JPIM: Jurnal Perkembangan Ilmiah Multidisipliner
Vol. 03, No. 01, Tahun 2026, Hal. 541-553 ISSN: 3089-0128 (Online)

Pengembangan Media Pembelajaran Alat Peraga Ekosistem Mini (*Terrarium*) melalui Model *Project Based Learning* (PjBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Sains Siswa

Riska Rahmasari[1], Hadi Purwanto[2]
[1,2]Pendidikan IPA, Universitas Muhammadiyah Riau
riskarahmasari003@gmail.com[1], hadipurwanto@umri.ac.id[2]

Article Info

Article history:
Received June 26, 2026
Revised June 29, 2026
Accepted July 01, 2026

Keywords:
Project based learning, terrarium, science communication skills learning, systematic literatur revuew

ABSTRACT

This research examines how effective the Project Based Learning (PjBL) approach is, when combined with miniature ecosystem teaching tools (terrariums), at strengthening students' ability to communicate scientific ideas. A qualitative descriptive design guided by Systematic Literature Review (SLR) procedures was applied to 25 published studies 15 drawn from accredited domestic journals and 10 from established international outlets. Each article was processed through three stages: locating relevant sources, screening them against inclusion criteria, and synthesizing findings tied to the research focus. Across the reviewed literature, PjBL repeatedly emerged as a strong driver of stronger science communication, particularly in how students articulate scientific reasoning, employ discipline-specific vocabulary, present findings, and report outcomes in an organized manner. Where terrarium-based projects were incorporated, students gained hands-on, situated learning experiences that pushed them toward more active discussion, teamwork, and richer articulation of ecological ideas. Beyond communication gains, the PjBL approach also nurtured related twenty-first-century competencies—critical thinking, teamwork, and creative problem-solving among them. Taken together, these findings point to PjBL paired with terrarium media as a productive strategy for cultivating active, contextually grounded, and meaningful science communication among learners.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Article Info

Article history:
Received June 26, 2026
Revised June 29, 2026
Accepted July 01, 2026

Kata kunci:
Project based learning, terrarium, science communication skills learning, systematic literatur revuew

ABSTRAK

Riset ini mengkaji sejauh mana pendekatan *Project Based Learning* (PjBL), yang dipadukan dengan alat peraga ekosistem mini berupa terrarium, mampu memperkuat kemampuan peserta didik dalam mengomunikasikan gagasan ilmiah. Desain deskriptif kualitatif dengan prosedur *Systematic Literature Review* (SLR) diterapkan pada 25 publikasi 15 berasal dari jurnal nasional terakreditasi dan 10 dari jurnal internasional yang mapan. Setiap artikel ditelaah melalui tiga tahap: penelusuran sumber relevan, penyaringan berdasarkan kriteria inklusi, dan sintesis temuan yang berkaitan dengan fokus kajian. Dari literatur yang dikaji, PjBL berulang kali tampak sebagai pendorong kuat bagi penguatan komunikasi sains, terutama dalam cara peserta didik menyusun penalaran ilmiah, menggunakan kosakata khas bidang ilmu, memaparkan temuan, dan melaporkan hasil secara terstruktur. Pada kajian yang melibatkan proyek terrarium, peserta didik memperoleh pengalaman belajar langsung dan kontekstual yang mendorong diskusi

lebih aktif, kerja tim, serta artikulasi gagasan ekologis yang lebih kaya. Selain capaian komunikasi, pendekatan PjBL juga menumbuhkan kompetensi abad ke-21 lain yang berkaitan, seperti berpikir kritis, kerja sama, dan pemecahan masalah secara kreatif. Secara keseluruhan, temuan ini mengarahkan pada simpulan bahwa PjBL yang dipadukan dengan media terrarium merupakan strategi yang produktif untuk menumbuhkan komunikasi sains yang aktif, kontekstual, dan bermakna pada peserta didik.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:
Riska Rahmasari
Universitas Muhammadiyah Riau
Email: riskarahmasari003@gmail.com

PENDAHULUAN

Arah kurikulum masa kini bertumpu pada pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pusat proses belajar (*student-centered learning*), selaras dengan tuntutan keterampilan abad ke-21 (Fatah, 2023). Tuntutan tersebut menjadikan kecakapan berkomunikasi sebagai salah satu hal yang wajib dikuasai di sekolah, mengingat komunikasi pada dasarnya adalah peristiwa sosial yang muncul setiap kali manusia saling berinteraksi (Khoiri & Putri, 2020).

