

Kontribusi *Problem Based Learning* dengan E-LKPD terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Perubahan Lingkungan

Fatimah Azzahro¹, Muji Sri Prastiwi²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Surabaya

Surel: fatimah.22136@mhs.unesa.ac.id¹, mujiprastiwi@unesa.ac.id²

Abstract

Problem-solving ability is an important skill in 21st-century learning; however, Indonesian students' problem-solving skills are still considered low based on PISA and TIMSS results. This condition is influenced by teacher-centered learning, which limits students' involvement in solving contextual problems. This study aimed to identify the contribution of the Problem Based Learning (PBL) model assisted by E-LKPD toward students' problem-solving abilities on environmental change material. The study used a quasi-experimental method with a nonequivalent control group design. Data were collected through problem-solving ability tests and analyzed using simple linear regression. The results showed that the PBL model assisted by E-LKPD significantly contributed to students' problem-solving abilities with a significance value of $0.001 < 0.05$ and a coefficient of determination of 29.9%. The regression equation obtained was $Y = -113.757 + 2.124X$, indicating a positive relationship between the use of the PBL model assisted by E-LKPD and students' problem-solving abilities. Therefore, the PBL model assisted by E-LKPD is effective in improving students' problem-solving abilities on environmental change material.

Keywords: Problem Based Learning, E-LKPD, Problem-Solving Ability, Environmental Change

Abstrak

Kemampuan pemecahan masalah merupakan keterampilan penting dalam pembelajaran abad ke-21, namun kemampuan tersebut pada peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah berdasarkan hasil PISA dan TIMSS. Kondisi ini dipengaruhi oleh pembelajaran yang masih berpusat pada guru sehingga peserta didik kurang terlibat dalam menyelesaikan masalah kontekstual. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kontribusi model Problem Based Learning (PBL) berbantuan E-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi perubahan lingkungan. Penelitian menggunakan metode quasi eksperimen dengan desain nonequivalent control group design. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan tes kemampuan pemecahan masalah dan dianalisis menggunakan uji regresi linear sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL berbantuan E-LKPD berkontribusi signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik dengan nilai signifikansi $0,001 < 0,05$ dan koefisien determinasi sebesar 29,9%. Persamaan regresi yang diperoleh yaitu $Y = -113,757 + 2,124X$ yang menunjukkan adanya hubungan positif antara penggunaan model PBL berbantuan E-LKPD dengan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Dengan demikian, model PBL berbantuan E-LKPD efektif digunakan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi perubahan lingkungan.

Kata Kunci: Problem Based Learning, E-LKPD, Kemampuan Pemecahan Masalah, Perubahan Lingkungan

PENDAHULUAN

Abad ke-21 ditandai dengan berkembang pesatnya teknologi, informasi, dan kompleksitas permasalahan global. Dalam konteks pendidikan, peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti berpikir kritis, kreatif, dan kemampuan pemecahan masalah. Keterampilan berpikir tingkat tinggi penting untuk membekali peserta didik dalam menghadapi persoalan kehidupan nyata yang semakin kompleks dan dinamis (Muliastri & Handayani, 2021). Sebagaimana diketahui bahwa kemampuan pemecahan masalah termasuk dalam aspek yang dirangkum dalam istilah 4C. Keterampilan 4C (Creativity Thinking and innovation, Critical Thinking and Problem Solving, Communication, dan Collaboration) sangat penting untuk pembelajaran abad ke-21 serta mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan problem solving peserta didik (Saragih et al., 2021).

Fakta mengungkapkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam kemampuan pemecahan masalah (Palennari et al., 2021). Hal ini tercermin dari hasil PISA 2023, yang menempatkan Indonesia dengan skor matematika 366, sains 383, dan membaca 359, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 485 (OECD, 2023). Hasil TIMSS 2019 juga mencatat skor matematika dan sains sebesar 397, di bawah rata-rata internasional 500, dengan kelemahan utama pada domain reasoning yang terkait langsung dengan problem solving (Mullis et al., 2020; IEA, 2020). Data nasional melalui Rapor Pendidikan 2024

menunjukkan literasi siswa SMA 70,3% dan numerasi 66,3%, di mana numerasi masih belum mencapai kategori “baik” (Kemendikdasmen, 2025). Rendahnya literasi, numerasi, dan penalaran ilmiah, membatasi kemampuan peserta didik dalam memahami konteks, menganalisis informasi, dan merancang strategi pemecahan masalah dalam pembelajaran Biologi (Chaerunisa & Pitorini, 2022; Pranata & Supramono, 2024; Utomo et al., 2025).

Kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi yang menuntut individu untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, memilih strategi penyelesaian yang tepat, dan meninjau kembali hasilnya untuk memastikan ketepatan solusi (Polya, 1945). Dalam pembelajaran biologi, kemampuan ini sangat penting karena menggabungkan aplikasi konsep dengan logika, penalaran, dan refleksi (Marsel & Fadilah, 2025). Menurut Polya (1945), proses pemecahan masalah terdiri atas empat tahap utama, yaitu: (1) memahami masalah (understanding the problem), (2) merencanakan penyelesaian (devising a plan), (3) melaksanakan rencana (carrying out the plan), dan (4) memeriksa kembali hasil penyelesaian (looking back). Indikator kemampuan pemecahan masalah menurut Polya relevan digunakan dalam penelitian pendidikan sains, termasuk Biologi, sebagai indikator untuk menilai kemampuan pemecahan masalah peserta didik (Rahayu, 2022). Dengan demikian, penelitian ini menggunakan indikator kemampuan pemecahan masalah menurut Polya sebagai acuan dalam mengukur kemampuan pemecahan

masalah peserta didik pada mata pelajaran Biologi.

