

EFEKTIVITAS MODEL PROJECT BASED LEARNING PEMBUATAN BIOPLASTIK DARI KULIT PISANG UNTUK MENINGKATKAN SIKAP PEDULI LINGKUNGAN DAN PERILAKU PRO-LINGKUNGAN SISWA

Kinanti Lestari¹, Sunyono², Annisa Meristin³

Universitas Lampung^{1,2,3}

kinantilestari24@gmail.com¹, sunyono.1965@fkip.unila.ac.id²,
annisa.meristin@fkip.unila.ac.id³,

ABSTRACT

The Project-Based Learning (PjBL) model places students at the center of learning to gain real experience related to environmental sustainability. This study describes the effectiveness of the PjBL model in producing bioplastics from banana peels within green chemistry material to enhance high school students' environmental concern attitudes and pro-environmental behavior. A quasi-experimental method with a non-equivalent control group design was used. The sample consisted of class X.1 as the experimental group and X.2 as the control group, selected through cluster random sampling. Results show the average N-gain of environmental concern attitude in the experimental class was higher than the control class, with an effect size (r) of 0.67 (large category). Pro-environmental behavior also showed a highly significant difference (Mann-Whitney U, $Z = -3.932$; Asymp. Sig. < 0.05) with an effect size (r) of 0.50 (large category). It is concluded that the PjBL model for producing banana-peel bioplastics is effective in enhancing students' environmental concern attitudes and pro-environmental behaviors.

Keywords: *environmental concern attitude, pro-environmental behavior, project based learning, banana peel bioplastic, green chemistry.*

ABSTRAK

Model Project Based Learning (PjBL) merupakan model pembelajaran berbasis proyek yang menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran untuk memperoleh pengalaman nyata terkait kelestarian lingkungan. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan efektivitas model PjBL dalam pembuatan bioplastik dari kulit pisang pada materi kimia hijau untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa SMA. Metode penelitian yang digunakan adalah quasi experimental dengan desain non-equivalent control group design. Sampel penelitian adalah peserta didik kelas X.1 sebagai kelas eksperimen dan kelas X.2 sebagai kelas kontrol yang dipilih menggunakan teknik cluster random sampling. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata N-gain sikap peduli lingkungan kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dengan effect size (r) sebesar 0,67 berkategori besar. Perilaku pro-lingkungan juga menunjukkan perbedaan sangat signifikan berdasarkan uji Mann-Whitney U ($Z = -3,932$; Asymp. Sig. $< 0,05$)

dengan effect size (r) sebesar 0,50 berkategori besar. Dapat disimpulkan bahwa model PjBL pembuatan bioplastik dari kulit pisang efektif meningkatkan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa SMA.

Kata kunci: sikap peduli lingkungan, perilaku pro-lingkungan, project based learning, bioplastik kulit pisang, kimia hijau.

A. Pendahuluan

Pencemaran lingkungan akibat limbah plastik masih menjadi tantangan serius, termasuk di Indonesia. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022 mencatat Indonesia menghasilkan sekitar 68,5 juta ton sampah, dengan 17% atau 11,6 juta ton di antaranya adalah sampah plastik (KLHK, 2023). Sampah plastik sulit terurai dan menimbulkan pencemaran tanah, air, hingga ekosistem laut. Indonesia bahkan menempati urutan kedua sebagai penyumbang sampah plastik ke laut terbesar di dunia setelah Tiongkok (Jambeck dkk., 2021). Permasalahan ini tidak hanya disebabkan tingginya produksi dan konsumsi plastik, tetapi juga rendahnya kesadaran lingkungan dan

lemahnya perilaku nyata masyarakat (Kusumaningrum dkk., 2020).

Krisis kepedulian terhadap lingkungan turut terefleksi pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA), yang terlihat dari tingginya sampah plastik kemasan sekali pakai, minimnya pemilahan limbah, dan belum adanya inisiatif mandiri siswa untuk mengurangi sampah (Pradipta & Widjanarko, 2021). Pembelajaran kimia di SMA masih cenderung konvensional dan berfokus pada ranah kognitif, sehingga ranah sikap (afektif) dan tindakan nyata (psikomotorik) siswa terhadap lingkungan menjadi terabaikan (Mahanal, 2019; Sari dkk., 2022).

