

Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan

Volume 6 Nomor 3 Juni 2024 Halaman 2060 - 2067

<https://edukatif.org/index.php/edukatif/index>

Manual Coding: Model Pembelajaran Paling Sesuai bagi Pendidikan Biologi

Dwi Setyo Astuti✉

Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

e-mail : dsa122@ums.ac.id

Abstrak

Tuntutan keterampilan abad 21 memaksa proses pembelajaran berlangsung secara kritis, kreatif, penuh dengan kolaborasi dan aktif dalam komunikasi. *New biology* memberikan kriteria pembelajaran Biologi yang relevan dengan tuntutan abad 21, diantaranya adalah pemilihan model pembelajaran yang memberdayakan kemampuan berpikir tinggi meliputi PBL, PjBL, dan *inquiry*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model pembelajaran yang paling relevan untuk digunakan dalam pembelajaran Biologi. Subjek dalam penelitian ini adalah 20 dosen yang mengajar berbagai rumpun ilmu Biologi di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di beberapa Universitas Swasta di Jawa Tengah. Jenis penelitian adalah deskriptif kualitatif, teknik pengumpulan data berupa wawancara terbuka dan teknik analisis data menggunakan sistem *manual coding*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 60% dosen memilih menggunakan PBL dan menilai bahwa PBL paling relevan untuk pembelajaran Biologi. Sebanyak 30% menyatakan PjBL paling cocok untuk pembelajaran Biologi, serta 10% sisanya setuju bahwa model *inquiry* paling sesuai dengan karakteristik pembelajaran Biologi. Tidak ada satu model pembelajaran tertentu yang cocok untuk semua materi Biologi. Setiap materi Biologi memiliki karakteristik spesifik sehingga memerlukan penggunaan pendekatan, model dan metode pembelajaran yang berbeda pula. Namun demikian, dosen memiliki pertimbangan dan alasan tersendiri dalam pemilihan penggunaan model pembelajaran dan menganggap model tertentu menjadi yang paling ideal untuk pembelajaran Biologi.

Kata Kunci: Model Pembelajaran, Biologi, *Manual Coding*

Abstract

21st-century skills make the learning process critical, creative, full of collaboration, and active in communication. The new biology provides Biology learning criteria that are relevant to the 21st century, including the selection of learning models that empower higher thinking abilities including PBL, PjBL, and inquiry. This research aims to find out the most relevant learning model to be used in Biology learning. The subjects in this research were 20 lecturers who taught various fields of Biology at the Teacher Training and Education faculties at several Private Universities in Central Java. The research is descriptive qualitative, data is collected through interviews and data is analyzed by a manual coding system. The research results show that 60% of lecturers choose to use PBL and consider that PBL is most relevant for learning Biology. As many as 30% stated that PjBL was most suitable for learning Biology, and the remaining 10% agreed that the inquiry model was the most relevant for Biology learning. There is no particular learning model that is suitable for all Biology material. However, lecturers have their considerations and reasons for choosing to use learning models and consider certain models to be the most ideal for learning Biology.

Keywords: Learning Model, Biology, *Manual Coding*

Copyright (c) 2024 Dwi Setyo Astuti

✉ Corresponding author :

Email : dsa122@ums.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i3.6648>

ISSN 2656-8063 (Media Cetak)

ISSN 2656-8071 (Media Online)

