

# Pengaruh Model Problem-Based Learning terhadap Kemampuan Generik Sains dan Pemahaman Konsep Siswa

Sri Hambarwati<sup>1</sup>, Muhali<sup>1\*</sup>, Rensani Taloin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram 83125, Indonesia

<sup>2</sup> Institut Pendidikan So'e, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Indonesia

Received: October 2024

Revised: October 2024

Published: November 2024

Corresponding Author:

Name\*: Muhali

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



<https://doi.org/10.36312/mj.v3i2.2236>

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



**Abstract:** Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh model Problem-Based Learning (PBL) terhadap kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Metode kuasi-eksperimen dengan desain pretest-posttest control group digunakan pada 53 siswa kelas X di SMA Islam Al-Azhar NW Kayangan, yang dibagi secara acak menjadi kelompok eksperimen ( $n=25$ ) dan kontrol ( $n=28$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok eksperimen yang diajarkan dengan PBL mengalami peningkatan signifikan dalam kemampuan generik sains, terutama pada indikator bahasa simbolik (nilai rata-rata posttest 75,00) dan inferensi logika (29,00), dengan signifikansi 0,000. Peningkatan pemahaman konsep siswa juga signifikan pada kelompok eksperimen, dengan rata-rata posttest 70,60 dibandingkan kelompok kontrol yang hanya mencapai 46,00 (signifikansi 0,003). Temuan ini menunjukkan bahwa PBL lebih efektif daripada metode konvensional dalam meningkatkan kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa dalam materi kimia yang kompleks. Penerapan PBL dalam pembelajaran kimia di sekolah disarankan untuk meningkatkan kualitas pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak.

**Kata kunci:** Problem-Based Learning, kemampuan generik sains, pemahaman konsep, reaksi redoks, pendidikan kimia

*The Effect of Problem-Based Learning Model on Students' Generic Science Skills and Conceptual Understanding*

**Abstract:** This study aimed to examine the effect of the Problem-Based Learning (PBL) model on students' generic science skills and conceptual understanding of redox reactions. A quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design was employed with 53 tenth-grade students from SMA Islam Al-Azhar NW Kayangan, who were randomly assigned into an experimental group ( $n=25$ ) and a control group ( $n=28$ ). The findings revealed that the experimental group taught using PBL showed a significant increase in generic science skills, particularly in symbolic language (posttest mean score of 75.00) and logical inference (29.00), with a significance level of 0.000. Conceptual understanding also improved significantly in the experimental group, with a posttest mean score of 70.60, compared to 46.00 in the control group (significance level of 0.003). These results indicate that PBL is more effective than conventional methods in enhancing both generic science skills and conceptual understanding in complex chemistry topics. The study recommends PBL application in chemistry education to deepen students' understanding of abstract concepts.

**Keywords:** Problem-Based Learning, generic science skills, conceptual understanding, redox reactions, chemistry education

## PENDAHULUAN

Kimia merupakan disiplin ilmu yang krusial dalam pendidikan menengah atas karena relevansinya dalam menjelaskan berbagai fenomena di kehidupan sehari-hari. Namun, materi reaksi reduksi-oksidasi (redoks) menjadi tantangan besar bagi siswa

### How to Cite:

Hambarwati, S., Muhali, M., & Taloin, R. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Generik Sains dan Pemahaman Konsep Siswa. *Multi Discere Journal*, 3(2), 72-83. <https://doi.org/10.36312/mj.v3i2.2236>

karena sifatnya yang abstrak dan kompleks, melibatkan konsep seperti bilangan oksidasi, transfer elektron, serta hubungan oksidasi dan reduksi (Brandriet & Bretz, 2014; Hadinugrahaningsih et al., 2022). Pemahaman mengenai konsep redoks penting karena menjadi dasar bagi pemahaman proses kimia lainnya, baik dalam skala makroskopis maupun mikroskopis. Sayangnya, berbagai studi menunjukkan bahwa tingkat pemahaman siswa pada materi redoks masih rendah, terutama di sekolah-sekolah Indonesia (Goes et al., 2020). Di SMA Islam Al-Azhar NW Kayangan, misalnya, hasil evaluasi menunjukkan bahwa tingkat kelulusan siswa dalam materi redoks masih berada di bawah 50%.

Rendahnya pemahaman siswa dalam materi ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, salah satunya adalah metode pembelajaran konvensional yang kurang mendorong siswa untuk memahami konsep secara mendalam (Brandriet & Bretz, 2014). Metode ceramah yang dominan seringkali berfokus pada hafalan, yang justru menyulitkan siswa dalam memahami aplikasi konsep redoks di berbagai situasi nyata. Gunawan et al. (2013) menyebutkan bahwa kemampuan generik sains, seperti pengamatan langsung, bahasa simbolik, pemodelan, dan inferensi logika, perlu dikembangkan dalam pembelajaran sains. Dalam pembelajaran kimia, kemampuan generik ini jarang diterapkan atau diukur, sehingga siswa kesulitan dalam menguasai konsep-konsep kompleks seperti redoks. Hal ini diperparah oleh adanya miskonsepsi terkait redoks yang umum terjadi, seperti anggapan bahwa oksidasi dan reduksi hanya melibatkan penambahan atau pengurangan oksigen, tanpa memperhatikan aspek transfer elektron (Hadinugrahaningsih et al., 2022; Brandriet & Bretz, 2014).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis masalah atau Problem-Based Learning (PBL) berpotensi meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa dalam materi yang kompleks seperti redoks (Mardhatillah, 2023; Goes et al., 2020). Dalam model PBL, siswa dihadapkan pada masalah nyata yang harus mereka selesaikan dengan menerapkan konsep-konsep yang dipelajari, sehingga mereka lebih termotivasi untuk memahami materi secara mendalam. Selain meningkatkan pemahaman konsep, PBL juga efektif dalam mengembangkan kemampuan generik sains, seperti bahasa simbolik dan pemodelan, yang sangat diperlukan dalam menguasai topik redoks yang abstrak (Li et al., 2022). Model ini memberikan ruang bagi siswa untuk berkolaborasi, berbagi ide, dan mengevaluasi solusi secara kritis, yang mendukung peningkatan kemampuan generik mereka (Wang et al., 2021).

