Jurnal Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Borneo
Volume 7, Nomor 3, 2026
E-ISSN: 2714-6030, P-ISSN: 2987-7725, Halaman 380-391
https://doi.org/10.21093/jtikborneo.v7i3.14158

Pengaruh Model *Problem Based Learning* terhadap Pemahaman Konsep, Pemecahan Masalah, dan Kerja Sama Peserta Didik pada Materi Sistem Saraf di SMA Negeri 14 Medan

Abraham Pranata Sitinjak*, Melva Silitonga
abrahamsitinjak25@gmail.com
Universitas Negeri Medan

Article History:
Received: 21 September 2026
Accepted: 21 November 2026
Published: 25 November 2026

Kata Kunci:
Kemampuan Pemecahan Masalah; Kerja Sama; Pemahaman Konsep; Problem Based Learning; Sistem Saraf

Keywords:
Problem-Solving Skills; Cooperation; Conceptual Understanding; Problem Based Learning; Nervous System

A B S T R A K

Penelitian ini menganalisis perbedaan pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, dan kerja sama peserta didik antara pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dan pembelajaran langsung pada materi sistem saraf di SMA Negeri 14 Medan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu berupa *pretest-posttest non-equivalent control group*. Sampel terdiri atas 70 peserta didik dari dua kelas yang dipilih secara purposif: XI-1 (PBL; n = 35) dan XI-2 (pembelajaran langsung; n = 35). Pemahaman konsep dan pemecahan masalah diukur menggunakan tes esai, sedangkan kerja sama dinilai melalui observasi. Analisis meliputi statistik deskriptif, *independent-samples t-test*, dan *multivariate analysis of covariance* (MANCOVA) dengan skor tes awal sebagai kovariat. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata pemahaman konsep kelompok PBL dan kontrol masing-masing sebesar 82,02 dan 73,92; kemampuan pemecahan masalah 80,75 dan 67,00; serta kerja sama 75,00 dan 68,00. Uji-t menunjukkan perbedaan signifikan antarkelompok pada ketiga variabel ($t(68) = 5{,}206–7{,}517$; $p < 0{,}001$). Uji multivariat juga menunjukkan perbedaan signifikan secara simultan (Pillai's Trace = 0,596; $F(3, 64) = 31{,}525$; $p < 0{,}001$; $\eta p^2 = 0{,}596$). Hasil ini mendukung penggunaan PBL sebagai alternatif pembelajaran sistem saraf, dengan interpretasi yang mempertimbangkan pemilihan kelas nonacak dan perbedaan cara pengukuran setiap variabel.

A B S T R A C T

This study examined differences in conceptual understanding, problem-solving skills, and cooperation between problem-based learning (PBL) and direct instruction in the nervous system topic at SMA Negeri 14 Medan. A quasi-experimental pretest-posttest non-equivalent control group design involved 70 students purposively selected from two intact classes: XI-1 (PBL; n = 35) and XI-2 (direct instruction; n = 35). Conceptual understanding and problem-solving skills were assessed using essay tests, while cooperation was assessed through observation. The analysis included descriptive statistics, independent-samples t-tests, and multivariate analysis of covariance (MANCOVA), with pretest scores entered as covariates. The PBL and control groups obtained mean scores of 82.02 and 73.92 for conceptual understanding, 80.75 and 67.00 for problem-solving skills, and 75.00 and 68.00 for cooperation, respectively. Between-group differences were statistically significant for all three outcomes ($t(68) = 5.206–7.517$; all $p < .001$). The multivariate test also indicated a significant joint difference (Pillai's Trace = .596; $F(3, 64) = 31.525$; $p < .001$; $\eta p^2 = .596$). These findings support considering PBL as an alternative approach to teaching the nervous system, while interpretation should account for nonrandom group assignment and differences in outcome measurement.

Copyright © 2026 Abraham Pranata Sitinjak, Melva Silitonga.

This is an open-access article under the Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Citation: Sitinjak, A. P., & Silitonga, M. (2026). Pengaruh model Problem Based Learning terhadap pemahaman konsep, pemecahan masalah, dan kerja sama peserta didik pada materi sistem saraf di SMA Negeri 14 Medan. *Jurnal Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Borneo*, *7*(3), 380–391. https://doi.org/10.21093/jtikborneo.v7i3.14158

* ***Corresponding Author:***
Abraham Pranata Sitinjak: abrahamsitinjak25@gmail.com

A. Pendahuluan

Pembelajaran biologi tidak hanya diarahkan pada penguasaan informasi faktual, tetapi juga pada kemampuan menafsirkan konsep, menggunakan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah, dan berinteraksi secara produktif dengan orang lain. Ketiga aspek tersebut berkaitan dengan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi yang menjadi perhatian dalam pendidikan abad ke-21 (Trilling & Fadel, 2009). Karena itu, evaluasi pembelajaran perlu memperhatikan capaian kognitif sekaligus proses kerja kelompok, bukan semata-mata skor akhir tes.

