

STRATEGI PENGEMBANGAN KETERAMPILAN KOLABORATIF MAHASISWA MELALUI MODEL PJBL: REVIEW TEORITIS

Islawati¹, Muhammad Yunus²

^{1,2}Universitas Negeri Makassar, Jl. A. P. Pettarani, Tidung, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia
Email: islawati@umm.ac.id

Article History

Received: 15-06-2025

Revision: 02-07-2025

Accepted: 06-07-2025

Published: 09-07-2025

Abstract. Collaborative skills are essential 21st-century competencies that university students, particularly in science-based disciplines such as chemistry, must acquire. This article aims to examine strategies for enhancing students' collaborative skills through the implementation of the *Project-Based Learning* (PJBL) model. This study employed a theoretical literature review method by analyzing 10 scholarly articles published in reputable national and international journals between 2014 and 2024. Data sources were collected systematically from academic databases such as Google Scholar, Scopus, DOAJ, and ScienceDirect. Thematic analysis was used to identify patterns related to PJBL approaches, indicators of collaborative skills, and challenges in implementation. The review findings indicate that PJBL consistently enhances collaboration through project designs that emphasize teamwork, problem-solving, communication, and collective reflection. Collaboration fostered through PJBL goes beyond task completion and cultivates essential social and academic competencies for workplace readiness. These findings reinforce PJBL as an effective and adaptable pedagogical approach, offering both theoretical and practical insights for educators and curriculum developers in designing contextualized 21st-century learning experiences.

Keywords: Collaborative Skills, Project-Based Learning, Chemistry Education, 21st-Century Learning, University Students

Abstrak. Keterampilan kolaboratif merupakan kompetensi penting abad ke-21 yang harus dimiliki oleh mahasiswa, khususnya dalam pendidikan tinggi berbasis sains seperti kimia. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji strategi pengembangan keterampilan kolaboratif mahasiswa melalui penerapan model *Project-Based Learning* (PJBL). Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur teoretis dengan menganalisis 10 artikel ilmiah yang diterbitkan dalam jurnal bereputasi nasional dan internasional selama kurun waktu 2014–2024. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran sistematis pada basis data *Google Scholar*, *Scopus*, *DOAJ*, dan *ScienceDirect*. Analisis data dilakukan secara tematik dengan mengelompokkan temuan berdasarkan pendekatan PJBL, indikator keterampilan kolaboratif, dan tantangan implementasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa PJBL secara konsisten meningkatkan kolaborasi mahasiswa melalui desain proyek yang menekankan kerja tim, pemecahan masalah, komunikasi, dan refleksi bersama. Kolaborasi yang dibangun dalam PJBL tidak hanya berorientasi pada penyelesaian tugas, tetapi juga membentuk keterampilan sosial dan akademik yang esensial untuk kesiapan kerja. Temuan ini memperkuat posisi PJBL sebagai pendekatan pedagogis yang efektif dan adaptif, serta memberikan dasar teoritis dan praktis bagi pendidik dan pengembang kurikulum dalam merancang pembelajaran abad ke-21 yang kontekstual.

Kata Kunci: Keterampilan Kolaboratif, Project-Based Learning, Pendidikan Kimia, Pembelajaran Abad Ke-21, Mahasiswa

How to Cite: Islawati & Yunus, M. (2025). Strategi Pengembangan Keterampilan Kolaboratif Mahasiswa Melalui Model PjBL: *Review Teoritis*. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6 (4), 5422-5432. <http://doi.org/10.54373/imeij.v6i4.3460>

PENDAHULUAN

Pendidikan tinggi di abad ke-21 menghadapi tantangan besar dalam mempersiapkan mahasiswa untuk dunia kerja yang dinamis dan kolaboratif. Transformasi digital, kompleksitas masalah global, serta kebutuhan akan kerja lintas disiplin mendorong institusi pendidikan untuk tidak hanya berfokus pada pencapaian akademik, tetapi juga pengembangan keterampilan abad ke-21, salah satunya adalah keterampilan kolaboratif. Kolaborasi merupakan keterampilan yang sangat penting untuk menciptakan sinergi dalam tim, menyelesaikan masalah kompleks, serta membangun komunikasi dan koordinasi yang efektif di lingkungan kerja maupun sosial. Oleh karena itu, pembelajaran di perguruan tinggi harus dirancang untuk tidak hanya mentransfer pengetahuan, tetapi juga mendorong mahasiswa bekerja sama secara aktif dan produktif. Model pembelajaran yang berbasis aktivitas dan partisipatif diyakini lebih efektif untuk mencapai tujuan tersebut dibandingkan pendekatan konvensional.