Penerapan PBL pada materi redoks terbukti memberikan dampak positif terhadap keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif siswa. Sebuah studi oleh Mardhatillah (2023) menyebutkan bahwa melalui PBL, siswa dapat lebih baik menghubungkan teori dengan aplikasi praktis, misalnya dalam konteks reaksi kimia yang terjadi dalam lingkungan atau tubuh manusia. Hal ini penting mengingat banyaknya miskonsepsi yang beredar di kalangan siswa terkait reaksi redoks, seperti kekeliruan dalam memahami bilangan oksidasi dan peran elektron dalam reaksi. Dalam lingkungan pembelajaran PBL, siswa diajak untuk mengkonstruksi pengetahuan melalui diskusi dan eksperimen praktis yang menuntut mereka untuk memecahkan masalah nyata, yang pada akhirnya membantu mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi mereka (Hadinugrahaningsih et al., 2022; Brandriet & Bretz, 2014).

Beberapa penelitian juga mendukung peran PBL dalam memperkuat kemampuan bahasa simbolik, yaitu kemampuan siswa untuk memahami dan menggunakan simbol-simbol kimia dalam materi redoks. Sebagai contoh, Pratiwi et al. (2014) menemukan bahwa siswa yang belajar dengan pendekatan PBL menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman mereka tentang simbol-simbol kimia dibandingkan dengan siswa yang diajar menggunakan metode konvensional. Ini terjadi karena PBL melibatkan pemecahan masalah yang relevan dan kontekstual, yang menuntut siswa untuk menerjemahkan konsep abstrak menjadi representasi simbolis

yang konkret. Pendekatan ini efektif dalam membantu siswa memahami bagaimana simbol kimia menggambarkan fenomena mikroskopis dalam reaksi kimia, sehingga mereka dapat memvisualisasikan proses yang terjadi secara lebih mendalam.

Selain peningkatan pada bahasa simbolik, penelitian lain oleh Laliyo et al. (2019) menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan pemodelan siswa, di mana mereka belajar membuat representasi visual dari konsep yang dipelajari. Dalam pembelajaran redoks, kemampuan pemodelan ini penting karena memungkinkan siswa untuk memahami proses transfer elektron dalam bentuk diagram atau model fisik, sehingga mereka dapat melihat perbedaan antara reaksi oksidasi dan reduksi secara lebih konkret. Namun, meskipun PBL terbukti efektif dalam meningkatkan beberapa indikator kemampuan generik sains, penelitian lanjutan masih dibutuhkan untuk mengeksplorasi bagaimana model ini dapat diterapkan secara lebih optimal dalam pembelajaran kimia yang lebih kompleks, termasuk pada topik redoks.

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk menguji secara spesifik pengaruh model Problem-Based Learning terhadap kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa dalam materi reaksi reduksi dan oksidasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokusnya yang tidak hanya mengevaluasi pemahaman konsep siswa, tetapi juga mengukur kemampuan generik sains pada beberapa indikator, termasuk pengamatan langsung, bahasa simbolik, pemodelan, dan inferensi logika. Meskipun berbagai studi telah menunjukkan efektivitas PBL dalam pembelajaran sains, hanya sedikit penelitian yang mengkaji dampaknya pada kemampuan generik sains, khususnya dalam konteks pembelajaran kimia. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengisi celah literatur mengenai peran PBL dalam mengembangkan keterampilan generik sains, yang krusial bagi pemahaman mendalam dan aplikasi praktis konsep redoks (Li et al., 2022).

## METODE

### Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuasi-eksperimen dengan desain pretest-posttest control group untuk menganalisis pengaruh model Problem Based Learning (PBL) terhadap kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa dalam materi reaksi reduksi dan oksidasi. Dalam desain ini, dua kelompok siswa (eksperimen dan kontrol) dipilih melalui cluster random sampling untuk memastikan bahwa karakteristik awal siswa dalam kedua kelompok sebanding. Kelompok eksperimen mendapatkan perlakuan berupa pembelajaran dengan PBL, sementara kelompok kontrol menjalani pembelajaran konvensional. Pemilihan desain ini dilakukan agar hasil penelitian mencerminkan dampak penerapan PBL secara objektif dan untuk mengurangi bias dari variabel luar (Syahlan & Simamora, 2022).

### Prosedur Penelitian

#### Tahap Persiapan

Peneliti merumuskan masalah dan tujuan penelitian, menyusun desain penelitian, serta menyiapkan instrumen pengukuran yang valid dan reliabel. Instrumen yang digunakan terdiri dari tes kemampuan generik sains dan tes pemahaman konsep, yang keduanya dirancang untuk mengukur perubahan pengetahuan siswa sebelum dan sesudah intervensi.

