



Pendampingan Guru dalam Merancang Pembelajaran Inovatif Berbasis Keunggulan Lokal Melalui Kegiatan Praktikum STEM

Fuad Jaya Miharja¹, Moh. Mirza Nuryady¹, Aura Febiola Afi Putri¹, dan Jihan Aurelia Agustina¹

¹Biology Education Department, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246, Kota Malang, Indonesia, 65144

*Email koresponden: fuad.jayamiharja@umm.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 02 Aug 2024

Accepted: 04 Okt 2024

Published: 31 Des 2024

Kata kunci:

Inovasi pembelajaran;
Pembelajaran Abad 21;
STEM

Keywords:

Learning innovation;
21st Century learning;
STEM

ABSTRAK

Background: Keterlibatan aktif dalam pembelajaran mencakup eksplorasi konsep, dengan memastikan kontekstualisasi melalui isu-isu dan keunggulan lokal. Namun, saat ini isu lokal sering hanya digunakan sebagai apersepsi di awal pembelajaran, dan guru terkendala dalam implementasinya. Oleh karena itu, dilakukan pendampingan inovasi pembelajaran STEM pada guru SMA Muhammadiyah 3 Batu. **Metode:** FGD dan Workshop, Pengambilan data menggunakan survey. **Hasil:** Aktivitas pengabdian ini menghasilkan empat model taman vertikal dengan memenuhi tiga kriteria yaitu kemenarikan dan fungsionalitas desain, kemudahan perawatan, dan estetika komposisi tanaman. **Kesimpulan:** Aktivitas pendampingan ini dapat memberi pengalaman nyata bagi guru dalam menginovasi desain pembelajaran berdasarkan permasalahan kontekstual di sekitar siswa.

ABSTRACT

Background: Active involvement in learning includes the exploration of concepts, ensuring contextualization through local issues and advantages. However, local issues are currently often only used as an aperception at the beginning of lessons, and teachers face challenges in their implementation. Therefore, STEM learning innovation mentoring was conducted for teachers at SMA Muhammadiyah 3 Batu. **Method:** The partner in this activity is SMA Muhammadiyah 3 Batu, with 20 participants. The methods used include Focus Group Discussions (FGD) and workshops, and data collection was done through surveys. **Results:** This community service activity resulted in four vertical garden models that met three criteria: design appeal and functionality, ease of maintenance, and plant composition aesthetics. **Conclusion:** This mentoring activity provided teachers with a real experience in innovating lesson designs based on contextual issues around students.



© 2024 by authors. Lisensi Jurnal Solma, UHAMKA, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

PENDAHULUAN

Motivasi belajar memegang peranan krusial dalam memberikan tenaga tambahan bagi siswa dalam mempelajari suatu konsep (Hsieh, 2014; Raiman et al., 2021). Banyak peneliti meyakini bahwa motivasi seperti pintu masuk pertama bagi siswa untuk memulai proses belajar dengan penuh rasa ingin tahu (Jirout et al., 2018; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2014; Ylostalo, 2020). Howard et al., 2021; Oudeyer et al., 2016 menyatakan bahwa rasa ingin tahun merupakan faktor intrinsik yang dapat mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam proses belajar.

Keterlibatan aktif dalam pembelajaran yang dimaksud meliputi aktivitas eksplorasi perwujudan konsep dalam kehidupan sehari-hari mereka (Oudeyer et al., 2016). Relasi yang kuat antara motivasi dan keterlibatan aktif dalam pembelajaran ini pada akhirnya diyakini kuat dapat meningkatkan potensi retensi siswa akan pengetahuan yang telah dipelajarinya (Hynes et al., 2011; Yew & Goh, 2016). Salah satu upaya yang dilakukan oleh peneliti adalah memastikan kontekstualisasi konsep dengan kehidupan sehari-hari (Liu & Stapleton, 2020; Teo et al., 2021). Dalam hal ini, penggunaan isu-isu yang berbasis pada kearifan lokal telah banyak diimplementasikan dalam pembelajaran (Ramdani, 2018; Uge et al., 2019). Pendekatan semacam ini digunakan pada berbagai disiplin ilmu seperti linguistik (Albantani & Madkur, 2018), social (Jumriani et al., 2021), hingga lingkungan (Ardan, 2016; Hunaepi et al., 2019). Pasca-pandemi, pendekatan menggunakan local-wisdom semakin meningkat untuk meningkatkan literasi siswa (Atuhurra et al., 2023).

Namun demikian, variasi implementasi kearifan lokal dalam pembelajaran belum banyak dilakukan. Isu-isu lokal yang dijadikan bahan diskusi dalam proses belajar saat ini masih banyak berfokus pada awal pembelajaran atau sebagai apersepsi (Jumriani et al., 2021; Nahdi, 2018). Beberapa penelitian sebenarnya juga sampai pada upaya penyelesaian masalah melalui aktivitas belajar berbasis produk (Ardan, 2016; Uge et al., 2019). Pertanyaan besar tentang bagaimana siswa berproses hingga dapat menyusun ide penyelesaian masalah masih belum banyak diungkap. Dalam hal ini, bagaimana siswa berinkuiri masih menjadi tanya besar, apakah proses inkuiri telah optimal dilakukan oleh siswa atau masih didominasi oleh inkuiri guru (Baur & Emden, 2020; Shanmugavelu et al., 2020). Model inkuiri telah banyak direkomendasikan oleh peneliti dalam pembelajaran Abad 21 (Dwyer et al., 2014; Febri et al., 2020; Lewin & McNicol, 2015). Salah satu yang paling banyak digunakan adalah pembelajaran berbasis proyek (Li et al., 2020; Sulaiman et al., 2023). Ada banyak alasan mengapa model ini banyak digunakan oleh para pendidik, termasuk di Indonesia, salah satunya adalah keleluasaan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam menyelesaikan permasalahan yang relevan dengan kondisi di sekitar siswa (Ilma et al., 2022; Sholahuddin et al., 2021).

