

## Kolaborasi Mikrobiologi Pangan dalam Pendidikan Biologi untuk Mendukung Implementasi Sustainable Development Goals (SDGs)

### (Food Microbiology Collaboration in Biology Education to Support the Implementation of Sustainable Development Goals (SDGs))

**Yahmi Ira Setyaningrum**

S1 Ilmu Gizi, Institut Teknologi Kesehatan Malang Widya Cipta Husada Malang,  
Malang-Jawa Timur

\*E-mail: yahmiirasetyaningrum@gmail.com

**Abstrak:** Kolaborasi antara mikrobiologi pangan dengan pendidikan biologi merupakan upaya untuk mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam ketahanan pangan (SDG 2), kesehatan yang baik (SDG 3) dan pendidikan yang berkualitas (SDG 4). Kolaborasi bertujuan untuk meningkatkan keamanan pangan, kualitas mikrobiologi, dan dampaknya terhadap kesehatan manusia. Strategi pembelajaran berbasis masalah (*Problem-Based Learning*) dan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*), yang didukung oleh teknologi informasi (TI) merupakan upaya untuk mendukung SDGs. Penggunaan platform e-learning, praktik laboratorium, serta aplikasi pembelajaran interaktif memungkinkan mahasiswa untuk mengakses materi, data, dan riset terbaru dalam mikrobiologi pangan dan gizi secara fleksibel dan efektif. Strategi pembelajaran ini, kolaborasi antara mikrobiologi, pangan, dan gizi dalam pendidikan biologi dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan menghasilkan lulusan yang siap berkontribusi pada pencapaian SDGs, khususnya dalam bidang gizi, kesehatan dan pangan.

**Kata Kunci:** Gizi, Mikrobiologi Pangan, Pendidikan Biologi, SDGs

**Abstract:** Collaboration between food microbiology and biology education is an effort to support the Sustainable Development Goals (SDGs) in food security (SDG 2), good health (SDG 3) and quality education (SDG 4). Collaboration aims to improve food safety, microbiology quality, and its impact on human health. Problem-Based Learning and Project-Based Learning strategies, supported by information technology (IT) are efforts to support the SDGs. The use of e-learning platforms, laboratory practices, and interactive learning applications allow students to access the latest materials, data, and research in food and nutrition microbiology flexibly and effectively. This learning strategy, collaboration between microbiology, food, and nutrition in biology education can improve the quality of learning and produce graduates who are ready to contribute to achieving the SDGs, especially in the fields of nutrition, health and food.

**Keywords:** Nutritions, Food Microbiology, Biology Educations, SDGs

## PENDAHULUAN

SDGs (*Sustainable Development Goals*) merupakan komitmen global untuk mensejahterakan manusia yang hendak dicapai pada Tahun 2030 yang dideklarasikan oleh PBB dengan 17 Tujuan (United Nations, 2024). SDGs memiliki payung hukum di Indonesia, melalui Peraturan Presiden No 111/2022 tentang Pelaksanaan Pencapaian

TPB/SDGs, Peraturan Menteri Peraturan Menteri No 7 Tahun 2018 tentang Rencana Aksi Nasional (Kementerian PPN/Bappenas, 2024). Fokus upaya pencapaian SGD dalam artikel ini yaitu ketahanan pangan (SDG 2), kesehatan yang baik (SDG 3) dan pendidikan yang berkualitas (SDG 4). SDG 2 bertujuan agar tidak ada lagi kelaparan melalui upaya meningkatkan ketahanan pangan, perbaikan gizi dan mengurangi kerusakan pangan. SDG 3 bertujuan untuk menciptakan kehidupan yang sehat dan sejahtera, dengan indikator berkurangnya prevalensi berbagai penyakit yang menular maupun yang tidak menular. SDG 4 bertujuan mewujudkan pendidikan yang berkualitas, dengan indikator meningkatnya literasi sains, literasi teknologi informasi dan komunikasi. Upaya pencapaian SDG 2, 3, dan 4 dalam perkuliahan mikrobiologi pangan perlu diimplementasikan melalui integrasi dengan pendidikan biologi.