Pemahaman konsep dalam biologi mengharuskan peserta didik menjelaskan hubungan antarkomponen dan menerapkan konsep pada situasi yang berbeda; penguasaan istilah saja belum menunjukkan pemahaman yang memadai (Anderson & Krathwohl, 2017; Chi, 2008). Pada materi sistem saraf, peserta didik perlu menghubungkan struktur neuron, penghantaran impuls, sinaps, serta koordinasi respons tubuh. Kemampuan pemecahan masalah menuntut peserta didik mengidentifikasi persoalan, menyusun strategi, melaksanakan penyelesaian, dan meninjau kembali jawabannya (Polya, 2024). Sementara itu, kerja sama memerlukan partisipasi, komunikasi, dan tanggung jawab yang dapat diamati selama kegiatan belajar (Johnson & Johnson, 2021). Ketiga capaian ini berhubungan, tetapi masing-masing memerlukan indikator dan instrumen pengukuran yang berbeda.

Berdasarkan observasi awal dan wawancara dengan guru biologi kelas XI di SMA Negeri 14 Medan, peserta didik masih mengalami kesulitan memahami mekanisme penghantaran impuls dan istilah ilmiah sistem saraf. Diskusi kelompok juga cenderung didominasi peserta didik tertentu. Rata-rata hasil belajar awal sebesar 75 belum mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) yang digunakan sekolah. Temuan awal tersebut menjadi konteks lokal penelitian, bukan dasar untuk menyimpulkan bahwa kondisi serupa berlaku pada semua sekolah.

Problem Based Learning (PBL) menawarkan pembelajaran yang dimulai dari suatu permasalahan dan dilanjutkan dengan penyelidikan, pertukaran gagasan, serta penyusunan solusi (Arends, 2012; Hmelo-Silver, 2004; Yew & Goh, 2016). Pada materi sistem saraf, karakteristik ini relevan karena persoalan biologis dapat digunakan untuk menghubungkan penjelasan konseptual dan penalaran pemecahan masalah. Kegiatan kelompok dalam PBL juga menyediakan kesempatan untuk menunjukkan perilaku kerja sama. Namun, keberadaan aktivitas kolaboratif tidak dengan sendirinya membuktikan peningkatan kerja sama; capaian tersebut tetap perlu diukur dan dibandingkan dengan kelompok pembelajaran lain.

Dengan mempertimbangkan konteks pembelajaran tersebut, penelitian ini bertujuan membandingkan pemahaman konsep, kemampuan pemecahan masalah, dan kerja sama antara peserta didik yang mengikuti PBL dan pembelajaran langsung pada materi sistem saraf di SMA Negeri 14 Medan. Analisis dilakukan secara terpisah untuk setiap variabel dan secara multivariat terhadap ketiganya. Fokus penelitian terletak pada penilaian tiga hasil belajar dalam satu rancangan eksperimen semu, bukan pada pengujian mekanisme kausal masing-masing tahapan PBL.

B. Tinjauan Pustaka

Problem Based Learning (PBL) menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal kegiatan belajar. Melalui masalah tersebut, peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi pengetahuan yang dibutuhkan, menelusuri informasi, mendiskusikan bukti, dan merumuskan penyelesaian (Hmelo-Silver, 2004; Ardianti et al., 2021). Karakteristik yang membedakan PBL dari penyampaian materi secara langsung adalah peran masalah dalam mengorganisasi proses belajar, disertai penyelidikan dan diskusi. Dalam pelaksanaannya, kejelasan masalah, dukungan guru, serta kontribusi tiap anggota kelompok dapat memengaruhi pengalaman belajar yang terbentuk.

Sintaks PBL dalam penelitian ini merujuk pada lima tahap: (1) orientasi peserta didik pada masalah; (2) pengorganisasian kegiatan belajar; (3) pembimbingan penyelidikan individual atau kelompok; (4) pengembangan dan penyajian hasil; serta (5) analisis dan evaluasi proses penyelesaian masalah (Ardianti et al., 2021). Secara konseptual, tahap penyelidikan memberi ruang untuk menghubungkan informasi dengan konsep biologi, tahap penyusunan solusi melibatkan penalaran pemecahan masalah, sedangkan diskusi dan penyajian hasil membuka peluang praktik kerja sama. Hubungan tersebut merupakan dasar teoretis yang perlu dibedakan dari hasil pengukuran empiris penelitian; keterkaitan setiap tahap dengan kegiatan peserta didik dan variabel penelitian dirangkum pada Gambar 1.