Sebagai sebuah daerah tujuan agrowisata di Jawa Timur, Kota Batu memiliki sumber daya dan potensi yang sangat tinggi sebagai sumber belajar kontekstual bagi siswa (Ulfah et al., 2017; Yuanita, 2024). Selain itu, banyak lokasi wisata yang dikemas dalam bentuk wisata edukasi pertanian dengan mengedepankan komoditas unggulan seperti sayuran (Tania et al., 2023), bunga (Andri & Tumbuan, 2015), dan buah-buahan (Kurniawan & Soesilohadi, 2020), hingga yang menawarkan keindahan alam dan sumber daya air (Ibrahim et al., 2014; Saputro et al., 2022). Aktivitas agrowisata ini di satu sisi dapat menggerakkan roda perekonomian setempat namun juga memberikan tantangan terkait pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan di saat yang sama (Devianto et al., 2019; Fadlina et al., 2013). Beberapa permasalahan nyata yang dihadapi seperti tingginya kebutuhan produk hortikultura dan pengelolaan sumber daya lingkungan merupakan sedikit isu yang dapat diangkat dalam pembelajaran di dalam kelas. Kontekstualisasi pengetahuan di dalam kelas yang dikorelasikan dengan permasalahan sehari-hari semacam ini diyakini dapat melekatkan siswa dalam situasi nyata (Suryawati & Osman, 2018; Zanden et al., 2020).

Kontekstualisasi pengetahuan yang dikembangkan secara integratif ke dalam seperangkat instrumen merupakan upaya nyata dalam meningkatkan level pembelajaran yang inovatif

(Suryawati & Osman, 2018). Inovasi dalam pembelajaran Abad-21, menurut beberapa ahli, merupakan sebuah kewajiban yang terus dilakukan oleh pendidik (Bahri et al., 2020; Miharja et al., 2019; Sari et al., 2020). Salah satu tujuannya adalah untuk memastikan siswa mendapatkan pengalaman belajar terbaik melalui aktivitas berpikir tingkat tinggi (Ariza et al., 2024; Belecina & Ocampo, 2018), dan inter-disiplin (STEM) (Tseng et al., 2013; Wang et al., 2021) seperti menggunakan pembelajaran berbasis masalah dan berbasis proyek kontekstual (Fiteriani et al., 2021; Hira & Anderson, 2021). Upaya yang dilakukan secara konsisten diharapkan dapat menggeser sedemikian rupa, sedikit demi sedikit, meningkatkan level pembelajaran menjadi lebih berkualitas.

Di sisi lain, tantangan membuat inovasi pembelajaran membutuhkan peran aktif pendidik dalam berpikir kritis dalam mendesain pengalaman belajar siswa (Choy & Cheah, 2009; Donald, 2012; El Nagdi & Roehrig, 2020). Kebutuhan terhadap penguatan kompetensi guru perlu terus-menerus dibangun melalui aktivitas yang kolegal, terutama di dalam lingkungan sekolah itu sendiri. Pengembangan kompetensi berbasis sekolah dapat menjadi sebuah solusi berkelanjutan yang dapat memberi ruang bagi guru untuk saling belajar dan bertumbuh. Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan untuk meinginiasi komunitas belajar guru dalam mendesain rencana pembelajaran yang kontekstual dengan mengangkat isu-isu kontekstual di sekitar siswa.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian ini dilakukan secara *in-house training* di SMA Muhammadiyah 3 Batu, Jl. Cemara Kipas No.122, Sidomulyo, Kec. Batu, Kota Batu, Jawa Timur. Pengabdian diselenggarakan selama empat bulan, dari Oktober 2023 hingga Februari 2024. Kegiatan ini melibatkan sebanyak 20 orang guru lintas disiplin yang dibagi ke dalam beberapa kelompok secara heterogen. Keterlibatan guru lintas disiplin ditujukan untuk menginisiasi komunitas belajar di sekolah, terutama dalam mendesain proyek kontekstual bagi siswa.



Gambar 1. Metode pelaksanaan pendampingan pembelajaran STEM

Metode pendampingan yang dilakukan mengacu kepada hasil analisis situasi yang disepakati bersama pihak guru dan Kepala SMA Muhammadiyah 3 Batu. Adapun aktivitas kegiatan yang dilakukan meliputi: 1) *focus-group discussion* (FGD), 2) sosialisasi inovasi pembelajaran, dan 3) workshop pembelajaran STEM (Gambar 1). FGD meliputi aktivitas diskusi

dan sharing pengalaman dalam pengembangan rencana pembelajaran inovatif, kemudian dilanjutkan dengan pengantar materi pembelajaran berbasis STEM kontekstual. Agenda workshop dilakukan pada fase terakhir pendampingan dengan tujuan memberikan pengalaman belajar bagi guru dalam pembelajaran berbasis STEM dengan mengangkat permasalahan yang relevan serta berbasis pada keunggulan lokal.