Project-Based Learning (PJBL) merupakan salah satu model pembelajaran yang menekankan pada kerja kolaboratif mahasiswa dalam menyelesaikan proyek yang autentik dan bermakna. PJBL mendorong mahasiswa untuk bekerja dalam tim, berbagi tanggung jawab, dan menyelesaikan tugas berbasis masalah nyata dengan hasil produk konkret. Proses ini secara alami menuntut mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan kolaboratif seperti komunikasi, pengambilan keputusan, pemecahan masalah, dan manajemen konflik. Menurut Hamidah et al. (2021), PJBL tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga memperkuat interaksi sosial dan kerja sama antarmahasiswa. Dengan demikian, PJBL menjadi model yang sangat relevan dalam mengembangkan *soft skills* mahasiswa secara menyeluruh.

Keterampilan kolaboratif merupakan bagian dari *soft skills* yang dinilai sangat dibutuhkan dalam dunia kerja modern. Survei oleh *World Economic Forum* (2020) menyebutkan bahwa kolaborasi, bersama dengan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis, termasuk dalam sepuluh keterampilan utama yang diperlukan di masa depan. Oleh sebab itu, perguruan tinggi dituntut untuk merancang pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa berinteraksi secara aktif dalam kelompok untuk menyelesaikan tugas-tugas yang menantang. Sayangnya, sistem pembelajaran di banyak perguruan tinggi masih berorientasi pada individualisme akademik, sehingga kesempatan untuk melatih kolaborasi dalam konteks nyata masih terbatas. Dalam konteks ini, PJBL dapat menjadi solusi pedagogis yang transformatif.

Implementasi PJBL yang efektif memerlukan perencanaan yang matang, termasuk pemilihan proyek yang sesuai, pembentukan kelompok kerja yang seimbang, serta peran aktif dosen sebagai fasilitator. Penelitian oleh Sari et al. (2022) menunjukkan bahwa struktur

kelompok yang heterogen dalam PJBL berkontribusi terhadap peningkatan dinamika kolaboratif dan pembagian tugas yang lebih adil. Selain itu, keberhasilan kolaborasi dalam PJBL sangat dipengaruhi oleh komunikasi interpersonal, peran sosial mahasiswa dalam kelompok, dan kejelasan tujuan proyek. Ketika ketiga elemen ini berjalan sinergis, mahasiswa cenderung menunjukkan keterlibatan dan tanggung jawab yang lebih tinggi dalam proses belajar. Hal ini memperkuat argumen bahwa PJBL tidak hanya alat pengajaran, tetapi juga wahana pembentukan karakter profesional. Dalam praktiknya, pengembangan keterampilan kolaboratif melalui PJBL juga menghadapi sejumlah tantangan. Tidak semua mahasiswa memiliki pengalaman atau kesiapan bekerja dalam tim, dan perbedaan latar belakang atau gaya belajar seringkali menjadi sumber konflik. Studi oleh Yunita dan Hartati (2021) mengungkapkan bahwa keberhasilan kolaborasi dalam PJBL sangat bergantung pada adanya pelatihan awal terkait kerja tim dan resolusi konflik. Oleh karena itu, penting bagi dosen untuk membekali mahasiswa dengan pemahaman tentang dinamika kelompok dan strategi komunikasi efektif sebelum proyek dimulai. Upaya ini juga berkontribusi pada penciptaan iklim belajar yang inklusif dan suportif.