PENDAHULUAN

Gagasan tentang pengajaran dan pembelajaran di abad ke-21 membutuhkan transformasi dalam lingkungan pendidikan dan berfokus pada 'globalisasi dan internasionalisasi. Dosen dan mahasiswa dituntut untuk memiliki keterampilan kritis untuk mencapai kesuksesan dalam lingkungan pendidikan abad ke-21. Keterampilan tersebut meliputi berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, pemecahan masalah dan kreativitas (Conradty & Bogner, 2019). Kemampuan dosen perlu dikembangkan secara profesional untuk memperoleh keterampilan pedagogi sesuai tuntutan abad 21. Dosen perlu menggunakan semua sumber daya yang diperlukan untuk membuat pengajaran dan pembelajaran menjadi relevan dan realistik sambil menggabungkan pemecahan masalah dan contoh dari dunia nyata untuk mendukung dan mempersiapkan mahasiswa menghadapi masa depan (Cunningham et al., 2021). Dosen mengambil peran penting sebagai fasilitator atau pemandu di lingkungan pendidikan. Dengan demikian, dosen perlu membuat pengajaran yang relevan dan otentik dengan mempromosikan keterampilan berpikir, mendorong komunikasi, mengatasi kesalahpahaman, mendorong kolaborasi dan memanfaatkan teknologi untuk memperkuat dan mempromosikan belajar mengajar (Jurdak, 2016).

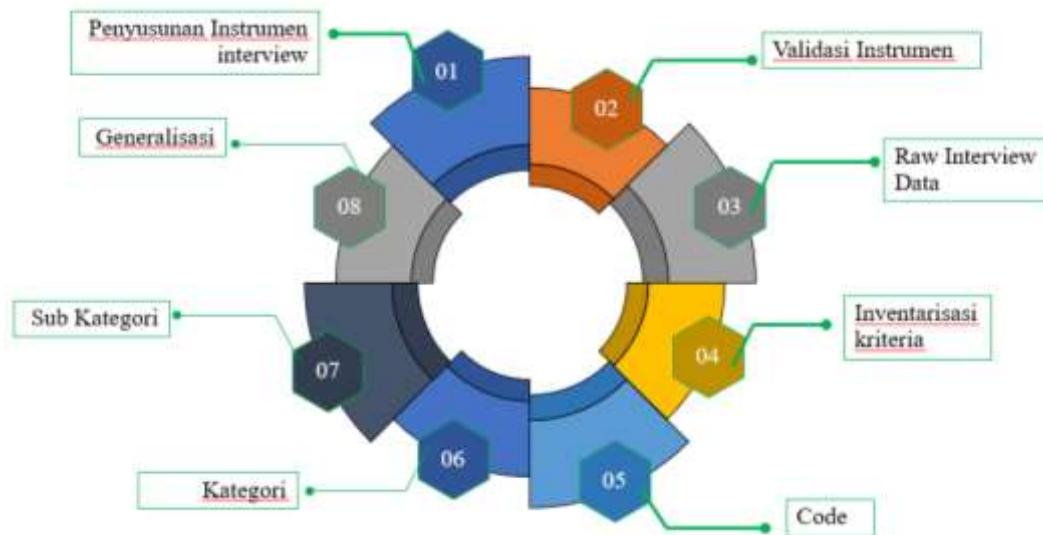
Selain tuntutan abad 21, penyelenggaraan pembelajaran Biologi secara spesifik dirancang sesuai kriteria *New Biology*. *New Biology* mewakili pendekatan tambahan yang saling melengkapi terhadap perkembangan ilmu Biologi (Thongkoo et al., 2019). *New Biology* memfokuskan penyelenggaraan pembelajaran Biologi seputar pemecahan masalah dan penemuan (Cajayon & Benavides, 2022). memajukan pemahaman mendasar, mengembangkan teknologi yang diperlukan untuk tugas tersebut dan mengoordinasikan upaya untuk memastikan bahwa kesenjangan terisi, masalah terpecahkan, dan sumber daya dimanfaatkan di waktu yang tepat (Wang et al., 2021). *New Biology* memiliki mengidentifikasi empat bidang utama tantangan sosial dimana penelitian yang berfokus pada masalah yang menggabungkan teori baru, teknologi baru, temuan mendasar dari penelitian dasar dalam ilmu kehidupan, dan integrasi ke dalam ilmu kehidupan seperti ilmu fisika, matematika, dan teknik dapat dilakukan (Torres et al., 2019). *New Biology* memungkinkan pendidikan Biologi berkontribusi pada kemajuan pesat dalam pemecahan masalah praktis. Bidang-bidang luas yang sebenarnya saling bergantung dan harus ditangani secara paralel, meliputi kesehatan, lingkungan hidup dan energi. Integrasi informasi Ilmiah, teori, teknologi, dan pemikiran tentang pemecahan masalah kompleks menjadi poin utama dalam pembelajaran Biologi (Woods, 2014).

