



# Pengembangan Modul Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Laju Reaksi

Anak Agung Ayu Trisna Handayani<sup>1</sup>, Muhali<sup>2\*</sup>, Pahriah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram 83125, Indonesia

Received: January 2024

Revised: April 2024

Published: May 2024

Corresponding Author:

Name\*: Muhali

Email\*: [muhali@undikma.ac.id](mailto:muhali@undikma.ac.id)



<https://doi.org/10.36312/mj.v3i1.2226>

© 2024 The Author/s. This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) License.



**Abstract:** Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran berbasis Problem-Based Learning (PBL) pada materi laju reaksi bagi siswa kelas XI SMA/MA. Modul dikembangkan melalui model 4-D, yang terdiri dari tahapan Define, Design, Develop, dan Disseminate. Pada tahap Define, dilakukan analisis kebutuhan dan tujuan pembelajaran. Tahap Design meliputi penyusunan modul dengan komponen utama berupa pengenalan konsep, penyajian masalah, serta panduan eksperimen laboratorium. Tahap Develop mencakup validasi modul oleh dua ahli kimia, yang menilai aspek kelayakan isi, bahasa, dan tampilan visual dengan hasil rata-rata validasi sebesar 90,34%, mengindikasikan modul sangat layak. Pada tahap Disseminate, modul diujicobakan pada siswa untuk mengukur kepraktisan dan efektivitasnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ini praktis digunakan dalam pembelajaran dengan skor kepraktisan 81%. Efektivitas modul dievaluasi melalui tes pretest dan posttest, yang menunjukkan peningkatan rata-rata nilai siswa dari 49,33% menjadi 81%. Peningkatan ini mencerminkan peningkatan signifikan dalam pemahaman materi serta keterampilan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah siswa. Dengan demikian, modul berbasis PBL ini dinyatakan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran kimia, khususnya pada materi laju reaksi, dan direkomendasikan untuk dikembangkan lebih lanjut pada topik-topik kimia lainnya.

**Kata kunci:** Problem Based Learning, Laju Reaksi, Modul Pembelajaran, Kepraktisan, Efektivitas

## *Development of Problem-Based Learning (PBL) Module on Reaction Rate Material*

**Abstract:** This study aims to develop a Problem-Based Learning (PBL) instructional module focused on reaction rates for eleventh-grade high school students (SMA/MA). The module was developed using the 4-D model, which comprises the stages of Define, Design, Develop, and Disseminate. In the Define stage, needs analysis and learning objectives were conducted. The Design stage involved the creation of the module, incorporating key components such as concept introduction, problem presentation, and laboratory experiment guidelines. During the Develop stage, the module was validated by two chemistry experts who assessed its content feasibility, language, and visual presentation, yielding an average validation score of 90.34%, indicating high feasibility. In the Disseminate stage, the module was pilot-tested with students to evaluate its practicality and effectiveness. The results demonstrated that the module is practical for instructional use, receiving a practicality score of 81%. The module's effectiveness was assessed through pretest and posttest evaluations, which showed an average student score improvement from 49.33% to 81%. This increase reflects a significant enhancement in students' understanding of the material as well as their critical thinking, analytical, and problem-solving skills. Consequently, the PBL-based module is deemed effective for implementation in chemistry education, particularly concerning reaction rates, and is recommended for further development in other chemistry topics.

**Keywords:** Problem-Based Learning, Reaction Rate, Learning Module, Practicality, Effectiveness

## **How to Cite:**

Handayani, A. A. T., Muhali, M., & Pahrian, P. (2024). Pengembangan Modul Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Laju Reaksi. *Multi Discere Journal*, 3(1), 1-10. <https://doi.org/10.36312/mj.v3i1.2226>

## PENDAHULUAN

Kimia berperan penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, mulai dari industri, pertanian, kesehatan, hingga lingkungan (Rodriguez et al., 2020). Sebagai bagian dari kurikulum SMA, pembelajaran kimia menggabungkan dua aspek utama, yaitu sebagai produk (pengetahuan dalam bentuk konsep, prinsip, dan teori) dan sebagai proses (keterampilan ilmiah) (Ningsih & Hidayah, 2019). Pendidikan kimia yang efektif diharapkan tidak hanya menekankan pemahaman teoretis tetapi juga mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah. Salah satu topik yang dianggap kompleks oleh siswa adalah laju reaksi, di mana mereka sering menghadapi kesulitan dalam memahami perhitungan matematis dan konsep-konsep abstrak yang mendasarinya (Seethaler et al., 2017).