Biologi sebagai cabang sains yang mempelajari makhluk hidup dan lingkungannya berperan penting dalam membentuk kemampuan pemecahan masalah peserta didik (Adinia et al., 2022). Namun, di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA), biologi sering dianggap sulit karena konsepnya yang abstrak, istilah ilmiah yang kompleks, dan kurangnya keterkaitan materi dengan kehidupan sehari-hari, sehingga berdampak pada rendahnya minat, pemahaman, dan kemampuan pemecahan masalah biologis (Zahora, 2021). Sejalan dengan Capaian Pembelajaran Biologi Fase E, pembelajaran Biologi menuntut penguasaan konsep secara mendalam serta pengembangan keterampilan proses ilmiah, termasuk kemampuan menganalisis interaksi ekosistem, serta menerapkan konsep Biologi untuk mengatasi isu perubahan lingkungan. Penguasaan ini tidak hanya bersifat teoretis, tetapi menuntut peserta didik untuk berpikir kritis, bernalar ilmiah, dan merumuskan solusi atas persoalan nyata abad ke-21 (Kemendikdasmen, 2025). Kemampuan tersebut berkembang lebih optimal ketika peserta didik dihadapkan pada situasi dan permasalahan lingkungan yang kontekstual sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna (Yulianis & Suryanti, 2023), Salah satu isu yang paling dekat dengan kehidupan sehari-hari dan relevan dengan capaian pembelajaran adalah permasalahan lingkungan.

Permasalahan lingkungan yang sering dijumpai adalah perubahan lingkungan. Perubahan lingkungan menjadi salah satu isu krusial yang sering dijumpai baik di tingkat lokal maupun global (Ghofar et al., 2023; KLHK,

2024). Pemahaman tentang pentingnya menjaga lingkungan sangat baik apabila diterapkan melalui pendidikan, dan materi perubahan lingkungan dalam pembelajaran Biologi menjadi bagian penting karena membantu peserta didik memahami dampak kerusakan lingkungan serta melatih kemampuan pemecahan masalah dalam menghadapi persoalan nyata di sekitarnya. (Baiah & Fadiana, 2024). Materi perubahan lingkungan juga dapat menjadi sarana untuk melatih kemampuan pemecahan masalah peserta didik dan memastikan bahwa solusi yang dirancang peserta didik bersifat bijak, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. (Supratman et al., 2025). Di Indonesia, isu yang menonjol meliputi penumpukan sampah, pencemaran sungai, polusi udara, dan deforestasi (KLHK, 2022), sedangkan secara global terkait perubahan iklim yang ditandai oleh peningkatan suhu bumi, cuaca ekstrem, dan pencairan es kutub (NASA, 2024). Jika tidak ditangani melalui pendidikan, generasi mendatang berisiko menghadapi krisis pangan, kesehatan, dan bencana ekologis (Anita, 2024; Sinaga et al., 2024). Karena itu, pembelajaran materi perubahan lingkungan memiliki urgensi tinggi untuk membekali peserta didik dengan pemahaman, berpikir kritis, dan pemecahan masalah berkelanjutan (Tamba, 2024), sejalan dengan tujuan Sustainable Development Goals (SDGs) nomor 4 (Quality Education) dan 13 (Climate Action), yang menekankan peran pendidikan dalam mewujudkan keberlanjutan lingkungan (Syita & Faizah, 2025).

Untuk mendukung upaya tersebut, pendidikan perlu menjadi sarana yang efektif guna menumbuhkan kemampuan peserta didik dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan

mencari solusi terhadap permasalahan yang dihadapi (Sari et al., 2024). Namun demikian, proses belajar mengajar yang terjadi di sekolah masih banyak yang bersifat tradisional dan berfokus pada guru (Siregar & Adlini, 2022). Model pembelajaran *teacher-centered* memudahkan guru dalam mengendalikan proses pembelajaran sehingga materi dapat disampaikan secara terstruktur dan terfokus. Pendekatan ini juga efektif untuk membantu peserta didik menguasai pengetahuan dasar serta memahami konsep secara jelas, khususnya pada kelas dengan jumlah peserta didik yang relatif banyak. Akan tetapi, pendekatan ini menjadikan peserta didik cenderung pasif, minim ruang eksplorasi, dan kurang menstimulasi kemampuan berpikir kritis serta pemecahan masalah (Panggabean, 2021).

Sebaliknya, model pembelajaran *student-centered* memberikan ruang yang lebih luas bagi peserta didik untuk aktif berpartisipasi, mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, serta pemecahan masalah yang relevan dengan konteks nyata. Namun, penerapan model ini tetap menuntut kesiapan guru sebagai fasilitator dan dukungan sarana-prasarana yang memadai agar proses belajar berjalan efektif (Panggabean, 2021). Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan penggunaan kedua pendekatan tersebut, sehingga peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan yang terstruktur dari guru, tetapi juga memiliki kesempatan untuk mengeksplorasi dan mengembangkan solusi secara mandiri. Sejalan dengan hal tersebut, keberhasilan pembelajaran *student-centered* juga sangat dipengaruhi oleh peran guru sebagai fasilitator yang mampu menciptakan lingkungan belajar yang mendukung kemandirian,

kolaborasi, dan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah autentik (Salsabila, 2024).