Mikrobiologi pangan merupakan salah satu mata kuliah untuk mahasiswa S1 Ilmu Gizi. Kompetensi yang harus dicapai mahasiswa berdasarkan kurikulum antara lain jenis dan morfologi mikroba, fisiologi, pertumbuhan dan metabolisme mikroba, persyaratan hidup mikroba, kerusakan pangan oleh mikroba, perbaikan mutu pangan oleh mikroba dan uji kualitatif dan kuantitatif mikroba pada produk pangan (Nissa *et al.*, 2018). Kompetensi ini terintegrasi dan merupakan irisan dari pendidikan biologi. Mikrobiologi merupakan cabang dari ilmu biologi yang mempelajari tentang mikroorganisme, mulai dari jenis, karakter morfologi dan fisiologi, metabolisme, pertumbuhan dan persyaratan hidup mikroba (Campbell *et al.*, 2010).

Mikroba dapat meningkatkan mutu pangan melalui proses fermentasi yang menghasilkan minuman prebiotik (Jonathan *et al.*, 2022), nata siwalan (Kirana *et al.*, 2016), nata de coco (Saati *et al.*, 2021). Minuman prebiotik terbukti menyehatkan usus halus dan mengobati berbagai alergi (Azizah, 2022). Selain meningkatkan mutu, beberapa mikroba juga menyebabkan penurunan mutu seperti kerusakan pada produk pangan sehingga tidak layak konsumsi, bahkan menghasilkan toksin yang menyebabkan keracunan dan bersifat patogen (Rorong & Wilar, 2020). Mutu bahan pangan juga dapat ditentukan berdasarkan jumlah dan kehadiran mikroba dalam bahan pangan melalui teknik kuantitatif dan kualitatif (Sofyan, 2023). Materi perbaikan mutu pangan, kerusakan dan uji mikroba dalam produk pangan mendukung pencapaian dan SDG 2 (ketahanan pangan), SDG 3 (kesehatan). Oleh karenanya diperlukan kolaborasi dengan pendidikan biologi untuk menciptakan pendidikan berkualitas dalam mata kuliah mikrobiologi pangan agar mahasiswa lebih siap untuk berkontribusi di bidang pangan dan gizi secara berkelanjutan.

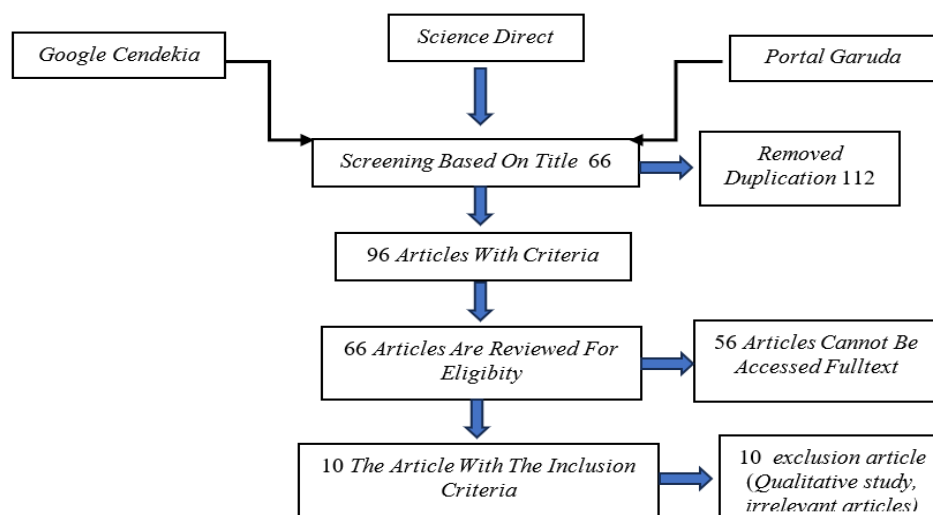
Pendidikan yang berkualitas akan dapat tercapai, jika tantangan dapat teratasi. Tantangan yang menjadi isu utama antara lain kurangnya inovasi literasi digital (Shanka Resia *et al.*, 2024), kurangnya keterampilan berfikir kritis, komunikasi dan penalaran (Jumrodah *et al.*, 2021), pembelajaran bersifat teoritis sehingga kurangnya keterampilan praktis yang dibutuhkan untuk kehidupan nyata dan dunia kerja. Hal ini senada dengan hasil studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti di S1 Ilmu Gizi Institut Teknologi Kesehatan Malang Widya Cipta Husada (ITKM WCH) selama perkuliahan mikrobiologi pangan semester genap tahun 2023/2024 yang menunjukkan mahasiswa kurang mampu berfikir kritis dan menerapkan materi kuliah dalam kehidupan nyata, bahkan mengaplikasikannya dalam dunia kerja. Selama observasi peneliti menjumpai metode yang digunakan juga kurang bervariasi, tercantum pada RPS hanya menggunakan metode kuliah, diskusi, *Small Group Discussion* (SGD) serta praktikum. Berdasarkan hal tersebut