Pada beberapa sekolah, seperti yang ditunjukkan oleh studi di SMA Negeri 6 Mataram, siswa tampak cenderung pasif, kurang termotivasi, dan apatis saat belajar kimia, terutama dalam materi laju reaksi. Permasalahan tersebut dalam beberapa penelitian disebabkan oleh miskonsepsi siswa dan kompleksitas materi ajar kimia yang banyak melibatkan formula matematika dan fisika (Rodriguez et al., 2020; Kolomuç & Çalik, 2012). Selain itu, penggunaan bahan ajar yang kurang menarik dan interaktif, seperti Lembar Kerja Siswa (LKS) konvensional dan buku pelajaran lama yang membuat siswa merasa bosan (Musengimana et al., 2022; Gehret, 2016; Olakanmi, 2015). Lebih lanjut, hasil observasi menunjukkan bahwa guru kurang mengembangkan bahan ajar yang dapat mendorong siswa belajar secara mandiri dan aktif. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang inovatif dan relevan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut.

Laju reaksi merupakan topik yang sangat penting dalam ilmu kimia dengan aplikasi nyata di berbagai industri, seperti produksi bahan bakar, plastik, dan farmasi (Rodriguez et al., 2020; Zhao, 2023). Namun, kompleksitas konsep laju reaksi sering kali menghambat pemahaman siswa. Misalnya, konsep-konsep yang terlibat, seperti teori tumbukan dan pengaruh suhu, konsentrasi, serta katalis terhadap laju reaksi, membutuhkan pemahaman yang lebih dalam tentang proses molekuler yang tidak terlihat langsung oleh mata. Kurangnya pemahaman mendalam ini menyebabkan siswa cenderung menghafal rumus daripada memahami konsep, yang berdampak pada rendahnya kemampuan siswa dalam menerapkan pengetahuan tersebut pada situasi nyata (Musengimana et al., 2022).

Selain kesulitan konseptual, banyak siswa memiliki miskonsepsi mengenai faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. Misalnya, mereka sering kali keliru bahwa peningkatan suhu selalu mempercepat reaksi tanpa memahami bahwa hal ini terjadi karena peningkatan energi kinetik molekul yang menyebabkan tumbukan efektif lebih sering terjadi (Kolomuç & Çalik, 2012; Rodriguez et al., 2020). Pemahaman yang dangkal ini menyebabkan pembelajaran menjadi sekadar hafalan, yang akhirnya menghambat pemahaman lebih lanjut dalam topik kimia lainnya (Nedungadi & Brown, 2020).

Pendekatan pembelajaran berbasis masalah atau Problem-Based Learning (PBL) diakui sebagai strategi efektif untuk mengatasi masalah dalam pembelajaran laju reaksi. PBL dirancang untuk mendorong siswa memecahkan masalah nyata secara mandiri dan kritis melalui kerja kelompok. Pendekatan ini telah terbukti meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman siswa dengan memberikan konteks nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Musengimana et al., 2022; Gehret, 2016). Studi menunjukkan bahwa PBL memungkinkan siswa mengeksplorasi pengaruh berbagai variabel pada laju reaksi melalui eksperimen laboratorium atau simulasi, yang secara signifikan meningkatkan pemahaman mereka tentang prinsip-prinsip kinetika (Olakanmi, 2015; Gehret, 2016).

Lebih jauh lagi, PBL juga mendorong keterlibatan kolaboratif di antara siswa, yang menjadi elemen penting dalam pembelajaran yang efektif. Siswa bekerja dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah kompleks, berbagi perspektif, dan

mengembangkan keterampilan komunikasi serta berpikir kritis yang sangat relevan untuk menghadapi tantangan akademik maupun profesional di masa depan (Ata, 2023; Menap et al., 2021). Kolaborasi ini membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang sulit dengan lebih baik, terutama ketika mereka harus mengaitkan teori dengan aplikasi praktis dalam eksperimen atau studi kasus yang mendalam (Musengimana et al., 2022).