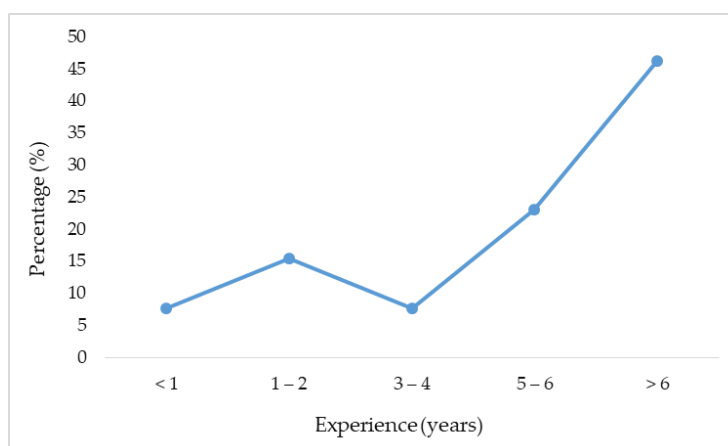
Evaluasi pelaksanaan program dilakukan melalui monitoring evaluasi pada saat pelaksanaan. Pengambilan data pengetahuan guru terkait STEM juga dilakukan di awal (pretest) dan akhir kegiatan (posttest). Produk hasil Pembelajaran yang dihasilkan oleh para guru juga menjadi bahan evaluasi program pengabdian ini. Kegiatan monitoring dan evaluasi dilakukan oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Universitas Muhammadiyah Malang. Guru yang terlibat dalam kegiatan pengabdian ini diminta untuk mengisi lembar pretest-posttest untuk mengetahui tingkat pemahaman mereka, sebelum dan sesudah rangkaian kegiatan dilaksanakan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menarik kesimpulan (Miles et al., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

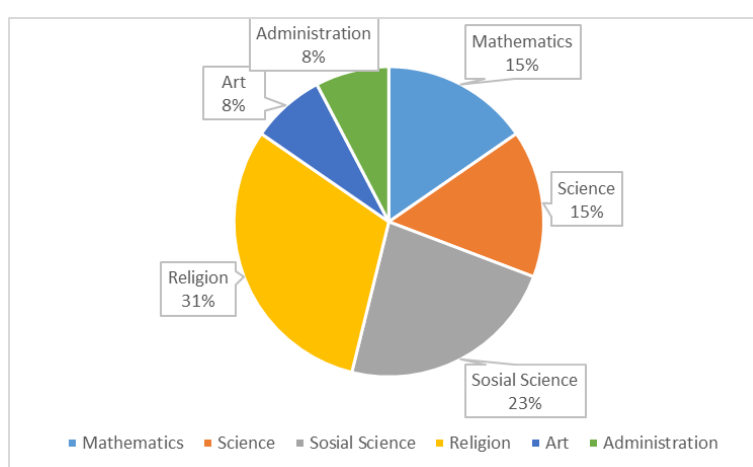
Aktivitas pengabdian menitikberatkan pada penguatan kompetensi guru melalui rangkaian kegiatan berbasis *hands-on activity* dengan berdasarkan pada permasalahan kontekstual di Kota Batu. Sebagai daerah agrowisata, permasalahan terkait agribisnis menjadi hal yang banyak dibicarakan dalam komunikasi sehari-hari. Salah satunya adalah terkait perubahan lingkungan yang terjadi dan dampak yang ditimbulkan seperti pada rusaknya taman-taman vertikal di beberapa ruas jalan. Permasalahan kontekstual tersebut kemudian dikembangkan sebagai sumber belajar dan diwujudkan dalam lembar kerja siswa.

Heterogenitas Guru

Keberhasilan proses belajar sangat bergantung bagaimana desain pembelajaran yang dibuat oleh guru, termasuk bagaimana guru dalam melakukan pemetaan karakteristik siswanya. Oleh karena itu, pada awal kegiatan kami melakukan pemetaan profil guru berdasarkan pengalaman mengajar dan bidang studi. Hasil identifikasi pengalaman mengajar siswa menunjukkan bahwa rata-rata guru di SMA Muhammadiyah 3 Batu memiliki pengalaman mengajar lebih dari lima tahun (Gambar 2). Di sisi lain, heterogenitas bidang studi juga tergolong sangat luas dan bervariasi, mulai dari rumpun ilmu sains, sosial, dan agama (Gambar 3). Dalam pelaksanaannya, guru dikelompokkan ke dalam empat kelompok yang berbeda dengan memperhatikan variasi pengalaman mengajar dan keragaman bidang studi. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menstimulasi diskusi multi-disiplin dalam penyelesaian masalah yang diberikan (Chauveron & Perkins, 2009; Manske et al., 2015; Palmgren-Neuvonen et al., 2021).