Pemahaman konsep dioperasionalkan sebagai kemampuan menjelaskan, menafsirkan, dan mengekstrapolasi konsep sistem saraf. Kemampuan pemecahan masalah dinilai melalui indikator memahami masalah, merencanakan strategi, melaksanakan rencana, dan mengevaluasi solusi (Polya, 2024). Kerja sama diamati melalui partisipasi aktif, komunikasi terbuka, tanggung jawab bersama, saling membantu, pengambilan keputusan bersama, dan hubungan interpersonal positif (Johnson & Johnson, 2021). Batas kedua konstruk kognitif ditetapkan sebagai berikut: butir pemahaman konsep meminta peserta didik menjelaskan, menafsirkan, atau memperluas konsep sistem saraf tanpa menuntut penyusunan strategi penyelesaian, sedangkan butir pemecahan masalah menyajikan kasus kontekstual yang menuntut peserta didik merumuskan masalah, memilih konsep yang relevan, melaksanakan langkah penyelesaian, dan menilai solusinya. Dengan demikian, pemahaman konsep menilai ketepatan penjelasan konseptual, sedangkan pemecahan masalah menilai proses penggunaan konsep untuk menyelesaikan persoalan baru. Karena pemahaman konsep serta pemecahan masalah dinilai melalui tes, sedangkan kerja sama dinilai melalui observasi, hasil ketiganya harus ditafsirkan sesuai dengan karakteristik instrumen masing-masing.

Penelitian sebelumnya mengaitkan PBL dengan pemahaman konsep pada materi sistem saraf (Khairunnisah & Rasyidah, 2024), pemecahan masalah dalam pembelajaran biologi (Billik, 2021), dan keterampilan kolaborasi (Bulan Sari et al., 2024). Bukti-bukti tersebut memberikan dasar untuk menguji ketiga aspek dalam satu konteks pembelajaran. Kontribusi spesifik penelitian ini ialah menyajikan perbandingan antarkelompok pada ketiga variabel dan pengujian multivariat dalam pembelajaran sistem saraf di SMA Negeri 14 Medan. Klaim kebaruan tidak diletakkan pada anggapan bahwa penelitian serupa belum pernah dilakukan, melainkan pada gabungan variabel dan konteks empiris yang diteliti. Pada tingkat internasional, meta-analisis menunjukkan bahwa PBL berpengaruh positif secara konsisten terhadap keterampilan peserta didik (Dochy et al., 2003), dengan efek paling kuat ketika penilaian menyasar pemahaman prinsip yang menghubungkan

antarkonsep (Gijbels et al., 2005). PBL juga dilaporkan berkaitan dengan peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan komunikasi (Aslan, 2021), berpikir kritis (Liu & Pásztor, 2022), serta motivasi belajar (Wijnia et al., 2024). Pada jenjang SMA, Febrianti et al. (2025) melaporkan efektivitas PBL terhadap hasil belajar biologi melalui desain kelompok kontrol nonekuivalen dengan pemilihan kelas secara purposif, sehingga rancangan tersebut relevan sebagai pembanding penelitian ini.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen semu (*quasi-experiment*). Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 14 Medan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026, yaitu Maret–Mei 2026. Penetapan sekolah berkaitan dengan pelaksanaan pembelajaran biologi dalam konteks Kurikulum Merdeka. Karena unit kelas tidak ditempatkan secara acak, hasil penelitian merepresentasikan perbandingan kelompok pada konteks sekolah yang diteliti dan perlu ditafsirkan dengan memperhatikan kemungkinan perbedaan awal antarkelas.

1. Desain Penelitian

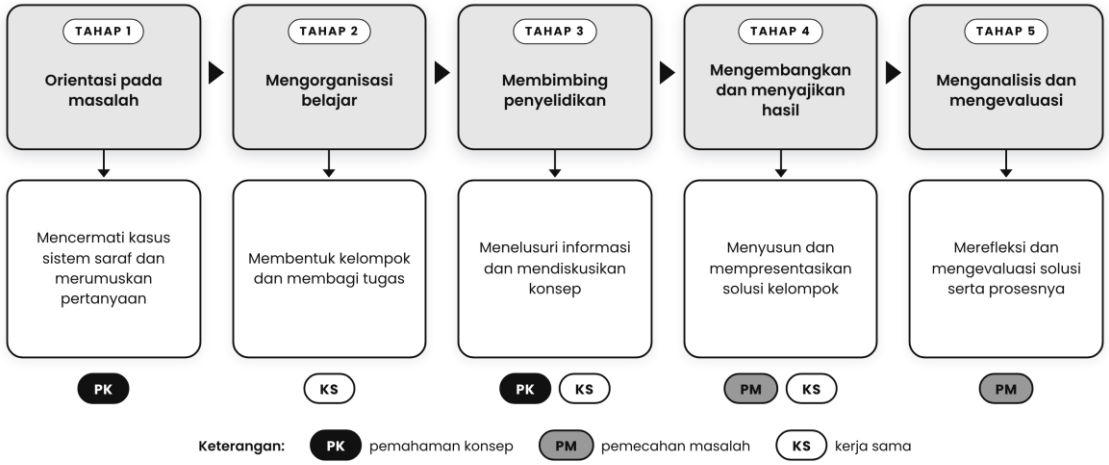
Penelitian menggunakan *non-equivalent control group design*. Kelas XI-1 memperoleh pembelajaran dengan model PBL, sedangkan kelas XI-2 memperoleh pembelajaran langsung (*direct instruction*). Pada kedua kelompok, tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) diberikan untuk pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah; kerja sama dinilai melalui observasi selama pembelajaran. Dengan demikian, rancangan ini memungkinkan perbandingan capaian hasil belajar antarkelompok, tetapi tidak menyamakan observasi kerja sama dengan pengukuran pretest-posttest. Susunan perlakuan dan pengukuran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Sampel	*Pretest*	Perlakuan	*Posttest*
Kelas XI-1	T_1	X_1 (PBL)	$T_2 + O_1$
Kelas XI-2	T_3	X_2 (Pembelajaran Langsung)	$T_4 + O_2$

