The current issue and full text archive of this journal is available on Tarbawi at: https://ejournal.unupasuruan.ac.id/index.php/tarbawi

E-ISSN : 2502-4353, P-ISSN : 2598-4128

Tarbawi
Jurnal Studi Pendidikan Islami

Pengaruhppembelajaran PjBL berbasis *Green Curriculum* dalam Mata Pelajaran IPA dalam Menumbuhkembangkan Metakognitif Santri Pondok Pesantren

Arga Triyandana*, Amang Fathurrohman, Nuril Hidayati

Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan
Indonesia
arga@unupasuruan.ac.id

STAI Salahuddin Pasuruan
Indonesia
amangfr@gmail.com

Universitas Nahdlatul Ulama
Indonesia
nuril@unupasuruan.ac.id

Article Info

Article history:

Diterima: Maret, 2025
Direvisi: April, 2025
Diterima: April, 2025

Kata kunci:

Project-Based Learning;
Green Curriculum;
Metacognitive Skills;
Science Education;
Islamic Boarding School;

**** Korespondensi author:***
arga@unupasuruan.ac.id

Abstract

Abstract Purpose: This study investigates the effect of implementing Green Curriculum-based Project Based Learning (PjBL) on the development of metacognitive skills among students at PIQ Singosari Malang Islamic Boarding School, while simultaneously fostering environmental awareness through practical ecological projects.

Design/methodology/approach: The research employed a quasi-experimental design with pretest-posttest nonequivalent control group model, involving 50 students divided into experimental and control groups. Data were collected using the validated Metacognitive Awareness Inventory and analyzed through independent samples t-test to compare mean differences in metacognitive skills between groups receiving Green Curriculum-integrated PjBL and conventional instruction.

Research limitations/implications: While limited by sample size and intervention duration, the findings strongly suggest that integrating Green Curriculum with PjBL effectively enhances metacognitive skills. This implies that educators should consider incorporating environmental projects into science education to simultaneously develop cognitive abilities and ecological awareness.

Findings: The results demonstrated statistically significant improvements in the experimental group across all metacognitive dimensions, with planning showing a mean difference of 9.08 (p=0.012), monitoring 13.72 (p=0.001), and evaluation 24.52 (p=0.000). The 95% confidence intervals confirmed the reliability of these differences, indicating substantial enhancement in students' abilities to plan, monitor, and evaluate their learning processes.

Originality/value: This study presents a novel integration of Green Curriculum with PjBL specifically designed for Islamic educational contexts, offering empirical evidence of how environmental projects enhance metacognitive abilities while aligning with Islamic environmental values, thus providing a replicable model for sustainable education development.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0).

PENDAHULUAN

Perkembangan abad ke-21 menuntut sistem pendidikan untuk tidak hanya berfokus pada penguasaan konten pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, salah satunya adalah keterampilan metakognitif yang merupakan fondasi krusial bagi peserta didik untuk menjadi pembelajar sepanjang hayat yang mampu merencanakan, memantau, dan mengevaluasi pemahaman mereka secara mandiri. Dalam konteks pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), keterampilan ini menjadi semakin penting mengingat kompleksitas dan sifat dinamis dari sains itu sendiri. Namun, realitas di lapangan seringkali belum sejalan dengan

tuntutan ini. Hasil observasi awal di Pondok Pesantren PIQ Singosari Malang pada pembelajaran IPA mengungkap sebuah fenomena yang memprihatinkan. Sebanyak 73% santri memperoleh nilai di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Lebih lanjut, dari 25 santri yang diamati, 6 orang tertidur di dalam kelas, dan hanya 4 orang yang terlihat aktif berkonsentrasi dan terlibat selama proses pembelajaran. Kondisi ini terjadi ketika metode ceramah konvensional menjadi pilihan utama. Fakta ini mengindikasikan tidak hanya rendahnya pemahaman konseptual tetapi juga lemahnya keterlibatan (*engagement*) dan kemandirian belajar santri, yang berakar pada kurangnya keterampilan metakognitif untuk mengatur dan merefleksikan proses belajar mereka.