Gambar 2. Pengalaman mengajar guru



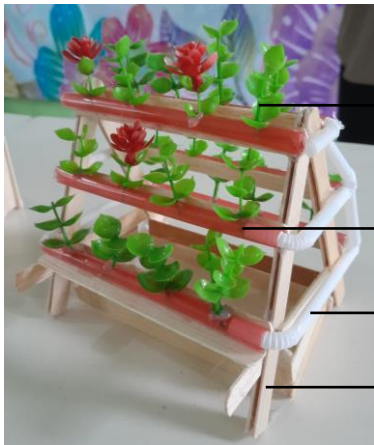
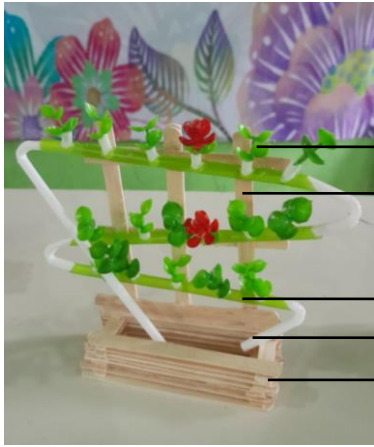

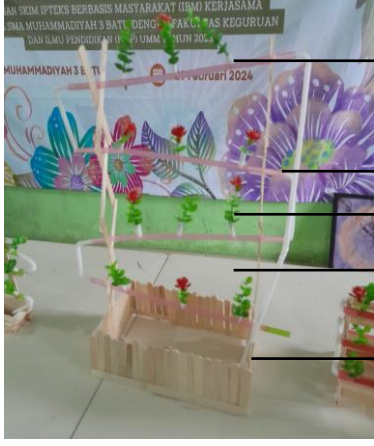
Gambar 3. Sebaran guru yang terlibat dalam *workshop*

Pengembangan Ide Proyek

Inovasi yang dikembangkan dalam pembelajaran ini diimplementasikan melalui pengembangan lembar kerja berbasis proyek dengan mengambil permasalahan tentang rusaknya taman-taman vertical di beberapa ruas jalan. Tujuan pembelajaran yang ditetapkan adalah untuk (a) menjelaskan bagaimana sebuah taman vertical bekerja dan (b) bagaimana desain taman vertikal terbaik yang dapat bertahan dengan perubahan kondisi lingkungan. Lembar kerja yang dikembangkan mengacu pada tahapan pembelajaran berbasis proyek untuk menstimulasi siswa dalam mendalami suatu masalah, mengeksplorasi ide, hingga melakukan pembuktian ilmiah atas ide yang diusulkannya. Lembar kerja terdiri atas lima aktivitas, yaitu memahami masalah, meneliti masalah, merumuskan solusi, menguji solusi, dan refleksi tindaklanjut.

Dalam menstimulasi ruang berpikir kritis, kami menetapkan kriteria yang harus terpenuhi melalui proyek siswa. Persyaratan yang ditetapkan berasal dari hasil analisis atas kerusakan yang terjadi. Hasil analisis menunjukkan bahwa kerusakan taman vertikal tidak hanya diakibatkan oleh perubahan cuaca, tetapi juga dari teknis perawatan taman seperti sirkulasi pengairan tanaman. Faktor lain yang dipertimbangkan adalah fungsi taman sebagai media rekreatif, sehingga faktor kemenarikan dan estetika menjadi hal yang perlu dipertimbangkan. Atas dasar tersebut, kriteria yang harus dipenuhi dalam penyelesaian proyek meliputi: (a) kemenarikan dan fungsionalitas desain, (b) kemudahan perawatan, dan (c) estetika komposisi tanaman.

Tabel 1. Desain taman vertikal

Model	Desain	Deskripsi
1	 <p>Tanaman</p> <p>Panel Media</p> <p>Saluran Irigasi</p> <p>Penopang</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Desain berbentuk limas segi empat (empat sisi) dengan bagian dasar yang lebih besar sebagai penopang b. Dari empat sisi, hanya dua sisi yang diberi panel media tanam c. Setiap sisi terdiri atas tiga lapis panel media tanam d. Saluran irigasi menggunakan tipe NFT dipasang berdampingan dengan panel tanam
2	 <p>Tanaman</p> <p>Penopang</p> <p>Panel Media</p> <p>Saluran Irigasi</p> <p>Kolam Penampung</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Desain berbentuk dinding vertikal b. Hanya ada satu sisi yang digunakan untuk instalasi panel media tanam c. Panel media dan saluran irigasi menggunakan tipe NFT dibuat dengan kemiringan tertentu d. Kolam penampung nutrisi diletakkan dibagian bawah
3	 <p>Saluran Irigasi</p> <p>Tanaman</p> <p>Kolam Penampung</p> <p>Penopang</p> <p>Panel Media</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Desain berbentuk dinding vertikal, mirip dengan model 2 b. Hanya ada satu sisi yang digunakan untuk instalasi panel media tanam c. Saluran irigasi menggunakan sistem tetes d. Kolam penampung nutrisi diletakkan dibagian bawah namun terpisah
4	 <p>Panel Media</p> <p>Saluran Irigasi</p> <p>Tanaman</p> <p>Penopang</p> <p>Kolam Penampung</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Desain berbentuk vertikal dengan penopang di sisi kanan dan kiri b. Panel media tanam dipasang dengan sudut kemiringan c. Saluran irigasi menggunakan tipe NFT d. Kolam penampung nutrisi diletakkan dibagian bawah dan dimanfaatkan untuk kolam ikan

Hasil aktivitas *hands-on* guru menghasilkan empat model taman vertikal yang diperoleh melalui alur sintaks pembelajaran proyek. Dengan kata lain, sebelum membuat desain, guru terlebih dahulu mempelajari karakteristik permasalahan, serta konsep taman vertikal, meliputi komponen penyusun yang dibutuhkan, macam-macam sistem pengairan yang dapat diadaptasikan, hingga komposisi tanaman yang memungkinkan diaplikasikan pada desain taman vertikal. Namun demikian, untuk faktor komposisi tanaman yang digunakan pada rangkaian workshop adalah tanaman imitasi (*dummy*) untuk berfokus bagaimana estetika desain yang dibuat. Model taman vertikal yang diciptakan seperti dijelaskan pada Tabel 1.