perlu alternatif strategi pembelajaran yang mampu meningkatkan keterampilan berfikir kritis dan menghubungkan dengan situasi autentik.

Alternatif solusi yang ditawarkan dalam artikel ini melalui penerapan strategi pembelajaran inovatif seperti pembelajaran berbasis masalah (PBL) dan berbasis proyek (PjBL), serta pemanfaatan teknologi untuk mendukung pembelajaran inovatif yang telah dibuktikan dalam penelitian sebelumnya. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis integrasi mikrobiologi pangan dengan pendidikan biologi melalui pendekatan *Problem-Based Learning (PBL)* dan *Project-Based Learning (PjBL)* yang didukung teknologi informasi, guna meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang keamanan pangan, kualitas mikrobiologi, dan dampaknya terhadap kesehatan manusia.

### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini tergolong penelitian literatur review dengan metode *Mixed Methods Systematic Review (MMSR)*. Waktu penelitian bulan Agustus-Desember 2024. Prosedur penelitian dengan mengumpulkan literatur dari *search engine* google scholar, science direct dan portal garuda untuk memberikan data kualitatif dan kuantitatif yang akan digunakan untuk sintesis bukti yang komprehensif. Teknik pengumpulan data menggunakan analisis literatur yang berupa studi empiris dan studi teoritis digunakan untuk mengidentifikasi integrasi mikrobiologi pangan dengan pendidikan biologi untuk mahasiswa Ilmu Gizi. Pada penelitian menggunakan jurnal 66 jurnal, tetapi yang dianalisis hanya 10 jurnal yang dipublikasikan mulai tahun 2014 sampai 2024. Alasan pemilihan 10 artikel, karena telah memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan berdasarkan relevansi topik, metode, dan kualitas jurnal. Kriteria eksklusi akan mengakibatkan jurnal dieliminasi karena data redundan, metodologi yang tidak sesuai, keterbatasan waktu dan sumber daya, sehingga sampel kurang representatif. Kata kunci pencarian untuk PCC (*Problem, Concept and Context*) untuk masing masing data base antara lain strategi pembelajaran berbasis masalah (*Problem-Based Learning/PBL*), pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning/PjBL*), teknologi informasi (TI), platform e-learning, pembelajaran interaktif, SDGs. Teknik analisis data secara kualitatif oleh peneliti yang dirumuskan dalam diagram alir yang tercantum pada Gambar 1.



**Gambar 1. Diagram Alir Literatur Review**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompetensi yang harus dipenuhi di Abad 21 antara lain kreatifitas, berpikir kritis, *problem solving*, komunikasi, kerjasama, pembentukan karakter melalui kearifan lokal, literasi sains (Damayanti, 2024). Keterampilan literasi sains dapat ditingkatkan melalui penguatan konsep sains yang diaplikasikan dalam kehidupan nyata, sehingga *Problem Based Learning* (PBL) sebagai solusinya (Hidayati *et al.*, 2019). Hal ini didukung dari konsep empat pilar pendidikan UNESCO bahwa belajar tidak hanya sekedar untuk mengetahui (*learning to know*), tetapi perlu dilakukan suatu tindakan yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan nyata bahkan dunia kerja (*learning to be*), belajar dilakukan untuk hidup bersama dengan kerja sama yang saling tergantung bukan berkompetisi (*learning to live together*), belajar dengan melakukan (*learning to do*) dan belajar untuk bertransformasi menjadi pribadi yang lebih baik dan bermasyarakat (Pongtambing *et al.*, 2024). Berdasarkan hal tersebut kolaborasi antar berbagai multidisiplin ilmu diperlukan agar mencapai pendidikan berkualitas, sesuai tuntutan abad 21. Kolaborasi antara berbagai multidisiplin ilmu diperlukan untuk mencapai target SDGs yang sudah dicanangkan oleh PBB dan pemerintah Republik Indonesia.