Keterangan: T_1 dan T_3 = tes awal pemahaman konsep dan pemecahan masalah; T_2 dan T_4 = tes akhir pemahaman konsep dan pemecahan masalah; O_1 dan O_2 = hasil observasi kerja sama kelas eksperimen dan kelas kontrol; X_1 = perlakuan model PBL; X_2 = perlakuan pembelajaran langsung

Pembelajaran pada kelas eksperimen dilaksanakan dengan durasi 2 × 45 menit mengikuti lima tahap sintaks PBL (Gambar 1). Masalah yang digunakan berupa kasus kontekstual sistem saraf, misalnya gerak refleks ketika menyentuh benda panas, gangguan koordinasi akibat cedera saraf, dan pengaruh zat adiktif terhadap penghantaran impuls, yang dikerjakan dalam kelompok beranggotakan 4–5 peserta didik dengan bantuan lembar kerja peserta didik. Setiap kelompok mencermati kasus, membagi tugas penelusuran informasi, mendiskusikan konsep yang relevan, menyusun solusi, mempresentasikan hasil, lalu mengevaluasi solusi bersama guru. Kelas kontrol mempelajari materi dan jumlah pertemuan yang sama melalui penjelasan guru, pemberian contoh, dan latihan soal tanpa tahapan penyelidikan masalah.



Gambar 1. Sintaks PBL dan Kegiatan Peserta Didik pada Kelas Eksperimen

2. Partisipan Penelitian

Populasi penelitian mencakup 350 peserta didik kelas XI yang terbagi dalam sepuluh kelas di SMA Negeri 14 Medan pada tahun ajaran 2025/2026. Dua kelas dipilih secara purposif dengan pertimbangan (1) jumlah peserta didik sama, (2) kemampuan akademik yang relatif setara berdasarkan rata-rata nilai ulangan harian biologi sebelumnya dan pertimbangan guru mata pelajaran, serta (3) diampu oleh guru biologi yang sama. Kelas XI-1 ditetapkan sebagai kelompok PBL (35 peserta didik), sedangkan XI-2 sebagai kelompok pembelajaran langsung (35 peserta didik), sehingga total sampel adalah 70 peserta didik. Karena pemilihan kelas tidak dilakukan secara acak, generalisasi hasil dibatasi pada peserta didik kelas XI SMA Negeri 14 Medan atau konteks sekolah dengan karakteristik serupa.

3. Instrumen Penelitian

Pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah diukur melalui tes esai yang masing-masing berisi lima butir dengan skor maksimum 4 per butir (skor total maksimum 20). Kedua tes diberikan sebelum dan setelah pembelajaran. Kerja sama diamati menggunakan lembar observasi berisi enam indikator dengan skor maksimum 4 per indikator (skor total maksimum 24). Skor setiap instrumen dikonversi menjadi nilai berskala 0–100. Instrumen ditelaah melalui *expert judgment* oleh dosen ahli dan guru biologi pada aspek kesesuaian konstruk serta kejelasan bahasa; perbaikan dilakukan berdasarkan masukan validator. Lembar observasi kerja sama diisi oleh dua orang pengamat (peneliti dan guru biologi) pada setiap pertemuan menggunakan rubrik penskoran 1–4 untuk tiap indikator, dan skor akhir merupakan rata-rata skor seluruh pertemuan. Sebelum pengamatan, kedua pengamat menyamakan pemahaman terhadap rubrik untuk menjaga konsistensi penilaian antarpengamat. Koefisien reliabilitas tes belum dihitung secara empiris dan menjadi keterbatasan penelitian ini.

4. Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif menggunakan rerata pada setiap indikator dan variabel. Sebelum uji perbedaan, normalitas diperiksa menggunakan Shapiro–Wilk dan homogenitas varians menggunakan *Levene's test* pada taraf signifikansi 0,05. Perbedaan capaian akhir setiap variabel antara kedua

kelompok diuji secara parsial dengan *independent-samples t-test* terhadap skor *posttest* (df = 68). Karena kelas tidak ditempatkan secara acak dan kemampuan awal dapat berbeda, perbandingan skor *posttest* tersebut dilengkapi dengan *multivariate analysis of covariance* (MANCOVA) yang memasukkan skor *pretest* pemahaman konsep dan pemecahan masalah sebagai kovariat untuk mengendalikan kemampuan awal peserta didik. Statistik Pillai's Trace digunakan karena relatif *robust* terhadap pelanggaran asumsi kesamaan matriks kovarians pada ukuran kelompok yang sama (Olson, 1976). Kerja sama tidak memiliki skor *pretest* karena diukur melalui observasi selama pembelajaran. Besaran efek dilaporkan dalam *partial eta squared* (ηp^2) (Richardson, 2011), dan seluruh analisis diolah dengan bantuan perangkat lunak SPSS.