Keempat model seperti dijelaskan pada Tabel 1 masih berupa prototipe awal dan dibuat dalam dimensi kecil. Seluruh model tersebut menunjukkan bagaimana guru mampu mengembangkan solusi sesuai kriteria yang ditetapkan. Sebagai contoh, dari segi bentuk, walaupun bentuk keempat model yang diciptakan terlihat berbeda satu sama lain namun semuanya memenuhi komponen dasar sebuah taman vertikal (Alfaatihah et al., 2022). Komponen dasar yang dimaksud terdiri atas bangunan penopang (dimodelkan dengan menggunakan stik es krim), panel media tanam (sedotan merah), dan sistem pengairan (sedotan putih). Melalui diskusi di dalam kelompok, guru menganalisis semua komponen utama dan fungsi dari masing-masing komponen tersebut. Lebih lanjut, mereka bertukar gagasan dan memvisualkannya dalam bentuk draf pada whiteboard.

Di sisi lain, guru juga melakukan analisis terhadap beberapa sistem pengairan yang banyak digunakan dalam taman vertikal seperti sistem *Nutrient Film Technique* (NFT), sistem pasang surut, sistem rakit apung, sistem sumbu, dan sistem drip. Untuk menentukan sistem pengairan terbaik yang dapat diinstalasikan dalam model taman vertikal yang dibuat, mereka menganalisis kelebihan dan kekurangan dari masing-masing pengairan. Hasil analisis menunjukkan bahwa model yang paling banyak dipilih adalah NFT. Hal ini sejalan dengan beberapa peneliti yang mengatakan bahwa sistem pengairan semacam ini lebih memudahkan pengendalian akar tanaman (Parikesit et al., 2018). Selain itu, kebutuhan akan penyerapan nutrisi dan kebutuhan air dapat lebih mudah terpenuhi (Oktavira et al., 2022).

Dalam tinjauan konsep berpikir kritis, aktivitas yang dilakukan oleh guru ini adalah aktivitas yang melatih mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Osuafor & Amaefuna, 2016; Shanmugavelu et al., 2020). Lembar kerja yang digunakan oleh guru tidak secara mutlak menentukan satu model atau satu sistem pengairan saja, tetapi mengenalkan beberapa model dan sistem yang telah banyak digunakan sebelumnya (Priemer et al., 2020; Vong & Kaewurai, 2017). Namun demikian, guru diminta untuk melakukan evaluasi dan analisis kesesuaian keduanya dalam rangka penyelesaian proyek yang diminta. Hal ini memberikan ruang berpikir bagi pebelajar untuk menemukan solusi terbaik dalam penyelesaian proyek sesuai dengan koridor kriteria yang ditetapkan (Kafai et al., 2020; Kazhikenova et al., 2021). Beberapa ahli meyakini bahwa inovasi yang diimplementasikan dalam penyediaan ruang berpikir bagi siswa juga dapat menstimulasi keterampilan berpikir metakognitifnya (Naimnule & Corebima, 2018; Ouyang et al., 2022). Sehingga, siswa dapat berpikir dua hingga tiga kali lebih luas daripada hanya mengikuti alur dalam lembar kerja tanpa adanya ruang berpikir yang cukup (Bensley & Spero, 2014).

Konsep tersebut, dalam kegiatan ini, dapat dilihat dari bagaimana model yang dikembangkan. Salah satunya adalah ide untuk membuat kolam penampungan air yang diintegrasikan dengan media tumbuh bagi ikan atau akuaponik (Shobihah et al., 2022). Ide ini muncul sedemikian rupa dari proses diskusi dan divisualisasikan dalam model taman vertikal yang dibuat. Hal ini merupakan pelampauan atas kriteria yang ditetapkan dan menunjukkan bagaimana metakognisi pebelajar dapat terfasilitasi melalui inovasi desain pembelajaran berbasis proyek ini.