Barelson dan Steiner mendefinisikan komunikasi sebagai mekanisme penyampaian informasi, gagasan, perasaan, maupun keahlian melalui symbol baik berupa kata, gambar, maupun angka (Hidayat & Puspitasari, 2022). Sayangnya, sejumlah temuan penelitian memperlihatkan bahwa kemampuan komunikasi siswa jenjang SMP masih berada pada level yang belum memadai. Salah satu jalan keluar yang banyak diusulkan untuk mengatasi kondisi ini adalah penerapan model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) (Undari et al., 2023).

Model ini dikenal mampu membangkitkan motivasi belajar sekaligus mengasah soft skills dan hard skills peserta didik, sebab pembelajarannya dibingkai dengan persoalan-persoalan yang dekat dengan kondisi nyata (Aminuddin et al., 2024). Ciri khas kerja proyek dalam PjBL terletak pada tuntutan bagi peserta didik untuk berkolaborasi dan berkomunikasi ketika mencari jalan keluar atas permasalahan proyek yang dihadapi (Fauzizah & Kurniawan, 2023). Tidak sedikit kajian terdahulu yang melaporkan bahwa penerapan PjBL berkontribusi nyata terhadap peningkatan kemampuan komunikasi siswa (Wiranata et al., 2025)

Salah satu terobosan yang dapat memperkaya proses pembelajaran adalah penggunaan media yang lebih atraktif dan interaktif, salah satunya terrarium mini (Agung et al., 2022). Melalui terrarium, peserta didik berkesempatan mendalami konsep ekosistem secara lebih konkret lewat pengalaman langsung (Safitri & Ulfa, 2025). Bertolak dari pentingnya komunikasi sains sebagai kompetensi abad ke-21, serta peluang yang ditawarkan oleh perpaduan PjBL dan media Alat Peraga Ekosistem Mini (terrarium), kajian ini diarahkan untuk menganalisis dan

mensintesis berbagai penelitian terkait pengembangan dan penerapan media terrarium berbasis PjBL dalam pembelajaran IPA.

Metode

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif kualitatif dengan prosedur *Systematic Literature Review* (SLR), digunakan untuk menelusuri sejumlah penelitian yang membahas pengembangan media Alat Peraga Ekosistem Mini (*terrarium*) dalam kerangka *Project Based Learning* (PjBL) sebagai strategi penguatan komunikasi sains siswa. Data bersumber dari 25 artikel, terdiri atas 15 artikel dari jurnal nasional terakreditasi dan 10 artikel dari jurnal internasional bereputasi. Pengumpulan data dilakukan dengan menelaah setiap artikel yang lolos kriteria inklusi secara sistematis, mencakup identifikasi masalah penelitian, tujuan kajian, metode yang dipakai, temuan utama, hingga rekomendasi yang diberikan masing-masing sumber.

Hasil

Tabel 1. Rekapitulasi Analisis Hasil Artikel dari 25 Artikel Terpilih yang Terdiri dari 15 Jurnal Nasional dan 10 Jurnal Internasional

No.	Penulis/Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Amir Fatah (2023)	Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Atau *Project Base Learning* (PJBL) Melalui Poster Kreatif Dalam Pembelajaran Daring Materi Pemanasan Global Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Ilmiah	Penelitian ini menunjukkan Pembuatan poster kreatif dalam kerangka *Project Based Learning* (PjBL) pada materi pemanasan global terbukti mendongkrak keterampilan komunikasi ilmiah siswa. Tahapan pelaksanaannya mencakup identifikasi masalah, perencanaan proyek, penyusunan produk secara kelompok, hingga presentasi dan evaluasi akhir. Karena penilaian mencakup ranah pengetahuan sekaligus keterampilan, suasana belajar daring menjadi lebih hidup dan membuka ruang bagi siswa untuk mengasah komunikasi secara lebih optimal.
2.	Aminuddin et al. (2024)	Analisis Keterampilan Komunikasi Ilmiah Siswa SMA Melalui Pembelajaran *Project Based Learning* pada Materi Energi Alternaltif	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Berdasarkan observasi dan tes LKPD yang diolah secara deskriptif, keterampilan komunikasi ilmiah siswa tergolong cukup baik. Penggunaan istilah ilmiah menjadi indikator dengan capaian tertinggi (80%), sementara indikator lain berkisar pada 60%. Penerapan PjBL pada kesempatan ini juga terbukti menumbuhkan kemandirian belajar, kerja sama, dan kemampuan memecahkan masalah selama proses pembelajaran berlangsung.
3.	Hidayat & Puspitasari	Penerapan Model Pembelajran	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Uji-t terhadap keterampilan komunikasi antara kelas