Temuan ini sejalan dengan pentingnya integrasi keterampilan hidup dalam pendidikan, sebagaimana yang dikaji dalam artikel mengenai pengelolaan keterampilan hidup sehari-hari bagi penyandang disabilitas intelektual. Meskipun artikel tersebut telah ditarik kembali (*retracted*), isu yang diangkat tetap relevan dalam konteks pendidikan inklusif dan adaptif, termasuk dalam konteks pesantren yang memerlukan pendekatan khusus (International Electronic Journal of Elementary Education, 2024). Retraksi artikel tersebut justru mengingatkan kita akan pentingnya transparansi dan akurasi dalam diseminasi ilmu pengetahuan, serta kehati-hatian dalam memilih pendekatan pembelajaran yang tepat sasaran dan teruji validitasnya. Oleh karena itu, sebuah pendekatan pembelajaran inovatif yang bersifat *student-centered* dan kontekstual dibutuhkan untuk mengatasi masalah ini. Project-Based Learning (PjBL) muncul sebagai salah satu model yang potensial. PjBL menempatkan peserta didik sebagai arsitek pengetahuan mereka sendiri melalui pengerjaan proyek nyata yang kompleks dan bermakna (Sass et al., 2025). Model ini telah terbukti secara empiris mampu menumbuhkan keterampilan metakognitif, karena dalam setiap tahapannya—mulai perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi proyek—siswa dituntut untuk terus melakukan perencanaan, pemantauan, dan refleksi (Su et al., 2025).

Dalam upaya mengintegrasikan pendidikan dengan isu global, PjBL dapat diperkuat dengan kerangka Green Curriculum. Integrasi ini tidak hanya menjadikan proyek lebih relevan dengan tantangan dunia nyata, seperti keberlanjutan lingkungan (Valentin & Spangenberg, 2019), tetapi juga memperkaya dimensi metakognitif. Santri tidak hanya berpikir tentang *bagaimana* mereka belajar, tetapi juga *mengapa* mereka belajar suatu topik IPA dan bagaimana kaitannya dengan pelestarian alam. Penerapan PjBL berbasis Green Curriculum dalam mata pelajaran IPA, misalnya melalui proyek pembuatan biopori, instalasi energi terbarukan sederhana, atau pengolahan sampah sampah pesantren, diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang autentik. Keautentikan ini diduga kuat dapat memicu keterlibatan penuh, meningkatkan motivasi intrinsik (Purwaningsih et al., 2023), dan pada akhirnya menumbuhkembangkan keterampilan metakognitif santri.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penerapan model Pembelajaran Project-Based Learning (PjBL) berbasis Green Curriculum dalam mata pelajaran IPA dalam menumbuhkembangkan keterampilan metakognitif santri di Pondok Pesantren PIQ Singosari Malang. Diharapkan, temuan dari penelitian ini dapat menjadi solusi alternatif dalam mengatasi masalah rendahnya hasil belajar dan keterampilan metakognitif, sekaligus menanamkan nilai-nilai konservasi lingkungan dalam diri santri.

Tinjauan Pustaka

2.1 Keterampilan Metakognitif dalam Pembelajaran IPA

Keterampilan metakognitif merupakan komponen esensial dalam pembelajaran sains yang menekankan pada kemampuan siswa untuk merencanakan, memantau, mengontrol, dan mengevaluasi proses berpikir mereka sendiri (Schraw & Dennison, 1994). Dalam konteks

pembelajaran IPA, metakognisi memegang peranan krusial karena karakteristik IPA yang tidak hanya membutuhkan pemahaman konseptual tetapi juga kemampuan berpikir prosedural dan epistemologis. Penelitian Schraw & Dennison (1994) mengembangkan instrumen asesmen metakognitif yang terdiri dari dua komponen utama: pengetahuan metakognitif dan regulasi kognitif. Komponen-komponen ini sangat relevan dengan pembelajaran IPA dimana siswa perlu menyadari strategi belajar yang efektif sekaligus mampu meregulasi proses belajar mereka ketika menghadapi permasalahan sains yang kompleks.