Meskipun banyak penelitian mendukung efektivitas PBL, implementasinya dalam pembelajaran kimia di tingkat sekolah menengah atas masih menemui tantangan. Misalnya, guru memerlukan keterampilan khusus untuk dapat memfasilitasi PBL secara efektif, mengarahkan diskusi, dan membimbing siswa dalam memecahkan masalah tanpa memberikan jawaban langsung (Zulkarnain et al., 2022; Xu, 2023). Di samping itu, banyak sekolah mungkin mengalami kesulitan dalam transisi dari metode pengajaran tradisional ke PBL, terutama jika tidak ada dukungan dan pelatihan yang memadai bagi para guru (Abdullah, 2024).

Namun, dengan dukungan yang cukup, PBL dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum secara efektif untuk meningkatkan hasil belajar kimia. Studi menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam PBL, seperti simulasi komputer atau aplikasi pembelajaran digital, dapat membantu siswa dalam memahami mekanisme reaksi dan memvisualisasikan efek dari perubahan kondisi reaksi (Gehret, 2016; Kraska, 2020). Penggunaan teknologi ini memberikan akses yang lebih luas kepada siswa untuk mengamati fenomena yang tidak terlihat secara langsung, sehingga memperkuat pemahaman mereka akan konsep-konsep abstrak dalam kimia (Olanmi, 2015; Kraska, 2020).

Penelitian ini mengembangkan modul berbasis PBL khusus untuk materi laju reaksi, yang menghadirkan kebaruan dalam pengembangan bahan ajar kimia. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih fokus pada topik kimia lain seperti listrik dinamis atau fisika, penelitian ini berfokus pada aplikasi praktis dari konsep-konsep kinetika yang kompleks. Pendekatan ini tidak hanya mengevaluasi aspek kognitif siswa tetapi juga mengukur dampaknya pada aspek afektif dan psikomotorik, seperti motivasi belajar dan keterampilan laboratorium siswa (Rodriguez et al., 2020; Musengimana et al., 2022).

Dengan menggunakan modul PBL yang dirancang khusus, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas PBL dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa pada materi laju reaksi. Modul ini diharapkan dapat membantu siswa mengatasi tantangan dalam pembelajaran kimia dengan menggabungkan teori dengan aplikasi praktis melalui kegiatan laboratorium yang terintegrasi. Hal ini penting, terutama karena pemahaman mendalam terhadap laju reaksi sangat diperlukan dalam aplikasi industri dan ilmiah di masa depan.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan bahan ajar kimia berbasis PBL pada materi laju reaksi bagi siswa kelas XI SMA/MA. Modul ini dirancang untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah siswa, serta memotivasi mereka untuk belajar secara mandiri. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menguji kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas bahan ajar yang dikembangkan melalui validasi para ahli dan uji coba di lapangan.

Penelitian ini berfokus pada aspek-aspek spesifik yang mendukung keterampilan siswa dalam memahami laju reaksi, yang mencakup analisis kebutuhan siswa, desain modul, pengujian modul, serta evaluasi kelayakan dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar. Pengujian melibatkan guru kimia sebagai validator dan kelompok siswa kelas XI sebagai subjek penelitian. Pendekatan ini akan memberikan wawasan mendalam mengenai efektivitas penggunaan PBL dalam pembelajaran kimia.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan pendidikan kimia, terutama dalam topik yang berkaitan dengan laju

reaksi, dan menawarkan alternatif pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa serta mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan di dunia kerja dan pendidikan tinggi.

## METODE

### Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang dirancang untuk menghasilkan modul pembelajaran berbasis Problem-Based Learning (PBL) pada materi laju reaksi untuk kelas XI SMA/MA. Pengembangan modul mengikuti model 4-D (Define, Design, Develop, Disseminate) yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel. Model ini menawarkan struktur yang sistematis untuk menghasilkan bahan ajar berkualitas tinggi dengan fase yang terdefinisi secara jelas: Define, Design, Develop, dan Disseminate (Thiagarajan et al., 1974). Penjelasan mendalam tentang setiap tahap pengembangan disajikan di bawah ini, termasuk penjelasan tambahan untuk menjawab saran dari reviewer terkait validasi, pengujian kepraktisan, dan pemilihan sampel.