D. Hasil Penelitian

1. Pengaruh PBL terhadap Pemahaman Konsep

Data pemahaman konsep peserta didik pada materi sistem saraf disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Pemahaman Konsep Peserta Didik pada Materi Sistem Saraf

Indikator Pemahaman Konsep	Kelas PBL	Kelas Pembelajaran Langsung
Menjelaskan konsep	80,00	74,64
Menafsirkan konsep	78,21	74,28
Mengekstrapolasi konsep	87,86	72,85
Rata-rata	82,02	73,92

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata indikator pemahaman konsep pada kelompok PBL sebesar 82,02, sedangkan pada kelompok pembelajaran langsung sebesar 73,92. Perbedaan deskriptif ini menunjukkan skor kelompok PBL lebih tinggi pada ketiga indikator, terutama mengekstrapolasi konsep. Signifikansi perbedaan antarkelompok ditinjau melalui pengujian inferensial yang disajikan berikutnya.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Pemahaman Konsep

Kelas / Data	Sig. Shapiro-Wilk	Sig. Levene's Test	Keterangan
Eksperimen – *Pretest*	0,209	-	Normal
Eksperimen – *Posttest*	0,056	-	Normal
Kontrol – *Pretest*	0,074	-	Normal
Kontrol – *Posttest*	0,135	0,904	Normal & Homogen

Nilai signifikansi Shapiro–Wilk yang disajikan pada Tabel 3 berada di atas 0,05. Uji Levene menghasilkan p = 0,904, sehingga tidak terdapat bukti penolakan asumsi kesamaan varians berdasarkan pengujian yang dilaporkan. Hasil tersebut digunakan sebagai dasar penerapan *independent-samples t-test* pada pemahaman konsep.

Tabel 4. Hasil Uji-t Pemahaman Konsep

Variabel	t-hitung	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Pemahaman Konsep	5,206	0,000	Berpengaruh Signifikan

Uji *independent-samples t-test* menghasilkan t(68) = 5,206 dengan p < 0,001 (Tabel 4). Temuan ini menunjukkan perbedaan skor pemahaman konsep yang signifikan antara kelas PBL dan kelas pembelajaran langsung. Karena pembagian kelompok tidak dilakukan secara acak, hasil tersebut tidak dengan sendirinya meniadakan pengaruh perbedaan awal atau faktor lain di tingkat kelas.

2. Pengaruh PBL terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah

Tabel 5. Nilai Pemecahan Masalah Peserta Didik pada Materi Sistem Saraf

Indikator Pemecahan Masalah	Kelas PBL	Kelas Pembelajaran Langsung
Memahami masalah	87	64
Merencanakan strategi	80	67
Melaksanakan rencana	77	73
Mengevaluasi solusi	79	64
Rata-rata	80,75	67,00

Tabel 5 memperlihatkan rata-rata indikator kemampuan pemecahan masalah sebesar 80,75 pada kelompok PBL dan 67,00 pada kelompok pembelajaran langsung. Selisih paling besar terdapat pada indikator memahami masalah dan mengevaluasi solusi; hasil ini bersifat deskriptif pada tingkat indikator. Nilai signifikansi uji Shapiro–Wilk dilaporkan berkisar 0,064–0,140, sedangkan uji Levene menghasilkan p = 0,129. Keduanya tidak menunjukkan pelanggaran asumsi pada taraf 0,05 berdasarkan nilai yang dilaporkan.

Tabel 6. Hasil Uji-t Kemampuan Pemecahan Masalah

Variabel	t-hitung	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Pemecahan Masalah	5,283	0,000	Berpengaruh Signifikan

Hasil *independent-samples t-test* menunjukkan t(68) = 5,283 dengan p < 0,001 (Tabel 6), yang mengindikasikan perbedaan signifikan kemampuan pemecahan masalah antara kedua kelompok. Skor kelompok PBL lebih tinggi secara deskriptif, tetapi besarnya kontribusi perlakuan secara kausal belum dapat dipisahkan sepenuhnya dari faktor kelas yang tidak diacak.