Salah satu materi kimia kelas X SMA yang relevan untuk membentuk karakter peduli lingkungan adalah

materi Kimia Hijau (Green Chemistry), yang mengajarkan pemanfaatan bahan baku terbarukan dan perancangan produk kimia yang mudah terurai (Anastas & Warner, 2000). Provinsi Lampung memiliki produksi pisang yang sangat besar, namun pemanfaatan kulitnya masih minim sehingga sering menjadi sampah rumah tangga (BPS Lampung, 2023), padahal kulit pisang kaya akan pati dan selulosa yang berpotensi diolah menjadi bioplastik ramah lingkungan (Ginting dkk., 2020).

Agar proyek pembuatan bioplastik ini terintegrasi dengan materi Kimia Hijau, diperlukan model pembelajaran yang berpusat pada siswa, yaitu Project Based Learning (PjBL) (Afriana dkk., 2016). Model PjBL melibatkan siswa mulai dari identifikasi masalah lingkungan, perancangan proyek, penyusunan jadwal, pelaksanaan pembuatan

produk, hingga pengujian dan evaluasi hasil (The George Lucas Educational Foundation, 2015), yang diharapkan mampu meningkatkan sikap peduli lingkungan sekaligus perilaku pro-lingkungan siswa (Fernandez dkk., 2007; Leeuw dkk., 2015). Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas PjBL dalam meningkatkan aspek afektif dan tindakan lingkungan siswa (Azrai dkk., 2024; Adawiyah & Mahmuddin, 2023; Annurradi & Djulia, 2025), namun penelitian yang secara khusus menguji efektivitas PjBL melalui pembuatan bioplastik dari kulit pisang untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa secara bersamaan pada materi Kimia Hijau masih jarang dilakukan (Wulandari & Lestari, 2022).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas penerapan model Project

Based Learning (PjBL) pembuatan bioplastik dari kulit pisang dalam meningkatkan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa. Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan mendeskripsikan efektivitas penerapan model Project Based Learning (PjBL) pembuatan bioplastik dari kulit pisang dalam meningkatkan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa.

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi tiga pihak. Bagi peserta didik, penelitian ini diharapkan membantu meningkatkan sikap peduli lingkungan serta membentuk perilaku pro-lingkungan melalui pengalaman langsung dalam pembuatan bioplastik, sekaligus menghubungkan materi kimia dengan permasalahan nyata di sekitar mereka. Bagi pihak sekolah, hasil penelitian dapat menjadi masukan dalam mengembangkan pembelajaran kimia

yang tidak hanya menekankan aspek kognitif, tetapi juga menilai aspek sikap dan perilaku siswa terhadap lingkungan. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi untuk penelitian lanjutan mengenai efektivitas model PjBL berbasis potensi lokal serta hubungan antara sikap peduli lingkungan dengan perilaku pro-lingkungan siswa.

Ruang Lingkup dan Hipotesis Penelitian

Efektivitas dalam penelitian ini didefinisikan sebagai tingkat keberhasilan pembelajaran apabila rata-rata N-gain sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa pada kelas eksperimen minimal berada pada kategori sedang, serta terdapat perbedaan N-gain yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Bioplastik yang dihasilkan merupakan produk olahan kulit pisang yang mengandung pati dan selulosa

sebagai bahan dasar polimer alami, diolah melalui proses ekstraksi, pencampuran dengan plasticizer, dan pemanasan. Hipotesis dalam penelitian ini adalah pembelajaran menggunakan model Project Based Learning (PjBL) pembuatan bioplastik dari kulit pisang efektif dalam meningkatkan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa.

B. Metode Penelitian

Desain dan Sampel Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode quasi experimental dengan desain non-equivalent pretest-posttest control group design, dilaksanakan di SMA Perintis 2 Bandar Lampung pada materi Kimia Hijau selama 4 kali pertemuan. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X tahun pelajaran 2025/2026 yang berjumlah 443 siswa dari 13 kelas. Sampel diambil menggunakan teknik cluster random sampling, terpilih kelas X.1 sebagai

kelas eksperimen (diberi perlakuan model PjBL dalam pembuatan bioplastik dari kulit pisang) dan kelas X.2 sebagai kelas kontrol (menggunakan pembelajaran konvensional/teacher-centered learning), masing-masing berjumlah 30 siswa.