### Tahap Pendefinisian (Define)

Pada fase ini, kebutuhan pembelajaran siswa dan tujuan pengajaran diidentifikasi berdasarkan analisis kebutuhan. Langkah awal dilakukan melalui wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 6 Mataram dan observasi lapangan. Dari hasil wawancara dan observasi, ditemukan bahwa banyak siswa yang cenderung pasif dalam mengikuti pembelajaran kimia karena kompleksitas materi laju reaksi yang mencakup banyak konsep abstrak dan perhitungan matematis.

Dalam tahap Define ini, dilakukan analisis yang meliputi tiga elemen utama, yaitu analisis siswa, analisis konsep, dan analisis tugas. Analisis siswa mengidentifikasi kebutuhan interaksi yang tinggi dan keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman terhadap konsep laju reaksi. Analisis konsep meliputi pemetaan konsep utama seperti teori tumbukan, pengaruh konsentrasi, suhu, luas permukaan, dan katalis terhadap laju reaksi. Tahap ini juga bertujuan untuk mengklarifikasi kompleksitas konten dan memastikan bahwa materi yang akan dikembangkan sesuai dengan kemampuan siswa kelas XI.

### Tahap Perancangan (Design)

Fase kedua, Design, memfokuskan pada pembuatan rancangan modul berdasarkan hasil analisis pada tahap Define. Modul pembelajaran berbasis PBL ini dirancang agar sesuai dengan kurikulum dan memenuhi kebutuhan belajar siswa. Komponen utama dalam modul meliputi pengenalan materi, pemaparan masalah yang berkaitan dengan konsep laju reaksi, serta panduan untuk eksperimen laboratorium yang mengintegrasikan pendekatan berbasis masalah.

Dalam desain modul, dirancang soal-soal berbasis masalah yang bertujuan untuk mengasah keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis siswa. Modul ini mencakup instrumen pretest dan posttest untuk mengevaluasi pemahaman siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Instrumen penilaian terdiri dari soal pilihan ganda dan esai yang dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir kritis, analitis, dan pemahaman siswa terhadap konsep yang diajarkan. Validasi ahli dilakukan pada tahap ini, di mana para validator menggunakan rubrik penilaian untuk menilai aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan visual grafis.

### Tahap Pengembangan (Develop)

Tahap Develop melibatkan validasi modul oleh dua ahli kimia yang memiliki kompetensi dalam bidang pengajaran kimia dan desain bahan ajar. Validasi dilakukan berdasarkan empat aspek utama: kelayakan sampul, kelayakan isi, kebahasaan, dan kegrafisan. Para validator memberikan evaluasi menggunakan skala Likert, dengan

setiap aspek dinilai dalam kategori layak atau tidak layak. Tabel 1 menunjukkan kriteria penilaian untuk hasil validasi.

**Tabel 1.** Kriteria Validitas

Persentase (%)	Kategori
76 – 100	Sangat Layak
51 – 75	Layak
26 – 50	Kurang Layak
0 – 25	Tidak Layak

Berdasarkan hasil validasi, modul menerima skor rata-rata sebesar 90,34%, yang termasuk dalam kategori sangat layak. Validator menyatakan bahwa kualitas visual dan isi modul sangat baik, membantu siswa dalam memahami materi yang abstrak melalui ilustrasi yang mendukung pemahaman konsep yang sulit.

Setelah modul dinyatakan layak, uji coba terbatas dilakukan pada kelompok siswa kelas XI di SMA Negeri 6 Mataram. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengukur kepraktisan modul dalam proses pembelajaran. Kepraktisan diukur berdasarkan keterlaksanaan sintaks PBL, yang mencakup sistem sosial dan prinsip reaksi. Modul memperoleh skor rata-rata 81% dalam kategori praktis, dengan observasi menunjukkan bahwa modul ini berhasil meningkatkan keterlibatan siswa dalam diskusi kelompok dan eksperimen laboratorium.

