



Analisis Kemampuan Komunikasi dan Kolaborasi Mahasiswa Pada Pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis ESD Materi Metode Ilmiah

Kurniahtunnisa^{1*}, Aufa Maulida Fitrianingrum², Maria Yasinta Manuel³

^{1,3}Jurusan Pendidikan IPA, Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, dan Kebumian, Universitas Negeri Manado

²Program Studi Fisika, Fakultas Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, dan Kebumian, Universitas Negeri Manado

*e-mail: kurniahtunnisa@unima.ac.id

Abstrak. Komunikasi dan kolaborasi adalah dua elemen penting yang memungkinkan peserta didik meraih hasil optimal dalam proses pembelajaran pada abad ke-21. Oleh karena itu, perlu dirancang pembelajaran yang dapat membekali peserta didik dengan keterampilan tersebut agar mampu terus mengembangkan dirinya di abad ke-21. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa pada penerapan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD). Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen dengan desain *one-group posttest-only design* yang dilakukan pada mahasiswa Pendidikan IPA semester I Tahun Akademik 2023/2024 yang berjumlah 21 orang. Data kemampuan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa diperoleh melalui observasi dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi mahasiswa berada pada kategori tinggi dengan skor rata-rata 0,73 dan kemampuan kolaborasi mahasiswa berada pada kategori tinggi dengan skor rata-rata 0,79. Hasil dari penelitian ini mengindikasikan bahwa model *Problem Based Learning* berbasis ESD efektif untuk melatih kemampuan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa.

Kata kunci: kemampuan komunikasi, kemampuan kolaborasi, ESD, PBL

Abstract. Communication and collaboration are two essential elements that enable learners to achieve optimal results in the learning process in the 21st century. Therefore, it is necessary to design learning that can equip students with these skills in order to be able to continue developing themselves in the 21st century. This study aims to analyze students' communication and collaboration skills in the application of Problem-Based Learning (PBL) based on Education for Sustainable Development (ESD). This research is a quasi-experimental study with a one-group posttest-only design conducted on 21 science education students in the first semester of the academic year 2023/2024. Data on students' communication and collaboration skills were obtained through observation and analyzed descriptively. The results showed that students' communication skills were in the high category with an average score of 0.73, and students' collaboration skills were in the high category with an average score of 0.79. The results of this study indicate that the ESD-based Problem-Based Learning model is effective for training students' communication and collaboration skills.

Keywords: communication skills, collaboration skills, ESD, PBL

Diterima 13 Desember 2023 | Disetujui 30 Desember 2023 | Diterbitkan 31 Desember 2023

PENDAHULUAN

Dalam era abad ke-21, pendidikan diharapkan bisa membekali peserta didik

dengan keterampilan yang relevan untuk menghadapi tantangan zaman. Di antara keterampilan tersebut, terdapat empat

komponen utama yang disebut sebagai keterampilan 4C yaitu berpikir kritis dan pemecahan masalah, komunikasi, kolaborasi, serta kreativitas dan inovasi (Partnership for 21st Century Skills, 2017). Menghadapi kompleksitas abad ke-21 memerlukan keseimbangan antara kemampuan berpikir kritis dan kreatif serta keterampilan komunikasi dan kolaborasi (Trilling & Fadel, 2009).