Instrumen Penelitian

Sikap peduli lingkungan diukur menggunakan kuesioner adaptasi dari instrumen Environmental Attitude (Fernandez dkk., 2007) dan Environmental Problems Attitude (Ozden, 2008), berjumlah 25 item pernyataan yang mencakup lima dimensi: pendidikan, konservasi, niat untuk bertindak, kesadaran isu lingkungan, dan kesadaran tanggung jawab individu, menggunakan skala Likert 4 poin. Perilaku pro-lingkungan diukur menggunakan lembar observasi yang diadaptasi dari konsep Pro-Environmental Behavior (de Leeuw dkk., 2015), terdiri atas 11 item

pengamatan pada tiga dimensi: konservasi energi, pengolahan limbah, dan perilaku sosial. Keterlaksanaan model PjBL diukur melalui lembar observasi enam tahapan sintaks PjBL. Uji validitas isi dilakukan melalui judgement ahli, sedangkan validitas empiris dan reliabilitas diuji menggunakan SPSS dengan teknik Pearson Correlation dan Cronbach's Alpha.

Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji validitas isi instrumen dilakukan melalui judgement oleh validator ahli sains, dengan menelaah kesesuaian tiap item kuesioner terhadap tujuan penelitian (Fraenkel dkk., 2019). Uji validitas empiris dilakukan dengan menguji cobakan instrumen kepada 30 siswa kelas X di SMA Negeri 3 Tulang Bawang Tengah, kemudian data dianalisis menggunakan SPSS Statistics dengan teknik Pearson Correlation. Instrumen dinyatakan valid secara

empiris apabila nilai r -hitung lebih besar dari r -tabel pada taraf signifikansi 5% (Arikunto, 2019). Uji reliabilitas dilakukan menggunakan teknik Cronbach's Alpha, dengan nilai r_{11} yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria derajat reliabilitas: sangat tinggi (0,80–1,00), tinggi (0,60–0,80), sedang (0,40–0,60), rendah (0,20–0,40), dan tidak reliabel (0,00–0,20).

Kriteria Interpretasi N-gain dan Effect Size

Tabel 1. Kriteria N-gain (Hake, 2012)

Kriteria N-gain	Rentang Nilai
Tinggi	$n\text{-gain} > 0,7$
Sedang	$0,3 < n\text{-gain} \leq 0,7$
Rendah	$n\text{-gain} < 0,3$

Tabel 5. Kriteria Effect Size (Cohen, 2017)

Kriteria Effect Size (r)	Kategori
$r \geq 0,10$	Efek kecil
$r \geq 0,30$	Efek sedang
$r \geq 0,50$	Efek besar

Variabel dan Prosedur Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran, yaitu Project Based Learning (PjBL) dalam

pembuatan bioplastik dari kulit pisang dan pembelajaran konvensional. Variabel terikat adalah sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa, sedangkan variabel kontrol adalah materi Kimia Hijau dan guru yang mengajar di kelas tersebut. Prosedur penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap. Pertama, tahap pendahuluan meliputi pengurusan izin penelitian, observasi kondisi kelas, dan penentuan populasi serta sampel. Kedua, tahap pelaksanaan meliputi penyusunan perangkat pembelajaran (modul ajar dan LKPD), validasi instrumen, pemberian pretest, pelaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kontrol selama empat pertemuan, serta pemberian posttest. Ketiga, tahap pasca penelitian meliputi analisis data, pembahasan hasil, dan penarikan kesimpulan.

Teknik Analisis Data

Peningkatan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan dianalisis menggunakan rumus N-gain dengan kategori tinggi ($>0,7$), sedang ($0,3-0,7$), dan rendah ($<0,3$) (Hake, 2012). Pengujian hipotesis menggunakan uji perbedaan dua rata-rata, didahului uji normalitas (Kolmogorov-Smirnov) dan homogenitas. Jika data berdistribusi normal dan homogen digunakan Independent Sample T-Test, sedangkan jika tidak terpenuhi digunakan uji non-parametrik Mann-Whitney U. Ukuran pengaruh (effect size) dihitung menggunakan rumus Jahjouh (2014) untuk data parametrik dan rumus koefisien korelasi Field (2013) untuk data

non-parametrik, dengan kategori interpretasi menurut Dyncer (2015) dan Cohen (2017).