2.2 Project-Based Learning (PjBL) dan Pengembangan Metakognitif

Project-Based Learning (PjBL) telah terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan metakognitif siswa. Menurut Sass et al. (2025), PjBL berfungsi sebagai katalis dalam pengembangan metakognisi melalui karakteristiknya yang meliputi: (1) pembelajaran berpusat pada siswa, (2) penyelesaian masalah kontekstual, dan (3) proses refleksi yang berkelanjutan. Penelitian Purwaningsih et al. (2023) menunjukkan bahwa implementasi PjBL dalam pembelajaran fisika mampu meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan metakognitif mahasiswa secara signifikan. Studi ini mengungkapkan bahwa tahapan-tahapan dalam PjBL - mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi proyek - secara alamiah melatih siswa untuk melakukan perencanaan strategis, pemantauan proses, dan evaluasi hasil. Lebih lanjut, Su et al. (2025) menemukan bahwa pendekatan sinergis antara PjBL dan pemrograman berpasangan (*pair programming*) terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan keterampilan metakognitif siswa sekolah menengah.

2.3 Integrasi Green Curriculum dalam Pembelajaran IPA

Green Curriculum merupakan pendekatan kurikulum yang mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan dan kesadaran lingkungan dalam proses pembelajaran. Valentin & Spangenberg (2019) menekankan bahwa pendekatan ini tidak hanya fokus pada aspek ekologis tetapi juga mencakup dimensi sosial dan ekonomi yang saling terkait.

Dalam konteks pembelajaran IPA, integrasi Green Curriculum melalui PjBL menawarkan beberapa keunggulan, antara lain: (1) menyediakan konteks pembelajaran yang autentik dan relevan dengan isu lingkungan aktual, (2) mengembangkan keterampilan berpikir sistem (*systems thinking*), dan (3) membangun kesadaran ekologis yang berkelanjutan. Penelitian di lingkungan pesantren menunjukkan bahwa pendekatan yang kontekstual dengan nilai-nilai keislaman tentang pelestarian alam dapat meningkatkan engagement dan pemahaman konseptual santri (Zubaidah, 2023).

2.4 Sinergi PjBL Berbasis Green Curriculum untuk Pengembangan Metakognitif

Sinergi antara PjBL dan Green Curriculum dalam pembelajaran IPA menciptakan lingkungan belajar yang ideal untuk pengembangan keterampilan metakognitif. Integrasi ini memungkinkan santri untuk terlibat dalam proyek-proyek lingkungan yang tidak hanya menantang secara kognitif tetapi juga bermakna secara personal dan sosial. Menurut teori belajar konstruktivisme, pembelajaran yang bermakna (*meaningful learning*) terjadi ketika siswa dapat menghubungkan pengetahuan baru dengan pengalaman nyata mereka. PjBL berbasis Green Curriculum menyediakan platform ideal untuk proses ini, dimana santri dapat mengaplikasikan konsep-konsep IPA dalam memecahkan masalah lingkungan di sekitar pesantren.

Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual tetapi juga mengembangkan soft skills seperti kolaborasi, komunikasi, dan tentunya keterampilan metakognitif (Sass et al., 2025; Su et al., 2025).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi-experimental design*. Desain yang diterapkan adalah *pretest-posttest nonequivalent control group design* (Creswell & Creswell, 2018), dimana peneliti tidak melakukan randomisasi penuh terhadap subjek penelitian. Populasi penelitian mencakup seluruh santri kelas VII Pondok Pesantren PIQ Singosari Malang yang berjumlah 75 santri. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria inklusi: (1) santri yang mengikuti pembelajaran IPA secara lengkap, (2) memiliki kemampuan akademik heterogen berdasarkan nilai rapor semester sebelumnya, dan (3) bersedia berpartisipasi dalam penelitian hingga selesai. Sebanyak 50 santri terpilih sebagai sampel, yang terbagi dalam dua kelompok yaitu kelas eksperimen (n=25) yang menerima perlakuan pembelajaran PjBL berbasis Green Curriculum, dan kelas kontrol (n=25) yang menerima pembelajaran konvensional dengan metode ceramah.