Kolaborasi dalam artikel ini dibatasi pada integrasi mikrobiologi pangan dengan pendidikan biologi dalam hal metode pembelajaran dan aplikasi teknologi informasi dalam perkuliahan. Metode pembelajaran yang dipilih untuk meningkatkan kualitas pendidikan, dalam rangka memenuhi kompetensi Abad 21 yaitu PBL dan PjBL (*Project Based Learning*). PBL dan PjBL merupakan metode pembelajaran yang berpusat pada siswa dan menyenangkan (Jayawardana & Gita, 2020; Pujiastuti, 2016; Jumrodah *et al.*, 2021). PBL dan PjBL juga merupakan solusi untuk merubah paradigma bahwa pembelajaran biologi hanya pelajaran hafalan, penuh dengan teori yang hanya tekstual di buku (Jayawardana & Gita, 2020). Begitupun materi pada mata kuliah mikrobiologi yang materinya jenis dan morfologi mikroba juga hanya dianggap materi hafalan saja. Hal ini perlu dicarikan solusinya melalui pembelajaran yang dapat menciptakan situasi autentik bahwa jenis dan morfologi mikroba ada dalam bahan pangan yang sehari hari kita temukan dan konsumsi.

PBL merupakan suatu metode pembelajaran yang memanfaatkan permasalahan autentik sebagai pemicu dalam proses pembelajaran (Hidayati *et al.*, 2019). Tahapan PBL antara lain mengenalkan masalah, mengorganisasi untuk belajar, membimbing investigasi, menyajikan hasil, serta menganalisis dan mengevaluasi proses (Setiawan, 2022). PBL merupakan pembelajaran yang menyajikan masalah kontekstual untuk merangsang mahasiswa bekerja dalam kelompok dan mencari solusi secara sistematis (Yeyendra *et al.*, 2024). PBL menciptakan situasi autentik yang bermakna sebagai landasan investigasi untuk menyelesaikan masalah bagi mahasiswa (Ayu dan Fajariningtyas, 2022). Proses pemecahan masalah berbasis situasi autentik membutuhkan kerjasama dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Khalil *et al.*, 2024). Kemampuan berpikir tingkat tinggi perlu didukung argumentasi dengan bukti sumber yang valid dan relevan, sehingga mampu meningkatkan kemampuan berargumentasi juga (Khalil *et al.*, 2024). PBL memang terbukti mampu memecahkan masalah dalam proses pembelajaran, tetapi untuk luaran dalam bentuk produk nyata juga diperlukan agar menciptakan pembelajaran yang autentik dan nyata. Solusi alternatif untuk mengatasi hal tersebut melalui *Project Based Learning* (PjBL).

PjBL merupakan proses pembelajaran yang melibatkan proyek dengan lima

tahapan: *Reflection, Research, Discovery, Application, dan Communication*, dengan dosen sebagai fasilitator dan penilai. (Nurtamara *et al.*, 2023). PjBL merupakan salah satu pembelajaran kooperatif yang berfokus mengerjakan proyek dalam artian *learning by doing*, sehingga efektif dalam meningkatkan ranah kognitif, afektif dan psikomotorik (Hasanah, 2018). PjBL mendorong mahasiswa untuk mengelola informasi, merancang kerangka kerja secara mandiri, mendorong berkolaborasi, menghasilkan proyek, evaluasi untuk produk yang dihasilkan sehingga dapat meningkatkan kerampilan kreatif dan kolaboratif. PBL dan PjBL terbukti mampu meningkatkan kemampuan berfikir kritis, kreatif dan kolaboratif, meningkatkan literasi sains, pembelajaran konkret, membantu menjembatani teori dengan permasalahan di dunia kerja. Adapun bukti pengaruh PBL dan PjBL dalam meningkatkan kualitas pendidikan tercantum pada Tabel 1.