#### Tahap Pretest

Pretest diberikan kepada kedua kelompok (eksperimen dan kontrol) untuk mengidentifikasi kemampuan awal siswa dalam generik sains dan pemahaman konsep redoks. Data pretest menjadi dasar untuk menentukan homogenitas kemampuan awal antara kelompok eksperimen dan kontrol. Pretest ini mengadopsi skala penilaian yang sesuai dengan penelitian sebelumnya untuk memastikan konsistensi hasil dan validitas data (Hidayati et al., 2020).

### **Tahap Perlakuan**

Pada tahap ini, kelompok eksperimen diberikan pembelajaran PBL selama empat sesi yang masing-masing berfokus pada pemecahan masalah terkait materi redoks. Setiap sesi memanfaatkan pendekatan praktis yang melibatkan siswa secara aktif dalam diskusi kelompok dan analisis masalah. Guru bertindak sebagai fasilitator yang membantu siswa dalam memahami konsep melalui penerapan yang relevan. Pada kelompok kontrol, pembelajaran dilakukan dengan metode ceramah dan diskusi yang berpusat pada guru, mengikuti pendekatan tradisional. Metode PBL dalam kelompok eksperimen ini dirancang untuk mendukung peningkatan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman konsep abstrak (Mardhatillah, 2023).

### **Tahap Posttest**

Setelah perlakuan selesai, kedua kelompok diberikan posttest yang sama dengan pretest untuk mengukur efek dari intervensi pembelajaran. Nilai posttest dianalisis dan dibandingkan dengan hasil pretest untuk mengidentifikasi peningkatan kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa, baik pada kelompok eksperimen maupun kontrol.

### **Tahap Analisis Data**

Data pretest dan posttest dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 17.0. Analisis data meliputi uji normalitas, homogenitas, uji-t (untuk data berdistribusi normal dan homogen), serta uji non-parametrik (Mann-Whitney) jika data tidak memenuhi asumsi normalitas atau homogenitas. Penggunaan analisis statistik ini bertujuan untuk memperoleh hasil yang akurat mengenai pengaruh PBL terhadap peningkatan kemampuan siswa (Wardani, 2023).

### **Teknik Pengambilan Sampel dan Subjek Penelitian**

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X SMA Islam Al-Azhar NW Kayangan. Sampel diambil dengan teknik cluster random sampling untuk menjamin homogenitas kelas dan mengurangi pengaruh variabel luar yang tidak terkontrol. Dari tiga kelas yang ada, dua kelas dipilih, yaitu kelas X1 sebagai kelompok eksperimen dan kelas X3 sebagai kelompok kontrol, dengan total 53 siswa. Kedua kelompok dipastikan memiliki karakteristik akademik yang serupa berdasarkan nilai rata-rata akademik siswa sebelum perlakuan. Dengan teknik ini, diharapkan data penelitian dapat diinterpretasikan secara tepat untuk menyimpulkan efektivitas metode PBL dalam meningkatkan kemampuan generik sains siswa (Goes et al., 2020).

### **Instrumen Penelitian**

#### **Tes Kemampuan Generik Sains**

Instrumen ini berbentuk soal uraian yang mengukur empat indikator generik sains: pengamatan langsung, bahasa simbolik, pemodelan, dan inferensi logika (lihat Table 1). Penilaian menggunakan skala 0-4 untuk setiap indikator, dengan kriteria penilaian yang dikembangkan untuk mengukur kemampuan siswa dalam pengamatan, interpretasi simbolik, pemodelan fenomena, serta penarikan kesimpulan. Validitas instrumen diuji menggunakan metode *Pearson Product Moment*, sedangkan reliabilitasnya mencapai 0,78, yang menunjukkan konsistensi yang memadai dalam pengukuran (Hidayati et al., 2020).

**Table 1.** Indikator Kemampuan Generik Sains

<b>Indikator</b>	<b>Deskripsi Penilaian</b>
Pengamatan Langsung	Kemampuan siswa dalam mengumpulkan data langsung dari percobaan.
Bahasa Simbolik	Kemampuan memahami dan menggunakan simbol-simbol kimia.
Pemodelan	Kemampuan membuat model yang merepresentasikan fenomena reaksi redoks.
Inferensi Logika	Kemampuan menarik kesimpulan logis dari data yang diperoleh.

### **Tes Pemahaman Konsep**

Instrumen ini berbentuk soal pilihan ganda beralasan yang mengukur pemahaman konsep siswa mengenai reaksi redoks. Setiap soal dilengkapi dengan opsi alasan yang harus dipilih siswa, memberikan gambaran tentang tingkat pemahaman dan kemampuan logis siswa dalam menjelaskan konsep redoks. Skor penilaian menggunakan skala 0-3 ditunjukkan pada Tabel 2.

**Table 2.** Skor Penilaian Kemampuan Generik Sains

Kriteria Jawaban	Skor
Jawaban benar dan alasan benar	3
Jawaban benar dan alasan salah	2
Jawaban salah dan alasan benar	1
Jawaban salah dan alasan salah	0

### **Analisis Data**

#### ***Uji Normalitas***

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi data pretest dan posttest, menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov pada taraf signifikansi 5%. Jika nilai signifikansi (p) lebih dari 0,05, maka data berdistribusi normal. Sebaliknya, jika nilai p kurang dari atau sama dengan 0,05, data dianggap tidak normal.