Fenomena *teacher-centered* masih dominan berdasarkan observasi di SMAN 3 Sidoarjo saat peneliti melaksanakan program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP), di mana peserta didik cenderung pasif, bergantung pada arahan guru, dan fokus pada hafalan tanpa mengaitkan konsep dengan masalah nyata. Ketika diberikan soal kontekstual, banyak siswa mengalami kesulitan menganalisis masalah dan menyusun solusi logis, sementara pembelajaran cenderung monoton, hanya berpusat pada buku cetak dan penjelasan guru. Pola latihan soal pun kurang menantang karena jawabannya telah tersedia di buku paket, sejalan dengan Prasetyo (2024) yang menyatakan bahwa soal semacam ini tidak mendorong berpikir tingkat tinggi karena lebih menekankan hafalan dibanding analisis.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran Biologi belum mendukung tercapainya Capaian Pembelajaran (CP) Fase E, yang menuntut pemahaman konsep secara mendalam serta keterampilan proses ilmiah seperti pengamatan, penyelidikan, analisis data, dan komunikasi ilmiah (Kemendikdasmen, 2025). Kesenjangan antara kondisi kelas dan tuntutan CP memperkuat urgensi inovasi pembelajaran yang lebih *student-centered* untuk mendorong keterlibatan aktif peserta didik (Salsabila, 2024). Salah satu upaya yang relevan adalah penerapan *Problem Based Learning* (PBL) dengan E-LKPD. PBL terbukti melatih kemampuan pemecahan masalah melalui analisis masalah nyata, penyusunan hipotesis, dan solusi berbasis bukti (Afdania dkk., 2025). Selain itu,

Integrasi teknologi terbukti mampu memperkuat efektivitas PBL karena memfasilitasi eksplorasi digital, serta menghadirkan konteks lingkungan yang lebih autentik bagi peserta didik (Putri et al., 2024).

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, PBL dipilih sebagai model pembelajaran dalam penelitian ini karena dinilai lebih mampu melatih kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Meskipun beberapa model pembelajaran lain seperti discovery learning, inquiry learning, dan Project Based Learning (PjBL) juga menggunakan masalah kontekstual, namun dalam model tersebut masalah umumnya hanya berfungsi sebagai pemicu untuk memahami konsep atau menghasilkan produk, sehingga proses pemecahan masalah tidak menjadi fokus utama (Arifianto & Koeswanti, 2022; Wulandari dkk., 2025). Berbeda dengan itu, PBL menjadikan masalah sebagai pusat pembelajaran dan mengarahkan peserta didik untuk melalui tahapan pemecahan masalah secara sistematis, mulai dari memahami masalah, mencari dan menganalisis informasi, hingga merumuskan dan mengevaluasi solusi (Muliana dkk., 2024).

Selain itu, PBL berfokus pada analisis masalah secara mendalam melalui diskusi kolaboratif serta tidak memerlukan tahapan produksi proyek dalam jangka waktu panjang seperti pada PjBL, sehingga pembelajaran menjadi lebih efisien dan terarah. PBL juga mendorong self-directed learning, di mana peserta didik secara aktif menentukan kebutuhan belajarnya sendiri berdasarkan permasalahan yang dihadapi, serta mengintegrasikan berbagai konsep secara menyeluruh dalam proses penyelesaiannya. Tidak hanya berfokus pada jawaban akhir, PBL

juga menekankan kemampuan penalaran melalui penyusunan dan pembelaan argumen secara logis terhadap solusi yang dihasilkan. Dengan demikian, PBL lebih unggul dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, serta mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (student-centered learning), sehingga lebih relevan diterapkan pada pembelajaran Biologi, khususnya pada materi perubahan lingkungan yang berkaitan dengan permasalahan nyata yang kompleks (Sujiati dkk., 2023; Putri et al., 2024).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan PBL dengan LKPD maupun E-LKPD memberikan dampak positif terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Septiani et al. (2025) memperoleh nilai N-Gain 0,83 pada kelas eksperimen dan 0,75 pada kontrol, sementara Aisyah et al. (2022) mencatat peningkatan skor dari 2,31 menjadi 8,57 dengan N-Gain 0,86. Utami et al. (2023) juga menunjukkan hasil posttest kelas eksperimen (71,5) lebih tinggi dibandingkan kontrol (60,75). Pada aspek pengembangan bahan ajar, E-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan Milatti & Fitrihidajati (2024) memiliki validitas 98,96% dan kepraktisan lebih dari 95%, sedangkan LKPD Purigami berbasis PBL oleh Syita & Faizah (2025) mencapai validitas 99,5%. Keefektifan E-LKPD pada materi perubahan lingkungan juga ditunjukkan oleh Ginting & Fitrihidajati (2024) melalui peningkatan skor dari 44 menjadi 88,5 dengan N-Gain 0,78. Hal ini didukung oleh Fadhil dan Kuntjoro (2021) yang menyatakan bahwa LKPD berbasis PBL pada materi perubahan lingkungan dinyatakan sangat valid dan mampu melatih pemecahan masalah peserta didik. Selain itu, Dewi dan Prastiwi