Komunikasi dan kolaborasi adalah dua elemen penting yang memungkinkan peserta didik meraih hasil optimal dalam proses pembelajaran. Kemampuan untuk mengomunikasikan ide-ide secara jelas, serta bekerja secara efisien dalam sebuah tim menjadi penunjang utama peningkatan kualitas pembelajaran. Komunikasi mencakup keterampilan untuk secara jelas dan persuasif mengartikulasikan pemikiran baik secara lisan maupun tertulis, menyampaikan perintah dengan jelas, dan memotivasi orang lain melalui kemampuan berbicara. Dalam konteks ini, kolaborasi mencerminkan lebih dari sekadar kerja sama. Seperti yang dinyatakan oleh Greenstein (2012). Kolaborasi melibatkan belajar untuk merancang dan bekerja sama, mempertimbangkan perspektif yang berbeda, dan berpartisipasi dalam diskusi dengan mendengarkan dan mendukung orang lain. Studi yang dilakukan oleh para peneliti mengungkapkan bahwa pembelajaran kolaboratif tidak terbentuk secara spontan. Untuk mewujudkannya, diperlukan rencana pengajaran yang matang dan efektif yang dapat memfasilitasi proses tersebut sehingga perlu dilatihkan dalam proses pembelajaran (Pang, Lau, Seah, Ceong, & Low, 2018). Peserta didik yang baik dalam komunikasi dan kolaborasi cenderung lebih aktif dalam proses pembelajaran dan terampil dalam melakukan analisis berbasis bukti dari berbagai sumber informasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kesiapan kerja lulusan sarjana (Angraini, Murisal, & Ardias, 2021)

Namun, menurut *Global Graduate Employability Survey*, terdapat kesenjangan antara ekspektasi dan

realitas di lapangan. Survei tersebut menunjukkan bahwa sebanyak 40% perekrut berpendapat bahwa lulusan baru memiliki kekurangan dalam aspek komunikasi dan kerja tim. Survei yang dilakukan oleh NACE (*National Association of Colleges and Employers*) pada tahun 2015 menunjukkan bahwa keterampilan berkomunikasi memiliki peran yang sangat penting di dunia kerja. Penilaian ini didasarkan pada survei terhadap 450 pimpinan, di mana keterampilan berkomunikasi mendapat skor 4,89 dari skala 5, menunjukkan pentingnya keterampilan ini di tempat kerja (National Association of Colleges and Employers, 2015).

Sebagai solusi untuk permasalahan tersebut, pendekatan pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) dapat diintegrasikan dalam proses pembelajaran IPA. PBL mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis dan bekerja secara kolaboratif dalam menyelesaikan permasalahan yang relevan dengan materi pembelajaran IPA. Pembelajaran PBL dapat diintegrasikan dengan *Education for Sustainable Development* (ESD) (Steinemann, 2003). Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) adalah metode yang menggabungkan konsep-konsep dan strategi pembangunan berkelanjutan dalam proses belajar mengajar. ESD esensialnya adalah bentuk pendidikan yang dirancang untuk menyediakan pengetahuan, keterampilan, perilaku, dan nilai-nilai yang diperlukan bagi semua peserta didik untuk membantu membangun masa depan yang berkelanjutan. Pembelajaran ESD melibatkan topik-topik seperti perubahan iklim, pelestarian keanekaragaman hayati, mengurangi risiko bencana alam, dan persamaan hak-hak sosial (Rahmawati, Roshayanti, Nugroho, & Hayat, 2021).

Menerapkan ESD dalam kerangka PBL pada konteks pendidikan sains bukan hanya memungkinkan peserta didik untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan materi sains, tetapi juga membantu mereka menyadari dampak dan konsekuensi dari tindakan mereka terhadap lingkungan, kesejahteraan

sosial, dan aspek ekonomi (Cörvers, Wiek, Kraker, Lang, & Martens, 2016). Metode ini memfasilitasi mereka untuk berkolaborasi dan berkomunikasi dalam menciptakan solusi yang memungkinkan keberlanjutan dan inklusi.

Dengan PBL yang berbasis ESD, isu-isu pembangunan berkelanjutan menjadi unsur yang tak terpisahkan dari pendekatan pembelajaran. Melalui PBL, peserta didik diarahkan untuk bekerja sama, berkomunikasi, menganalisis, dan menghasilkan solusi berkelanjutan untuk masalah yang konkret. Sehingga, metode ini dapat menjadi instrumen efektif untuk mengatasi kelemahan dalam keterampilan komunikasi dan kolaborasi siswa, disamping itu juga memotivasi mereka untuk berpartisipasi dalam upaya pembangunan berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa pada penerapan pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis ESD.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen dengan desain *one-group posttest-only design*. Populasi penelitian adalah mahasiswa Pendidikan IPA semester I Tahun Akademik 2023/2024 Universitas Negeri Manado yang berjumlah 21 orang. Penelitian ini menerapkan teknik purposive sampling, dengan melibatkan semua individu dalam populasi sebagai sampel. Variabel bebas dari penelitian adalah penerapan pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis ESD pada materi Metode Ilmiah. Setiap kelompok mendapatkan kasus yang berbe-beda yaitu pencemaran air, pencemaran tanah, pemanasan global, pembuangan sampah, serta faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dikaitkan dengan konsep ESD (lingkungan, social, dan ekonomi). Variabel yang diukur adalah kemampuan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa yang diperoleh melalui lembar observasi yang diobservasi oleh dua observer. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Indikator kemampuan komunikasi dan kolaborasi berdasarkan *Buck Institute for*