	(2022)	*Project Based Learning* (Pjbl) Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa Sekolah Dasar	eksperimen dan kelas kontrol menghasilkan signifikansi 0,000 (<0,05), menandakan adanya perbedaan yang nyata di antara keduanya. Nilai N-gain memperkuat temuan ini: kelas yang menerapkan PjBL mencapai kategori sedang, sedangkan kelas kontrol hanya berada pada kategori rendah. Ini menegaskan keunggulan PJBL dibandingkan pembelajaran konvensional dalam mendongkrak komunikasi siswa.
4.	Wijarini et al. (2025)	*Students' collaboration skills and communication skills through research mini project learning*	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Tiga siklus pembelajaran berbasis proyek mini riset menunjukkan tren kenaikan keterampilan kolaboratif mahasiswa, dari 64,18% (U1) ke 75,58% (U2) hingga 81,36% (U3), seluruhnya berkategori kuat. Sejalan dengan itu, skor komunikasi turut naik dari 75,8 menjadi 79,5 lalu 83, bergerak dari kategori terampil ke sangat terampil. Ini mengindikasikan bahwa pendekatan proyek mini riset efektif mendorong kolaborasi dan komunikasi secara bertahap.
5.	Putri & Ardi (2023)	*Meta-analysis*: menilai peningkatan keterampilan komunikasi melalui pendekatan pembelajaran *discovery, problem- based, dan project-based*	Kajian literatur terhadap 15 jurnal memperlihatkan bahwa *discovery learning, problem-based learning*, maupun *project-based learning* sama-sama berkontribusi positif terhadap keterampilan komunikasi peserta didik. Karena ketiganya konsisten memberi dampak yang serupa, ketiga model tersebut dapat dipandang sebagai pilihan strategi yang setara untuk diterapkan dalam upaya meningkatkan kemampuan komunikasi.
6.	Khoiri & Putri (2020)	Pengaruh Model *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Komunikasi Peserta Didik di SMA Negeri 3 Pati	Penelitian ini menunjukkan bahwa data kedua kelas berdistribusi normal (uji Liliefors) dan homogen (uji Bartlett), uji t lanjutan menghasilkan thitung 4,39 yang melampaui ttabel 1,994, sehingga H0 ditolak. Artinya, PJBL berpengaruh signifikan terhadap komunikasi siswa; kelas eksperimen bahkan unggul atas kelas kontrol baik dari sisi komunikasi maupun kognitif, mengukuhkan efektivitas PJBL dibanding metode konvensional.
7.	Fauzizah et al. (2023)	Pengembangan E-Booklet Interaktif Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Sains Peserta Didik	Penelitian ini menunjukkan bahwa E-booklet interaktif berbasis PJBL dirancang untuk mendukung pembelajaran yang lebih luwes dan menarik melalui pemanfaatan *smartphone*. Uji ahli mengonfirmasi bahwa produk ini valid, praktis menurut respons peserta didik, dan efektif berdasarkan *paired sample* t-test sehingga e-booklet tersebut layak dipakai untuk mengasah komunikasi sains siswa.

8.	Undari et al. (2023)	Pengaruh Penerapan Model Pjbl (*Project-Based Learning*) terhadap Keterampilan Abad 21	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Telaah deskriptif atas 17 artikel mengenai PjBL mengonfirmasi konsistensinya dalam mendorong keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, komunikasi, kreativitas, dan kolaborasi. Model ini mendorong siswa menghasilkan produk proyek lewat proses berpikir kritis-kreatif sekaligus membangun kerja sama yang solid, dan terbukti dapat diterapkan lintas jenjang maupun mata pelajaran.
9.	Wulandari et al. (2019)	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Keterampilan Komunikasi Ilmiah Mahasiswa	Hasil penelitian ini menunjukkan Uji validitas dan reliabilitas terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan menghasilkan kategori layak dengan reliabilitas tinggi. Skor validitas RPP, LKM, dan lembar penilaian masing-masing mencapai 4, 3,9, dan 3,5, sementara nilai *Percentage of Agreement*-nya 0,986, 0,960, dan 0,860 — sehingga seluruh perangkat dinyatakan siap digunakan untuk pembelajaran komunikasi ilmiah mahasiswa.
10.	Wiranata et al. (2025)	Efektivitas Model Pjbl dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Sains Siswa Sekolah Menengah Islam Al Amin Islamic School, Terengganu, Malaysia	Penelitian ini menunjukkan bahwa Penerapan PJBL berhasil meningkatkan keterampilan komunikasi sains peserta didik di seluruh indikator yang diukur yaitu kejelasan suara naik dari 45% ke 80%, tata bahasa dari 30% ke 60%, kontak mata dari 38% ke 75%, dan kemampuan menyampaikan informasi dari 40% ke 70%. Selain dampak pada komunikasi, hasil belajar IPA siswa turut terdongkrak, ini menegaskan bahwa pembelajaran berbasis proyek menciptakan iklim belajar yang lebih aktif.
11.	Kusuma & Tyas (2025)	*Promoting Creative Thinking and Communication Skills Through Project- Based Science Learning on Nutritional Exploration of Traditional Indonesian Foods*	Penelitian ini menunjukkan bahwa PjBL berbasis etnosains terbukti berdampak positif terhadap kemampuan berpikir kreatif sekaligus komunikasi siswa, sebagaimana dikonfirmasi melalui analisis Partial Eta Square. Pada materi makanan tradisional Legomoro, proyek etnosains ini mengasah kemampuan siswa bertukar gagasan, menyampaikan ide, dan menuntaskan masalah secara kolaboratif lewat diskusi dan kerja kelompok.
12.	Sintia et al., (2025)	Penerapan Pembelajaran *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berkomunikasi Peserta Didik SMP dalam	Penelitian ini menunjukkan bahwa keterlibatan aktif, kerja sama, dan penuntasan proyek kontekstual menjadi kunci efektivitas PjBL dalam mengasah komunikasi siswa SMP. Siswa dilatih menyampaikan ide, berdiskusi, dan presentasi dengan percaya diri sehingga