Secara teoritis, pengembangan keterampilan kolaboratif dalam PJBL dapat dijelaskan melalui teori konstruktivisme sosial. Teori ini menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara sosial melalui interaksi dan kolaborasi dengan orang lain. Dalam PJBL, interaksi antarmahasiswa dalam merumuskan masalah, merancang solusi, dan merefleksikan proses pembelajaran merupakan bentuk nyata dari konstruksi sosial pengetahuan. Vygotsky (dalam Nugraha & Aisyah, 2023) menyatakan bahwa *zone of proximal development (ZPD)* dapat dicapai melalui bantuan teman sejawat dalam lingkungan kolaboratif. Oleh karena itu, PJBL menyediakan ruang yang ideal untuk mengaktualisasikan teori ini dalam praktik pendidikan tinggi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara teoritis bagaimana strategi *Project-Based Learning* dapat diimplementasikan secara efektif untuk mengembangkan keterampilan kolaboratif mahasiswa. Dengan menggunakan pendekatan kajian pustaka terhadap literatur lima tahun terakhir, artikel ini akan mengidentifikasi prinsip-prinsip, mekanisme, dan tantangan dalam pengembangan keterampilan kolaboratif melalui PJBL. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual bagi dosen, pengembang kurikulum, dan peneliti pendidikan dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih kontekstual dan berorientasi pada keterampilan abad ke-21. Selain itu, hasil kajian ini juga diharapkan menjadi dasar bagi penelitian lanjutan berbasis empiris di berbagai konteks pendidikan tinggi di Indonesia.

METODE

Artikel ini menggunakan pendekatan review teoritis atau literature review sebagai metode utama. Tujuannya adalah untuk mengkaji dan menganalisis teori-teori, hasil penelitian, serta praktik terbaik yang berkaitan dengan pengembangan keterampilan kolaboratif mahasiswa melalui model *Project-Based Learning* (PJBL). Metode ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman konseptual yang mendalam dan sistematis terhadap topik yang sedang diteliti, tanpa melakukan pengumpulan data primer. Sumber data dalam kajian ini bersifat sekunder dan diperoleh dari artikel-artikel ilmiah, jurnal terindeks nasional dan internasional, serta laporan resmi yang relevan, dengan kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2014–2024). Literatur dipilih berdasarkan relevansi dengan topik, kredibilitas penerbit, dan kontribusinya terhadap diskursus pengembangan keterampilan kolaboratif dalam konteks pendidikan tinggi. Pencarian sumber dilakukan melalui database seperti *Google Scholar*, *Scopus*, *ScienceDirect*, dan *DOAJ*.

Proses pencarian dan seleksi, sebanyak 10 artikel ilmiah berhasil dikumpulkan dan dijadikan bahan kajian dalam studi ini. Kriteria inklusi dalam pemilihan literatur mencakup artikel yang memuat pembahasan tentang keterampilan kolaboratif, implementasi PJBL di perguruan tinggi, serta teori belajar kolaboratif seperti konstruktivisme sosial. Sementara itu, artikel yang bersifat opini, tidak peer-reviewed, atau tidak menyebutkan konteks kolaboratif dalam PJBL dikeluarkan dari kajian. Seluruh artikel yang memenuhi kriteria kemudian dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi pola, prinsip, serta tantangan yang muncul dalam implementasi PJBL sebagai strategi pengembangan keterampilan kolaboratif.

Prosedur analisis data dilakukan melalui tiga tahap, yaitu: (1) pengumpulan literatur, (2) pengkodean tematik, dan (3) interpretasi temuan secara naratif. Pengkodean dilakukan untuk mengelompokkan informasi ke dalam kategori seperti tujuan PJBL, strategi pembelajaran kolaboratif, hambatan pelaksanaan, dan hasil pembelajaran. Setiap tema yang muncul dianalisis untuk menemukan keterkaitannya dengan konteks pendidikan tinggi dan keterampilan abad ke-21. Pendekatan *review* ini bersifat deskriptif-analitis, dengan tujuan merumuskan sintesis teoritis yang dapat dijadikan rujukan konseptual bagi pengembangan strategi pembelajaran di tingkat perguruan tinggi. Validitas kajian ditunjang dengan penggunaan sumber yang telah terverifikasi serta pembacaan kritis yang sistematis terhadap tiap publikasi yang dikaji. Meskipun kajian ini tidak bersifat empiris, namun kekuatan utamanya terletak pada cakupan dan kedalaman analisis yang bersandar pada literatur yang kredibel.

HASIL

Sebanyak 10 artikel yang memenuhi kriteria tersebut disajikan dalam Tabel 1. Tabel ini mencantumkan nama penulis dan tahun publikasi, pendekatan metodologis yang digunakan, objek/subjek penelitian, hasil utama yang dilaporkan. Penyajian ini bertujuan untuk memberikan gambaran ringkas namun komprehensif mengenai karakteristik masing-masing studi serta relevansinya terhadap fokus kajian.