Untuk memperoleh keterampilan ini, dosen perlu menggunakan model pembelajaran inovatif dimana mahasiswa diberikan kesempatan untuk terlibat dalam aktivitas yang mendorong kolaborasi, komunikasi, pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan kreativitas. Era saat ini banyak teori tentang model pembelajaran yang mengklaim paling efektif dan sesuai diterapkan dalam pembelajaran Biologi. Guo (2020), berpendapat Pembelajaran menggunakan PjBL mendorong mahasiswa untuk berkembang saat mereka berpartisipasi dan berinteraksi di platform global. Sedangkan Ford et al (2018), menyatakan bahwa model PBL sesuai untuk pembelajaran sains dan Biologi karena berfokus pada belajar melalui telaah masalah dan penalaran kritis dalam menciptakan solusi dari permasalahan. Adapun Pedaste et al., (2015), mengklaim bahwa *inquiry* merupakan inti dari pembelajaran sains dan efektif dalam proses pembelajaran berbasis penemuan. Perbedaan klaim inilah yang menjadi dasar dari dilaksanakan penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model pembelajaran yang paling sering digunakan dosen dan model yang dinilai paling sesuai diterapkan dalam pendidikan Biologi sesuai dengan karakter pembelajaran Biologi. Hasil yang diperoleh dari penelitian berupa model pembelajaran Biologi yang memenuhi unsur-unsur yang dibutuhkan dalam *New Biology* dan tuntutan pembelajaran abad 21 (Chen & Yang, 2019).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Subjek penelitian merupakan 20 dosen pendidikan Biologi dari berbagai Universitas swasta di Jawa Tengah yang mengampu berbagai rumpun mata kuliah Biologi. Teknik pengumpulan data berupa wawancara terbuka meliputi penggunaan model pembelajaran

yang paling sering digunakan beserta alasannya hingga kesimpulan garis besar model yang paling sesuai digunakan untuk pembelajaran pendidikan Biologi. Instrumen pengumpulan data berupa rubrik wawancara yang telah divalidasi oleh 3 validator meliputi 2 ahli model pembelajaran sains dan 1 ahli bahasa. Validasi instrumen menggunakan rumus Aiken's V. Analisis data dilakukan melalui proses *manual coding* untuk dapat menarik generalisasi secara kualitatif dari hasil wawancara. Tahapan *coding* meliputi penentuan kriteria, *code*, kategori, sub kategori dan generalisasi.



Gambar 1. Proses Manual Code

Kegiatan coding diawali dengan penyusunan instrumen, dalam hal ini berupa rubrik wawancara terbuka. Wawancara terbuka merupakan pertanyaan yang memungkinkan narasumber memberikan penjelasan yang lebih berkembang. Tugas pewawancara adalah memastikan bahwa data yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan penelitian dan membatasi data-data di luar topik penelitian. Setelah instrumen interview disusun, kemudian divalidasi oleh validator dan dilakukan interview hingga memperoleh data kasar. Analisis mulai dilakukan dengan menginventaris berbagai kriteria hasil interview, menggaris bawahi inti atau *code* dari setiap kriteria, dan memasukkan *code* tersebut berdasarkan kriteria dan sub kriteria hingga pada akhirnya dapat ditarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil wawancara dengan 20 dosen pengampu berbagai mata kuliah Biologi tentang penggunaan model yang dinilai paling sesuai untuk pembelajaran Biologi, diperoleh hasil yang beragam sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Persentase Pemilihan Model Pembelajaran