Education yang telah dimodifikasi (BIE, 2015). Data dianalisis secara deskriptif menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Skor} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}}$$

Skor yang diperoleh kemudian ditafsirkan dalam bentuk kalimat seperti yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase lembar observasi kemampuan komunikasi dan kolaborasi

Skor	Kriteria
$0,80 \leq x < 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq x < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq x < 0,60$	Sedang
$0,20 \leq x < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq x < 0,20$	Sangat Rendah

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa siswa memiliki kemampuan komunikasi dan kolaborasi yang tinggi jika mendapatkan skor hasil tes lebih dari atau sama dengan 0,60.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis ESD ditentukan berdasarkan hasil observasi terhadap kemampuan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa. Data observasi kemampuan komunikasi mahasiswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kemampuan komunikasi

Aspek Penilaian Komunikasi	Obs. 1	Obs. 2	Rata-Rata	Kriteria
Penjelasan ide dan informasi	0,73	0,83	0,78	Tinggi
Organisasi Mendengarkan secara efektif	0,65	0,62	0,63	Tinggi
Respon terhadap pertanyaan	0,69	0,67	0,69	Tinggi
Memanfaatkan banyak media dan teknologi	0,78	0,76	0,77	Tinggi
Rata-rata	0,76	0,79	0,77	Tinggi
			0,73	Tinggi

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa secara keseluruhan siswa mendapatkan skor kemampuan komunikasi yang lebih dari 0,60. Sehingga rata-rata kemampuan komunikasi mahasiswa untuk keseluruhan aspek berada pada kategori tinggi dengan skor rata-rata 0,73. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran PBL berbasis ESD efektif melatih kemampuan komunikasi mahasiswa pada materi Metode Ilmiah dengan topik permasalahan nyata dalam kehidupan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani (2022); Rizal & Fitriza (2021); & Setyawan, Shofiyah, Dimlatika, Sakti, & Susilo (2021) yang mengatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat melatih kemampuan komunikasi dan kolaborasi siswa. Li, Wang, Zhu, Zhu, & Sun, (2019); Singer, Montgomery, & Schmoll (2020) juga menegaskan bahwa bekerja dalam kelompok dalam lingkungan belajar yang nyata membantu peserta didik meningkatkan kemampuan komunikasi dan kolaborasi peserta didik. Hal ini dibuktikan dengan kriteria berikut.

1. Mahasiswa dapat menjelaskan ide dan informasi secara efektif. Berdasarkan hasil observasi, mahasiswa dapat menjelaskan informasi secara jelas dan logis, memilih informasi yang tepat dan akurat serta mudah dipahami oleh siswa lain. Hal ini dapat dilihat dari proses interaksi dua arah yang terjadi. Disamping itu juga mahasiswa diarahkan untuk mengidentifikasi aspek-aspek Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD) yang dapat dilakukan agar mahasiswa merasa memiliki gagasan dan andil dalam memecahkan permasalahan yang terjadi disekitar. Titik awal pembelajaran haruslah permasalahan dunia nyata dalam konteks keberlanjutan (Riess, Martin, Mischo, Kotthoff, & Waltner, 2022). Dalam pembelajaran PBL berbasis ESD, kemampuan komunikasi mahasiswa terlatih melalui penyampaian ide-ide dan informasi tentang topik yang spesifik dan beragam kepada anggota tim. Hal ini didukung oleh (Maridi,

Suciati, & Mawar Permata, 2019) yang menegaskan bahwa PBL dapat meningkatkan komunikasi lisan dan tertulis peserta didik.