(2024) menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis PBL pada materi perubahan lingkungan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kesadaran pelestarian lingkungan peserta didik, dengan kontribusi pengaruh sebesar 35,4% pada kelas eksperimen serta rata-rata kesadaran mencapai 80% yang tergolong tinggi. Temuan ini memperkuat bahwa LKPD berbasis PBL tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga aspek sikap peserta didik. Meskipun demikian, penelitian sebelumnya belum secara langsung mengkaji pengaruh model PBL berbantuan E-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah berdasarkan indikator Polya pada materi perubahan lingkungan di tingkat SMA, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian-penelitian terdahulu mengenai penerapan PBL dengan LKPD/E-LKPD pada materi perubahan lingkungan telah memberikan kontribusi penting, namun sebagian besar masih berfokus pada (1) pengembangan dan validasi produk, (2) pengukuran keterampilan berpikir kritis, kreatif, atau ranah afektif, dan (3) belum mengkaji kemampuan pemecahan masalah berdasarkan indikator Polya di tingkat SMA. Selain itu, belum ditemukan penelitian yang secara komprehensif menelaah pengaruh PBL dengan E-LKPD yang mengintegrasikan indikator Polya serta data lingkungan aktual sebagai konteks pembelajaran. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi kontribusi model PBL dengan E-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi perubahan lingkungan, melalui adaptasi desain E-LKPD Ginting & Fitrihidajati (2024) agar sesuai dengan

indikator kemampuan pemecahan masalah menurut Polya. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan bahan ajar digital berbasis PBL yang efektif dalam melatih kemampuan pemecahan masalah serta mendukung pencapaian CP Biologi Fase E dan tujuan SDGs terkait pendidikan dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap, tepatnya pada Januari 2026, bertempat di SMA Negeri 3 Sidoarjo. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimen semu (*quasi-experiment*). Desain eksperimen yang diterapkan adalah *nonequivalent control group design*. Melalui rancangan ini, subjek penelitian dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, yang penentuannya tidak dilakukan secara acak (*non-random*).

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh peserta didik kelas X SMA Negeri 3 Sidoarjo. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Merujuk pada pandangan Arikunto (2010), teknik *purposive sampling* diterapkan atas dasar pertimbangan atau kriteria khusus yang ditetapkan oleh peneliti demi mencapai tujuan penelitian. Berdasarkan teknik tersebut, terpilih dua kelas sebagai sampel penelitian, yaitu kelas X-E4 yang diposisikan sebagai kelas eksperimen dan kelas X-E6 sebagai kelas kontrol.

Penentuan sampel tersebut didasarkan pada beberapa kriteria utama, seperti kesetaraan karakteristik akademik peserta didik berdasarkan nilai Sumatif Akhir Semester (SAS) biologi semester

ganjil. Selain itu, peneliti juga mempertimbangkan kesesuaian jadwal pelajaran biologi demi intensitas pelaksanaan perlakuan (*treatment*), serta adanya kesediaan (*consent*) dari guru dan peserta didik untuk berpartisipasi. Dalam pelaksanaannya, kedua kelas mendapatkan perlakuan yang berbeda. Kelas eksperimen dibelajarkan menggunakan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) yang disusun secara terstruktur berdasarkan sintaks PBL, sedangkan kelas kontrol dibelajarkan dengan pendekatan berpusat pada guru (*teacher-centered*) melalui metode ceramah.

Prosedur penelitian ini diawali dengan pemberian tes awal (*pretest*) kepada kedua kelompok untuk mengukur kemampuan dasar peserta didik sebelum adanya perlakuan. Setelah itu, proses pembelajaran dilaksanakan sesuai dengan rencana perlakuan masing-masing kelas dan diakhiri dengan pemberian tes akhir (*posttest*) untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa tes tertulis berbentuk soal uraian (*essay*). Instrumen tes tersebut dikembangkan berdasarkan indikator pemecahan masalah menurut Polya, yang meliputi tahapan memahami masalah (*understanding the problem*), merencanakan penyelesaian (*devising a plan*), melaksanakan rencana (*carrying out the plan*), dan memeriksa kembali (*looking back*). Sebelum

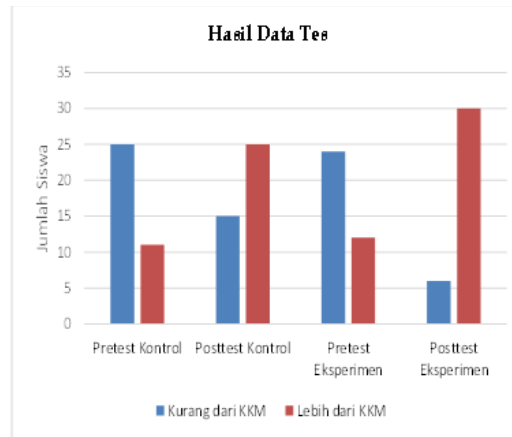
diimplementasikan, instrumen ini telah melalui uji validitas dan reliabilitas guna menjamin kelayakannya sebagai alat ukur.