KESIMPULAN

Aktivitas pendampingan ini dapat memberi pengalaman nyata bagi guru dalam menginovasi desain pembelajaran berdasarkan permasalahan kontekstual di sekitar siswa. Lebih lanjut, melalui desain pembelajaran yang dibuat, guru sebagai pebelajar dapat mengoptimalkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan metakognisinya dalam menyusun desain taman vertikal terbaik yang memenuhi kriteria kemenarikan dan fungsionalitas desain, kemudahan perawatan, dan estetika komposisi tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian ini dapat terselenggara atas pembiayaan Blockgrant Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Muhammadiyah Malang melalui keputusan Nomor. E.2.e/394/FKIP-UMM/VII/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Albantani, A. M., & Madkur, A. (2018). Think Globally, Act Locally: The strategy of incorporating local wisdom in foreign language teaching in Indonesia. *International Journal of Applied Linguistics & English Literature*, 2015. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijalel.v.7n.2p.1>
- Alfaatihah, M. S., Permanasari, M. D., Sudrajat, A. G., Kurniatillah, A., Shavira, M. H., & Afiff, D. K. (2022). Modular vertical garden sebagai solusi praktis urban gardening Institut Teknologi Nasional. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 5(3), 207–217. <https://doi.org/10.26760/jrh.v5i3.207-217>
- Andri, B. K., & Tumbuan, W. J. F. A. (2015). Potensi pengembangan agribisnis bunga anggrek di Kota Batu Jawa Timur. *Jurnal LPPM Bidang EkoSosBudKum*, 2(1), 19–30.
- Ardan, A. S. (2016). The development of biology teaching material based on the local wisdom of Timorese to improve students knowledge and attitude of environment in caring the preservation of environment. *International Journal of Higher Education*, 5(3), 190–200. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v5n3p190>
- Ariza, M. R., Armenteros, A. Q., & Castro, A. E. (2024). Promoting critical thinking through mathematics and science teacher education: the case of argumentation and graphs interpretation about climate change. *European Journal of Teacher Education*, 47(1), 41–59. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1961736>
- Atuhurra, J., Kim-Hines, Y., & Nishimura, M. (2023). How did local wisdom and practice make schools thrive during the pandemic? Evidence from a positive deviance study in rural Uganda. *Journal of International Cooperation in Education*, 25(2), 171–187. <https://doi.org/10.1108/jice-01-2023-0004>
- Bahri, A., Idris, I. S., Muis, H., Arifuddin, M., & Fikri, M. J. N. (2020). Blended learning integrated with innovative learning strategy to improve self-regulated learning. *International Journal of Instruction*, 14(1), 779–794. <https://doi.org/10.29333/IJI.2021.14147A>
- Baur, A., & Emden, M. (2020). How to open inquiry teaching? An alternative teaching scaffold to foster

- students' inquiry skills. *Chemistry Teacher International*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.1515/cti-2019-0013>
- Belecina, R. R., & Ocampo, J. M. (2018). Effecting change on students' critical thinking in problem solving. *EDUCARE: International Journal for Educational Studies International Journal for Educational Studies Article Timeline: Accepted*, 10(102), 109–118. <https://doi.org/10.2121/edu-ijes.v10i2.949>
- Bensley, D. A., & Spero, R. A. (2014). Improving critical thinking skills and metacognitive monitoring through direct infusion. *Thinking Skills and Creativity*, 12, 55–68. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.02.001>
- Chauveron, L. M., & Perkins, D. F. (2009). Prevention in context: Classroom heterogeneity as a moderator of PATHS' effectiveness. *Journal of Children's Services*, 4(1), 44–59. <https://doi.org/10.1108/17466660200900005>
- Choy, S. C., & Cheah, P. K. (2009). Teacher perceptions of critical thinking among students and its influence on higher education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 20(2), 198–206.
- Devianto, L. A., Lusiana, N., & Ramdani, F. (2019). Analisis kerentanan pencemaran air tanah di Kota Batu menggunakan analisis multikriteria spasial dengan indeks DRASTIC. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 7(2), 90–104. <https://doi.org/10.14710/jwl.7.2.90-104>
- Donald, G. M. (2012). Teaching critical & analytical thinking in high school biology? *The American Biology Teacher*, 74(3), 178–181. <https://doi.org/10.1525/abt.2012.74.3.9>
- Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2014). An integrated critical thinking framework for the 21st century. *Thinking Skills and Creativity*, 12, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.12.004>
- El Nagdi, M., & Roehrig, G. (2020). Identity evolution of STEM teachers in Egyptian STEM schools in a time of transition: A case study. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00235-2>
- Fadlina, I. M., Supriyono, B., & Soeaidy, S. (2013). Perencanaan pembangunan pertanian berkelanjutan (Kajian tentang pengembangan pertanian organik di Kota Batu). *J-Pal*, 4(1), 43–57.
- Febri, A., Sajidan, S., Sarwanto, S., & Harjunowibowo, D. (2020). Guided Inquiry Lab: Its Effect to Improve Student's Critical Thinking on Mechanics. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(1), 87–97. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v9i1.4630>
- Fiteriani, I., Diani, R., Hamidah, A., & Anwar, C. (2021). Project-based learning through STEM approach: Is it effective to improve students' creative problem-solving ability and metacognitive skills in physics learning? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1), 1–14. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012058>
- Hira, A., & Anderson, E. (2021). Motivating online learning through project-based learning during the 2020 COVID-19 pandemic. *IAFOR Journal of Education*, 9(2), 93–110. <https://doi.org/10.22492/ije.9.2.06>
- Howard, J. L., Bureau, J., Guay, F., Chong, J. X. Y., & Ryan, R. M. (2021). Student motivation and associated outcomes: A meta-analysis from self-determination theory. *Perspectives on Psychological Science*, 16(6), 1300–1323. <https://doi.org/10.1177/1745691620966789>
- Hsieh, T. L. (2014). Motivation matters? The relationship among different types of learning motivation, engagement behaviors and learning outcomes of undergraduate students in Taiwan. *Higher Education*, 68(3), 417–433. <https://doi.org/10.1007/s10734-014-9720-6>
- Hunaepi, H., Dewi, I. N., & Sumarjan, S. (2019). Profiling students' environmental care attitudes taught using Sasak Tribe local wisdom-integrated model. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(3), 549–558. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i3.10009>
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing Engineering Design into High School STEM Courses. *National Center for Engineering and Technology*

Education, 8–13.