**Tabel 1. Penerapan PBL, PjBL dan Teknologi dalam Pendidikan Biologi**

No	Peneliti	Hasil
1	Hidayati NL dan Rachmadiarti, 2024	Pengembangan media pembelajaran E-LKPD berbasis PBL dengan tahapan 4 D ( <i>Define, Design, Development, Desiminate</i> ) mampu melatih keterampilan literasi sains dan menggunakan teknologi
2	Damayanti, 2024	Pengembangan E Book dengan kearifan lokal untuk mendukung SDGs berbasis PjBL membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, kreatifitas dan pemecahan masalah
3	Nurtamara <i>et al.</i> , 2023 dan Paat, 2022	Prmbelajaran PjBL dan PBL mata kuliah biologi mampu meningkatkan hasil belajar mahasiswa
4	Yeyendra, Mellisa, Hajar, Puspitasari, 2024	Penerapan PBL secara online yang terintegrasi dengan etnobiologi mampu meningkatkan literasi lingkungan dengan p value < 0.05 dibandingkat kelompok kontrol
5	Fajarianingtyas, 2022	Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa berbasis PBL yang telah valid mampu meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah sebesar 0,47 (kategori sedang) Pada Perkuliahan Biologi dasar.
6	Harun <i>et al.</i> , 2024	Media pembelajaran berbasis PBL perlu dikembangkan, karena 71% mahasiswa belum menemukan bahan ajar dengan kasus yang relevan pada mta kuliah mikrobiologi pangan.
7	Khalil <i>et al.</i> , 2024	Metode pembelajaran PBL berbasis <i>lesson studi</i> mampu meningkatkan keterampilan argumentasi menjadi level 3-4 secara holistik, relevan dan komprehensif
8	Fadhilah <i>et al.</i> , 2022	Integrasi pembelajaran STEM dan PBL mampu meningkatkanketerampilan berpikir ktitis mahasiswa pendidikan biologi dibandingkan kelompok kontrol
9	Hasanah, 2018	Pengembangan Modul berbasis PjBL mampu meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis
10	Magfirah, 2022	Pembelajaran PjBL mampu meningkatkan hasil belajar kognitif pada perkuliahan biologi dibandingka kontrol

Berdasarkan Tabel 1 dapat dinarasikan bahwa aplikasi teknologi informasi juga penting dilakukan untuk meningkatkan literasi digital melalui berbagai inovasi penerapan teknologi dalam perkuliahan untuk menghadapi era revolusi 4,0 (Jayawardana & Gita, 2020). Hal ini dikarenakan mahasiswa telah familiar dengan penggunaan internet dan



smartphone. Penggunaan teknologi dalam perkuliahan telah dilakukan dengan penggunaan laptop, LCD proyektor, kamera digital, sound system, dan jaringan internet (*zoom meeting/gmeeting*).

Inovasi penggunaan teknologi antara lain pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran melalui aplikasi di smartphone dengan menggunakan teknologi audio-visual dengan visualisasi yang kreatif dan menarik (Jayawardana & Gita, 2020), pengembangan laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) mahasiswa.

Penerapan PBL pada perkuliahan Mikrobiologi pangan diterapkan pada materi kerusakan bahan pangan, dengan memberikan masalah dalam kehidupan sehari-hari tentang kerusakan bahan pangan. Mahasiswa diminta melakukan analisis terkait penyebab kerusakan, akibat dan upaya mengatasinya. Pada materi perbaikan mutu pangan, dapat diterapkan metode PjBL dengan menugaskan mahasiswa membuat proyek memformulasi makanan fermentasi berbasis penelitian. Penelitian (Anggarkasih & Fatimah, 2022) telah membuktikan bahwa penerapan PjBL pada materi fermentasi telah menghasilkan aneka produk seperti dimsum, yogurt yang mampu meningkatkan minat, motivasi dan membantu mahasiswa memahami materi perkuliahan. Pada materi uji kualitatif dan kuantitatif mahasiswa dapat diarahkan untuk melakukan praktikum, yang sebelumnya teknik uji dapat ditelusuri dengan menggunakan laboratorium virtual. Hal ini bertujuan agar mahasiswa memiliki gambaran terkait teknik perhitungan jumlah sel dengan berbagai metode langsung maupun tidak langsung serta identifikasi mikroorganisme.