3. Pengaruh PBL terhadap Kerja Sama

Tabel 7. Nilai Kerja Sama Peserta Didik pada Materi Sistem Saraf

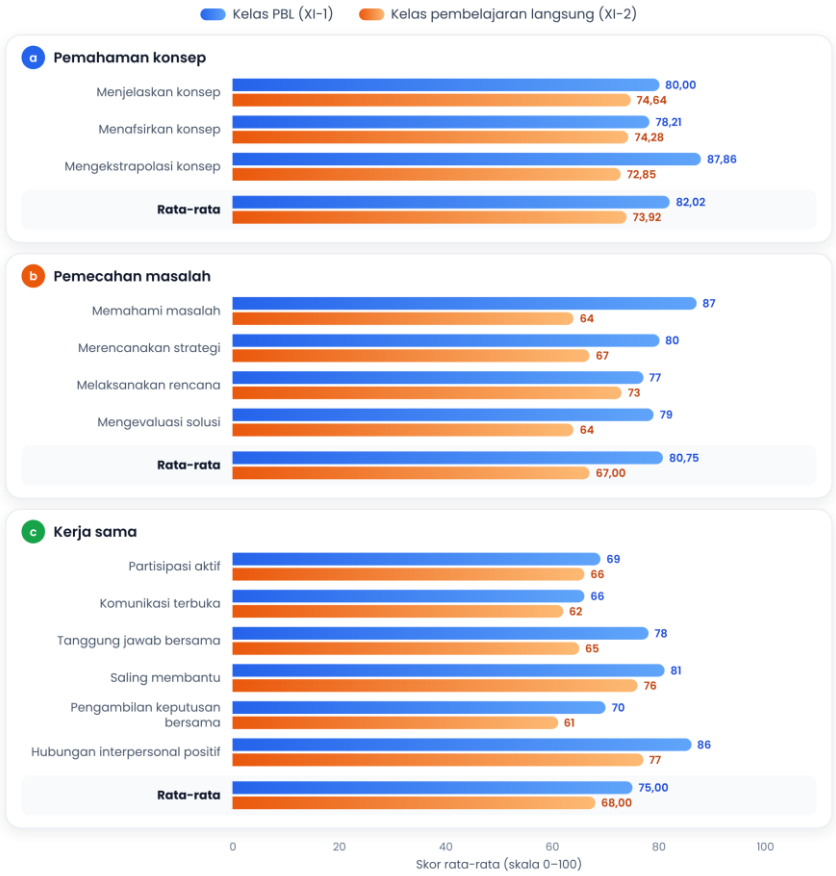
Indikator Kerja Sama	Kelas PBL	Kelas Pembelajaran Langsung
Partisipasi aktif	69	66
Komunikasi terbuka	66	62
Tanggung jawab bersama	78	65
Saling membantu	81	76

Pengambilan keputusan bersama	70	61
Hubungan interpersonal positif	86	77
Rata-rata	75,00	68,00

Pada Tabel 7, rata-rata indikator kerja sama kelompok PBL adalah 75,00, lebih tinggi daripada kelompok pembelajaran langsung sebesar 68,00. Selisih antarkelompok terbesar terdapat pada indikator tanggung jawab bersama, sedangkan kedua kelompok juga menunjukkan skor relatif tinggi pada hubungan interpersonal positif. Nilai Shapiro–Wilk dilaporkan sebesar 0,072 dan 0,077 serta Levene p = 0,967; hasil ini tidak menunjukkan pelanggaran asumsi yang diuji pada taraf 0,05. Berbeda dari dua variabel kognitif, kerja sama diukur melalui observasi selama kegiatan belajar.

Tabel 8. Hasil Uji-t Kemampuan Kerja Sama

Variabel	t-hitung	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Kerja Sama	7,517	0,000	Berpengaruh Signifikan



Gambar 2. Perbandingan Skor Indikator Pemahaman Konsep, Pemecahan Masalah, dan Kerja Sama antara Kelas PBL dan Kelas Pembelajaran Langsung

Uji *independent-samples t-test* menghasilkan t(68) = 7,517 dengan p < 0,001, sehingga terdapat perbedaan signifikan skor observasi kerja sama antara kelompok PBL dan pembelajaran langsung pada materi sistem saraf. Rangkuman perbandingan skor setiap indikator pada ketiga variabel disajikan pada Gambar 2.

4. Pengaruh PBL secara Simultan terhadap Pemahaman Konsep, Pemecahan Masalah, dan Kerja Sama

Pengujian multivariat digunakan untuk menilai perbedaan gabungan pemahaman konsep, pemecahan masalah, dan kerja sama antara kedua kelompok. Analisis MANCOVA menggunakan skor *pretest* pemahaman konsep dan pemecahan masalah sebagai kovariat. Karena kerja sama hanya diobservasi selama pembelajaran, tidak tersedia skor kerja sama awal yang dapat dimasukkan sebagai kovariat. Statistik yang dilaporkan ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Multivariat MANCOVA (Pillai's Trace)

Efek	Nilai	F	Sig.	*Partial Eta Squared*	Keterangan
Kelas (PBL)	0,596	31,525	0,000	0,596	Berpengaruh Signifikan

Hasil uji multivariat menunjukkan Pillai's Trace = 0,596, F(3, 64) = 31,525, p < 0,001, dan *partial eta squared* (ηp^2) = 0,596. Nilai tersebut menunjukkan besaran efek multivariat yang besar, tetapi tidak dapat ditafsirkan sebagai persentase peningkatan hasil belajar yang disebabkan PBL (Richardson, 2011). Hasil ini mendukung adanya perbedaan gabungan ketiga variabel antarkelompok setelah penyesuaian terhadap skor *pretest* pemahaman konsep dan pemecahan masalah. Namun, karena unit perlakuan adalah kelas dan setiap kondisi hanya diwakili oleh satu kelas, perbedaan tersebut dapat turut dipengaruhi karakteristik kelas, seperti dinamika kelompok atau jadwal pembelajaran, sehingga besaran efek perlu ditafsirkan secara hati-hati.