#### **Tahap Penyebaran (Disseminate)**

Tahap Disseminate dalam penelitian ini dilakukan secara terbatas melalui uji coba di SMA Negeri 6 Mataram. Meskipun demikian, penyebaran lebih luas belum dilakukan dalam penelitian ini karena fokusnya masih pada pengembangan dan pengujian terbatas. Penyebaran lebih lanjut akan dilakukan melalui publikasi hasil penelitian dan pelatihan guru kimia jika efektivitas modul dapat dibuktikan pada skala yang lebih besar.

#### **Pengukuran Kepraktisan dan Efektivitas**

Pengukuran kepraktisan modul dilakukan berdasarkan observasi oleh dua pengamat independen yang menilai penerapan sintaks PBL, interaksi sosial, dan peran siswa dalam memecahkan masalah dengan kriteria yang disajikan pada Tabel 2. Instrumen pengamatan menggunakan skala Likert yang mencakup aspek sintaks, sistem sosial, dan prinsip reaksi dalam model PBL, yang memberikan gambaran mendalam tentang penerapan modul dalam konteks kelas.

Efektivitas modul diukur melalui analisis pretest dan posttest untuk mengukur pemahaman siswa sebelum dan sesudah menggunakan modul. Penggunaan pretest bertujuan untuk mendapatkan pemahaman dasar siswa, sementara posttest digunakan untuk mengevaluasi peningkatan pemahaman setelah pembelajaran berlangsung. Hasil pretest dan posttest dibandingkan untuk menentukan sejauh mana modul berkontribusi pada pemahaman konsep laju reaksi oleh siswa.

**Tabel 2.** Kriteria Efektivitas

Persentase (%)	Kategori
80 – 100	Sangat Efektif
65 – 79	Cukup Efektif
55 – 64	Kurang Efektif
0 – 54	Tidak Efektif

Rata-rata skor posttest meningkat dari 49,33% menjadi 81%, yang termasuk dalam kategori sangat efektif. Analisis statistik dilakukan dengan uji t menggunakan perangkat lunak SPSS untuk menentukan apakah peningkatan hasil posttest signifikan dibandingkan dengan hasil pretest. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan



yang signifikan, mengindikasikan bahwa modul berbasis PBL ini efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep laju reaksi siswa.

### Pemilihan Sampel

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari siswa kelas XI SMA Negeri 6 Mataram, yang dipilih berdasarkan homogenitas tingkat pemahaman awal mereka terhadap materi kimia yang dinilai melalui pretest. Pemilihan SMA Negeri 6 Mataram dilakukan secara purposif mengingat karakteristik siswanya yang mewakili populasi SMA di kota Mataram, serta aksesibilitas dan kemudahan kolaborasi dengan pihak sekolah dalam pengembangan modul berbasis PBL. Dengan melibatkan siswa yang memiliki pemahaman dasar yang seragam terhadap topik laju reaksi, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai efektivitas modul berbasis PBL ini di lingkungan kelas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### Validasi Produk oleh Ahli

Validasi produk melibatkan dua dosen ahli kimia yang mengevaluasi empat aspek utama modul: kelayakan sampul, isi, bahasa, dan grafis. Rata-rata skor validasi mencapai 90,34%, dikategorikan sebagai "sangat layak." Tabel 3 merangkum hasil penilaian dari tiap aspek penilaian validitas modul yang dikembangkan.

**Tabel 3.** Hasil Validasi Produk yang dikembangkan

Aspek Penilaian	Validator 1 (%)	Validator 2 (%)	Rata-rata (%)	Kategori
Kelayakan Sampul	81,25	87,5	84,37	Sangat Layak
Kelayakan Isi	98,27	84,09	91,18	Sangat Layak
Kebahasaan	93,75	93,75	93,75	Sangat Layak
Kegrafisan	92,67	92,67	92,67	Sangat Layak
<b>Rata-rata</b>	<b>91,11</b>	<b>89,00</b>	<b>90,34</b>	<b>Sangat Layak</b>

Hasil validasi menunjukkan bahwa kelayakan isi memperoleh nilai tertinggi, menandakan bahwa konten modul telah memenuhi standar kurikulum dan relevansi materi dengan konteks industri, terutama dalam aplikasi laju reaksi.