Data kemampuan pemecahan masalah yang telah terkumpul kemudian dianalisis menggunakan uji statistik inferensial dengan bantuan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, data wajib melewati uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas varians. Setelah seluruh asumsi prasyarat terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan pengujian hipotesis menggunakan uji regresi linear sederhana. Analisis regresi ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh serta kontribusi dari penerapan model

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil data tes dalam penelitian ini diperoleh dari nilai *Pretest* dan *Posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah peserta didik, dengan kriteria ketuntasan minimal (KKM) sebesar 75. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan perbedaan hasil belajar antara kedua kelompok. Rekapitulasi data jumlah ketuntasan nilai *pretest* dan *posttest* siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada grafik berikut.



Gambar 1. Hasil Data Tes

Berdasarkan hasil tes, pada kelas kontrol jumlah peserta didik yang mencapai nilai di atas KKM meningkat dari 11 menjadi 21 orang, sedangkan yang berada di bawah atau sama dengan KKM menurun dari 25 menjadi 15 orang. Meskipun terjadi peningkatan, hasil tersebut masih terbatas karena pembelajaran tidak menggunakan model khusus.

Sementara itu, pada kelas eksperimen jumlah peserta didik yang mencapai nilai di atas KKM meningkat dari 12 menjadi 30 orang, sedangkan yang berada di bawah atau sama dengan KKM menurun dari 24 menjadi 6 orang. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan pada kelas eksperimen lebih signifikan

dibandingkan kelas kontrol setelah diterapkan model PBL dengan E-LKPD.

Selanjutnya di lakukan Uji normalitas dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak sebagai syarat analisis statistik selanjutnya. Pengujian normalitas dilakukan terhadap data Pretest dan Posttest pada kelas kontrol dan kelas eksperimen menggunakan uji Shapiro-Wilk dengan bantuan aplikasi SPSS versi 26. Data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) > 0,05, sedangkan apabila nilai signifikansi (Sig.) < 0,05 maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Hasil uji normalitas yang diperoleh dari kedua kelompok disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas

Data	Sig. (Shapiro-Wilk)	Keterangan
Pretest Kontrol	0,204	Berdistribusi Normal
Posttest Kontrol	0,328	Berdistribusi Normal
Pretest Eksperimen	0,171	Berdistribusi Normal
Posttest Eksperimen	0,106	Berdistribusi Normal

Berdasarkan Tabel 1, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh data memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Hal ini berarti data Pretest dan Posttest pada kelas kontrol maupun kelas

eksperimen berdistribusi normal, sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan uji statistik parametrik. Setelah data dinyatakan berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji homogenitas

untuk mengetahui apakah varians data antara kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki kesamaan atau tidak.

Uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's Test dengan bantuan aplikasi SPSS versi 26. Data

dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi (Sig.) > 0,05, sedangkan apabila nilai signifikansi (Sig.) < 0,05 maka data dinyatakan tidak homogen. Hasil uji homogenitas data Pretest dan Posttest pada kedua kelompok disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas

Data	Sig.	Keterangan
Pretest	0,866	Homogen
Posttest	0,578	Homogen

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai signifikansi pada data Pretest sebesar 0,866 dan pada data Posttest sebesar 0,578, di mana kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa varians data pada kelas kontrol dan kelas eksperimen bersifat homogen. Dengan demikian, data dalam penelitian ini memenuhi syarat untuk dilakukan uji statistik parametrik. Oleh karena itu, analisis dapat dilanjutkan pada tahap uji hipotesis.

Uji hipotesis dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh model PBL dengan E-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi perubahan lingkungan. Pengujian ini dilaksanakan setelah data dinyatakan memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Analisis yang digunakan yaitu uji regresi linear sederhana untuk menganalisis pengaruh

variabel bebas terhadap variabel terikat. Seluruh proses pengolahan data dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS versi 26.

Uji regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui pengaruh model PBL dengan E-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa. Variabel bebas (X) adalah model PBL yang diperoleh dari nilai E-LKPD peserta didik, sedangkan variabel terikat (Y) adalah kemampuan pemecahan masalah yang diperoleh dari nilai posttest kelas eksperimen. Untuk mengetahui besarnya kontribusi penggunaan model PBL berbantu E-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik, maka dilakukan analisis koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi digunakan untuk mengukur seberapa besar variabel bebas mampu menjelaskan variasi pada variabel terikat. Adapun hasil analisis tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Regresi Linear Sederhana

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.546 ^a	.299	.278	6.433

a. Predictors: (Constant), Model PBL

Berdasarkan Tabel 3. diperoleh nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,546 yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan dengan kategori sedang antara penggunaan model PBL berbantu E-LKPD dengan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Selanjutnya, nilai koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,299 atau 29,9% menunjukkan bahwa model PBL berbantu E-LKPD memberikan pengaruh atau kontribusi sebesar 29,9% terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik,

sedangkan sisanya sebesar 70,1% dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian ini.