Model Pembelajaran	Jumlah Dosen	Persentase (%)
<i>Inquiry Learning</i>	2	10
<i>Problem Based Learning</i>	12	60
<i>Project Based Learning</i>	6	30

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa dosen memilih menggunakan model tertentu secara dominan dalam proses pembelajaran. Penggunaan PBL paling banyak dipilih yaitu sebanyak 60% atau 12 dari 20 dosen. Sedangkan PjBL menempati urutan kedua sebagai model yang paling banyak digunakan dosen dan diyakini sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran Biologi. Adapun model *Inquiry Learning* merupakan model yang paling sedikit digunakan dosen dalam proses pembelajaran. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan pemilihan model dirangkum dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2. Alasan Pemilihan Model Pembelajaran Untuk Pembelajaran Biologi

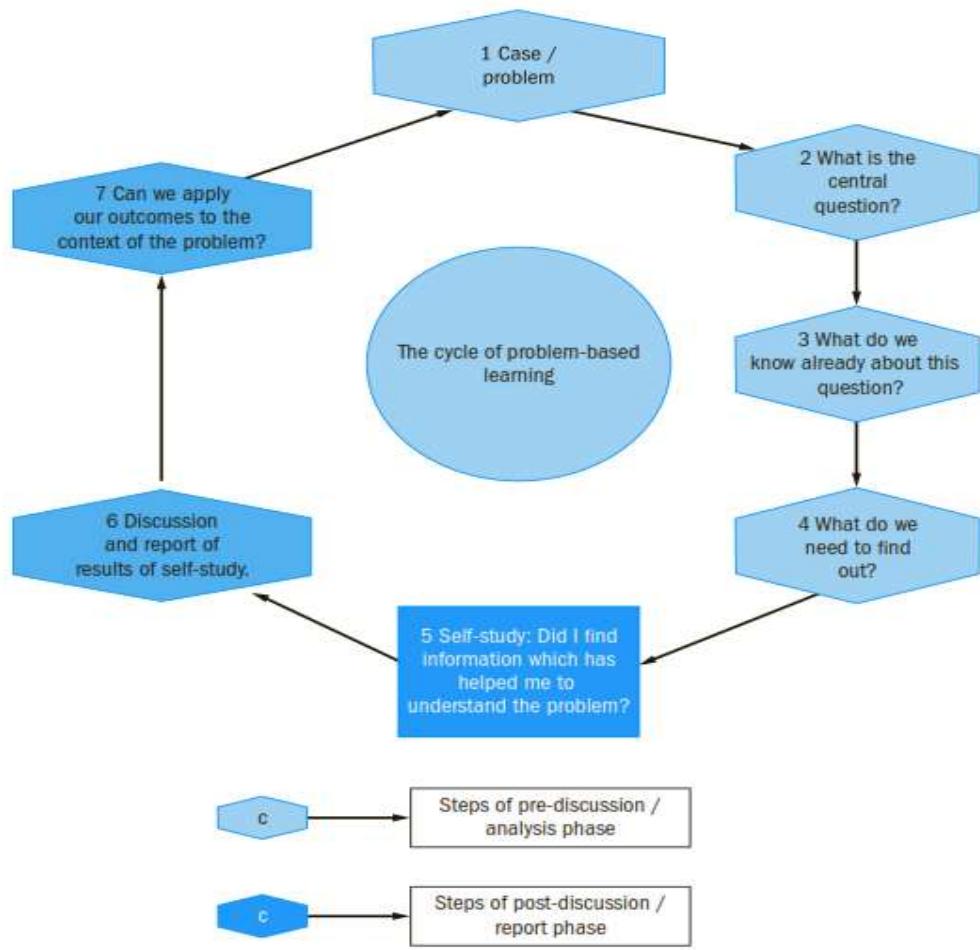
Model Pembelajaran	Alasan Penggunaan
<i>Inquiry Learning</i>	<ul style="list-style-type: none">a. Lebih menekankan pada penyelidikan dan penalaran berbasis buktib. Mendorong mahasiswa untuk mengajukan pertanyaan, melakukan penelitian, mengevaluasi sumber, dan mengembangkan jawaban yang didukung dengan baikc. Meskipun pembelajaran berbasis inkuiri mungkin membutuhkan waktu lebih lama untuk dilaksanakan di kelas, hal ini memang terjadi terbukti mengarah pada pemahaman yang lebih dalam tentang pengetahuan konten dan proses sains seperti, membuat hipotesis, merencanakan dan melakukan penyelidikan, menyimpulkan,
<i>Problem Based Learning</i>	<ul style="list-style-type: none">a. Mahasiswa yang belajar dengan PBL jauh lebih aktif dibandingkan mahasiswa yang mengikuti kurikulum konvensionalb. Mahasiswa menjadi lebih mandiri, lebih kreatif dan lebih efisien dalam menyelesaikan tugasc. Mahasiswa menunjukkan keterampilan pemecahan masalah yang lebih baikd. Memberikan pengalaman kontekstual dan autentik yang diperlukan bagi siswa untuk merancang pembelajaran dan membangun konsep sains
<i>Project Based Learning</i>	<ul style="list-style-type: none">a. Proyek yang dirancang dengan baik selalu menekankan pemahaman konseptual yang mendalam dan pemikiran kritis ketika memecahkan masalah, mengembangkan dan menjawab pertanyaan pendorong, dan menciptakan produk berkualitas tinggi.b. Mengasah keterampilan pemecahan masalah yang timbul dalam kehidupan sehari-hari