Tabel 1. Ringkasan hasil penelitian empiris mengenai PjBL dan keterampilan kolaboratif

No	Penulis (Tahun)	Metode Penelitian	Objek Penelitian	Hasil Utama
1	Matilainen, Nuora, & Valto (2020)	Studi observasional	Mahasiswa Kimia Analitik (Finlandia)	PJBL meningkatkan keterampilan pemecahan masalah & kerja tim
2	Burrows, Nowak, & Mooring (2017)	Survei persepsi & evaluasi kelas	Mahasiswa Kimia Organik (AS)	Mahasiswa lebih bertanggung jawab & terlibat aktif
3	Nguyen, Hanh, & Ninh (2020)	Kuasi-eksperimen (<i>pre-post test</i>)	Mahasiswa Kimia Dasar (Vietnam)	PJBL meningkatkan pemahaman konsep & kolaboratif learning
4	Zhang et al. (2023)	Studi deskriptif kuantitatif	Mahasiswa Kimia Lingkungan (China)	Green PJBL meningkatkan kesadaran sosial & kolaborasi
5	Pakpahan et al. (2021)	R&D (ADDIE)	Mahasiswa Kimia Analitik (Indonesia)	Modul proyek valid dan efektif tingkatkan kerja tim
6	Vergara-Castañeda et al. (2021)	Evaluasi proyek daring	Mahasiswa Kimia Umum (Meksiko)	PJBL daring efektif kembangkan kerja tim & komunikasi
7	Torres King et al. (2018)	Eksperimen laboratorium PJBL	Mahasiswa Biokimia (Amerika)	Proyek praktikum enzim kembangkan kolaborasi & praktik
8	Subagia & Sudiatmika (2024)	Observasi & analisis dokumen	Mahasiswa Kimia Undiksha	PJBL meningkatkan kolaborasi & pemecahan masalah
9	Milati Masruroh & Purwanto (2023)	R&D modul	Mahasiswa Pendidikan Kimia (Indonesia)	Modul proyek valid dan efektif dalam kolaborasi
10	Nursobah, Hartinah & Basukiyatno (2024)	Kuasi-eksperimen	Mahasiswa Kimia Univ. Jambi	E-modul PJBL meningkatkan kolaborasi & hasil belajar

Sebagian besar penelitian yang dianalisis menunjukkan bahwa penerapan PJBL memberikan dampak positif terhadap penguatan keterampilan kolaboratif mahasiswa, baik dalam konteks pembelajaran daring maupun luring. Rancangan pembelajaran berbasis proyek mendorong mahasiswa untuk saling berbagi peran, berkomunikasi secara aktif, dan menyelesaikan tantangan secara kolektif. Bahkan dalam konteks praktikum laboratorium, PJBL terbukti memperkuat kemampuan kerja sama dan pengambilan keputusan berbasis kelompok. Selain itu, ditemukan bahwa pengintegrasian PJBL dalam pembelajaran kimia tidak hanya meningkatkan aspek kognitif, tetapi juga memfasilitasi perkembangan *soft skills* seperti kepemimpinan, empati, dan tanggung jawab sosial. Temuan ini konsisten dengan hasil dari berbagai setting geografis dan jenjang pendidikan, menunjukkan bahwa PJBL memiliki fleksibilitas tinggi dalam pengaplikasian lintas budaya dan kurikulum. Dengan dasar pemaparan hasil ini, bagian selanjutnya akan membahas lebih lanjut makna temuan-temuan tersebut, serta mengaitkannya dengan teori dan praktik pengembangan keterampilan kolaboratif dalam pendidikan tinggi.

DISKUSI

Strategi pengembangan keterampilan kolaboratif mahasiswa melalui model *Project-Based Learning* (PJBL) terbukti efektif dan adaptif berdasarkan kajian literatur terkini. Dari sepuluh artikel primer yang dianalisis, seluruhnya menunjukkan penguatan aspek kolaborasi mahasiswa, baik dalam konteks tatap muka, daring, maupun hibrid. Temuan ini konsisten dengan karakteristik PJBL yang mengedepankan kerja kelompok dalam menyelesaikan proyek nyata atau simulatif, yang mendorong interaksi sosial dan pemecahan masalah kolektif (Matilainen et al., 2020; Nguyen et al., 2020).