- Ibrahim, H., Hudha, A. M., & Rahardjanto, A. (2014). Keanekaragaman mesofauna tanah daerah pertanian apel Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu sebagai bioindikator kesuburan tanah. *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 581–587.
- Ilma, S., Henie, M., Al-Muhdhar, I., Rohman, F., & Sari, M. S. (2022). Promoting students' metacognitive awareness and cognitive learning outcomes in science education. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 11(1), 20–30. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i1.22083>
- Jirout, J. J., Vitiello, V. E., & Zumbunn, S. K. (2018). Curiosity in schools. In *The New Science of Curiosity*. Nova Science Publishers, Inc.
- Jumriani, J., Mutiani, M., Putra, M. A. H., Syaharuddin, S., & Abbas, E. W. (2021). The urgency of local wisdom content in social studies learning: Literature review. *The Innovation of Social Studies Journal*, 2(2), 103. <https://doi.org/10.20527/iis.v2i2.3076>
- Kafai, Y., Proctor, C., & Lui, D. (2020). From theory bias to theory dialogue: Embracing cognitive, situated, and critical framings of computational thinking in K-12 Cs education. *ACM Inroads*, 11(1), 44–53. <https://doi.org/10.1145/3381887>
- Kazhikenova, G., Zhumataeva, E., Kozhamzharova, M., & Aubakirova, S. (2021). The effectiveness of reflective dialogue in the development of reflective thinking in rising teachers. *Thinking Skills and Creativity*, 41(July). <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100902>
- Kurniawan, B., & Soesilohadi, R. H. (2020). Diversity and abundance of insect in conventional apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill) Plantation at Kota Batu, East Java. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 8(3), 194–201. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2020.008.03.08>
- Lewin, C., & McNicol, S. (2015). Supporting the development of 21st century skills through ICT. *KEYCIT 2014: Key Competencies in Informatics and ICT*, 181–198.
- Li, B., Jia, X., Chi, Y., Liu, X., & Jia, B. (2020). Project-based learning in a collaborative group can enhance student skill and ability in the biochemical laboratory: a case study. *Journal of Biological Education*, 54(4), 404–418. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1600570>
- Liu, F., & Stapleton, P. (2020). Counterargumentation at the primary level: An intervention study investigating the argumentative writing of second language learners. *System*, 89, 102198. <https://doi.org/10.1016/j.system.2019.102198>
- Manske, S., Hecking, T., Chounta, I. A., Werneburg, S., & Ulrich Hoppe, H. (2015). Using differences to make a difference: A study on heterogeneity of learning groups. *Computer-Supported Collaborative Learning Conference, CSCL, 1*, 182–189.
- Miharja, F. J., Hindun, I., & Fauzi, A. (2019). Pemberdayaan keterampilan bertanya siswa melalui pembelajaran inovatif berbasis lesson study. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 5(1), 28–38. <https://doi.org/10.22219/jinop.v5i1.7187>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methodes sourcebook* (3rd Ed.). Sage.
- Nahdi, M. S. (2018). Improving research and biological teaching based on local wisdom (ethnobiology). In S. Yamtinah (Ed.), *Isu Sosio-Saintifik: Inovasi Penelitian dan Pembelajaran IPA Abad 21* (pp. 17–21). Universitas Sebelas Maret.
- Naimnule, L., & Corebima, A. D. (2018). The correlation between metacognitive skills and critical thinking skills toward students' process skills in biology learning. *Journal of Pedagogical Research*, 2(2), 122–134.
- Oktavira, A. I., Suarman, D. F., Rifyant, F. A., & Fevria, R. (2022). Application of the Nutrient Film Technique