#### ***Uji Homogenitas***

Uji homogenitas menggunakan Levene's Test pada taraf signifikansi 5% untuk memastikan varians dari kedua kelompok homogen. Varians yang homogen menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki distribusi data yang serupa, sehingga perbandingan antar-kelompok dapat dilakukan dengan lebih valid.

#### ***Uji-t dan Uji Mann-Whitney***

Jika data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, maka digunakan uji-t untuk membandingkan nilai pretest dan posttest antara kelompok eksperimen dan kontrol. Namun, jika salah satu asumsi tidak terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan uji non-parametrik Mann-Whitney. Kedua uji ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol setelah penerapan metode PBL.

#### ***Uji Hipotesis***

Hipotesis penelitian diuji dengan melihat perbedaan signifikan pada nilai posttest. Kriteria pengujian ditentukan berdasarkan nilai signifikansi (p): jika p kurang dari 0,05, hipotesis alternatif diterima, menunjukkan adanya pengaruh signifikan PBL terhadap kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa. Tabel 3 merangkum interpretasi data hasil posttest berdasarkan rentang skor yang diukur.

#### ***Penyajian Data dengan Grafik***

Guna memberikan gambaran lebih jelas mengenai hasil pretest dan posttest, grafik dibuat untuk menunjukkan perbandingan skor kedua kelompok. Grafik ini membantu pembaca dalam memahami peningkatan yang terjadi pada kelompok eksperimen dibandingkan kontrol, memperlihatkan perbedaan signifikan pada indikator generik sains dan pemahaman konsep redoks.

**Table 3.** Interpretasi Data Hasil Posttest

Skor Posttest	Interpretasi Kemampuan Generik Sains	Interpretasi Pemahaman Konsep
86 – 100	Sangat Baik	Sangat Tinggi
76 – 85	Baik	Tinggi
60 – 75	Cukup	Sedang
55 – 59	Kurang	Rendah
≤ 54	Sangat Kurang	Sangat Rendah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengkaji dampak penerapan model Problem-Based Learning (PBL) terhadap kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa pada materi reaksi reduksi-oksidasi. Data dikumpulkan melalui tes kemampuan generik sains dan tes pemahaman konsep yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan, menggunakan desain pretest-posttest. Analisis ini akan dibagi menjadi beberapa bagian untuk memudahkan pemahaman.

### Hasil Pretest dan Posttest Kemampuan Generik Sains

Tes kemampuan generik sains yang diberikan kepada siswa mencakup empat indikator utama: pengamatan langsung, bahasa simbolik, pemodelan, dan inferensi logika. Setiap indikator ini diuji dalam kondisi pretest dan posttest untuk kedua kelompok, yakni kelompok eksperimen (dengan PBL) dan kelompok kontrol (dengan metode konvensional). Rata-rata skor pretest dan posttest untuk masing-masing indikator di kedua kelompok disajikan dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Rata-rata Pretest dan Posttest Kemampuan Generik Sains

Indikator Kemampuan Generik Sains	Kelompok Eksperimen (Pretest/Posttest)	Kelompok Kontrol (Pretest/Posttest)
Pengamatan Langsung	49,93 / 57,07	62,00 / 41,50
Bahasa Simbolik	38,00 / 75,00	39,00 / 50,75
Pemodelan	41,80 / 54,30	71,00 / 39,00
Inferensi Logika	25,00 / 29,00	16,00 / 10,50

Hasil dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mengalami peningkatan signifikan pada semua indikator kemampuan generik sains, terutama pada indikator bahasa simbolik dan inferensi logika. Peningkatan skor posttest bahasa simbolik pada kelompok eksperimen mencapai rata-rata 75,00, sementara pada kelompok kontrol hanya mencapai 50,75. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran PBL secara efektif membantu siswa memahami simbol-simbol kimia yang digunakan dalam reaksi redoks, yang umumnya dianggap sulit.

Indikator inferensi logika juga mengalami peningkatan yang signifikan pada kelompok eksperimen, dengan rata-rata posttest mencapai 29,00, sedangkan kelompok kontrol mengalami penurunan dari 16,00 menjadi 10,50 setelah pembelajaran konvensional. Peningkatan ini menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan PBL lebih mampu menarik kesimpulan logis berdasarkan data eksperimen, berkat penerapan pemikiran analitis dan kritis dalam proses pembelajaran.

Sebaliknya, pada indikator pengamatan langsung dan pemodelan, meskipun ada peningkatan pada kelompok eksperimen, perbedaannya tidak signifikan. Peningkatan rata-rata skor pengamatan langsung pada kelompok eksperimen adalah dari 49,93 menjadi 57,07, sementara kelompok kontrol justru mengalami penurunan dari 62,00 menjadi 41,50. Untuk indikator pemodelan, kelompok eksperimen naik dari 41,80 menjadi 54,30, tetapi masih lebih rendah dari kelompok kontrol yang juga mengalami penurunan dari 71,00 menjadi 39,00. Ketidaksignifikanan hasil ini dapat dikaitkan dengan kurangnya waktu untuk eksplorasi mendalam yang dibutuhkan dalam kemampuan pengamatan dan pemodelan, sebagaimana didukung oleh penelitian Brotosiswoyo (2001), yang menyatakan bahwa pengembangan keterampilan ini memerlukan praktik berulang.