2. Mahasiswa merancang organisasi kelompok dengan baik. Berdasarkan hasil observasi mampu memilih hal-hal penting untuk dipresentasikan. Mahasiswa mampu membuat presentasi yang jelas dan menarik serta setiap kelompok membagi pembagian tugas presentasi antar anggota kelompok dengan baik sehingga dapat memajemen waktu dengan baik. Selain itu juga, mahasiswa mendiskusikan permasalahan yang sering ditemui dalam kehidupan sehingga mahasiswa lebih termotivasi dalam memecahkan permasalahan tersebut. Hal ini didukung oleh Burmeister & Eilks (2012) yang mengatakan bahwa pembelajaran berbasis ESD pada materi Plastik sangat memotivasi peserta didik.
3. Mahasiswa mampu mendengarkan secara efektif untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam. Ketika setiap grup diberi kasus yang berbeda, itu mendorong siswa untuk mempelajari dan memahami data yang relevan dengan situasi yang mereka hadapi dan juga memahami materi yang dipresentasikan oleh kelompok lain. Komunikasi peserta didik menjadi lebih baik saat mereka mendiskusikan tentang berbagai topik kepada rekan sekelompok atau kelompok lain.
4. Mahasiswa mampu merespon pertanyaan dengan baik. Berdasarkan hasil observasi, setelah melakukan diskusi melalui model PBL berbasis ESD mahasiswa dapat menjawab pertanyaan dengan jelas dan tepat. Hal ini menyiratkan bahwa proses pembelajaran yang dilalui oleh mahasiswa telah berhasil membantu mereka memahami materi dengan baik, berpikir secara kritis, dan berkomunikasi efektif.
5. Mahasiswa menggunakan banyak media dan teknologi ketika mendiskusikan dan mempresentasikan permasalahan secara efektif. Mahasiswa telah memanfaatkan

berbagai media dan teknologi serta memahami cara mengevaluasi keefektifan dan pengaruhnya. Namun, masih ada beberapa mahasiswa yang belum mengintegrasikan media ini dalam proses belajar mereka dengan maksimal. Mahasiswa tersebut cenderung mencari informasi dari blogspot ataupun website yang belum tentu valid. Mereka merasa bahwa informasi yang tertera di blogspot yang ada sudah cukup untuk kebutuhan belajar mereka saat ini.

Dalam penerapan metode Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), mahasiswa mengambil inisiatif untuk membentuk kelompok-kelompok belajar dan berusaha menemukan problematika yang terdapat pada skenario kasus yang disajikan. Kolaborasi antar peserta didik dalam menelusuri materi yang relevan menjadi strategi utama dalam penyelesaian masalah tersebut. Sesi diskusi yang berlangsung tidak hanya menjadi ajang berbagi gagasan dan pendapat mereka; peserta didik juga saling berargumentasi demi meraih kesimpulan atas pertanyaan yang belum terpecahkan. Proses interaktif tersebut memberikan dua manfaat besar: yang pertama adalah peningkatan kemampuan berkomunikasi dan yang kedua, pengetahuan mereka menjadi lebih beragam serta mendalam. Namun masih ditemukan beberapa siswa yang kurang percaya diri dalam menyampaikan ide. Hal ini disebabkan siswa kurang mampu menguasai materi sehingga kurang percaya diri saat menyampaikan idenya (Triana, Anggraito, & Ridlo, 2020).