## **KESIMPULAN**

Integrasi antara mata kuliah mikrobiologi pangan dan pendidikan biologi sangat mungkin dan layak untuk dilakukan. Bentuk integrasi dari materi kuliah yang beririsan, metode pembelajaran dan penggunaan teknologi. Metode pembelajaran yang dapat diaplikasikan yaitu PBL, PjBj, dan praktikum virtual. Metode pembelajaran tersebut telah terbukti efektif, menyenangkan, berpusat pada siswa, serta mampu meningkatkan keterampilan yang dituntut pada Abad ke 21.

## **SARAN**

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menguji efektivitas metode pembelajaran PjBL dan PBL dalam meningkatkan kemampuan berfikir kritis, serta keterampilan lain yang dibutuhkan untuk abad 21 pada mata kuliah mikrobiologi pangan.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh peneliti yang artikelnya telah menjadi rujukan primer dalam artikel ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anggarkasih, M. G., & Fatimah, A. I. F. (2022). Penerapan Project Based Learning dalam Praktikum Teknologi Fermentasi di Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, Vol. 10, No. 2, 891. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.6241>
- Azizah, F. (2022). Literatur Review: Prebiotik dan Dermatitis Atopik Pada Anak. *Svasta*

- Harena: *Jurnal Ilmu Gizi*, 2(2), 20–29.
- Nissa, C., Setyaningrum, Y.I., Hapsari, S., Putri, N. H. (2018). *Panduan dan Pedoman Kurikulum S1 Ilmu Gizi*. LPPM STIKes WCH. Jawa Timur.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Colledge, M., Ferry, D., York, N., & Jackson, R. B. (2010). *Biology*. Erlangga. Jakarta.
- Damayanti, A. (2024). *Project-based learning e-book with Indonesian local wisdom supporting SDGs to facilitate students' bioentrepreneurship skills*. Vol. 10, No. 3, 1002–1010.
- Dyah, J. N. H. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa PBL Berorientasi Kemampuan Pemecahan Masalah Perkuliahan Biologi Dasar. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, Vol. 4, No. 2, 1–11.
- Fadhilah, N., Nurdianti, N., Anisa, A., & Wajdi, M. (2022). Integrasi STEM-Problem Based Learning melalui Daring Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, Vol. 6, No. 1, 1–10. <https://doi.org/10.24815/jipi.v6i1.22721>
- Harun, S. C., Hasruddin, H., & Sipahutar, H. (2024). Needs analysis for the development of case-based food microbiology teaching materials. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, Vol. 6, No. 1, 13–22. <https://doi.org/10.20527/bino.v6i1.15844>
- Hasanah, I. (2018). Pengembangan Modul Suhu dan Kalo Berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA/MA. *Jurnal Pendidikan (Teori Dan Praktik)*, Vol. 3, No. 2, 38–44.
- Hidayati, I. R., Pujiana, D., & Fadillah, M. (2019). Pengaruh Pendidikan Kesehatan Terhadap Pengetahuan dan Sikap Siswa Tentang Bahaya Merokok Kelas XI SMA Yayasan Wanita Kereta Api Palembang Tahun 2019 Indah. *Jurnal Kesehatan*, Vol 12, No. 2, 125–135.
- Hidayati, N., L., dan Rachmadiarti. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis PBL Sub Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Melatih Keterampilan Literasi SAINS ( Mendukung SDGS Poin 6 dan 13 ). *BioEdu*, Vol. 13, No. 3, 717–724.
- Jayawardana, H. B. A., & Gita, R. (2020). Inovasi Pembelajaran Biologi di Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi COVID-19 Gowa, September*, 58–66. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>
- Jonathan, H. A., Fitriawati, I. N., Arief, I. I., Soenarno, M. S., Mulyono, R. H., & Peternakan, F. (2022). *Fisikokimia, Mikrobiologi dan Organoleptik Yogurt Probiotik dengan Penambahan Buah merah (Pandanus conodeous L.)*. Vol. 10, No. 30, 34–41.
- Jumrodah, J., Liliarsari, S., Adisendjaja, Y. H., & Sanjaya, Y. (2021). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis pada Konsep Biota Laut menuju Pembangunan Berkelanjutan melalui Pembelajaran Berbasis Proyek. *BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, Vol. 6, No 2. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v6i2.4337>
- Kementerian PPN/Bappenas. (2024). *Kementerian PPN/Bappenas*. Konferensi Tahunan SDGs Indonesia. <https://sdgs.bappenas.go.id/>
- Khalil, M., Akbar, M. N., Ikalor, A., & Jannah, R. (2024). Implementasi PBL Berbasis Lesson Study untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi Mahasiswa. *Jurnal Pedagogi Hayati*, Vol. 8, No. 1, 12–20.