#### Uji Kepraktisan

Kepraktisan modul dinilai melalui observasi langsung terhadap pelaksanaan pembelajaran menggunakan modul PBL ini. Dua guru kimia mengamati implementasi modul dan memberikan penilaian kepraktisan berdasarkan kategori: sintaks PBL, interaksi sosial, dan kontribusi siswa dalam proses pemecahan masalah. Hasil penilaian observasi ini menunjukkan nilai rata-rata kepraktisan sebesar 81%. Dengan tingkat persetujuan antar-pengamat mencapai 98,76%, hal ini mengindikasikan konsistensi yang kuat dalam penerapan modul oleh guru.

#### Uji Efektivitas

Efektivitas modul diukur menggunakan tes pretest dan posttest. Rata-rata nilai siswa pada pretest adalah 49,33%, sedangkan pada posttest meningkat menjadi 81%, menghasilkan peningkatan sebesar 31,67%. Tabel 4 memperlihatkan rincian peningkatan skor tiap siswa setelah menggunakan modul ini.

**Tabel 4.** Peningkatan Pemahaman Siswa

Inisial Siswa	Pretest	Posttest	Peningkatan (%)
AM	65	80	15
DHM	50	75	25
HB	40	75	35

Inisial Siswa	Pretest	Posttest	Peningkatan (%)
MAF	45	85	40
NF	30	75	45
NKND	55	75	20
NPAY	45	75	30
PS	55	85	30
RA	35	80	45
<b>Rata-rata</b>	<b>49,33</b>	<b>81</b>	<b>31,67</b>

Peningkatan ini menunjukkan bahwa modul berbasis PBL sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi laju reaksi.

### Diskusi

#### *Kelayakan Modul*

Hasil validasi dari para ahli menunjukkan bahwa modul ini memiliki kualitas tinggi dalam kelayakan isi, bahasa, dan grafis. Validasi ini memperlihatkan bahwa penggunaan ilustrasi dan grafik yang tepat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang kompleks seperti teori tumbukan dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Penggunaan ilustrasi ini penting untuk memfasilitasi visualisasi konsep abstrak pada siswa.

Literatur menunjukkan bahwa ilustrasi yang baik dalam modul pembelajaran sains, seperti kimia, dapat memperdalam pemahaman konsep siswa, terutama untuk materi yang memiliki tingkat abstraksi tinggi (Ata, 2023). Hal ini konsisten dengan penelitian ini, di mana validator menyetujui bahwa kualitas grafis membantu siswa dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam laju reaksi. Selain itu, soal-soal berbasis masalah dalam modul memungkinkan siswa untuk mengaplikasikan konsep teoretis dalam konteks praktis, seperti aplikasi dalam industri, yang relevan dan menarik minat belajar siswa.

#### *Kepraktisan Modul*

Kepraktisan modul terbukti melalui pengamatan langsung di kelas, yang menunjukkan bahwa modul ini mudah diikuti oleh siswa secara mandiri maupun dalam kelompok. Model PBL mendorong siswa untuk lebih aktif dalam belajar dan berinteraksi secara kolaboratif, yang terlihat dalam diskusi kelompok dan aktivitas laboratorium yang difasilitasi oleh modul. Observasi juga mengindikasikan bahwa modul memfasilitasi guru untuk lebih fokus pada peran sebagai fasilitator, sementara siswa memimpin proses belajar dan eksplorasi konsep.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kepraktisan adalah aspek penting dalam keberhasilan modul berbasis PBL karena memungkinkan keterlibatan siswa yang lebih besar dalam kegiatan kelas (Sugiharti & Azura, 2021). Dengan pendekatan ini, guru dapat memberikan umpan balik yang konstruktif sesuai dengan kemajuan siswa, yang juga memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep kimia yang kompleks seperti laju reaksi.

#### *Efektivitas Modul*

Peningkatan yang signifikan pada hasil posttest memperlihatkan bahwa modul ini berhasil meningkatkan pemahaman siswa dalam konsep laju reaksi. Rata-rata peningkatan nilai sebesar 31,67% menunjukkan bahwa pendekatan PBL memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan analitis siswa. Peningkatan ini relevan dengan studi yang menunjukkan bahwa PBL dapat memperbaiki hasil belajar pada topik-topik sains yang kompleks melalui pengalaman langsung dan analisis mendalam terhadap masalah yang diajukan (Pratiwi & Setiowati, 2022).