Pembahasan

Setiap mata kuliah memiliki karakteristik spesifik dan keunikan masing-masing, sehingga memerlukan berbagai pendekatan, strategi, model, dan metode yang bersifat spesifik. Namun demikian, pembelajaran Biologi abad 21 dan era *New Biology* memfokuskan pada proses penemuan melalui metode ilmiah (Mello et al., 2019). Oleh karena itu diperlukan informasi mengenai model pembelajaran yang dinilai paling relevan dengan pembelajaran Biologi. Terdapat 3 model yang diajukan sebagai pilihan dalam penelitian ini. Ketiga model tersebut dianggap dapat mewakili pembelajaran abad 21. Ketiga model tersebut adalah PBL (*Problem Based Learning*), PjBL (*Project Based Learning*), dan *Inquiry Learning*.

PBL (*Problem Based Learning*),

Masalah menandai titik awal proses pembelajaran (Dulac-Arnold et al., 2021). Masalah dirancang oleh dosen untuk dianalisis dan didiskusikan kelompok. Pembahasan permasalahan mengarah pada perumusan tujuan pembelajaran, pemilihan literatur khusus untuk dipelajari lebih lanjut, dan penyusunan laporan untuk tutorial selanjutnya (Nurtanto et al., 2020). Permasalahan tidak selalu terstruktur secara identik dan dapat disajikan dalam bentuk deskripsi kasus, tugas belajar, dan kutipan literatur. Agar efektif, penting untuk mengatasi permasalahan secara sistematis. Berbagai jenis masalah dapat diidentifikasi, masing-masing memerlukan pendekatan berbeda. Fokus PBL bukan pada penyelesaian masalah, melainkan proses perolehan pengalaman, interaksi dan komunikasi sosial, serta kolaborasi kelompok sebagai kompetensi profesional (Savin-Baden, 2003). Dengan adanya identifikasi permasalahan melalui proses analisis dan berbasis data, diharapkan mahasiswa mampu membuat dan menyajikan laporan sehingga akan muncul inovasi-inovasi. PBL juga dapat diintegrasikan dengan nilai-nilai karakter untuk mempersiapkan keterampilan hidup dan karier misalnya religius, rasa ingin tahu, komunikatif, kreatif, disiplin, peduli lingkungan dan bertanggung jawab (Ford et al., 2018).