E. Pembahasan

1. Pengaruh PBL terhadap Pemahaman Konsep Peserta Didik

Rata-rata pemahaman konsep lebih tinggi pada kelompok PBL (82,02) dibandingkan kelompok pembelajaran langsung (73,92), dan hasil uji-t menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dalam kerangka PBL, penggunaan masalah sebagai titik awal belajar berpotensi mendorong peserta didik menghubungkan informasi tentang neuron, impuls saraf, sinaps, dan respons tubuh dengan penjelasan konseptual yang lebih terpadu (Hmelo-Silver, 2004). Temuan ini searah dengan penelitian Khairunnisah dan Rasyidah (2024) pada materi sistem saraf, meskipun bentuk dukungan pembelajarannya tidak harus identik. Pola ini juga konsisten dengan meta-analisis Gijbels et al. (2005) yang menemukan efek PBL paling kuat pada tingkat pemahaman prinsip yang menghubungkan antarkonsep. Pada tingkat indikator, perbedaan deskriptif terbesar terdapat pada kemampuan mengekstrapolasi konsep (Tabel 2). Akan tetapi, penelitian ini tidak menyajikan rekaman proses berpikir peserta didik sehingga alasan terjadinya perbedaan tersebut merupakan interpretasi teoretis, bukan mekanisme yang telah diuji secara langsung.

2. Pengaruh PBL terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik

Skor pemecahan masalah pada kelompok PBL (80,75) melampaui kelompok pembelajaran langsung (67,00), dengan perbedaan yang signifikan pada uji-t. Pola tersebut sesuai dengan karakteristik PBL yang menempatkan identifikasi persoalan, pencarian informasi, dan evaluasi alternatif solusi sebagai bagian dari aktivitas belajar (Ardianti et al., 2021). Secara deskriptif, selisih indikator memahami masalah dan mengevaluasi solusi lebih menonjol dibandingkan selisih indikator melaksanakan rencana (Tabel 5). Hasil tersebut dapat menjadi petunjuk mengenai aspek penalaran yang terlibat, tetapi bukan bukti bahwa setiap tahapan PBL memiliki kontribusi yang dapat diukur secara terpisah. Kajian Billik (2021) dalam konteks biologi memberikan pembanding yang relevan, dengan tetap memperhatikan perbedaan topik dan rancangan penelitian. Temuan serupa dilaporkan Aslan (2021) dalam konteks internasional, dan meta-analisis Dochy et al. (2003) menunjukkan efek positif PBL yang konsisten pada ranah keterampilan.

3. Pengaruh PBL terhadap Kemampuan Kerja Sama Peserta Didik

Perbedaan skor observasi kerja sama antara kelompok PBL (75,00) dan kelompok pembelajaran langsung (68,00) signifikan berdasarkan uji-t. Pada tingkat indikator (Tabel 7; Gambar 2), selisih terbesar terdapat pada tanggung jawab bersama (78 dan 65; selisih 13 poin), diikuti pengambilan keputusan bersama dan hubungan interpersonal positif (masing-masing selisih 9 poin). Pola ini sesuai dengan tuntutan tahap pengorganisasian belajar serta pengembangan dan penyajian hasil dalam PBL, yang mengharuskan setiap anggota memegang bagian tugas dan kelompok menyepakati satu solusi untuk dipresentasikan (Johnson & Johnson, 2021). Sebaliknya, selisih pada partisipasi aktif (3 poin) dan komunikasi terbuka (4 poin) relatif kecil, dan kedua indikator tersebut termasuk skor terendah pada kelas PBL (69 dan 66). Hal ini menunjukkan bahwa struktur tugas PBL lebih cepat membentuk pembagian tanggung jawab dan kesepakatan kelompok dibandingkan keterlibatan merata seluruh anggota dalam diskusi, sehingga peran guru dalam mendorong setiap anggota untuk berpendapat tetap diperlukan. Temuan ini dapat dibandingkan dengan Bulan Sari et al. (2024) mengenai keterampilan kolaborasi dalam pembelajaran biologi. Namun, karena kerja sama dinilai melalui observasi selama pembelajaran tanpa pengukuran awal, hasil ini terutama menggambarkan perbedaan antarkelompok pada periode pengamatan, bukan besarnya peningkatan dari kondisi awal.