		Pembelajaran di Kelas	komunikasi akademik-sosialnya berkembang; meski demikian, kendala seperti keterbatasan waktu, minimnya pelatihan guru, dan kesulitan merancang proyek yang sesuai karakteristik siswa tetap muncul sehingga dukungan guru, sekolah, dan orang tua menjadi krusial agar PJBL dapat optimal membentuk siswa yang komunikatif, kreatif, kolaboratif, dan kritis.
13.	Marhaeni & Sudiana (2022)	Proyek Terarium dalam Peningkatan Keterampilan Proses IPA Siswa SMP	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Uji-t sampel berpasangan (SPSS 22) pada pembelajaran berbasis proyek terarium menghasilkan t hitung -8,47 dengan signifikansi (2-tailed) <0,05, sehingga H0 ditolak. Ini berarti keterampilan proses IPA siswa meningkat signifikan setelah perlakuan tampak pada aspek komunikasi, perencanaan percobaan, pengamatan, dan interpretasi capaian yang juga ditopang oleh kepiawaian guru mengelola pembelajaran berbasis proyek.
14.	Safitri & Ulfa (2025)	Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Pembuatan Terarium (Ekosistem Mini) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Ekosistem Kelas X Mas Al-Washliyah 26 Tinokkah	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa analisis data melalui *Independent sample t-test*, didahului statistik deskriptif dan uji prasyarat, membuktikan PJBL berbantuan *terrarium* lebih unggul dibanding pembelajaran konvensional. Kemampuan berpikir kritis peserta didik meningkat signifikan tercermin dari aktivitas belajar yang lebih aktif, analitis, dan reflektif saat memahami materi ekosistem sekaligus menegaskan kontribusi PJBL terhadap keterampilan abad 21 seperti kolaborasi dan pemecahan masalah.
15.	Makkadafi & Turista (2025)	Pembelajaran Berbasis Proyek Berbentuk Terarium dalam Botani Tingkat Rendah: Persepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi (*Project-Based Learning in the Form of a Terrarium in Lower Botany: Perceptions of Biology Education Students*)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh Kuesioner skala Likert lima poin yang dianalisis deskriptif mengungkap bahwa 88,6% mahasiswa puas dengan penerapan PjBL, terutama karena tahapan pembelajarannya dinilai menarik. Pada pembelajaran botani tingkat rendah PJBL terbukti memperkuat pemahaman konsep, minat belajar, dan keterampilan praktikum sehingga direkomendasikan untuk diterapkan pada mata kuliah sejenis demi peningkatan kualitas dan hasil belajar.
16.	Saenab et al., (2018)	*Project-based Learning as the Atmoshphere for Promoting Students' Communication Skills*	Penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan skor rata-rata rubrik komunikasi serta hasil kuesioner menegaskan bahwa PJBL signifikan mengangkat komunikasi siswa hingga ke kategori sangat tinggi. Meski aspek presentasi masih menjadi titik lemah, proyek yang kontekstual dan berbasis masalah nyata