### Hasil Pretest dan Posttest Pemahaman Konsep

Pemahaman konsep siswa diukur dengan tes pilihan ganda yang disertai alasan untuk setiap jawaban, yang memberikan gambaran tentang kedalaman pemahaman

siswa terhadap konsep reaksi reduksi-oksidasi. Rata-rata skor pretest dan posttest untuk kelompok eksperimen dan kontrol disajikan dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Rata-rata Pretest dan Posttest Pemahaman Konsep

Kelompok	Rata-rata Pretest	Rata-rata Posttest
Eksperimen	33,00	70,60
Kontrol	38,50	46,00

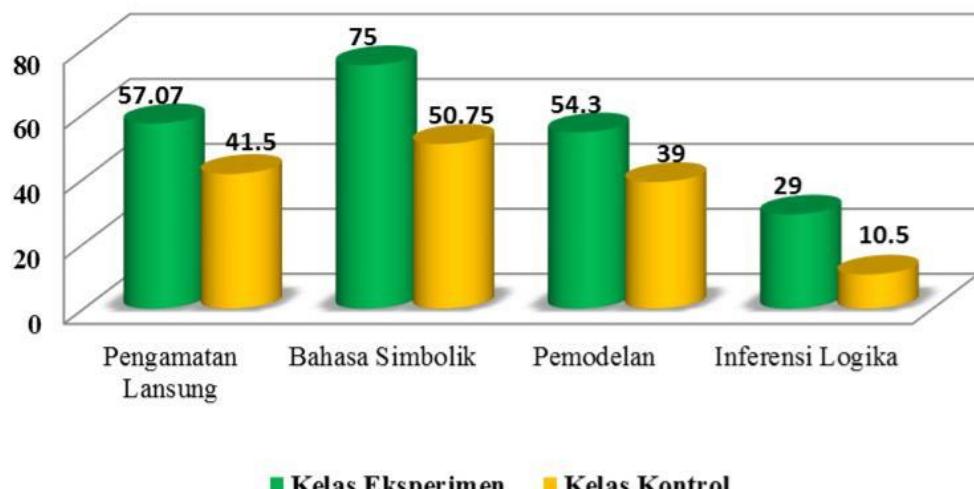
Tabel 5 menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen, di mana rata-rata skor posttest mencapai 70,60, dibandingkan dengan 33,00 pada pretest. Sebaliknya, kelompok kontrol hanya menunjukkan sedikit peningkatan, dari 38,50 pada pretest menjadi 46,00 pada posttest. Hasil ini mengindikasikan bahwa penerapan PBL mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan dibandingkan metode konvensional.

Uji statistik yang dilakukan untuk membandingkan kedua kelompok menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,003, yang mengonfirmasi bahwa perbedaan peningkatan pemahaman konsep antara kelompok eksperimen dan kontrol adalah signifikan. Peningkatan signifikan ini menunjukkan bahwa PBL memungkinkan siswa untuk membangun pemahaman yang lebih mendalam dan aplikasi yang relevan pada konsep-konsep abstrak dalam reaksi redoks, seperti bilangan oksidasi dan transfer elektron.

#### Visualisasi Hasil Pretest dan Posttest

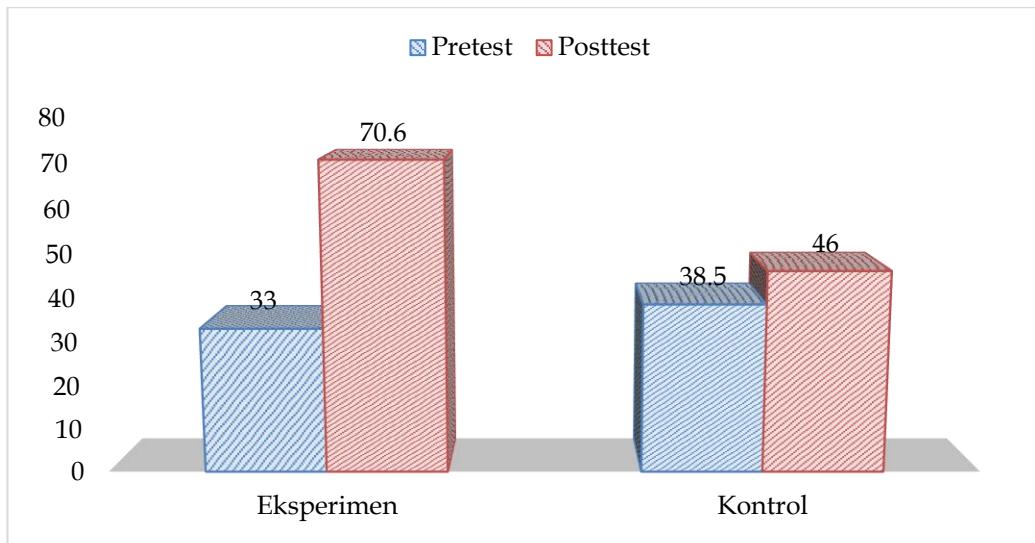
Untuk memperjelas perbedaan antara kelompok eksperimen dan kontrol, berikut adalah dua grafik yang menunjukkan hasil rata-rata pretest dan posttest pada kedua kelompok, baik untuk kemampuan generik sains maupun pemahaman konsep.