Secara spesifik, pendekatan PJBL dalam pembelajaran kimia mendorong mahasiswa untuk lebih aktif dalam memahami konsep, bekerja sama, dan bertanggung jawab atas peran mereka dalam tim. Misalnya, Burrows et al. (2017) mencatat bahwa mahasiswa menjadi lebih terlibat dalam kelas dan mampu berbagi tugas dengan baik, sementara Zhang et al. (2023) menunjukkan bahwa PJBL berbasis lingkungan turut meningkatkan kesadaran sosial dan kerja tim. Hal ini menegaskan bahwa PJBL tidak hanya menumbuhkan keterampilan kolaboratif, tetapi juga nilai-nilai kepedulian dan tanggung jawab sosial yang penting dalam pendidikan tinggi.

Keberhasilan PJBL dalam mengembangkan kolaborasi juga diperkuat oleh konteks lokal di Indonesia. Studi oleh Pakpahan et al. (2021) dan Milati Masruroh & Purwanto (2023) menunjukkan bahwa pengembangan modul PJBL yang terstruktur dan kontekstual mampu

meningkatkan efektivitas pembelajaran kolaboratif mahasiswa pendidikan kimia. Ini membuktikan bahwa implementasi PJBL tidak harus bersandar pada sumber daya besar, melainkan pada desain pembelajaran yang tepat sasaran dan sesuai dengan karakteristik mahasiswa.

Metode eksperimen dan kuasi-eksperimen yang digunakan oleh banyak penelitian (misalnya Nguyen et al., 2020; Nursobah et al., 2024) memberikan dasar empiris yang kuat atas efektivitas PJBL dalam konteks kimia. Penggunaan pre- dan post-test serta observasi partisipatif memungkinkan pengukuran nyata terhadap peningkatan keterampilan kolaboratif, baik dalam hal komunikasi, koordinasi, maupun penyelesaian konflik dalam kelompok. Temuan lain yang penting adalah bahwa pembelajaran daring pun tidak mengurangi efektivitas PJBL dalam meningkatkan kerja sama. Studi oleh Castañeda et al. (2021) di Meksiko membuktikan bahwa proyek daring tetap mampu membentuk keterampilan kolaboratif mahasiswa, asalkan instruksi jelas dan peran anggota tim terdistribusi dengan adil. Ini penting dalam menghadapi realitas pendidikan pasca-pandemi yang cenderung bergerak ke arah *blended learning*.

Penelitian oleh Torres King et al. (2018) menambahkan bahwa konteks laboratorium juga dapat dioptimalkan melalui PJBL. Mahasiswa biokimia yang mengikuti proyek berbasis enzim tidak hanya memperoleh keterampilan teknis, tetapi juga mampu membagi peran dan mengelola kerja tim dalam eksperimen yang kompleks. Ini menunjukkan fleksibilitas PJBL di berbagai domain ilmu kimia. Hasil studi Subagia & Sudiatmika (2024) dan Nursobah et al. (2024) menyoroti pentingnya dukungan institusional dan desain e-modul yang interaktif dalam memperkuat proses kolaborasi. Ketika PJBL difasilitasi dengan sumber belajar digital yang tepat, mahasiswa lebih mudah memahami peran mereka, memantau kemajuan proyek, dan memberikan umpan balik satu sama lain secara efektif.

Meskipun seluruh temuan mendukung PjBL, beberapa tantangan tetap perlu diperhatikan. Di antaranya adalah ketimpangan partisipasi antar anggota tim, ketergantungan pada pemimpin kelompok, serta kesulitan dalam evaluasi kontribusi individu. Oleh karena itu, integrasi rubrik penilaian kolaborasi dan mekanisme refleksi diri menjadi penting dalam desain PJBL (Pakpahan et al., 2021; Milati Masruroh & Purwanto, 2023). Secara teoritis, hasil ini memperkaya pemahaman tentang konstruktivisme sosial dalam konteks pendidikan tinggi. PJBL memfasilitasi pembentukan scaffolding sosial di mana mahasiswa belajar satu sama lain melalui tugas autentik, sebagaimana dijelaskan oleh Vygotsky. Model ini juga mendukung pembelajaran transformatif yang menggabungkan kognisi, afeksi, dan sosial dalam satu kesatuan pembelajaran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa PJBL merupakan