			membantu siswa memahami konsep secara lebih baik, sekaligus mengasah kemampuan memahami, mengolah, dan menyampaikan informasi dari berbagai sumber.
17.	Saldo & Walag (2022)	*Utilizing Problem-Based and Project-Based Learning in Developing Students' Communication and Collaboration Skills in Physics*	Penelitian ini menunjukkan bahwa Pembelajaran berbasis masalah dan berbasis proyek sama-sama meningkatkan komunikasi dan kolaborasi siswa, sebagaimana terkonfirmasi lewat uji t berpasangan dan ANCOVA pada taraf 0,05. Karena tidak ditemukan perbedaan signifikan antarkedua model, keduanya dinilai setara efektifnya sebuah indikasi bahwa pendekatan berbasis inkuiri secara umum mampu mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21.
18.	Priyatni & As'ari, (2019)	*Project-Based Learning Paper: Learning Model To Develop 4cs (Critical and Creative Thinking, Collaboration and Communication Skills)*	Penelitian ini menunjukkan Model PJBL PAPER dirancang untuk pelatihan guru dalam mengasah keterampilan 4C berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Lima tahapan utamanya mulai identifikasi isu hingga pelaporan hasil proyek mengintegrasikan keterampilan 4C di tiap Langkah sehingga guru lebih mudah memahami dan menerapkannya model ini pun berpeluang menjadi strategi efektif peningkatan kompetensi guru di era abad ke-21.
19.	Benlaghris & Ouahidi, (2024)	The impact of mobile-assisted project-based learning on developing EFL students' speaking skills	Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Perpaduan *Mobile Assisted Language Learning* (MALL) dan PBL terbukti mengasah keterampilan berbicara siswa EFL dengan peningkatan pada kelancaran, koherensi, kosakata, tata bahasa, dan pengucapan. Respons kuesioner Likert 5 poin pun positif; pembelajaran berbantuan perangkat seluler ini dinilai lebih inovatif, berpusat pada siswa, dan menyenangkan sehingga turut mendongkrak motivasi, kreativitas, kemandirian, dan keterlibatan siswa dalam belajar bahasa.
20.	Putri & Hidayat (2019)	*The effectiveness of project-based learning on students' communication skills in science*	Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Kegiatan proyek dalam PjBL membuka lebih banyak ruang bagi siswa untuk berkolaborasi, berdiskusi, dan menyampaikan ide baik lisan maupun tertulis, sehingga komunikasi mereka terasah. Di luar itu, PJBL turut menumbuhkan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan kemandirian belajar menjadikannya alternatif pembelajaran yang mampu mengangkat kualitas proses sekaligus hasil belajar siswa.

21.	Solida & Amir (2023)	*Implementation Of Project-Basedd Learning In Improving Crtical Thinking Skills And Communication Skills Of Public Health Student*	Penelitian ini menunjukkan bahwa dibandingkan pembelajaran konvensional, PjBL unggul dalam mengasah berpikir kritis dan komunikasi mahasiswa, dengan capaian tertinggi pada kelas yang menerapkannya. Uji statistik mengonfirmasi perbedaan ini secara signifikan (p=0,002 untuk berpikir kritis; p=0,004 untuk komunikasi, keduanya <0,05) bukti bahwa keterlibatan aktif mahasiswa dalam proyek mampu mengembangkan kedua kemampuan tersebut secara optimal.
22.	Chheun, et al. (2024)	*The Ecosystem STEM Education Learning Activity: Terrarium and Aquarium Model*	Penelitian ini menunjukkan bahwa terarium dan akuarium sebagai model ekosistem terbukti efektif membantu siswa memahami konsep ekologi secara konkret. Lewat observasi dan pembuatan model, siswa mempelajari interaksi komponen biotik-abiotik serta aliran energi sekaligus mengasah kerja sama, kepemimpinan, kemampuan meneliti, dan berpikir kritis termasuk menumbuhkan kepedulian terhadap pelestarian lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam.
23.	Halip et al. (2025)	*Aqua Flora Smart Terrarium: A Self-Sustaining Internet of Things (IoT)-based Terrarium for Smart Ecosystem Management*	Penelitian ini menunjukkan bahwa Smart IoT *Terrarium* mengandalkan integrasi sensor, mikrokontroler, dan aktuator untuk mengelola suhu, kelembapan udara-tanah, serta intensitas cahaya secara otomatis dan *real-time*. Penambahan modul kamera dan teknologi AI memperkuat sistem lewat pemantauan visual, analisis kesehatan tanaman, dan deteksi dini gangguan ekosistem mini. namun konektivitas antarperangkat IoT ini juga membuka celah keamanan, sehingga proteksi siber yang ketat diperlukan untuk mencegah akses tidak sah yang dapat mengubah kondisi cahaya atau kelembapan.
24.	Rahayu, et al. (2021)	*Development of Collaboration and Communication Skills Assessment Tools Based on Project Based Learning in Improving High School Students the Soft Skills*	Hasil studi ini menunjukkan bahwa Survei terhadap 20 guru melalui Google Form, dianalisis secara deskriptif persentase, menunjukkan respons positif terhadap efektivitas PBL dalam mengasah *soft skill* siswa, terutama kolaborasi dan komunikasi. Seluruh responden sepakat akan perlunya instrumen penilaian khusus untuk kedua keterampilan ini, meski sekitar 75% guru masih mengandalkan penilaian lisan ketimbang penilaian afektif yang terstruktur sehingga pengembangan instrumen penilaian yang lebih sistematis menjadi kebutuhan mendesak.