#### Kemampuan Generik Sains



**Gambar 1.** Perbandingan Rata-rata Pretest dan Posttest Kemampuan Generik Sains

Gambar 1 menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mengalami peningkatan signifikan pada semua indikator kemampuan generik sains setelah pembelajaran dengan PBL, sedangkan kelompok kontrol justru mengalami penurunan pada beberapa indikator, terutama pada indikator pengamatan langsung dan pemodelan. Peningkatan yang signifikan pada indikator bahasa simbolik dan inferensi logika pada kelompok eksperimen memperlihatkan efektivitas PBL dalam membangun keterampilan berpikir tingkat tinggi.



**Gambar 2.** Perbandingan Rata-rata Pretest dan Posttest Pemahaman Konsep

Gambar 2 memperlihatkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman konsep pada kelompok eksperimen setelah penerapan PBL, sementara peningkatan pada kelompok kontrol relatif kecil. Perbedaan ini menekankan bahwa model PBL membantu siswa memahami konsep-konsep kimia yang abstrak, yang mungkin sulit dicapai dengan metode konvensional.

#### Interpretasi Data dan Hasil Statistik

Untuk memastikan akurasi interpretasi, uji statistik dilakukan meliputi uji normalitas, uji homogenitas, uji-t untuk data normal dan homogen, serta uji non-parametrik (Mann-Whitney) jika data tidak memenuhi asumsi tersebut. Hasil uji statistik pada data posttest menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mengalami peningkatan yang signifikan dalam kemampuan generik sains dan pemahaman konsep dibandingkan dengan kelompok kontrol. Nilai signifikansi pada indikator bahasa simbolik dan inferensi logika berada pada tingkat yang sangat tinggi ( $p < 0,001$ ), yang menunjukkan bahwa peningkatan tersebut bukan hasil kebetulan semata, melainkan sebagai akibat langsung dari penerapan PBL.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa penerapan model PBL memberikan efek positif yang signifikan terhadap kemampuan generik sains dan pemahaman konsep pada siswa SMA dalam mempelajari reaksi redoks. Pembelajaran berbasis masalah memungkinkan siswa untuk berinteraksi langsung dengan materi, terlibat dalam proses penyelesaian masalah, dan bekerja secara kolaboratif, yang pada gilirannya mengembangkan keterampilan generik sains mereka, terutama dalam penggunaan bahasa simbolik dan kemampuan logis.

#### Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran Problem-Based Learning (PBL) memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa, terutama dalam materi reaksi reduksi-oksidasi. Diskusi ini akan membahas secara rinci pengaruh PBL terhadap indikator-indikator kemampuan generik sains dan pemahaman konsep, dengan mendukung argumen menggunakan data dari Tabel 4 dan Tabel 5 serta Gambar 1 dan Gambar 2.

#### Pengaruh PBL terhadap Kemampuan Generik Sains

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari Tabel 4, penerapan model PBL secara signifikan meningkatkan dua indikator utama kemampuan generik sains, yaitu bahasa simbolik dan inferensi logika pada kelompok eksperimen. Tabel 4 menunjukkan peningkatan pada bahasa simbolik dari nilai pretest 38,00 menjadi 75,00 pada posttest

untuk kelompok eksperimen, sedangkan pada kelompok kontrol hanya mencapai nilai posttest 50,75. Indikator ini sangat penting dalam materi kimia karena penggunaan simbol-simbol kimia adalah dasar dari pemahaman konsep reaksi redoks (Pratiwi & Setiowati, 2022). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir simbolis dan logis siswa, terutama dalam konsep abstrak yang memerlukan pemahaman mendalam seperti reaksi redoks (Kriswantoro et al., 2021).

Pada indikator inferensi logika, peningkatan yang signifikan terlihat pada kelompok eksperimen yang mengalami kenaikan dari 25,00 pada pretest menjadi 29,00 pada posttest, sedangkan kelompok kontrol justru mengalami penurunan dari 16,00 menjadi 10,50 setelah perlakuan konvensional. Gambar 1 memperlihatkan bahwa peningkatan pada indikator inferensi logika di kelompok eksperimen berbeda nyata dibandingkan dengan kelompok kontrol, yang menunjukkan bahwa PBL lebih efektif dalam membantu siswa menarik kesimpulan logis dan mengembangkan pemahaman kritis mereka. Hal ini didukung oleh studi Nastiti et al. (2018) yang menyebutkan bahwa PBL mendorong siswa untuk menggunakan penalaran ilmiah dan logika dalam proses pemecahan masalah yang kompleks.

Sebaliknya, pada indikator pengamatan langsung dan pemodelan, peningkatan di kelompok eksperimen tidak signifikan, meskipun terdapat kenaikan dari pretest ke posttest. Tabel 4 memperlihatkan bahwa nilai pengamatan langsung kelompok eksperimen naik dari 49,93 menjadi 57,07, sementara kelompok kontrol mengalami penurunan dari 62,00 menjadi 41,50. Demikian pula pada indikator pemodelan, kelompok eksperimen meningkat dari 41,80 ke 54,30, namun masih lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol yang menurun dari 71,00 menjadi 39,00 setelah pembelajaran. Rendahnya peningkatan pada kedua indikator ini mungkin disebabkan oleh keterbatasan waktu yang dialokasikan untuk praktikum dan eksplorasi, seperti yang dikemukakan oleh Brotosiswoyo (2001) bahwa pengembangan kemampuan pengamatan dan pemodelan memerlukan waktu lebih panjang dan latihan berulang.

