://doi.org/10.17977/um065.v4.i2.2024.8>
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Banerjee, A. V, Banerji, R., Berry, J., Duflo, E., Kannan, H., Mukerji, S., Shotland, M., & Walton, M. (2021). From Proof of Concept to Scalable Policies: Challenges and Solutions, with an Application. *Journal of Economic Perspectives*, 35(4), 73–102. <https://doi.org/10.1257/jep.35.4.73>
- Damayanti, F. D., Wardani, O. P., Islam, U., & Agung, S. (2025). Penerapan Teaching At The Right Level (Tarl) Untuk Mengatasi Kesulitan Belajar Peserta Didik Kelas XI K SMAN 6 Semarang Pada Mata Pelajaran Bahasa. *Tunas Pendidikan*, 8(1), 269–281. <https://doi.org/10.52060/pgsd.v8i1.2956>
- Fauziah, I., & Iryani. (2025). Efektivitas E-Modul Larutan Penyangga Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi Teaching At The Right Level Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Fase F SMA. *SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1158–1168. <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6551>
- Febriani, H. A., & Kustiono. (2022). The Effectiveness of Interactive e-Module for Natural Science subject at Equality Education Program. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 10(2), 101–109. [10.15294/ijcets.v10i2.59892](https://doi.org/10.15294/ijcets.v10i2.59892)
- Hasibuan, A., & Sulasmi, E. (2026). Problem Based Learning dalam Kurikulum untuk Mengasah keterampilan Pemecahan Masalah. *Jurnal Ilmiah Aquinas*, 9(1), 45–52.

- <https://ejournal.ust.ac.id/index.php/Aquinas/article/view/6069>
- Mahendra, M. R., Enawaty, E., Junanto, T., Muharini, R., & Lestari, I. (2023). Efektivitas Penggunaan E-Modul Kimia Dasar Berbasis Problem Based Learning dalam Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah Mahasiswa pada Materi Termokimia. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 15(2), 120–127. <https://doi.org/10.22437/jisic.v15i2.27826>
- Nikmah, Z. L., Patonah, S., & Kusniati, S. (2025). Pengaruh Teaching At The Right Level (Tarl) Dalam Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas 3C Pelajaran Matematika SDN Karanganyar Gunung 02. *Jurnal Imiah Pendidikan Dasar (JIPDAS)*, 5(2), 1211–1220. <https://doi.org/10.37081/jipdas.v5i2.2733>
- Putri, S. N. A., & Ritonga, P. S. (2026). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Kelas Xi Pada Materi Larutan Buffer Menggunakan Instrument Test Diagnostic Four-Tier. *Journal Of Chemistry Education And Integration*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.24014/jcei.v5i1.38290>
- Rahma, S., Erika, F., & Lestari, S. (2025). Analisis Miskonsepsi Siswa pada Materi Larutan Penyangga Melalui Tes Diagnostik CRI : Studi Kasus di SMAN 2 Muara Badak. *CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science*, 9(2), 154–162. <https://doi.org/10.30743/cheds.v9i2.11373>
- Rahmawati, A., Fitriani, A. R., & Lathifa, U. (2022). Phenomenology of Conceptual Understanding Ability , Representation , and Student Algorithm on Stoichiometry Materials. *Journal of Educational Chemistry*, 4(1), 9–18. <https://doi.org/10.21580/jec.2022.4.1.9744>
- Sari, M. O. S. K., & Harjono. (2024). Pbl-tarl-crt: integrating innovative approaches to improve science learning outcomes in grade 8. *BIOMA: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(1), 69–83. <https://doi.org/10.26877/bioma.v13i1.693>
- Sholikhah, L. N. A., & Priasmika, R. (2025). Analysis of Students ' Misconception of Grade XI on Buffer Solution Material Using Three-Tier Multiple Choice Diagnostic Test Instrument. *Tarbiyah: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.18592/tarbiyah.v14i1.13706>
- Subiyantoro, S. (2025). *Buku Problem and Project-Based Learning*. Penerbit Lakeisha.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Supriyani, N. K. R., & Winangun, I. M. A. (2024). Strategi meningkatkan pemahaman peserta didik melalui pembelajaran berdiferensiasi di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan, Agama Dan Budaya*, 8(2), 199–207. <https://journal.mpukuturan.ac.id/index.php/widyacarya/article/view/358>
- Susanti, N. E., Wahyu, I., Utami, P., & Trisanti, D. Y. (2024). Analisis Penerapan Scaffolding Pada Zone Of Proximal Development (ZPD) Dalam Implementasi Kurikulum Merdeka (IKM) DI SMKN 10 Malang. *Jurnal MIPA Dan Pembelajarannya*, 4(5). <https://doi.org/10.17977/um067v4i52024p2>
- Widodo, B. S. (2022). *Metode penelitian*

pendidikan. UNESA Press.

Wijaya, Y. S., & Iryani, I. (2021). Validitas E-Modul Larutan Penyangga Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Teaching at the Right Level (TaRL). *Entalpi Pendidikan Kimia*, 10–17.

Wulandari, F., Yogica, R., Darussyamsu, R., Padang, N., & Info, A. (2021). Analisis Manfaat Penggunaan E-Modul Jauh Di Masa Pandemi Covid-19. *Khazanah Pendidikan: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 15(2), 139–144.

<https://doi.org/10.30595/jkp.v15i2.10809>

Yunus, M. (2025). Analisis Tren Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Dan Ilmiah Dalam Pendidikan Kimia : Studi Bibliometrik. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(4), 5384–5396.

<https://doi.org/10.54373/imeij.v6i4.3459>