Efektivitas pembelajaran PBL berbasis ESD juga diukur berdasarkan kemampuan kolaborasi mahasiswa. Data observasi kemampuan kolaborasi mahasiswa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata kemampuan kolaborasi

Aspek Penilaian Kolaborasi	Obs. 1	Obs. 2	Rata-Rata	Kriteria
Membawa tanggung	0,84	0,81	0,83	Tinggi

Aspek Penilaian Kolaborasi	Obs. 1	Obs. 2	Rata-Rata	Kriteria
jawab untuk diri sendiri				
Fleksibilitas dan kesediaan membantu dalam diskusi	0,71	0,71	0,71	Tinggi
Menghormati orang lain	0,76	0,78	0,78	Tinggi
Bekerja sebagai satu tim	0,81	0,87	0,84	Tinggi
Rata-rata			0,79	Tinggi

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa secara keseluruhan siswa mendapatkan skor kemampuan kolaborasi yang lebih dari 0,60. Sehingga rata-rata kemampuan kolaborasi mahasiswa untuk seluruh aspek berada pada kategori tinggi dengan skor rata-rata 0,79. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran PBL berbasis ESD efektif melatih kemampuan kolaborasi mahasiswa. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Masrurroh & Arif (2021) yang membuktikan bahwa terdapat ada perbedaan signifikan efektivitas antara penggunaan model *problem based learning* melalui pendekatan *Science Education for Sustainability* dengan model konvensional dalam meningkatkan kemampuan kolaborasi peserta didik IPA kelas VIII di SMP Negeri 4 Ponorogo. Penelitian yang dilakukan oleh Ariyanto, Munoto, Muslim, & Muhaji (2019); Palupi, Ermawati, Prayitno, & Hartatik (2023) mengatakan bahwa kolaboratif *Problem Based Learning* dapat mengembangkan keterampilan kerja peserta didik baik secara individu maupun tim. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Aspidanel, Jalmo, & Yolida (2019); Fitriyani, Jalmo, & Yolida (2019) yang mengatakan bahwa penggunaan model PBL dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi dan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Hal ini juga dibuktikan dengan kriteria berikut.

1. Mahasiswa mampu membawa tanggung jawab untuk diri sendiri. Hal

ini dapat terjadi karena sistem pembagian kelompok dan topik permasalahan secara acak sehingga mahasiswa merasa bertanggung jawab untuk menyelesaikan permasalahan yang telah didapatkan. Setiap orang mencari informasi dan mendiskusikan ide dengan tim tanpa harus diingatkan. Selain itu juga dapat dilihat dari mahasiswa menerima masukan dan antusias dalam mendiskusikan solusi permasalahan nyata yang diberikan. Hal ini sejalan dengan Nabila, Tapilouw, & Sucahyo (2023) yang menegaskan bahwa peserta didik merasa antusias dalam pembelajaran ESD materi Sanitasi dan Air Bersih.

2. Fleksibilitas dan kesediaan membantu dalam diskusi untuk mencapai tujuan bersama. Berdasarkan pengamatan oleh observer, mahasiswa telah mampu mendengarkan gagasan dan menunjukkan diskusi yang memungkinkan kelompok mencapai tujuan bersama dengan mendapatkan nilai yang baik. Siswa yang bekerja dalam kelompok akan didorong atau dituntut untuk bekerja sama dalam suatu tugas dan berkolaborasi untuk menyelesaikannya, sehingga mereka bergantung satu sama lain untuk mencapai hasil yang baik (Kurniahtunnisa, Anggraito, Ridlo, & Harahap, 2023).
3. Setiap mahasiswa menghormati mahasiswa lainnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa model PBL mendorong rasa hormat antar siswa. Ini mencakup menghargai persepsi dan pandangan orang lain, mempedulikan ide dan pendapat orang lain, dan menghindari perilaku yang merugikan anggota tim lainnya. Berdasarkan hasil observasi, mahasiswa memberikan tanggapan dan sanggahan yang baik selama berkolaborasi dengan anggota kelompok maupun kelompok lainnya.
4. Mahasiswa bekerja sebagai satu tim. Hal ini dapat dilihat dari anggota tim terlibat secara aktif dalam proses penyelesaian masalah. Hal ini dapat terjadi karena dalam pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis ESD mahasiswa diarahkan untuk belajar

dalam kelompok-kelompok kecil dan berkolaborasi dengan kelompok lain maupun dosen untuk memecahkan kasus yang diberikan. Hal ini didukung oleh Susetyarini, Nurohman, & Husamah (2022) yang menegaskan bahwa belajar secara berkelompok melalui PBL dapat meningkatkan kemampuan komunikasi, kolaborasi, kemampuan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa.