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Peningkatan Sikap Peduli Lingkungan

Rata-rata N-gain sikap peduli lingkungan kelas eksperimen sebesar 0,50 (kategori sedang), lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,21 (kategori rendah). Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen (Sig. > 0,05), sehingga pengujian hipotesis menggunakan Independent Sample T-Test. Hasil uji menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,001 (< 0,05), yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata N-gain sikap peduli lingkungan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Nilai effect size sikap peduli lingkungan pada kelas eksperimen sebesar 0,67 dan kelas kontrol sebesar 0,66, keduanya berkategori besar, dengan peningkatan paling menonjol pada dimensi kesadaran tanggung jawab individu.

Tabel 2. Hasil N-gain dan Effect Size Sikap Peduli Lingkungan

Peningkatan Perilaku Pro-Lingkungan

Hasil analisis N-gain menunjukkan kelas eksperimen mengalami peningkatan perilaku pro-lingkungan yang tinggi (0,84), sementara kelas kontrol berada pada kategori sedang (0,37). Uji normalitas

Kelas	Rata-rata N-gain	Kriteria	Effect Size
Kontrol	0,21	Rendah	0,66 (Besar)
Eksperimen	0,50	Sedang	0,67 (Besar)

menunjukkan data tidak berdistribusi normal (Sig. < 0,05) dan tidak homogen, sehingga pengujian hipotesis menggunakan uji non-parametrik Mann-Whitney U. Hasil uji menunjukkan nilai Z = -3,932 dengan Asymp. Sig. (2-tailed) < 0,05, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara perilaku pro-lingkungan kelas eksperimen (mean rank 39,35) dan kelas kontrol (mean rank 21,65). Nilai effect size (r) sebesar 0,50 berkategori besar, menunjukkan model PjBL

memberikan kontribusi signifikan terhadap pembentukan perilaku pro-lingkungan siswa, terutama melalui tindakan konkret seperti efisiensi bahan dan pengelolaan limbah proyek.

Tabel 3. Hasil N-gain dan Effect Size Perilaku Pro-Lingkungan

Kelas	Rata-rata N-gain	Kriteria	Z / Effect Size (r)
Kontrol	0,37	Sedang	$Z = -3,932$
Eksperimen	0,84	Tinggi	$r = 0,50$ (Besar)

Uji Prasyarat Analisis

Uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov pada data N-gain sikap peduli lingkungan menunjukkan nilai Sig. sebesar 0,194 (kelas kontrol) dan 0,200 (kelas eksperimen), keduanya lebih besar dari 0,05, sehingga data berdistribusi normal. Uji homogenitas pada data yang sama menunjukkan nilai Sig. sebesar 0,166 ($> 0,05$), sehingga data berasal dari populasi dengan varians

homogen. Sebaliknya, uji normalitas pada data N-gain perilaku pro-lingkungan menunjukkan nilai Sig. sebesar 0,021 (kelas kontrol) dan 0,001 (kelas eksperimen), keduanya lebih kecil dari 0,05, sehingga data tidak berdistribusi normal. Uji homogenitas juga menunjukkan nilai Sig. sebesar 0,001 ($< 0,05$), sehingga data tidak homogen. Berdasarkan hasil tersebut, pengujian hipotesis sikap peduli lingkungan menggunakan statistik parametrik (Independent Sample T-Test), sedangkan pengujian hipotesis perilaku pro-lingkungan menggunakan statistik non-parametrik (Mann-Whitney U).

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas dan

Variabel	Uji Normalitas (Sig.)	Uji Homogenitas (Sig.)
Sikap Peduli Lingkungan	0,194 / 0,200	0,166
Perilaku Pro-Lingkungan	0,021 / 0,001	0,001
Homogenitas Data N-gain		

Keterlaksanaan Model PjBL

Rata-rata keterlaksanaan pembelajaran model PjBL dalam pembuatan bioplastik dari kulit pisang secara keseluruhan sebesar 87,50% dengan kriteria sangat tinggi. Tahap Create a Schedule dan Design a Plan for the Project memperoleh persentase tertinggi (100% dan 91,67%), tahap Monitor the Students and the Progress of the Project serta Evaluate the Experience berada pada kisaran 83,33%–87,50%, tahap Start With the Essential Question mencapai 80%, sedangkan tahap Assess the Outcome memperoleh persentase terendah (75%). Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh sintaks PjBL — mulai dari Start With the Essential Question, Design a Plan for the Project, Create a Schedule, Monitor the Students and the Progress of the Project, Assess the Outcome, hingga Evaluate the Experience — terlaksana dengan baik di kelas eksperimen.