#### ***Pengaruh PBL terhadap Pemahaman Konsep***

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa PBL memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa. Seperti terlihat dalam Tabel 5, kelompok eksperimen mengalami peningkatan skor pemahaman konsep dari rata-rata 33,00 pada pretest menjadi 70,60 pada posttest. Sebaliknya, kelompok kontrol hanya mengalami sedikit peningkatan dari 38,50 menjadi 46,00 pada posttest. Nilai signifikansi yang diperoleh melalui uji statistik ( $p = 0,003$ ) mengonfirmasi bahwa perbedaan antara kelompok eksperimen dan kontrol ini adalah signifikan.

Gambar 2 memperjelas perbedaan yang terjadi dalam pemahaman konsep antara kedua kelompok, di mana kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan yang jauh lebih besar setelah pembelajaran berbasis PBL dibandingkan dengan kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional. PBL memungkinkan siswa untuk memecahkan masalah nyata yang relevan dengan materi redoks, seperti perubahan bilangan oksidasi dan perpindahan elektron. Proses pembelajaran ini mengajak siswa untuk berkolaborasi dalam memahami konsep-konsep yang abstrak dan kompleks, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam dan aplikatif (Sudarmin et al., 2019).

Keberhasilan PBL dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa dapat dijelaskan melalui karakteristik PBL yang mendorong pembelajaran konstruktif dan reflektif. Dengan terlibat aktif dalam diskusi kelompok dan eksperimen, siswa didorong untuk membangun pemahaman sendiri berdasarkan observasi, penalaran, dan evaluasi kritis terhadap data yang diperoleh. Penelitian Zeng et al. (2023) mendukung hasil ini, menunjukkan bahwa PBL efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa untuk belajar, terutama pada materi yang memerlukan pemahaman mendalam seperti reaksi redoks.

Pada kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional, peningkatan pemahaman konsep siswa tidak signifikan. Pembelajaran yang berpusat pada guru seperti metode ceramah terbukti kurang efektif dalam membangun pemahaman mendalam, terutama dalam materi yang abstrak dan kompleks seperti reaksi redoks. Siswa yang menerima pembelajaran konvensional cenderung menjadi pasif, sehingga mereka sulit mengembangkan pemahaman simbolis dan konseptual yang memadai. Hal ini sesuai dengan penelitian Hoyland dan Hyde (2023), yang menyatakan bahwa pembelajaran konvensional sering gagal memotivasi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang dibutuhkan dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam sains.

#### *Implikasi Pendidikan dan Keterbatasan Penelitian*

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model PBL berpotensi menjadi metode yang efektif untuk meningkatkan keterampilan generik sains dan pemahaman konsep kimia, terutama dalam materi yang kompleks seperti reaksi redoks. Implikasi ini penting bagi guru dan institusi pendidikan untuk mempertimbangkan penerapan PBL secara lebih luas dalam kurikulum kimia. PBL dapat menjadi alternatif metode pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan analitis siswa, serta kemampuan mereka untuk menghubungkan konsep teoretis dengan aplikasi praktis.

Namun, penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, fokus penelitian hanya pada satu materi kimia, yaitu reaksi reduksi-oksidasi, sehingga hasilnya mungkin tidak dapat digeneralisasikan untuk topik kimia lainnya. Kedua, waktu yang terbatas untuk pelaksanaan PBL mungkin mempengaruhi pencapaian siswa dalam indikator pengamatan langsung dan pemodelan, yang memerlukan eksplorasi dan praktik yang lebih mendalam. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan agar PBL diterapkan pada berbagai topik kimia dengan alokasi waktu yang lebih memadai untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif, terutama dalam mengembangkan keterampilan observasional dan pemodelan yang lebih baik (Eilks et al., 2018).

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa PBL memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kemampuan generik sains, terutama pada indikator bahasa simbolik dan inferensi logika, serta terhadap pemahaman konsep siswa dalam materi reaksi redoks. Dengan pendekatan berbasis masalah yang interaktif dan konstruktif, PBL mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis, yang sulit dicapai melalui metode konvensional. Hasil ini mendukung upaya untuk mengintegrasikan PBL sebagai bagian dari metode pembelajaran yang diterapkan dalam kurikulum pendidikan kimia.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah atau Problem-Based Learning (PBL) memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan kemampuan generik sains dan pemahaman konsep siswa pada materi reaksi reduksi-oksidasi di tingkat SMA. Berdasarkan hasil analisis data, kelompok siswa yang diajarkan dengan PBL menunjukkan peningkatan signifikan pada indikator bahasa simbolik dan inferensi logika, yang mencerminkan pemahaman yang lebih dalam dan kemampuan analitis yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional. Peningkatan pada indikator pemahaman konsep juga sangat jelas, dengan rata-rata posttest yang jauh lebih tinggi pada kelompok eksperimen, yang menegaskan bahwa PBL membantu siswa membangun pemahaman yang lebih baik terhadap konsep-konsep kimia yang kompleks. Dengan kata lain, PBL terbukti sebagai metode yang efektif untuk memfasilitasi pembelajaran aktif, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, dan meningkatkan pemahaman konsep yang lebih aplikatif dalam konteks materi kimia.