Kolaborasi antar anggota kelompok merupakan komponen krusial dalam proses Pembelajaran Berbasis Masalah. Namun, mengintegrasikan aspek ini ke dalam desain pengalaman peserta didik dalam pembelajaran bisa menimbulkan tantangan tersendiri (Zhu & Zhang, 2023). Beberapa kendala yang terjadi yaitu sebagian peserta didik tidak berpartisipasi secara aktif dalam proses diskusi dan presentasi. Hal ini terjadi karena hanya beberapa anggota kelompok yang berkontribusi besar selama fase belajar. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Lipson, Epstein, Bras, & Hodges, 2007) yang mengatakan bahwa kendala yang sering muncul dalam aktivitas kelompok adalah adanya anggota yang kurang memberikan partisipasi penting dalam pencapaian tujuan bersama.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa *Problem Based Learning* berbasis *educational for sustainable development (ESD)* pada materi Metode Ilmiah efektif untuk melatih kemampuan komunikasi dan kolaborasi mahasiswa pada materi Metode Ilmiah. Hal ini dibuktikan dengan rata-rata skor perolehan keterampilan komunikasi dan kolaborasi berada pada kategori tinggi. Rekomendasi untuk peneliti selanjutnya yaitu mempelajari lebih lanjut efektivitas model PBL berbasis ESD pada sikap dan keputusan peserta didik yang berkaitan dengan keberlanjutan serta penggunaan sumber daya.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, D. I., Murisal, & Ardias, W. S. (2021). Pengaruh Keterampilan Komunikasi terhadap Kesiapan Kerja Lulusan Sarjana Sumatera Barat. *Jurnal Psikologi Islam*, 12(1), 84–100.
- Ariyanto, S. R., Munoto, Muslim, S., & Muhaji. (2019). Collaborative Problem-Based Learning Models Implementation in Vocational High Schools. In *1st Vocational Education International Conference (VEIC 2019)* (pp. 238-245). Atlantis Press.
- Aspridanel, A., Jalmo, T., & Yolida, B. (2019). Penggunaan Model Discovery Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi dan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Bioterdidik*, 7(2), 103–111.
- Boss, S., Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2013). *PBL for 21st century success: Teaching critical thinking, collaboration, communication, and creativity*. Buck Institute for Education.
- BIE. (2015). *PBL for 21st Century Success: Teaching Critical Thinking, Collaboration, Communication, and Creativity. How to use the 4Cs Rubrics*. Diakses dari http://bie.org/blog/how_to_use_the_4c_s_rubrics
- Burmeister, M., & Eilks, I. (2012). An example of learning about plastics and their evaluation as a contribution to Education for Sustainable Development in secondary school chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 93–102.
- Cörvers, R., Wiek, A., Kraker, J. De, Lang, D. J., & Martens, P. (2016). Problem-Based and Project-based Learning for Sustainable Development. In *Sustainability Science*, 349–358.
- Fitriyani, D., Jalmo, T., Yolida Pendidikan Biologi, B., Lampung, U., & Soemantri Brodjonegoro No, J. (2019). Penggunaan Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Dan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Bioterdidik*, 7(3).
- Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skill: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Corwin A Sage Company.
- Kurniahtunnisa, K., Anggraito, Y. U., Ridlo, S., & Harahap, F. (2023). STEM-PjBL Learning: The Impacts on Students' Critical Thinking, Creative Thinking, Communication, and Collaboration Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5007–5015.
- Li, Y., Wang, X., Zhu, X. rui, Zhu, Y. xin, & Sun, J. (2019). Effectiveness of problem-based learning on the professional communication competencies of nursing students and nurses: A systematic review. *Nurse Education in Practice*, 37(April), 45–55.
- Lipson, A., Epstein, A. W., Bras, R., & Hodges, K. (2007). Students' Perceptions of Terrascope, a Project-based Freshman Learning Community. *Journal of Science Education and Technology*, 16(4), 349–364.
- Maridi, Suciati, & Mawar Permata, B. (2019). Peningkatan keterampilan komunikasi lisan dan tulisan melalui model pembelajaran pada siswa kelas X SMA. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2), 182–188.
- Masrurroh, L., & Arif, S. (2021). Efektivitas Model Problem Based Learning Melalui Pendekatan Science Education for Sustainability dalam Meningkatkan Kemampuan Kolaborasi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(2), 179–188.
- Nabila, N., Tapilouw, M. C., & Sucahyo, S. (2023). Biology learning innovation in the water pollution sub material based on sustainable development goals (SDGs) using the problem-based learning. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 5(3), 297.
- National Association of Colleges and Employers. (2015). *Job Outlook 2015: Attributes Employers Want to See on New College Graduates' Resumes*. Diakses dari <https://www.nacweb.org/about-us/press/2014/attributes-college-graduates-resumes/>
- Oktaviani, R. N. (2022). Implementasi

- Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Berbasis Lesson Study Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Dan Kolaborasi Mahasiswa Pada Mata Kuliah Perencanaan Pembelajaran Di Sd. *ELSE (Elementary School Education Journal): Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 6(2), 257.
- Palupi, I. D. R., Ermawati, Prayitno, I. M., & Hartatik, R. N. (2023). Improving Collaboration Skills through Problem Based Learning in Elementary School Mathematics. *Proceedings of International Conference on Teacher Profession Education Yogyakarta, July*, 772–782.
- Pang, C., Lau, J., Seah, C. P., Cheong, L., & Low, A. (2018). Socially challenged collaborative learning of secondary school students in Singapore. *Education Sciences*, 8(1).
- Partnership for 21st Century Skills. (2017). *The 4Cs: Skills for Today Research Series. Battelle for Kids*. Diakses dari <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>
- Rahmawati, S., Roshayanti, F., Nugroho, A. S., & Hayat, M. S. (2021). Potensi implementasi Education for Sustainable Development (ESD) dalam pembelajaran IPA di MTs Nahdlatul Ulama Mranggen Kabupaten Demak. *Jurnal Kualita Pendidikan*, 2(1), 15–27.
- Riess, W., Martin, M., Mischo, C., Kotthoff, H. G., & Waltner, E. M. (2022). How Can Education for Sustainable Development (ESD) Be Effectively Implemented in Teaching and Learning? An Analysis of Educational Science Recommendations of Methods and Procedures to Promote ESD Goals. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7).
- Rizal, N., & Fitriza, Z. (2021). Deskripsi Keterampilan Komunikasi dan Kolaborasi Siswa SMA pada Pembelajaran Titrasi Asam-Basa dengan Model Inkuiri Terbimbing dan Berbasis Masalah. *Edukimia*, 3(1), 031–037.
- Setyawan, D., Shofiyah, A., Dimlantika, T. I., Sakti, Y. T., & Susilo, H. (2021). Implementation of problem-based learning model through lesson study on student communication skills. *AIP Conference Proceedings*, 2330(March).
- Singer, A., Montgomery, G., & Schmoll, S. (2020). How to foster the formation of STEM identity: studying diversity in an authentic learning environment. *International Journal of STEM Education*, 7(1).
- Steinemann, A. (2003). Implementing sustainable development through problem-based learning: Pedagogy and practice. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 129(4), 216–224.
- Susetyarini, E., Nurohman, E., & Husamah, H. (2022). Analysis of Students' Collaborative, Communication, Critical Thinking, and Creative Abilities through Problem-Based Learning. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 6(1), 33–42.
- Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness Environmental Change Learning Tools Based on STEM-Pj BL Towards Students' Collaboration and Communications Skills. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 244–249.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.
- Zhu, M., & Zhang, K. (2023). Promote collaborations in online problem-based learning in a user experience design course: Educational design research. *Education and Information Technologies*, 28(6), 7631–7649.