- Kirana., Hastuti, U. S., & Suarsini, E. (2016). Kajian Kualitas Nata de Nira Siwalan (*Borassus Flabelliver L*) dengan Variasi Macam Gula dalam Beberapa Konsentrasi sebagai Materi Handout Biologi Kelas XII MAN Pamekasan. *Proceeding Biology Education Conference*, Vol. 13, No. 1, 178–186.
- Magfirah, N. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning dalam Pembelajaran Biologi. *Hybrid : Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains*, Vol. 1, No. 1, 42–46. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEAR/index>
- Nurtamara, L., Ajizah, A., Prahatama Putra, A., Biologi, P., & Keguruan dan, F. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Stem-Pjbl Pada Topik Kultivasi Mikroba Mata Kuliah Mikrobiologi Bagi Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Gunung Djati Conference Series*, Vol. 30, 211–218.
- Paat, M. (2022). Implementasi Multimedia Pembelajaran Biologi Berbasis Model Pbl Melalui Google Classroom Di Jurusan Pendidikan Biologi Unima. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, Vol. 8, No. 3, 2551–2557. <https://doi.org/10.58258/jime.v8i3.3709>
- Pongtambing, Y. S., Ristiana, E., Manapa, E. S., & Sampetoding, E. A. M. (2024). Sosialisasi Upaya Revitalisasi Pendidikan Biologi Untuk Mewujudkan Sdgs Di Indonesia. *Science and Technology: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, Vol. 1, No. 2, 99–105. <https://doi.org/10.69930/scitech.v1i2.37>
- Pujiastuti, N. F. A. dan E. (2016). Kemampuan Berpikir Kritis dan Rasa Ingin Tahu melalui Model PBL. *Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri Semarang*, 525.
- Rorong, J. A., & Wilar, W. F. (2020). Keracunan Makanan Oleh Mikroba. *Techno Science Journal*, Vol. 2, No. 2, 47–60.
- Saati, E. A., Anggriani, R., & Rudiawaty, A. A. A. (2021). Kajian Pemberian Sari Kecambah Kacang Hijau (*Vigna radiata L.*) dan Sari Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas L.*) Terhadap Mutu Nata De Coco. *Food Technology and Halal Science Journal*, Vol. 4, No. 2, 208–223. <https://doi.org/10.22219/fths.v4i2.16606>
- Setiawan, I. (2022). Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning (Pbl) Dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Di. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, Vol. 4, No. 1, 12–16.
- Resia, A. S., Pamungkas P. D. J., dan Rachman I. F. (2024). Membangun Masa Depan Digital: Inovasi Literasi Remaja Tasikmalaya Dan SDGS 2030. *JURNAL INDOPEdia (Inovasi Pembelajaran dan Pendidikan)*, Vol. 2, No. 2, 366-476.
- Sofyan, O. (2023). Uji Cemaran Mikroba Dan Cemaran Logam Bolu Kukus Berbasis Pisang Ambon (*Musa acuminta Colla*) Sebagai Camilan Alternatif Pada Pasien Hipertensi. *Journal Pharmacopoeia*, Vol. 2, No. 1, 23–32. <https://doi.org/10.33088/jp.v2i1.365>
- United Nations. (2024). *Make The Sdgs A Reality*. Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/>
- Yeyendra, Mellisa, Hajar, I., Puspitasari, R. S. (2024). Model Online Problem Based Learning (e-PBL) Terintegrasi Etnoekologi untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Asatiza Jurnal Pendidikan*, Vol. 5, No. 1, 61–68.