Gambar 2. Siklus Pembelajaran PBL

PjBL (Project Based Learning)

Alasan 6 Dosen menyatakan bahwa pembelajaran Biologi paling sesuai berlangsung dengan model PjBL adalah bahwa dalam pembelajaran berbasis proyek mahasiswa memecahkan masalah yang menantang dan otentik dengan bekerja sama satu sama lain. Oleh karena itu, pembelajaran berbasis proyek tidak hanya membuat mahasiswa menerapkan pengetahuan mereka pada pengalaman mereka, namun juga memungkinkan mahasiswa bekerja dalam tim untuk memecahkan masalah (Guo et al., 2020). Kegiatan kelompok kecil memainkan peran penting dalam pembelajaran berbasis proyek untuk pengambilan keputusan kooperatif dan pemecahan masalah di antara anggota tim. Terkadang sangat mudah bagi mahasiswa untuk mengembangkan rencana individu untuk suatu proyek, namun perlu untuk menentukan solusi terbaik melalui kesepakatan dan negosiasi dalam tim. Hal ini akan selalu menjadi tantangan bagi para dosen (Chanpet et al., 2020). Kegiatan pembelajaran proyek tim dapat menimbulkan masalah ketergantungan antar anggota, anggota kelompok yang bergantung pada usaha anggota tim lainnya, dan evaluasi kontribusi masing-masing anggota tim, tanpa melakukan tugasnya sendiri (Lin et al., 2021). Namun, pembelajaran kolaborasi sangat penting, dan mahasiswa dapat mempelajari keterampilan dunia nyata secara alami melalui pembelajaran berbasis proyek. Pembelajaran berbasis proyek didefinisikan sebagai teknik pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa untuk melakukan tugas-tugas yang bermakna (Baser et al., 2017). Pembelajaran berbasis proyek dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kreativitas mahasiswa, motivasi dan minat internal, tanggung jawab, keterampilan komunikasi dengan orang lain, keterampilan sosial, kerja sama, dan kemampuan pemecahan masalah. Pembelajaran berbasis proyek meningkatkan kerja sama dan tanggung jawab, kemampuan pemecahan masalah, kemampuan komunikasi, berpikir kreatif, berpikir kritis, dan kemampuan belajar mandiri (Scarborough et al., 2004). Pembelajaran berbasis proyek adalah metode dimana mahasiswa mempelajari pemecahan masalah

melalui aktivitas yang melibatkan penggerjaan mendalam pada proyek yang ditugaskan. Pembelajaran berbasis proyek ditandai dengan aktivitas bermakna, pembelajaran, pengambilan keputusan kolaboratif, dan pemecahan masalah melalui penggunaan video digital, dan perubahan peran dosen (Lee et al., 2017).

Inquiry Learning

Sebanyak 2 dosen yang memilih menggunakan pembelajaran berbasis *inquiry learning* menyatakan bahwa pembelajaran dengan *inquiry learning* lebih efektif karena proses metode ilmiah terangkum sepenuhnya selama proses pembelajaran. *Inquiry learning* memerlukan waktu lebih lama dan tingkat kesulitan yang lebih tinggi dibanding model lain. Kesulitan paling tinggi yang dihadapi mahasiswa adalah pada saat perumusan masalah dan investigasi yang dilakukan secara mandiri. Meski demikian, capaian dari pembelajaran menggunakan *inquiry learning* menunjukkan hasil lebih efektif dalam pembentukan konsep bagi mahasiswa. Hal ini sejalan dengan penelitian (Pedaste et al., 2015) menyatakan bahwa penerapan inkuiri lebih efektif dalam meningkatkan keilmuan siswa kompetensi penalaran daripada instruksi langsung. Demikian (Mamun et al., 2020) menemukan bahwa berbasis inkuiri pembelajaran meningkatkan pembelajaran lebih baik daripada pengajaran konvensional. Studi-studi ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri lebih efektif terhadap proses ilmiah dan pengetahuan konten. Pembelajaran berbasis inkuiri tidak hanya meningkatkan kemampuan dan kompetensi siswa dalam bidang sains, hal ini juga mempengaruhi cara mereka memandang sains.