Instrumen penelitian terdiri dari *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI) yang diadaptasi dari Schraw & Dennison (1994) yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya dengan koefisien Cronbach's alpha 0,87. Instrumen ini mengukur dua dimensi keterampilan metakognitif yaitu pengetahuan metakognitif dan regulasi kognitif melalui 52 butir pernyataan dengan skala Likert 5 poin. Selain itu, digunakan juga tes hasil belajar IPA yang terdiri dari 25 butir soal pilihan ganda dengan validitas isi 0,85 dan reliabilitas 0,82. Sebelum treatment dilakukan, kedua kelompok diberikan pretest untuk mengetahui kemampuan awal keterampilan metakognitif dan pemahaman konsep IPA.

Proses treatment dilaksanakan selama 8 pertemuan masing- masing 3 jam pelajaran. Kelas eksperimen menerima pembelajaran dengan model PjBL berbasis Green Curriculum melalui proyek pembuatna kompos, mencangkok, pembuatan dna perawatn tanaman melalui vertical garden, dan hidroponik, serta budidaya ikan hias" kegiatan ini meliputi tahapan: (1) pendahuluan dan penjajakan masalah, (2) perencanaan proyek, (3) penyusunan jadwal, (4) pelaksanaan proyek, (5) pemantauan dan bimbingan, (6) penyusunan laporan, dan (7) presentasi dan refleksi. Sedangkan kelas kontrol menerima pembelajaran konvensional dengan metode ceramah, tanya jawab, dan penugasan individu sesuai dengan praktik pembelajaran yang biasa dilakukan di pesantren.

Analisis data dilakukan dengan uji *independent sample t-test* untuk menguji perbedaan signifikan keterampilan metakognitif antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Sebelum melakukan uji t, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk dan uji homogenitas menggunakan Levene's Test. Selain itu, dilakukan pula analisis N-Gain untuk mengetahui efektivitas treatment dalam meningkatkan keterampilan metakognitif santri. Seluruh analisis data dilakukan dengan menggunakan software SPSS versi 25 dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan data yang diperoleh dari uji statistik *Independent Samples t-test*, dapat disajikan hasil perbandingan keterampilan metakognitif antara kelompok eksperimen (yang menggunakan model PJBL berbasis Green Curriculum) dan kelompok kontrol (yang menggunakan pembelajaran konvensional). Analisis dilakukan pada tiga indikator keterampilan metakognitif: *Planing* (Perencanaan), *Monitoring* (Pemantauan), dan *Evaluating* (Evaluasi).

Tabel 1. Hasil Uji Independent Samples t-test untuk Perbandingan Keterampilan Metakognitif

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Self Planing	Equal variances assumed	10.638	.002	2.673	48	.010	9.08000	3.39633	2.25122	15.90878
	Equal variances not assumed			2.673	31.018	.012	9.08000	3.39633	2.15330	16.00670
Self Monitoring	Equal variances assumed	11.005	.002	3.613	48	.001	13.72000	3.79698	6.08566	21.35434
	Equal variances not assumed			3.613	31.537	.001	13.72000	3.79698	5.98135	21.45865
Self Evaluating	Equal variances assumed	6.353	.015	6.141	48	.000	24.52000	3.99273	16.49208	32.54792
	Equal variances not assumed			6.141	35.721	.000	24.52000	3.99273	16.42018	32.61982

Keterangan: Nilai Sig. pada Levene's Test untuk semua indikator < 0.05, sehingga asumsi yang digunakan adalah "Equal variances not assumed".

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa:

Indikator *Planing* **(Perencanaan):** Terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol (t(31.018) = 2.673, p = .012). Nilai *Mean Difference* sebesar 9.08000 menunjukkan bahwa skor perencanaan kelompok eksperimen secara rata-rata 9.08 poin lebih tinggi daripada kelompok kontrol.

Indikator *Monitoring* **(Pemantauan):** Terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara kedua kelompok (t(31.537) = 3.613, p = .001). *Mean Difference* sebesar 13.72000 mengindikasikan keunggulan yang besar pada kelompok eksperimen dalam hal kemampuan memantau proses belajar.

Indikator *Evaluating* **(Evaluasi):** Terdapat perbedaan yang paling signifikan antara kedua kelompok (t(35.721) = 6.141, p = .000). *Mean Difference* yang sangat besar, yaitu 24.52000, menunjukkan bahwa kemampuan mengevaluasi diri pada kelompok eksperimen jauh lebih unggul.