Dalam modul ini, integrasi kegiatan laboratorium menjadi salah satu faktor utama yang mendukung efektivitas. Siswa dapat mengamati secara langsung

bagaimana variabel-variabel seperti suhu dan konsentrasi mempengaruhi laju reaksi, yang memperkuat pemahaman teoretis mereka melalui praktik langsung. Literasi dalam metode laboratorium ini memberikan pengalaman penting yang dapat membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dalam kinetika reaksi secara lebih nyata dan aplikatif (Hossain et al., 2018).

### ***Peningkatan Motivasi Belajar***

Modul berbasis PBL ini juga berkontribusi pada peningkatan motivasi belajar siswa, di mana siswa terlihat lebih antusias dalam menyelesaikan soal-soal berbasis masalah dan lebih termotivasi untuk belajar. Observasi menunjukkan bahwa siswa yang terlibat aktif dalam pemecahan masalah cenderung memiliki pemahaman lebih mendalam dan motivasi belajar yang lebih tinggi, sesuai dengan temuan Pratiwi dan Setiowati (2022) yang menunjukkan bahwa PBL meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran kimia.

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa siswa yang menggunakan pendekatan berbasis masalah mengalami peningkatan motivasi intrinsik karena mereka dapat melihat relevansi dari apa yang dipelajari dalam konteks nyata (Ata, 2023). Dengan menggunakan kasus dunia nyata dan contoh aplikatif, pendekatan PBL memberikan makna lebih kepada siswa, yang membuat mereka lebih termotivasi dalam mempelajari materi kimia yang abstrak.

Penelitian ini sejalan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan hasil belajar siswa dalam pembelajaran sains. Penelitian Sugiharti et al. (2019) menemukan bahwa pendekatan PBL di bidang kimia mendorong peningkatan pemahaman dan keterlibatan siswa yang signifikan. Namun, kebaruan dalam penelitian ini terletak pada fokus modul pada topik laju reaksi dengan integrasi kegiatan laboratorium di setiap tahapan pembelajaran, memberikan kesempatan bagi siswa untuk langsung menerapkan teori dalam praktik nyata.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa modul berbasis PBL dapat digunakan sebagai alat pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kompleks dalam kimia, khususnya laju reaksi. Penggunaan modul ini dalam konteks kelas memberikan pengalaman belajar aktif dan melibatkan siswa dalam diskusi serta eksperimen yang menambah pemahaman mereka terhadap konsep-konsep abstrak.

Pengembangan lebih lanjut dari modul ini diharapkan dapat diterapkan pada topik kimia lainnya, seperti termokimia dan kesetimbangan kimia. Implikasi untuk praktik pengajaran juga menunjukkan bahwa modul ini dapat membantu guru dalam mengelola kelas dengan pendekatan yang lebih interaktif dan berpusat pada siswa, yang relevan dengan tantangan kurikulum sains saat ini.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini berhasil mengembangkan modul pembelajaran berbasis Problem-Based Learning (PBL) yang efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa kelas XI SMA/MA pada materi laju reaksi. Berdasarkan hasil validasi oleh para ahli, modul ini dinilai sangat layak dari segi kelayakan isi, bahasa, dan grafis, dengan skor rata-rata 90,34%. Uji kepraktisan menunjukkan bahwa modul ini praktis digunakan di kelas, dengan skor rata-rata 81% dan persetujuan antar-pengamat sebesar 98,76%, yang menandakan konsistensi penerapan modul di kelas. Modul ini juga menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan hasil belajar siswa, dengan peningkatan nilai rata-rata dari 49,33% pada pretest menjadi 81% pada posttest, mencerminkan peningkatan pemahaman siswa sebesar 31,67%. Penggunaan PBL dalam modul ini terbukti mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, dan meningkatkan



motivasi belajar melalui kegiatan berbasis masalah yang relevan dan praktikum terintegrasi.