Setelah diketahui besarnya kontribusi model PBL dengan E-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik, selanjutnya dilakukan uji kelayakan model regresi untuk mengetahui apakah model regresi yang digunakan signifikan atau tidak dalam memprediksi adanya pengaruh variabel X dan Y. Hasil uji tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Signifikansi Model Regresi (ANOVA)

ANOVA ^a						
Model		<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
1	Regression	599.051	1	599.051	14.477	.001 ^b
	Residual	1406.949	34	41.381		
	Total	2006.000	35			
a. Dependent Variable: Kemampuan Pemecahan Masalah						
b. Predictors: (Constant), Model PBL						

Berdasarkan Tabel 4., diperoleh nilai F hitung sebesar 14,477 dengan nilai signifikansi sebesar 0,001. Nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari 0,05 (0,001 < 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa model regresi yang digunakan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan model PBL dengan E-LKPD berpengaruh

secara signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Selanjutnya, untuk mengetahui arah dan pengaruh variabel penggunaan model PBL dengan E-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik, dilakukan analisis koefisien regresi. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Koefisien Regresi Linear Sederhana

Coefficients ^a						
Model		<i>Unstandardized Coefficients</i>		<i>Standardized Coefficients</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-113.757	52.074		-2.185	.036
	Model PBL	2.124	.558	.546	3.805	.001
a. Dependent Variable: Kemampuan Pemecahan Masalah						

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh persamaan regresi $Y = -113,757 + 2,124X$ dengan nilai koefisien regresi positif sebesar 2,124. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan model PBL dengan E-LKPD memiliki hubungan searah dengan kemampuan pemecahan masalah peserta didik, di mana setiap peningkatan penggunaan model akan diikuti peningkatan kemampuan pemecahan masalah. Hasil uji t menunjukkan nilai t-hitung sebesar 3,805 dengan signifikansi $0,001 < 0,05$ dan $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ ($3,805 > 2,032$), sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, model PBL dengan E-LKPD berpengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi perubahan lingkungan.

Pembahasan

Kemampuan pemecahan masalah peserta didik berkembang karena model PBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan pemecahan masalah. Peserta didik tidak hanya menerima informasi dari guru, tetapi juga dilatih untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, menyusun solusi, dan mengevaluasi hasil penyelesaian. Kondisi ini membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep yang dipelajari, sesuai dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan (Lestari et al., 2022; Piaget, 1970; Syita & Faizah, 2025). Namun demikian, hasil analisis regresi menunjukkan bahwa pengaruh model PBL masih berada pada kategori sedang

(R Square 29,9%). Hal ini diduga karena peserta didik masih mengalami adaptasi dari pembelajaran teacher-centered menuju pembelajaran yang lebih mandiri dan aktif.

Efektivitas PBL juga didukung oleh adanya interaksi sosial dalam proses pembelajaran. Melalui diskusi dan kerja sama kelompok, peserta didik dapat bertukar ide dan memperluas pemahaman dalam menyelesaikan masalah. Kondisi ini sejalan dengan teori perkembangan kognitif yang menekankan pentingnya interaksi sosial dalam proses belajar (Darwati & Purana, 2021; Vygotsky, 1978). Selain itu, penggunaan E-LKPD membantu peserta didik mengorganisasikan proses berpikir secara sistematis melalui tahapan pemecahan masalah yang terstruktur. Pada materi perubahan lingkungan, peserta didik dihadapkan pada masalah nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna karena dikaitkan dengan pengalaman dan pengetahuan awal peserta didik (Ardiansyah & Zulfiani, 2023; Ausubel, 1968).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai kelas eksperimen meningkat dari 70 menjadi 84, sedangkan kelas kontrol meningkat dari 69 menjadi 78. Peningkatan yang lebih tinggi pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran PBL berbantu E-LKPD lebih efektif dibandingkan pembelajaran teacher-centered dalam melatih kemampuan pemecahan masalah secara sistematis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Utami et al. (2023) serta didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa model PBL mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui pembelajaran berbasis masalah nyata (Aisyah et al., 2022; Aslamiyah & Nindiasari, 2025; Dinda, 2025;

Simatupang, 2021). Berbeda dengan kelas eksperimen, pembelajaran pada kelas kontrol cenderung berlangsung satu arah sehingga peserta didik kurang memperoleh pengalaman langsung dalam menyelesaikan masalah sesuai tahapan Polya (Panggabean, 2021; Salsabila, 2024; Darwati & Purana, 2021).

Berdasarkan hasil uji regresi linear sederhana diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,001 < 0,05$ yang menunjukkan bahwa model PBL dengan E-LKPD berpengaruh signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Nilai koefisien korelasi sebesar 0,546 menunjukkan adanya hubungan positif antara penggunaan PBL berbantu E-LKPD dengan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Sementara itu, nilai koefisien determinasi sebesar 29,9% menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah tidak hanya dipengaruhi oleh model pembelajaran, tetapi juga faktor lain seperti kemampuan awal, motivasi belajar, dan lingkungan belajar (Putri et al., 2024; Khoiri, 2021). Hasil ini memperkuat bahwa PBL dengan E-LKPD mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah secara lebih terstruktur melalui tahapan memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali hasil penyelesaian sesuai indikator Polya (Polya, 1945; Arends, 2012; Hmelo-Silver, 2004; Lestari et al., 2022; Adinia et al., 2022). Secara keseluruhan, penerapan model PBL dengan E-LKPD terbukti efektif dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi perubahan lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model PBL dengan E-LKPD berpengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi perubahan lingkungan. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji regresi linear sederhana yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar $0,001 < 0,05$ dengan nilai koefisien determinasi sebesar 29,9%, yang berarti bahwa model PBL dengan E-LKPD memberikan kontribusi terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa penerapan model PBL dengan E-LKPD efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