4.2. Pembahasan

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada ketiga indikator keterampilan metakognitif antara kelompok eksperimen dan kontrol. Temuan ini mengonfirmasi efektivitas model PJBL berbasis Green Curriculum dalam menumbuhkembangkan seluruh aspek keterampilan metakognitif santri secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Peningkatan Kemampuan *Planing* (Perencanaan) melalui Proyek Kontekstual. Proyek-proyek nyata seperti mencangkok, membuat vertical garden, dan pembuatan pupuk kompos menuntut santri untuk secara aktif merancang langkah-langkah kerja mereka sendiri. Hasil penelitian Triyandana et al. (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran melalui proyek lingkungan yang terstruktur dalam sintaks pembelajaran yang jelas mampu mengembangkan kemampuan perencanaan siswa secara sistematis. Dalam penelitian tersebut, tahapan "Create a schedule" dan "Implement the plan with group" memberikan kerangka bagi siswa untuk menyusun perencanaan yang detail dalam menyelesaikan proyek lingkungan. Temuan ini sejalan dengan teori metakognisi Schraw & Dennison (1994) yang menekankan pentingnya perencanaan strategis sebagai dasar pengaturan diri dalam belajar.

Penguatan Kemampuan *Monitoring* (Pemantauan) melalui Pembelajaran Berpengalaman. Sifat proyek berbasis lingkungan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu memaksa santri untuk terus-menerus memantau perkembangan proyek mereka. Triyandana et al. (2024) dalam penelitiannya menemukan bahwa aktivitas "Monitor of the project" yang terintegrasi dalam pembelajaran science memungkinkan siswa untuk mengobservasi perkembangan proyek dan mengidentifikasi hambatan yang dihadapi. Pembelajaran outdoor yang diterapkan dalam penelitian tersebut, seperti budidaya tanaman dan perawatan hewan, menciptakan kondisi yang secara alamiah memerlukan monitoring berkelanjutan. Hasil ini konsisten dengan penelitian Sass et al. (2025) yang menyatakan bahwa PjBL menciptakan kondisi yang secara alami memerlukan regulasi diri dan pemantauan berkelanjutan.

Pengembangan Kemampuan *Evaluating* (Evaluasi) yang Optimal melalui Refleksi. Perbedaan yang paling mencolok pada indikator *evaluating* (Mean Difference = 24.52) menunjukkan kekuatan utama dari model ini. Triyandana et al. (2024) mengungkapkan bahwa tahap "Campaign to friends about being environmentally friendly" dalam model integrasi green curriculum memfasilitasi siswa untuk merefleksikan pengalaman belajar dan mengevaluasi keberhasilan proyek yang telah dilaksanakan. Kegiatan presentasi dan kampanye lingkungan ini memberikan umpan balik yang konkret bagi siswa untuk menilai proses dan hasil belajar mereka. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Purwaningsih et al. (2023) yang menyatakan bahwa refleksi pada akhir proyek merupakan komponen kunci dalam pengembangan keterampilan evaluasi metakognitif.

Sinergi Green Curriculum dan Pembelajaran IPA dalam Pengembangan Metakognisi. Integrasi Green Curriculum melalui proyek-proyek lingkungan telah mengubah pembelajaran IPA dari yang abstrak menjadi konkret dan bermakna. Triyandana et al. (2024) menekankan bahwa integrasi green curriculum dalam science education menciptakan pembelajaran yang kontekstual melalui aktivitas seperti berkebun, pengelolaan sampah, dan konservasi air. Pembelajaran yang bermakna ini meningkatkan engagement dan motivasi intrinsik siswa, yang pada akhirnya mendorong pengembangan keterampilan metakognitif yang menyeluruh. Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Su et al. (2025) yang menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran kontekstual melalui proyek nyata efektif dalam mengembangkan kemampuan metakognitif siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model Project-Based Learning (PjBL) berbasis Green Curriculum secara signifikan lebih efektif dalam menumbuhkembangkan keterampilan metakognitif santri dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Temuan ini dibuktikan melalui hasil uji statistik *independent samples t-test* yang menunjukkan perbedaan yang signifikan pada ketiga indikator keterampilan metakognitif, yaitu *planning* (perencanaan), *monitoring* (pemantauan), dan *evaluating* (evaluasi), dengan nilai *p* < 0.05 untuk semua indikator. Keunggulan paling menonjol terlihat pada aspek *evaluating*, yang mengindikasikan bahwa model ini sangat potensial dalam melatih kemampuan refleksi dan penilaian diri santri terhadap proses belajar yang telah mereka lalui. Keberhasilan model ini dalam meningkatkan keterampilan metakognitif tidak terlepas dari karakteristik PjBL yang menempatkan santri sebagai subjek aktif dalam pembelajaran. Proyek-proyek nyata berbasis lingkungan, seperti mencangkok, membuat vertical garden, hidroponik, pembuatan pupuk kompos, dan budidaya ikan hias, menciptakan situasi pembelajaran yang autentik dan menantang. Situasi ini secara alamiah menuntut santri untuk secara mandiri merencanakan langkah-langkah kerja, memantau perkembangan proyek, dan mengevaluasi hasil