4. Pengaruh PBL secara Simultan terhadap Pemahaman Konsep, Pemecahan Masalah, dan Kerja Sama

Uji MANCOVA menunjukkan perbedaan multivariat yang signifikan pada gabungan tiga hasil belajar setelah penyesuaian terhadap skor *pretest* pemahaman konsep dan pemecahan masalah. Secara teoretis, ketiga hasil tersebut dapat saling mendukung: pemahaman sistem saraf membantu menafsirkan kasus biologis, pemecahan masalah memerlukan penggunaan konsep, sedangkan kegiatan kelompok memungkinkan pertukaran alasan dan peninjauan solusi (Hmelo-Silver, 2004). Kajian Yew dan Goh (2016) juga menunjukkan bahwa seluruh fase PBL diperlukan untuk memengaruhi hasil belajar, sehingga capaian ketiga variabel lebih tepat dipandang sebagai hasil dari rangkaian sintaks secara utuh. Meta-analisis Rahma et al. (2024) juga menempatkan PBL dalam pembahasan keterampilan abad ke-21 pada pembelajaran biologi. Walaupun demikian, uji multivariat hanya menunjukkan

perbedaan gabungan variabel, bukan membuktikan hubungan sebab-akibat di antara ketiganya. Penafsiran perlu dibatasi oleh pemilihan kelas nonacak, satu kelas untuk setiap kondisi, dan ketiadaan ukuran awal kerja sama.

F. Simpulan

Pada pembelajaran materi sistem saraf di SMA Negeri 14 Medan, kelompok PBL memiliki rata-rata indikator pemahaman konsep 82,02 dibandingkan 73,92 pada kelompok pembelajaran langsung ($t(68) = 5{,}206$; $p < 0{,}001$). Rata-rata kemampuan pemecahan masalah masing-masing sebesar 80,75 dan 67,00 ($t(68) = 5{,}283$; $p < 0{,}001$), sedangkan skor kerja sama sebesar 75,00 dan 68,00 ($t(68) = 7{,}517$; $p < 0{,}001$). Uji MANCOVA menunjukkan perbedaan multivariat signifikan (Pillai's Trace = 0,596; $F(3, 64) = 31{,}525$; $p < 0{,}001$; *partial eta squared* = 0,596) setelah penyesuaian terhadap dua skor *pretest*. Dengan demikian, PBL dapat dipertimbangkan sebagai alternatif pembelajaran sistem saraf yang terkait dengan capaian lebih tinggi pada ketiga variabel dalam sampel yang diteliti. Kesimpulan ini tidak dapat digeneralisasi sebagai efek kausal yang berlaku universal karena kelas tidak dipilih secara acak, setiap kondisi hanya diwakili satu kelas, dan kerja sama tidak diukur pada awal pembelajaran. Penelitian berikutnya disarankan melibatkan lebih banyak kelas yang ditempatkan secara acak, mengukur kerja sama sejak awal pembelajaran, serta melaporkan reliabilitas instrumen.

Referensi

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2017). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.

Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). Problem-based learning: Apa dan bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics, 3*(1), 27–35. https://doi.org/10.37058/diffraction.v3i1.4416

Arends, R. I. (2012). *Learning to teach* (9th ed.). McGraw-Hill.

Aslan, A. (2021). Problem-based learning in live online classes: Learning achievement, problem-solving skill, communication skill, and interaction. *Computers & Education, 171*, 104237. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104237

Billik, A. H. S. (2021). Peran model Problem Based Learning berbantuan media terhadap kemampuan pemecahan masalah pada materi sistem reproduksi. *Edulab: Majalah Ilmiah Laboratorium Pendidikan, 6*(1), 15–27.

Bulan Sari, K. Y., Purwati, S., & Jailani. (2024). Effect of Problem-Based Learning model with concept map on Biology learning outcomes and collaboration skills. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi, 17*(1), 22–33. https://doi.org/10.20961/bioedukasi.v17i1.76093

Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 61–82). Routledge.

Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction, 13*(5), 533–568. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7

Febrianti, K., Irwandi, I., Pratama, R., & Pariyanto, P. (2025). Effectiveness of the problem-based learning model in enhancing biology learning outcomes among senior high school students. *ASEAN Journal of Science and Engineering Education, 5*(2), 127–134. https://doi.org/10.17509/ajsee.v5i2.89041

Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research, 75*(1), 27–61. https://doi.org/10.3102/00346543075001027

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review, 16*(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2021). *Cooperative learning*. Allyn & Bacon.

Khairunnisah, T., & Rasyidah, R. (2024). The effect of the Problem-Based Learning model assisted by the Kahoot application on the understanding of concepts related to the nervous system in high school students. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram, 12*(3), 500–508. https://doi.org/10.33394/j-ps.v12i3.12153

Liu, Y., & Pásztor, A. (2022). Effects of problem-based learning instructional intervention on critical thinking in higher education: A meta-analysis. *Thinking Skills and Creativity, 45*, 101069. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101069

Olson, C. L. (1976). On choosing a test statistic in multivariate analysis of variance. *Psychological Bulletin, 83*(4), 579–586. https://doi.org/10.1037/0033-2909.83.4.579

Polya, G. (2024). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.

Rahma, S., Gloria, R. Y., & Nurjannah, L. (2024). Meta analisis: Pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning terhadap keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi, 15*(2), 133–144.

Richardson, J. T. E. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review, 6*(2), 135–147. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.12.001

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.

Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M. J. P., & Loyens, S. M. M. (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review, 36*(1), 29. https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3

Yew, E. H. J., & Goh, K. (2016). Problem-based learning: An overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education, 2*(2), 75–79. https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004