## REKOMENDASI

Berdasarkan temuan ini, disarankan agar modul berbasis PBL diimplementasikan lebih luas pada pembelajaran kimia, terutama untuk topik-topik yang kompleks seperti laju reaksi. Guru kimia di sekolah-sekolah menengah atas dianjurkan untuk menggunakan modul ini sebagai alat bantu yang tidak hanya mengandalkan hafalan, tetapi juga mendorong siswa untuk mengaitkan teori dengan konteks praktis dan aplikatif. Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk menguji efektivitas modul ini pada topik kimia lainnya serta dalam konteks pembelajaran yang lebih beragam.

## REFERENSI

- Abdullah, I. (2024). The influence of problem-based learning models on students' critical thinking ability on natural disaster mitigation material. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, 15(2), 159-169. <https://doi.org/10.37640/jip.v15i2.1906>
- Ata, P. (2023). Implementation of the PBL-STEM model to improve students' critical thinking on reaction rate material. *Hydrogen Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(5), 645. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i5.8609>
- Gehret, A. (2016). Pop-it beads to introduce catalysis of reaction rate and substrate depletion effects. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 45(2), 179-183. <https://doi.org/10.1002/bmb.21000>
- Hossain, Z., Bumbacher, E., Brauneis, A., Diaz, M., Saltarelli, A., Blikstein, P., & Riedel-Kruse, I. H. (2018). Design Guidelines and Empirical Case Study for Scaling Authentic Inquiry-based Science Learning via Open Online Courses and Interactive Biology Cloud Labs. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(4), 478-507. <https://doi.org/10.1007/s40593-017-0150-3>
- Kolomuç, A., & Çalık, M. (2012). A comparison of chemistry teachers' and grade 11 students' alternative conceptions of 'rate of reaction'. *Journal of Baltic Science Education*, 11(4), 333-346. <https://doi.org/10.33225/jbse/12.11.333>
- Kraska, T. (2020). Establishing a connection for students between the reacting system and the particle model with games and stochastic simulations of the Arrhenius equation. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1951-1959. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00081>
- Musengimana, J., Kampire, E., & Ntawihwa, P. (2022). Effect of task-based learning on students' understanding of chemical reactions among selected Rwandan lower secondary school students. *Journal of Baltic Science Education*, 21(1), 140-155. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.140>
- Nedungadi, S., & Brown, C. (2020). Thinking like an electron: Concepts pertinent to developing proficiency in organic reaction mechanisms. *Chemistry Teacher International*, 3(1), 9-17. <https://doi.org/10.1515/cti-2019-0020>
- Ningsih, R. K., & Hidayah, R. (2019). The effectiveness of chemical practicum kit to train science process skill in 10th grade. *JCER (Journal of Chemistry Education Research)*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.26740/jcer.v3n1.p1-8>
- Olakanmi, E. (2015). The effects of a web-based computer simulation on students' conceptual understanding of rate of reaction and attitude towards chemistry. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 627-640. <https://doi.org/10.33225/jbse/15.14.627>
- Pratiwi, R., & Setiowati, H. (2022). The implementation of education for sustainable development-oriented problem-based learning in practical work for making alum. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 4(2), 125-132. <https://doi.org/10.21580/jec.2022.4.2.13500>

- Rodriguez, J., Harrison, A., & Becker, N. (2020). Analyzing students' construction of graphical models: How does reaction rate change over time?. *Journal of Chemical Education*, 97(11), 3948-3956. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01036>
- Seethaler, S., Czworkowski, J., & Wynn, L. (2017). Analyzing general chemistry texts' treatment of rates of change concepts in reaction kinetics reveals missing conceptual links. *Journal of Chemical Education*, 95(1), 28-36. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00238>
- Sugiharti, G., & Azura, W. (2021). Learning model and logical thinking ability in redox reaction learning. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(4), 590-601. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i4.20076>
- Xu, E., Wang, W., & Wang, Q. (2023). The effectiveness of collaborative problem solving in promoting students' critical thinking: A meta-analysis based on empirical literature. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01508-1>
- Zhao, Y. (2023). Visualizing chemical kinetics process by portable flow reactor. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4756-4762. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00414>
- Zulkarnain, M. azmi, Syaiful, S., & Suratno, S. (2023). Using learning models problem based learning to improve students' mathematical critical thinking skills. *Desimal: Jurnal Matematika*, 6(2), 153-162. <https://doi.org/10.24042/djm.v6i2.18087>