Meski telah dilakukan telaah dan analisis yang bersumber dari perspektif dosen sesuai dengan pengalaman dan profesionalisme yang dimiliki, namun masih diperlukan eksperimen lebih lanjut untuk menguji ketiga model tersebut pada mata kuliah dan subjek penelitian yang sama. Walaupun penelitian ini belum bebas dari bias, namun hasil yang diperoleh dapat diimplikasikan sebagai acuan dan pertimbangan dalam pemilihan model pembelajaran sesuai dengan karakteristik yang dimiliki.

SIMPULAN

Ketiga model yang diteliti mengandung unsur metode ilmiah dalam tahapan pelaksanaan, PjBL menekankan pada praktik pembelajaran kreatif inovatif, PBL menekankan pada praktik pembelajaran berpikir kritis dan pemecahan masalah, sedangkan *inquiry* menekankan pada pembelajaran berbasis penemuan. Tidak ada satu model pembelajaran tertentu yang cocok untuk semua materi Biologi. Setiap materi Biologi memiliki karakteristik spesifik sehingga memerlukan penggunaan pendekatan, strategi, model dan metode pembelajaran yang berbeda pula.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada instansi yang mendanai penelitian ini yaitu Universitas Muhammadiyah Surakarta serta beberapa Universitas Swasta di Jawa Tengah yang bersedia bekerja sama menjadi subjek penelitian namun tidak berkenan untuk disebutkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baser, D., Ozden, M. Y., & Karaarslan, H. (2017). Collaborative Project-Based Learning: an Integrative Science and Technological Education Project. *Research in Science and Technological Education*, 35(2), 131–148. <https://doi.org/10.1080/02635143.2016.1274723>
- Cajayon, J. B., & Benavides, N. G. (2022). Development and Validation of Inquiry-Based Learning Activity Sheets in Life Science. In *UIJRT / United International Journal for Research & Technology* / (Vol. 03).
- Chanpet, P., Chomsuwan, K., & Murphy, E. (2020). Online Project-Based Learning and Formative Assessment. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(3), 685–705. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9363-2>