- (NFT) hydroponic system water spinach cultivation (*Ipomoea* sp). *Serambi Biologi*, 7(2), 157–162. <https://doi.org/10.24036/srmb.v7i2.140>
- Osuafor, A. M., & Amaefuna, I. A. (2016). A survey of biology teachers use of activity-oriented, laboratory practical exercises to promote functional biology education. *Education and Learning (EduLearn)*, 10(3), 281–290.
- Oudeyer, P. Y., Gottlieb, J., & Lopes, M. (2016). Intrinsic motivation, curiosity, and learning: Theory and applications in educational technologies. In *Progress in Brain Research* (1st ed., Vol. 229). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.05.005>
- Ouyang, F., Dai, X., & Chen, S. (2022). Applying multimodal learning analytics to examine the immediate and delayed effects of instructor scaffoldings on small groups' collaborative programming. *International Journal of STEM Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00361-z>
- Palmgren-Neuvonen, L., Littleton, K., & Hirvonen, N. (2021). Dialogic spaces in divergent and convergent collaborative learning tasks. *Information and Learning Science*, 12(5–6), 409–431. <https://doi.org/10.1108/ILS-02-2020-0043>
- Parikesit, M. A. K., Yuliati, Angka, P. R., Gunadhi, A., Joewono, A., & Sitepu, R. (2018). Otomatisasi sistem irigasi dan pemberian kadar nutrisi berdasarkan nilai Total Dissolve Solid (TDS) pada hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *Scientific Journal Widya Teknik*, 17(2), 63–71. <https://doi.org/10.33508/wt.v17i2.1964>
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). International handbook of emotions in education. In *International Handbook of Emotions in Education*. <https://doi.org/10.4324/9780203148211>
- Priemer, B., Eilerts, K., Filler, A., Pinkwart, N., Rösken-Winter, B., Tiemann, R., & Zu Belzen, A. U. (2020). A framework to foster problem-solving in STEM and computing education. *Research in Science and Technological Education*, 38(1), 105–130. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1600490>
- Raiman, M., Liu, A. N. A. M., & Wolo, D. (2021). Investigation of students' motivation to learn science while studying from home during a pandemic. *Journal of Research in Instructional*, 1(1), 33–42. <https://doi.org/10.30862/jri.v1i1.10>
- Ramdani, E. (2018). Model pembelajaran kontekstual berbasis kearifan lokal sebagai penguatan pendidikan karakter. *Jupiiis: Jurnal Pendidikan Ilmu-Ilmu Sosial*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.24114/jupiiis.v10i1.8264>
- Saputro, E. A., Kusuma, M. R., Bobsaid, A. A., Verbiawan, E. A., Firmansyah, Y. K., Sumiati, S., Winursito, Y. C., Putro, R. K. H., & Priyanto, A. D. (2022). Pemetaan potensi sumber mata air di Desa Giripurno, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. *Jurnal ENMAP*, 3(1), 29–33. <https://doi.org/10.23887/em.v3i1.46215>
- Sari, D. E., Hindun, I., Mahmudati, N., Miharja, F. J., & Fauzi, A. (2020). Are male and female students different in high-order thinking skills? *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(1), 42. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v9i1.17575>
- Shanmugavelu, G., Parasuraman, B., Ariffin, K., Kannan, B., & Vadivelu, M. (2020). Inquiry Method in the Teaching and Learning Process. *Shanlax International Journal of Education*, 8(3), 6–9. <https://doi.org/10.34293/education.v8i3.2396>
- Shobihah, H. N., Yustiati, A., & Andriani, Y. (2022). Produktivitas budidaya ikan dalam berbagai konstruksi sistem akuaponik (Review). *Akuatika Indonesia*, 7(1), 34. <https://doi.org/10.24198/jaki.v7i1.39441>
- Sholahuddin, A., Hayati, N., Iriani, R., Saadi, P., & Susilowati, E. (2021). Project-based learning on ethnoscience setting to improve students' scientific literacy. *AIP Conference Proceedings*, 2330(March). <https://doi.org/10.1063/5.0043571>
- Sulaiman, F., Rosales, J. J., & Kyung, L. J. (2023). The effectiveness of the integrated STEM-PBL physics module on students' interest, sensemaking, and effort. *Journal of Baltic Science Education*, 22(1), 113–129.

<https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.113>

- Suryawati, E., & Osman, K. (2018). Contextual learning: Innovative approach towards the development of students' scientific attitude and natural science performance. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 61–76. <https://doi.org/10.12973/ejmste/79329>
- Tania, S. P., Priyanto, E., Timur, J., & Surabaya, K. (2023). Pemetaan potensi komoditas hortikultura unggulan mapping the potential of leading horticultural commodities. *Jurnal AgribiSains*, 9(1), 51–60.
- Teo, T. W., Tan, A. L., Ong, Y. S., & Choy, B. H. (2021). Centricities of STEM curriculum frameworks: Variations of the S-T-E-M Quartet. *STEM Education*, 1(3), 141. <https://doi.org/10.3934/steme.2021011>
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Uge, S., Neolaka, A., & Yasin, M. (2019). Development of social studies learning model based on local wisdom in improving students' knowledge and social attitude. *International Journal of Instruction*, 12(3), 375–388. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12323a>
- Ulfah, I. F., Setiawan, A., & Rahmawati, A. (2017). Pembangunan desa berbasis potensi lokal agrowisata di Desa Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur. *Politik Indonesia: Indonesian Political Science Review*, 2(1), 46. <https://doi.org/10.15294/jpi.v2i1.8486>
- Vong, S. A., & Kaewurai, W. (2017). Instructional model development to enhance critical thinking and critical thinking teaching ability of trainee students at regional teaching training center in Takeo province, Cambodia. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38(1), 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2016.05.002>
- Wang, H. H., Lin, H. shyang, Chen, Y. C., Pan, Y. T., & Hong, Z. R. (2021). Modelling relationships among students' inquiry-related learning activities, enjoyment of learning, and their intended choice of a future STEM career. *International Journal of Science Education*, 43(1), 157–178. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1860266>
- Yew, E. H. J., & Goh, K. (2016). Problem-based learning: An overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2016.01.004>
- Ylostalo, J. H. (2020). Engaging students into their own learning of foundational genetics concepts through the 5E learning cycle and interleaving teaching techniques. *Journal of Biological Education*, 54(5), 514–520. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1620311>
- Yuanita, Y. (2024). Potensi wisata edukasi berbasis experiential learning dan pemasarannya di Kampoeng Kids Kota Batu, Jawa Timur untuk menjangkau segmen pasar yang diharapkan. *Syntax Idea*, 6(2), 527–540. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i2.2967>
- Zanden, P. J. A. . van der, Meijer, P. C., & Beghetto, R. A. (2020). A review study about creativity in adolescence: Where is the social context? *Thinking Skills and Creativity*, 38(May), 100702. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100702>