DAFTAR RUJUKAN

- Adinia, R., Suratno, S., & Iqbal, M. (2022). Efektivitas pembelajaran aktif dengan lkpd problem solving terhadap kemampuan pemecahan masalah dan penguasaan konsep biologi siswa di sekolah kawasan perkebunan kopi. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 3(2), 64–75. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jipb/article/view/18255>
- Afdania, T., Purba, A. S., Ahwani, N., Ramadhana, N. P., Mukra, R., & Arwita, W. (2024). Studi literatur: Analisis penerapan model pembelajaran problem-based learning (PBL), project-based learning (PjBL), dan deep learning pada guru biologi dan siswa di kelas XII SMAN 1 Labuhan Deli. *Journal BIONatural*, 12(1), 67–75. <https://ejournal.uncm.ac.id/index.php/bio/article/view/1492>

- Aisyah, N. F., Syarifah, S., Wicaksono, A., Hapida, Y., Habisukan, U. H., Nurokhman, A., Lestari, W., Oktiansyah, R., & Armanda, F. (2022). Menganalisis kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas XI menggunakan model problem based learning. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 8(1), 60–66. <https://doi.org/10.19109/bioilmi.v8i1.12923>
- Ardiansah, R., & Zulfiani, Z. (2023). Development of interactive e-LKPD based on creative thinking skills on the concept of environmental change. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(2), 179–197. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i2.25412>
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach*. McGraw-Hill. <https://www.mheducation.com>
- Arifianto, A., & Koeswanti, H. D. (2022). The difference between problem based learning model and discovery learning model on students' critical thinking ability. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 5(2), 164–171. <https://doi.org/10.23887/jlls.v5i2.48624>
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktek*. Rineka Cipta.
- Aslamiyah, M., & Nindiasari, H. (2025). Systematic literature review: Pengaruh penerapan model problem based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMK. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, 6(1), 287–300. <https://doi.org/10.46306/lb.v6i1.915>
- Ausubel, D. P. (1968). The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom. *Educational Psychologist*, 12(2), 162–178. <https://doi.org/10.1080/00461526809529094>
- Chaerunisa, Z. F., & Pitorini, D. E. (2022). Profil kemampuan pemecahan masalah siswa SMA mata pelajaran biologi. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi*, 11(1), 8–14. <https://jurnal.uns.ac.id/biopedagogi/article/view/60905>
- Dewi, H. T. C. R., & Prastiwi, M. S. (2024). Pengaruh LKPD berbasis model problem based learning untuk melatih kesadaran pelestarian lingkungan peserta didik pada materi perubahan lingkungan. *BioEdu*, 13(3), 747–753. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/61224>
- Dinda, P. S. (2025). *Pengaruh model problem based learning dengan e-LKPD terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi perubahan iklim* [Skripsi/Tesis, Universitas Lampung]. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung. <http://digilib.unila.ac.id>
- Fadhil, A. R., & Kuntjoro, S. (2021). Validitas lembar kerja peserta didik terintegrasi sikap peduli lingkungan berbasis Problem Based Learning pada materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah kelas X SMA.

- Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(2), 292–301. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/39904>
- Ghofar, A., Kurniawan, A., & Hastutik, A. D. (2023). *Tinjauan lingkungan hidup WALHI 2023: Terdepan di luar lintasan*. Eksekutif Nasional Walhi. <https://www.walhi.or.id>
- Ginting, G. P., & Fitrihidajati, H. (2024). Kefektifan E-LKPD berbasis problem based learning pada materi perubahan lingkungan untuk melatih kemampuan berpikir kreatif. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(3), 543–549. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/58902>
- 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>
- Kemendikdasmen. (2024). *Pendidikan perubahan iklim: Panduan implementasi untuk satuan pendidikan dan pemangku kepentingan*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP). <https://kurikulum.kemdikbud.go.id>
- Kemendikdasmen. (2025). *Rapor pendidikan 2024*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP). <https://raporpendidikan.kemdikbud.go.id>
- Khoiri, T. S. (2021). *Pengaruh kecerdasan emosional terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa tahun pelajaran 2020/2021* [Skripsi/Tesis]. Repository Institusi.
- KLHK. (2024). *Laporan kinerja 2024 Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. <https://ppkl.menlhk.go.id>
- Lestari, Y. W., Hairida, H., Sartika, R. P., Enawati, E., & Muharini, R. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Problem Based Learning (PBL) pada materi koloid. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5342–5351. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3122>
- Marsel, F. O., & Fadilah, M. (2025). Analisis kemampuan pemecahan masalah berdasarkan kemampuan awal dalam pembelajaran biologi di kelas X SMA Pembangunan Laboratorium UNP. *BIODIK*, 11(2), 390–398. <https://online-journal.unja.ac.id/biodik/article/view/31554>
- Milatti, S. I., & Fitrihidajati, H. (2024). Pengembangan lembar kegiatan peserta didik elektronik (E-Lkpd) berbasis problem based learning pada materi perubahan lingkungan untuk melatih kemampuan berpikir kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(1), 66–78. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/56431>
- Muliasrini, N. K. E., & Handayani, N. N. L. (2021). Gerakan literasi digital bermuatan karakter dalam menyongsong pendidikan abad 21