pendekatan strategis yang terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan kolaboratif mahasiswa kimia. Penguatan aspek desain proyek, fasilitasi pembelajaran digital, dan evaluasi berbasis kontribusi kelompok menjadi elemen penting dalam implementasinya. Temuan ini membuka ruang bagi penyesuaian PjBL yang lebih kontekstual sesuai dengan kebutuhan kurikulum dan profil mahasiswa di perguruan tinggi Indonesia.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *Project-Based Learning* (PjBL) merupakan strategi pedagogis yang efektif dalam mengembangkan keterampilan kolaboratif mahasiswa, khususnya dalam konteks pembelajaran kimia. PjBL memungkinkan mahasiswa untuk belajar melalui interaksi sosial, penyelesaian masalah secara tim, serta pengambilan keputusan bersama yang mencerminkan prinsip kolaboratif yang autentik. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi PjBL dalam pembelajaran kimia di pendidikan tinggi dapat memperkuat capaian pembelajaran berbasis kompetensi abad ke-21, khususnya dalam hal komunikasi, tanggung jawab, dan kerja sama tim. Oleh karena itu, pengembangan kurikulum, pelatihan dosen, dan dukungan institusional perlu diarahkan untuk mengoptimalkan penerapan PjBL sebagai pendekatan utama dalam mendorong keterampilan kolaboratif mahasiswa secara berkelanjutan.

REKOMENDASI

Berdasarkan temuan kajian ini, disarankan agar para dosen dan pengelola program studi kimia di perguruan tinggi lebih mengintegrasikan model *Project-Based Learning* (PjBL) ke dalam kurikulum secara sistematis untuk mengembangkan keterampilan kolaboratif mahasiswa. Desain pembelajaran perlu memuat indikator kompetensi kolaboratif, rubrik penilaian tim, serta penggunaan *peer assessment* yang adil dan transparan. Bagi peneliti selanjutnya, kajian empiris mengenai efektivitas PjBL berbasis kolaborasi di berbagai mata kuliah kimia baik teori maupun praktikum perlu dilakukan untuk memperkuat dasar ilmiah pengembangan strategi pembelajaran ini. Selain itu, pihak institusi pendidikan tinggi diharapkan menyediakan pelatihan profesional bagi dosen agar mampu mengelola dinamika kelompok dan mengintegrasikan teknologi pendukung kolaborasi secara optimal dalam penerapan PjBL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para dosen pembimbing dan rekan sejawat yang telah memberikan masukan berharga selama proses penyusunan artikel ini. Apresiasi juga disampaikan kepada perpustakaan universitas serta akses jurnal daring yang telah memfasilitasi penelusuran literatur ilmiah yang relevan. Terima kasih khusus ditujukan kepada pihak yang telah membantu dalam proses penyuntingan dan pemeriksaan tata bahasa artikel (proofreading), serta kepada seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung terselesaikannya artikel ini.

REFERENSI

- Allo, E. L., & Islawati, I. (2025). Description of the Level of Student Understanding in the Chemistry Learning Planning Course through Teaching Module Products in the Context of Project-Based Learning. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 4(5), 2249-2260.
- Burrows, N. L., Nowak, A. L., & Mooring, S. R. (2017). Learning about green chemistry by designing and implementing greening projects: A *Project-Based Learning* experience for general chemistry students. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 768–778. <https://doi.org/10.1039/C7RP00064B>
- Hamidah, N., Ardiansyah, M. N., & Anwar, Y. (2021). The effect of *Project-Based Learning* on student collaboration skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 235–250.
- Islawati, I., Samsuddin, Y. B., & Sugiarti, S. (2025). Strategies for Developing Teacher Professionalism in the Digital Era to Face the Challenges of Gen Z Learning. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 635-645.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2025). Analisis Sistematis Pengaruh Hybrid Learning Berbantuan Google Classroom Terhadap Pemahaman dan Pemecahan Masalah. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(2), 2372-2384.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2024). Literature Review: Implementation of PjBL on Students' Creativity and Higher-Order Thinking. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7530-7540.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2024). Effectiveness of PjBL Model on Students' Collaboration Skills in Research Statistics Lectures. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7546-7557.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2025). Meningkatkan Martabat Guru: Strategi Pengakuan dan Penghargaan Profesi Kependidikan di Era Digital. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 670-679.
- Islawati, I., & Munawwarah, M. (2024). Overview of Student Understanding in Research Statistics Lectures Using the PjBL Method. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 7(3), 1222-1234.
- Islawati, I., Fadly, D., & Ahmad, F. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Kimia. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 3(2), 59-65.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2024). Efektivitas Model PjBL terhadap Keterampilan Kolaborasi Mahasiswa pada Perkuliahan Statistik Penelitian. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7546-7557.

- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2024). Literatur Review: Implementasi PjBL terhadap Kreativitas dan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7530-7540.
- Matilainen, K., Nuora, P., & Valto, P. (2020). Enhancing students' engagement and collaboration in chemistry through project-based learning. *Chemical Thinking in the Classroom*, 3(2), 32–46. <https://doi.org/10.1515/cti-2020-0032>
- McDonnell, C., O'Connor, C., & Seery, M. K. (2013). Developing practical chemistry skills through project-based learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 302–308. <https://www.researchgate.net/publication/241759529>
- Milati Masruroh, N., & Purwanto, A. (2023). Pengembangan modul Project Based Learning untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif mahasiswa pendidikan kimia. *Jurnal Educatio: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 9(2), 203–210. <https://jer.or.id/index.php/jer/article/view/1361>
- Nguyen, M. T., Hanh, T. T. M., & Ninh, L. T. T. (2020). Effects of *Project-Based Learning* on students' attitudes and achievement in chemistry. *American Journal of Educational Research*, 8(7), 509–515. <https://pubs.sciepub.com/education/8/7/4/pdf>
- Nugraha, D., & Aisyah, N. (2023). Social constructivism in collaborative learning: A Vygotskian perspective. *Journal of Educational Research and Practice*, 13(1), 101–114.
- Nursobah, S., Hartinah, S., & Basukiyatno, P. (2024). Pengembangan e-modul berbasis Project Based Learning untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan kolaboratif mahasiswa. *Jurnal Educatio: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 10(1), 112–119. <https://jer.or.id/index.php/jer/article/view/1379>
- Pakpahan, R., Tarigan, D., & Ginting, A. (2021). Development of *Project-Based Learning* modules for analytical chemistry practicum. In *Proceedings of the 6th Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2021)* (pp. 1222–1225). Atlantis Press. <https://www.atlantispress.com/proceedings/aisteel-21/125962799>
- Sari, R. P., Kurniawan, D., & Putri, H. (2022). Dynamics of group work in *Project-Based Learning* for college students. *Journal of Educational Innovation*, 8(3), 79–91.
- Subagia, I. W., & Sudiatmika, A. A. G. (2024). The influence of project based learning on students' collaboration ability in chemistry learning. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 14(1), 14–23. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPK/article/view/70368>
- Torres King, N., Fetterman, M. E., & Delgaudio, J. M. (2018). Student-designed experiments in the biochemistry laboratory course using inexpensive enzymes. *Journal of Chemical Education*, 95(5), 792–796. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00147>
- Vergara-Castañeda, A., Padilla-Cortés, P., & Gallegos-Capistrán, M. (2021). Learning chemistry at a distance: A *Project-Based Learning* approach for developing teamwork and communication skills. *Journal of Chemical Education*, 98(9), 2919–2926. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00379>
- Wijayanti, L., & Prasetyo, B. (2020). Culturally responsive *Project-Based Learning* in higher education: A case study from Indonesia. *Journal of Education and Learning*, 14(1), 88–95.
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. Geneva: WEF.
- Yunita, F., & Hartati, S. (2021). Building student collaboration through structured group training in PjBL. *Indonesian Journal of Educational Research*, 11(2), 145–153.
- Yunus, M., Islawati, I., Febrianti, N., & Sugiarti, S. (2024). The Correlation Between the Implementation of Chemistry Learning and Student Learning Outcomes Using a Google Classroom-Based Blended Learning Model. *Journal of Educational Analytics*, 3(3), 447-456.

- Yunus, M., Islawati, I., & Auliah, A. (2025). Analysis of Learning Outcome Indicator Completion through Verification of Concept Maps and Mind Maps in the Discovery Learning Model. *Formosa Journal of Science and Technology*, 4(1), 489-500.
- Zhang, Y., Liu, W., & Wang, C. (2023). *Project-Based Learning* in environmental chemistry education: Promoting collaborative learning and sustainability awareness. *Innovations in Education and Teaching International*, 60(2), 173–185. <https://doi.org/10.1080/17518253.2023.2183781>