25.	Vargas et al. (2020)	*Impact of Project-Based Learning on Networking and Communications Competences*	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa analisis data menggunakan Kombinasi tabel kontingensi, grafik batang, dan uji Mann-Whitney U (diolah dengan Excel 2016 dan SPSS 25) membuktikan PjBL berpengaruh positif-signifikan terhadap kompetensi jaringan dan komunikasi mahasiswa Teknik. Signifikansi 0,000 (<0,05) serta nilai Z pada beberapa aspek (-4,488; -4,748; -3,975; -3,533) menegaskan adanya perbedaan nyata; PjBL juga terbukti mengasah kemampuan memecahkan masalah, implementasi konvergensi, dan administrasi jaringan secara menyeluruh.

Pembahasan

Hasil analisis terhadap 25 artikel penelitian memperlihatkan pola yang konsisten: PjBL menempatkan kerja kelompok sebagai inti pembelajaran, baik di dalam maupun di luar kelas, sehingga peserta didik terdorong melatih komunikasi secara mandiri bersama teman sebaya. Karakter pendekatan ini terletak pada penyelesaian tugas terstruktur secara kolektif, yang membuat proses belajar bergeser menjadi lebih aktif dan berpusat pada siswa lewat kerja sama serta penemuan kooperatif. Dalam praktiknya, siswa memanfaatkan beragam sumber belajar, berdiskusi dalam kelompok, menyusun bahan presentasi, lalu memaparkan temuan mereka di depan kelas rangkaian aktivitas yang membiasakan siswa berinteraksi lebih intens, bertukar gagasan, dan mengasah komunikasi secara sistematis sekaligus kolaboratif (Khoiri & Putri, 2020)

Model *Project Based Learning* (PjBL) mampu meningkatkan berbagai keterampilan peserta didik, seperti komunikasi, berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi dalam proses pembelajaran. PjBL mendukung pengembangan kreativitas siswa karena mendorong mereka untuk menghasilkan gagasan baru serta menerapkannya dalam pemecahan masalah melalui proses berpikir kritis dan kreatif. Selain itu, model ini juga membiasakan peserta didik untuk bekerja sama secara efektif dan berkomunikasi dalam kelompok selama proses pengerjaan proyek. Melalui kegiatan tersebut, siswa dapat menghasilkan produk dari proyek yang dikerjakan sekaligus mengembangkan kemampuan kerja sama, komunikasi, dan pemecahan masalah secara terpadu (Undari et al., 2023). Seluruh peserta didik terlibat secara aktif dalam pengembangan komunikasi ilmiah (*scientific communication*). Mereka mencari informasi terkait pengertian, penyebab, dan dampak pemanasan global dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar seperti buku, jurnal, dan artikel. Selanjutnya, peserta didik melakukan proses kognitif dengan menghubungkan berbagai informasi yang diperoleh untuk membentuk struktur pengetahuan baru yang lebih relevan. Melalui kegiatan ini, siswa juga mengembangkan keterampilan dalam menggali informasi secara ilmiah (*scientific retrieval*)(Fatah, 2023).

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) mendorong peserta didik untuk bekerja sama dalam kelompok sehingga lebih mudah dalam memecahkan masalah serta

merancang dan menyelesaikan proyek yang diberikan. Selain itu, PjBL juga membuat peserta didik lebih tertarik dan percaya diri dalam mempresentasikan hasil proyek yang telah dikerjakan. Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menyatakan bahwa tugas proyek dapat meningkatkan semangat dan minat belajar peserta didik, sehingga berdampak pada hasil belajar yang lebih optimal. PjBL juga mampu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah yang kompleks serta meningkatkan keterampilan komunikasi melalui aktivitas kerja kelompok yang aktif dan kolaboratif. Proses ini menciptakan sinergi yang memperkuat pemahaman terhadap tujuan pembelajaran, sehingga keterampilan komunikasi sains peserta didik yang awalnya rendah dapat mengalami peningkatan (Fauzizah & Kurniawan, 2023).

Pembelajaran berbasis proyek dengan kegiatan terrarium pada materi ekosistem dan lingkungan secara signifikan memberikan pengaruh terutama pada aspek komunikasi peserta didik. Selain itu, konsep yang telah dipelajari diwujudkan dalam bentuk pengerjaan proyek, sehingga siswa dapat mengalami proses pembelajaran yang lebih bermakna melalui konstruksi pengetahuan mereka sendiri (Agung et al., 2022) Pada proyek *terrarium* yang berfokus pada materi ekosistem dan lingkungan, dampak signifikan paling terasa pada aspek komunikasi peserta didik. Konsep yang dipelajari diterjemahkan langsung ke dalam pengerjaan proyek, sehingga siswa membangun pemahaman lewat konstruksi pengetahuannya sendiri mulai dari mengamati komponen ekosistem, mengidentifikasi masalah, merancang solusi, hingga menganalisis hasil pengamatan secara langsung (Safitri & Ulfa, 2025). Dari segi indikator, penggunaan istilah ilmiah menjadi capaian tertinggi (80%), sementara penyusunan topik ilmiah, penyampaian fenomena alam secara spesifik, dan representasi temuan masing-masing bertengger di angka 60% (Aminuddin et al., 2024). .