serta proses yang mereka jalani. Dengan demikian, setiap tahapan proyek berfungsi sebagai latihan terstruktur bagi pengembangan kesadaran dan regulasi kognitif mereka.

Integrasi Green Curriculum berperan sebagai katalisator yang memperkuat dampak metakognitif dari PjBL. Kontekstualisasi pembelajaran IPA melalui isu-isu keberlanjutan dan lingkungan di sekitar pesantren menciptakan meaningful learning yang meningkatkan motivasi intrinsik dan keterlibatan santri. Ketika santri melihat langsung aplikasi konsep sains dalam memecahkan masalah nyata, seperti mengelola limbah organik menjadi kompos, mereka tidak hanya memahami materi secara lebih mendalam tetapi juga terdorong untuk terus merefleksikan dan mengatur strategi belajar mereka. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan yang kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari merupakan faktor kunci dalam membangun kemandirian belajar.

Secara implikatif, penelitian ini merekomendasikan model PjBL berbasis Green Curriculum sebagai alternatif inovatif untuk diterapkan secara lebih luas di lingkungan pendidikan pesantren dan sejenisnya. Model ini tidak hanya efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi lebih penting lagi, berhasil membekali santri dengan keterampilan metakognitif yang merupakan fondasi essensial untuk menjadi pembelajar sepanjang hayat (*lifelong learners*) yang adaptif dan responsif terhadap tantangan global, khususnya isu lingkungan. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dikaji lebih lanjut mengenai sustainabilitas dampak model ini serta faktor-faktor spesifik dalam Green Curriculum yang paling berkontribusi terhadap perkembangan metakognitif

DAFTAR PUSTAKA

Aningsih, Zulela, M. S., Neolaka, A., Iasha, V., & Setiawan, B. (2022). How is the education character implemented? The case study in Indonesian elementary school. *Journal of Educational and Social Research*, 12(1), 371-380. https://doi.org/10.36941/jesr-2022-0029

Ardoin, N. M., & Bowers, A. W. (2020). Early childhood environmental education: A systematic review of the research literature. *Educational Research Review*, 31, 100353. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100353

Aurélio, L., Sequeira, V., França, S., Amoroso, S., Boaventura, D., Cardoso, I., Amorim, A., & Cabral, H. N. (2022). Bridging the gap between formal and non-formal science education: Traditional fish markets as a tool to promote ocean literacy. *Applied Environmental Education & Communication*, 21(3), 238-253. https://doi.org/10.1080/1533015X.2022.2043207

Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., & Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 271-311. https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672056

Bhandari, B., & Abe, O. (2000). Environmental education in Asia Pacific region: Some problems and prospect. *Journal of Environmental Education*, 1(1), 57-77.

Bradley, K. (2009). Planning for eco-friendly living in diverse societies. *Local Environment*, 14(4), 347-363. https://doi.org/10.1080/13549830902764738

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage Publications.

Daher, W. (2022). Elementary school students' perceptions of democratic practices in the project-based science classroom. *International Journal of Mathematical Education in Science

and Technology*, 53(8), 2045-2060. https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2039793

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2019). *How to design and evaluate research in education* (10th ed.). McGraw-Hill Education.