## REKOMENDASI

Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan agar guru kimia lebih sering mengimplementasikan model PBL, terutama pada topik-topik yang membutuhkan pemahaman abstrak dan analitis seperti reaksi reduksi-oksidasi. PBL sebaiknya dirancang dengan waktu yang memadai untuk memungkinkan eksplorasi mendalam pada indikator-indikator yang memerlukan pengembangan keterampilan lebih lanjut, seperti pengamatan langsung dan pemodelan. Selain itu, pihak sekolah dan institusi pendidikan diharapkan memberikan dukungan yang diperlukan, termasuk pelatihan untuk guru dalam menerapkan PBL secara efektif, serta alokasi waktu dan sumber daya yang cukup untuk melaksanakan pembelajaran berbasis masalah. Untuk penelitian selanjutnya, penerapan PBL disarankan dieksplorasi pada berbagai topik kimia lainnya guna menguji konsistensi efektivitasnya serta memperkaya literatur tentang pengaruh PBL terhadap penguasaan keterampilan generik sains dan pemahaman konsep siswa secara lebih luas.

## REFERENSI

- Brandriet, A. R., & Bretz, S. L. (2014). Measuring meta-ignorance through the lens of confidence: Examining students' redox misconceptions about oxidation numbers, charge, and electron transfer. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 729-746. <https://doi.org/10.1039/c4rp00129j>
- Brotosiswoyo, S. (2001). *Keterampilan Generik dalam Pembelajaran Sains*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Eilks, I., Gulacar, O., & Sandoval, J. (2018). Exploring the mysterious substances, X and Y: Challenging students' thinking on acid-base chemistry and chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 95(4), 601-604. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00404>
- Goes, L., Fernandez, C., & Eilks, I. (2020). The development of pedagogical content knowledge about teaching redox reactions in German chemistry teacher education. *Education Sciences*, 10(7), 170. <https://doi.org/10.3390/educsci10070170>
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Suryani, E. (2022). An analysis of preservice chemistry teachers' misconceptions of reduction-oxidation reaction concepts. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 448. <https://doi.org/10.3926/jotse.1566>
- Hidayati, N., Zubaidah, S., Suarsini, E., & Praherdhiono, H. (2020). The relationship between critical thinking and knowledge acquisition: The role of digital mind maps-PBL strategies. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(2), 140-145. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.2.1353>
- Hoyland, J., & Hyde, J. (2023). The implementation and effects of contemporary problem-based learning techniques in the field of chemistry. *New Directions in the Teaching of Natural Sciences*, 18(1). <https://doi.org/10.29311/ndtns.v18i1.4318>
- Kriswantoro, Kartowagiran, B., & Rohaeti, E. (2021). A critical thinking assessment model integrated with science process skills on chemistry for senior high school. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 285-298. <https://doi.org/10.12973/eu-ter.10.1.285>
- Laliyo, L. A., Botutihe, D. M., & Panigoro, C. (2019). The development of two-tier instrument based on distractor to assess conceptual understanding level and student misconceptions in explaining redox reactions. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(9), 216-237. <https://doi.org/10.26803/ijter.18.9.12>
- Li, Q., Guo, Z., & Li, Y. (2022). Collaboration and conceptual learning through problem-based learning in chemistry education. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1256-1272. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2039368>

- Gunawan, K., Liliyansari, L., Kaniawati, I., & Setiawan, W. (2021). Implementation of Competency Enhancement Program for Science Teachers Assisted by Artificial Intelligence in Designing HOTS-based Integrated Science Learning. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 55-65. doi:<http://dx.doi.org/10.30870/jppi.v7i1.8655>
- Mardhatillah, Q. (2023). Enhancing students' oral and written communication skills through discovery learning model: A study on reduction-oxidation reactions. *Hydrogen Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(1), 15. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i1.5592>
- Nastiti, A. S., Rahardjo, S., Vh, E., & Perdana, R. (2018). The need analysis of module development based on search, solve, create, and share to increase generic science skills in chemistry. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 388-394. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.12393>
- 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>
- Pratiwi, Y., Redjeki, T., & Masykuri, M. (2014). Pelaksanaan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) pada Materi Redoks Kelas X SMA Negeri 5 Surakarta Tahun Pelajaran 2013/2014. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 3(3), 40-48. <https://core.ac.uk/download/pdf/289785678.pdf>
- Sudarmin, S., Zahro, L., Pujiastuti, S., Asyhar, R., Zaenuri, Z., & Rosita, A. (2019). The development of PBL-based worksheets integrated with green chemistry and ethnoscience to improve students' thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 213-222. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.17546>
- Syahlan, S. and Simamora, R. (2022). Improve students' mathematical critical thinking skills sumatera utara islam: using models for problem-based learning. *Aksioma Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(4), 30-40. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i4.5503>
- Wang, Y., Liu, H., & Tian, Y. (2021). Collaborative learning and problem-solving skills through PBL in secondary education chemistry courses. *International Journal of Educational Research*, 50(5), 321-332. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101712>
- Wardani, M. (2023). Building critical thinking skills of 21st-century students through problem-based learning model. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 12(3), 461-470. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v12i3.58789>
- Zeng, Y., Chi, S., Wang, Z., & Zhuang, X. (2023). Developing and validating an instrument to assess ninth-grade students' online metacognitive skills in solving chemistry problems. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 520-537. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.520>