Meski demikian, keberhasilan penerapan PjBL tidak lepas dari sejumlah faktor penentu, seperti keterbatasan waktu, kesenjangan kemampuan antarpeserta didik, dan kesiapan guru merancang proyek yang kontekstual. Karena itu, peran guru menjadi penentu utama mulai dari mengelola pembelajaran, memfasilitasi kolaborasi, hingga membangun lingkungan belajar yang kondusif bagi komunikasi sains.

Secara umum, sintesis dari 25 artikel ini mengarah pada satu simpulan: PjBL yang dipadukan dengan media terrarium merupakan pendekatan yang efektif mengasah komunikasi sains peserta didik, sekaligus turut menumbuhkan keterampilan abad ke-21 berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan pemecahan masalah lewat pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan bermakna.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian terhadap 25 artikel yang dianalisis, mengarahkan pada simpulan bahwa PjBL secara konsisten efektif mengasah komunikasi sains peserta didik di berbagai jenjang pendidikan. Lewat proyek-proyek seperti pembuatan terrarium siswa memperoleh ruang untuk mengomunikasikan konsep ilmiah melalui diskusi, presentasi, pelaporan hasil proyek, serta penggunaan istilah ilmiah secara tepat. Berbagai penelitian yang ditelaah memperlihatkan kemajuan pada indikator komunikasi sains, mulai dari kejelasan penyampaian gagasan ilmiah,

kemampuan menjelaskan hasil percobaan, hingga keberanian memaparkan temuan secara sistematis. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan instrumen penilaian komunikasi dan kolaborasi yang lebih terstruktur, karena banyak penelitian masih mengandalkan penilaian lisan serta mengeksplorasi strategi mengatasi kendala waktu, pelatihan guru, dan perancangan proyek yang kontekstual agar PJBL dapat diterapkan lebih optimal.

Daftar Pustaka

Afkarina, D., Aminuddin, H., Lesmono, A. D., & Nuraini, L. (2024). The Analisis Keterampilan Komunikasi Ilmiah Siswa SMA melalui Pembelajaran Project Based Learning pada Materi Energi Alternatif. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya (JIFP)*, *8*(2), 119-126. https://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/index

Bandara, A. I., Halip, N. M., Purnshatman, T., Yusoff, N. M., & Halip, M. H. M. (2025). AquaFlora Smart Terrarium: A Self-Sustaining Internet of Things (IoT)-based Terrarium for Smart Ecosystem Management. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, *9*(4), 1765-1772. https://www.joiv.org/index.php/joiv

Benlaghrissi, H., & Ouahidi, L. M. (2024). The impact of mobile-assisted project-based learning on developing EFL students' speaking skills. *Smart Learning Environments*, *11*(1), 18. https://link.springer.com/article/10.1186/s40561-024-00303-y

Castro-Vargas, C., Cabana-Caceres, M., & Andrade-Arenas, L. (2020). Impact of project-based learning on networking and communications competences. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *11*(9).

Dwi, I. G. A. A. N., & Sudiana, I. M. (2022). Proyek Terarium dalam Peningkatan Keterampilan Proses IPA Siswa SMP. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, *5*(8), 2756-2761. https://doi.org/10.54371/jiip.v9i5

Fatah, A. (2023). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek atau Project Base Learning (PJBL) melalui poster kreatif dalam pembelajaran daring materi pemanasan global untuk meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah. *Amerta Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, *3*(2), 45-54. https://ejournal.amertamedia.co.id/index.php/amerta/article/view/151

Fauzizah, L., Sriyono, S., & Kurniawan, E. S. (2023). Pengembangan e-booklet interaktif berbasis project based learning (pjbl) untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, *4*(2), 71-80. https://doi.org/10.37729/jips.v4i2.3568

Hidayat, S., & Puspitasari, D. R. (2022). Penerapan Model Pembelajran Project Based Learning (Pjbl) Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa Sekolah Dasar. *Journal of Innovation in Primary Education*, *1*(2), 192-199. https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/eduprime

Khoiri, N., & Putri, M. I. T. (2020). Pengaruh model project based learning terhadap keterampilan komunikasi peserta didik di SMA Negeri 3 Pati. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *11*(2), 172-178. https://journal.upgris.ac.id/index.php/JP2F