- Chen, C. H., & Yang, Y. C. (2019). Revisiting The Effects of Project-Based Learning on Students' Academic Achievement: A Meta-Analysis Investigating Moderators. In *Educational Research Review* (Vol. 26, pp. 71–81). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2019). From STEM to STEAM: Cracking the Code? How Creativity & Motivation Interacts with Inquiry-based Learning. *Creativity Research Journal*, 31(3), 284–295. <https://doi.org/10.1080/10400419.2019.1641678>
- Cunningham, C., Blake, C., O Donoghue, G., Purcell, C., Mc Carthy Persson, U., Cradock, K., & Mc Mahon, S. (2021). Development of Real World Learning Opportunities in Community Exercise Prescription for Healthcare Professional Programmes - 'Physio Hub.' *BMC Medical Education*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02503-3>
- Dulac-Arnold, G., Levine, N., Mankowitz, D. J., Li, J., Paduraru, C., Gowal, S., & Hester, T. (2021). Challenges of Real-World Reinforcement Learning: Definitions, Benchmarks And Analysis. *Machine Learning*, 110(9), 2419–2468. <https://doi.org/10.1007/s10994-021-05961-4>
- Ford, T. G., Abdelkarim, A., Schween, D., & Ford, T. (2018). *Advantages and Disadvantages of Problem-Based Learning from The Professional Perspective of Medical and Dental Faculty* Cronicon EC Dental Science Research Article *Advantages and Disadvantages of Problem-Based Learning from the Professional Perspective of Medical and Dental Faculty*. <https://www.researchgate.net/publication/326519231>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A Review of Project-Based Learning in Higher Education: Student Outcomes and Measures. *International Journal of Educational Research*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Jurdak, M. (2016). Workplace as a Context for Real-World Problem Solving. In *Learning and Teaching Real World Problem Solving in School Mathematics* (pp. 137–149). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08204-2_9
- Lee, H. J., Kim, H., & Byun, H. (2017). Are High Achievers Successful in Collaborative Learning? An Explorative Study of College Students' Learning Approaches In Team Project-Based Learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(5), 418–427. <https://doi.org/10.1080/14703297.2015.1105754>
- Lin, J. W., Tsai, C. W., Hsu, C. C., & Chang, L. C. (2021). Peer Assessment with Group Awareness Tools and Effects on Project-Based Learning. *Interactive Learning Environments*, 29(4), 583–599. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1593198>
- Mamun, M. A. Al, Lawrie, G., & Wright, T. (2020). Instructional Design of Scaffolded Online Learning Modules For Self-Directed and Inquiry-Based Learning Environments. *Computers and Education*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103695>
- Mello, P. S., Natale, C. C., Trivelato, S. L. F., Marzin-Janvier, P., Vieira, L. Q., & Manzoni-de-Almeida, D. (2019). Exploring The Inquiry-Based Learning Structure to Promote Scientific Culture In The Classrooms of Higher Education Sciences. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 47(6), 672–680. <https://doi.org/10.1002/bmb.21301>
- Nurtanto, M., Fawaid, M., & Sofyan, H. (2020). Problem Based Learning (PBL) in Industry 4.0: Improving Learning Quality through Character-Based Literacy Learning and Life Career Skill (LL-LCS). *Journal of Physics: Conference Series*, 1573(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1573/1/012006>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and The Inquiry Cycle. In *Educational Research Review* (Vol. 14, pp. 47–61). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Savin-Baden, M., & Society for Research into Higher Education. (2003). *Facilitating Problem-Based Learning : Illuminating Perspectives*. Society for Research into Higher Education.

- Scarborough, H., Swan, J., Laurent, S., Bresnen, M., Edelman, L., & Newell, S. (2004). Project-Based Learning and The Role of Learning Boundaries. *Organization Studies*, 25(9), 1579–1600. <https://doi.org/10.1177/0170840604048001>
- Thongkoo, K., Panjaburee, P., Daungcharone, K., Thongkoo, K., Panjaburee, P., & Daungcharone, K. (2019). A Development of Ubiquitous Learning Support System Based on An Enhanced Inquiry-Based Learning Approach. In *Int. J. Mobile Learning and Organisation* (Vol. 13, Issue 2).
- Torres, A. S., Sriraman, V., & Ortiz, A. M. (2019). Implementing Project Based Learning Pedagogy in Concrete Industry Project Management. *International Journal of Construction Education and Research*, 15(1), 62–79. <https://doi.org/10.1080/15578771.2017.1393475>
- Wang, K., Zou, Z., Shang, Y., Deng, Q., Zhao, M., Liang, Y., Wu, R., Tao, J., Shen, X., Lyu, T., & Fan, C. (2021). *RL4RS: A Real-World Benchmark for Reinforcement Learning based Recommender System*. <http://arxiv.org/abs/2110.11073>
- Woods, D. R. (2014). Problem-Oriented Learning, Problem-Based Learning, Problem-Based Synthesis, Process Oriented Guided Inquiry Learning, Peer-Led Team Learning, Model-Eliciting Activities, and Project-Based Learning: What Is Best For You? *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 53(13), 5337–5354. <https://doi.org/10.1021/ie401202k>