- era society 5.0. *Prosiding Seminar Nasional IAHN-TP Palangka Raya*, 3, 67–78. <https://prosiding.iahntp.ac.id/index.php/seminar-nasional/article/view/143>
- Muliana, Fonna, M., & Nufus, H. (2024). Pengaruh penerapan problem based learning (PBL) terhadap keterampilan abad 21. *Ar-Riyadhiyyat: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1), 22–30. <https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/ar-riyadhiyyat/article/view/21554>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/>
- NASA. (2024). *Global climate change: Vital signs of the planet*. <https://gpm.nasa.gov/education/websites/global-climate-change-vital-signs-planet>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f238dd-en>
- Palennari, M., Lasmi, L., & Rachmawaty, R. (2021). Keterampilan pemecahan masalah peserta didik: Studi kasus di SMA Negeri 1 Wonomulyo. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 5(2), 208–216. <https://doi.org/10.33369/diklabio.5.2.208-216>
- Panggabean, S. (2021). Konsep student center learning dan teacher center learning. *Sistem Student Center Learning dan Teacher Center Learning*, 1(1), 1–15. <https://doi.org/10.31219/osf.io/7z6xu>
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child* (D. Coltman, Trans.). Orion Press.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press. <https://press.princeton.edu>
- Pranata, D., & Supramono, A. (2024). The student's difficulties in completing numeracy item of minimum competency assessment. *International Society for Technology, Education, and Science*. <https://www.istes.org>
- Prasetyo, O. (2024). Analisis kualitas butir soal ujian akhir semester mata pelajaran biologi SMA menggunakan Rasch Model. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi*, 13(1), 15–27. <https://jurnal.uns.ac.id/biopedagogi/article/view/79554>
- Putri, A., Soesilawati, S. A., & Diani, N. (2024). Problem-based learning in improving student learning outcomes in biology learning. *Universal Education Journal of Teaching and Learning*, 1(2), 50–56. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/uejtl/article/view/12443>

- Putri, W. E., Afrinaldi, A., Ilmi, D., & Yusri, F. (2024). Pengaruh kecerdasan emosional terhadap kemampuan pemecahan masalah. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 44205–44213.
<https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/16554>
- Rahayu, S. (2022). Penerapan strategi Polya pada pembelajaran IPA dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah IPA. *Edukimbiosis: Jurnal Pendidikan IPA*, 1(1), 12–21.
<https://journal.univetbantara.ac.id/index.php/edukimbiosis/article/view/2344>
- Salsabila, A. (2024). Implementasi student centered learning (SCL) dalam meningkatkan prestasi siswa. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(3), 4057–4066.
<https://jurnal.unublitar.ac.id/index.php/didaktika/article/view/1435>
- Saragih, M., Nst, H. S., Harisma, R., & Hasibuan, M. F. (2021). Desain model pembelajaran 4Cs (Creativity, Critical Thinking, Collaboration, Communication) untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Hots) mahasiswa. *EduTech: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 7(2), 236–244.
<https://doi.org/10.30596/edutech.v7i2.7533>
- Sari, F., Sesmiarni, Z., & Febriani, S. (2024). Implementasi pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan mutu pendidikan di SMAN 5 Payakumbuh. *Al-I'tibar: Jurnal Pendidikan Islam*, 11(3), 281–288.
<https://journal.unismuh.ac.id/index.php/al-itibar/article/view/13442>
- Simatupang, H. (2021). Pengaruh model problem based learning terhadap kemampuan pemecahan masalah materi pencemaran lingkungan siswa SMA. *Jurnal Biolokus*, 3(1), 245–251.
<https://doi.org/10.30821/biolokus.v3i1.874>
- Siregar, H. H., & Adlini, M. N. (2022). Discovery learning assisted by audiovisual learning media: Its effect on student biology learning outcomes. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(2), 284–292.
<https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i2.2741>
- Sujiati, E., Bahri, S., & Raodah, S. (2023). Penerapan model pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan hasil belajar biologi siswa kelas X3 di SMAN 4 Mataram pada materi perubahan lingkungan. *Jurnal Kependidikan*, 8(2), 77–84.
<https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jurnalkependidikan/article/view/6992>
- Syita, A. R., & Faizah, U. (2025). Pengembangan lembar kerja peserta didik purigami berbasis problem based learning pada materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah siswa kelas X. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 14(2), 429–439.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu/article/view/64551>
- Utomo, E. S., Suryowati, E., & Chalimah, C. (2025). Ability of



- Olympiad winning student in doing STEAM-based test: Analysis of literacy and numeracy. *KnE Social Sciences*, 10(9), 116–128. <https://doi.org/10.18502/kss.v10i9.16442>
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu>
- Wulandari, A., Oktavia, D., Shinta, D., Falahani, Panggabean, N. H., Mukra, R., & Arwita, W. (2025). Efektivitas PBL (problem based learning), PJBL (project based learning), dan deep learning terhadap analisis pemahaman siswa kelas XI MIA 7 MAN 1 Medan tahun ajaran 2024/2025. *Journal (Biology Education, Science & Technology)*, 8(1), 541–547. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/best/article/view/12554>
- Yulianis, Y., & Suryanti, S. (2023). Profil kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran biologi siswa kelas XI IPA SMA PGRI Pekanbaru tahun ajaran 2022/2023. *Jurnal Simki Postgraduate*, 2(4), 348–358. <https://jurnal.unpkediri.ac.id/index.php/pgi/article/view/4552>
- Zahora, E. (2021). Penggunaan e-learning untuk meningkatkan minat dan hasil belajar biologi materi sistem saraf siswa kelas XI IPA 2 SMA XYZ. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 1(3), 297–304. <https://bajangjournal.com/index.php/JIRK/article/view/233>