Kusuma, R. B., & Tyas, R. A. Promoting Creative Thinking and Communication Skills Through Project-Based Science Learning on Nutritional Exploration of Traditional Indonesian Foods. *Journal of Science Learning*, *8*(3). https://ejournal.upi.edu/index.php/jslearning/article/view/261

Makkadafi, S. P., & Turista, D. D. R. (2025). Pembelajaran Berbasis Proyek Berbentuk Terarium Dalam Botani Tingkat Rendah: Persepsi Mahasiswa Pendidikan Biologi: Project-Based Learning in the Form of a Terrarium in Lower Botany: Perceptions of Biology Education Students. *BIODIK*, *11*(03), 570-575. https://online-journal.unja.ac.id/biodik

Ol, K. S., Chheun, S., Phon, S., Proeung, S., Mul, S., Doem, D., ... & Rom, N. (2024). The Ecosystem STEM Education Learning Activity: Terrarium and Aquarium Model. *Asia Research Network Journal of Education*, *4*(1), 16-23. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/arnje/article/view/264818

Priyatni, E. T., & As'ari, A. R. (2019, August). Project-based learning paper: Learning model to develop 4CS:(critical and creative thinking, collaboration and communication skills). In *1st International Conference on Education Social Sciences and Humanities (ICESSHum 2019)* (pp. 441-448). Atlantis Press. https://www.atlantis-press.com/proceedings/icesshum-19/125914681

Putri, S. U., & Hidayat, S. (2019, October). The effectiveness of project-based learning on students' communication skills in science. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1318, No. 1, p. 012006). IOP Publishing. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1318/1/012006/meta

Putri, W. N., & Ardi, A. (2023). Meta-analysis: menilai peningkatan keterampilan komunikasi melalui pendekatan pembelajaran discovery, problem-based, dan project-based. *JRTI (Jurnal Riset Tindakan Indonesia)*, *8*(2), 223-233. https://jrti.eloracenter.org/jrti

Rahayu, S. M., Rosidin, U., & Herlina, K. (2021, April). Development of collaboration and communication skills assessment tools based on project based learning in improving high school students the soft skills. In *International Conference on Educational Assessment and Policy (ICEAP 2020)* (pp. 163-166). Atlantis Press. https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Saenab, S., Yunus, S. R., Saleh, A. R., Virninda, A. N., & Sofyan, N. A. (2018, June). Project-based learning as the atmoshphere for promoting students' communication skills. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1028, No. 1, p. 012026). IOP Publishing. https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/1028/1

Safitri, B., & Ulfa, S. W. (2025). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Pembuatan Terarium (Ekosistem Mini) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Ekosistem Kelas X Mas Al-Washliyah 26 Tinokkah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, *13*(3), 2076-2085. https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/bioscientist

Saldo, I. J. (2020). Utilizing problem-based and project-based learning in developing students' communication and collaboration skills in physics. *American Journal of Educational Research*. https://pubs.sciepub.com/education/8/5/1/

Sintia, H., & Safitri, D. (2025). Penerapan Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berkomunikasi Peserta Didik SMP dalam Pembelajaran di Kelas. *JIMAD: Jurnal Ilmiah Mutiara Pendidikan*, *3*(2), 78-93. https://jurnal.tiga-mutiara.com/index.php/jimad

Solida, A., & Amir, A. (2023). Implementation of project-basedd learning in improving crtical thinking skills and communication skills of public health students. *LITERACY: International Scientific Journals of Social, Education, Humanities*, *2*(1), 193-206. https://doi.org/10.56910/literacy.v2i1.558

Undari, M., Darmansyah, D., & Desyandri, D. (2023). Pengaruh penerapan model PJBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan abad 21. *Journal Tunas Bangsa*, *10*(1), 25-33. https://ejournal.bbg.ac.id/tunasbangsa

Wijarini, F., Ibrahim, I., & Nursia, N. (2025). Students' collaboration skills and communication skills through research mini project learning. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, *7*(3), 500-509. https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/bino/article/view/22704

Wiranata, H. A., Purwanto, H., Sholihat, N., Vilmala, B. K. (2025). Efektivitas Model PJBL dalam Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Sains Siswa Sekolah Menengah Islam Al Amin Islamic School, Terengganu, Malaysia. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan.* https://doi.org/10.31539/bioedusains.v8i3.15287

Wulandari, F. E., Rohmah, J., & Astutik, Y. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Keterampilan Komunikasi Ilmiah Mahasiswa: Development of Project-Based Learning Tools for Students' Scientific Communication Skills. *Proceedings of The ICECRS*, *2*(1), 261-264. https://doi.org/10.21070/picecrs.v2i1.2438