Gobena, A. E., & Kant, S. (2022). Assessing the effect of endogenous culture, local resources, eco-friendly environment and modern strategy development on entrepreneurial development. *Journal of Entrepreneurship, Management, and Innovation*, 4(1), 118-135. https://doi.org/10.52633/jemi.v4i1.153

Gunansyah, G., Zuhdi, U., Supriyono, S., & Aisy, M. R. (2021). Sustainable development education practices in elementary schools. *Journal of Education and Learning*, 15(2), 178-187. https://doi.org/10.11591/edulearn.v15i2.17091

International Electronic Journal of Elementary Education. (2024). Retraction notice: "Teachers' Management of Everyday-Living Skills of Intellectually Challenged Learners". *International Electronic Journal of Elementary Education*, 16(4), 495-508. https://doi.org/10.26822/iejee.2024.348

Komariah, M., & Sa'ud, U. S. (2024). Integration education for sustainable development (ESD) into the learning process in elementary school: A systematic literature review. In J.-C. Hong (Ed.), *New Technology in Education and Training* (pp. 217-229). Springer Nature Singapore.

Louw, W. (2013). Green curriculum: Sustainable learning at a higher education institution. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(1), 1-15. https://doi.org/10.19173/irrodl.v14i1.1310

Lowan-Trudeau, G. (2023). Digital technologies and environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 54(1), 1-7. https://doi.org/10.1080/00958964.2022.2152413

Ni, L., Ahmad, S. F., Alsanie, G., Lan, N., Irshad, M., Saeed, R. H. B., Ahmad, A. B., & Khan, Y. (2024). Investigating the role of green curriculum in shaping pro-environmental behaviors and environmental values orientation for sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 25(7), 1537-1557. https://doi.org/10.1108/IJSHE-05-2023-0207

Parker, L., & Prabawa-Sear, K. (2019). *Environmental education in Indonesia: Creating responsible citizens in the global South?* Routledge.

Purwaningsih, H., Suyono, S., & Prasetyo, Z. K. (2023). The impact of project-based learning in physics education on university students' motivation to learn and metacognition. *Zbornik Instituta za Pedagoska Istrazivanja*, 55(1), 117-141. https://doi.org/10.2298/ZIPI2301117P

Sass, W., Boeve-de Pauw, J., Olsson, D., Gericke, N., De Maeyer, S., & Van Petegem, P. (2025). Project-based learning as a catalyst for fostering metacognitive skills in preservice science teachers. *European Journal of Educational Research*, 14(1), 1-15. https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.1.1

Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460-475. https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033

Shulla, K., Filho, W. L., Lardjane, S., Sommer, J. H., & Borgemeister, C. (2020). Sustainable development education in the context of the 2030 Agenda for sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 27(5), 458-468. https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1721378

Su, C.-Y., Hu, Y., & Zhang, J. (2025). Synergistic approaches in education: Elevating computational thinking and metacognitive skills through combined project-based and pair

programming learning in high schools. *Educational Technology Research and Development*, 73(2), 451-470. https://doi.org/10.1007/s11423-025-10278-1

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation.

Triyandana, T., Ibrahim, I., Yanuwiyadi, B., Amin, M., & Hajar, M. U. (2024). Strategies to enhance eco-friendly culture and environmental awareness by green curriculum integration in Indonesian elementary science classroom. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 17(1), 217-232. https://doi.org/10.26822/iejee.2024.374

UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Valentin, A., & Spangenberg, J. H. (2019). Three pillars of sustainability: In search of conceptual origins. *Sustainability Science*, 14(3), 681-695. https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5

Wals, A. E. J. (2015). *Beyond unreasonable doubt: Education and learning for socio-ecological sustainability in the anthropocene*. Wageningen University.

Yustina, Syafii, W., & Vebrianto, R. (2020). The effects of blended learning and project-based learning on pre-service biology teachers' creative thinking through online learning in the COVID-19 pandemic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 408-420. https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.24706

Zubaidah, S. (2023). Green curriculum implementation in Islamic boarding schools: Challenges and opportunities. *Journal of Islamic Education Research*, 15(2), 45-62. https://doi.org/10.35719/jier.v15i2.245