Peningkatan Tiap Dimensi Sikap dan Perilaku

Ditinjau dari kelima dimensi sikap peduli lingkungan (pendidikan, konservasi, niat untuk bertindak, kesadaran isu lingkungan, dan kesadaran tanggung jawab individu), kelas eksperimen menunjukkan peningkatan skor akhir yang lebih tinggi pada setiap dimensi dibandingkan kelas kontrol. Peningkatan paling signifikan terjadi pada dimensi kesadaran tanggung jawab individu, sedangkan dimensi niat untuk bertindak mencatatkan peningkatan yang relatif paling rendah, mengindikasikan bahwa perubahan kesadaran belum sepenuhnya diikuti oleh niat aksi yang konsisten dalam waktu singkat.

Pada perilaku pro-lingkungan, kondisi awal kedua kelas pada dimensi perilaku pro-sosial sudah berada pada kriteria cukup, sedangkan dimensi konservasi energi dan pengolahan limbah masih

berkriteria kurang. Setelah perlakuan, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan pada seluruh dimensi, dengan dimensi konservasi energi dan pengolahan limbah berhasil bergeser dari kriteria kurang menjadi cukup, sementara kelas kontrol cenderung stagnan pada kriteria yang sama seperti kondisi awal.

Implementasi Tahapan PjBL pada Kelas Eksperimen

Pertemuan pertama diisi dengan tahap *Start with the Essential Question*, yaitu penyajian wacana permasalahan sampah plastik pada LKPD yang mendorong siswa mengidentifikasi masalah dan merumuskan pertanyaan terkait peran ilmu kimia dalam mengatasi pencemaran lingkungan. Pertemuan kedua diisi dengan tahap *Design a Plan for the Project* dan *Create a Schedule*, di mana siswa berdiskusi kelompok merancang proyek pembuatan bioplastik dari kulit pisang, menentukan alat dan bahan, serta

menyusun jadwal dan pembagian tugas.

Pertemuan ketiga diisi dengan tahap *Monitor the Students and the Progress of the Project*, yaitu pelaksanaan pembuatan bioplastik secara langsung mulai dari mencuci dan menghaluskan kulit pisang, menyaring larutan pati, mencampurkan bahan tambahan (gliserin, asam cuka, dan gelatin), memanaskan larutan, hingga mencetak dan mengeringkan produk selama tiga hari, dengan guru berperan sebagai fasilitator. Pertemuan keempat diisi dengan tahap *Assess the Outcome*, yaitu presentasi dan penilaian hasil produk bioplastik serta analisis penerapan prinsip-prinsip Kimia Hijau, dilanjutkan tahap *Evaluate the Experience* berupa refleksi pengalaman belajar siswa selama proyek berlangsung.

Penerapan model PjBL dalam pembuatan bioplastik dari kulit pisang

efektif meningkatkan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa. Pada tahap Start with the Essential Question, siswa memahami permasalahan sampah plastik melalui wacana kontekstual, yang menumbuhkan dimensi pendidikan lingkungan dan kesadaran isu lingkungan. Pada tahap Design a Plan for the Project dan Create a Schedule, siswa merancang proyek secara kolaboratif sehingga berkembang dimensi konservasi, kesadaran tanggung jawab individu, dan perilaku sosial. Pada tahap Monitor the Students and the Progress of the Project, siswa melaksanakan pembuatan bioplastik secara langsung (hands-on experience) yang sejalan dengan teori experiential learning Kolb (1984), sehingga menumbuhkan perilaku pengolahan limbah secara nyata. Tahap Assess the Outcome dan Evaluate the Experience mendorong siswa merefleksikan pengalaman belajar,

sejalan dengan teori berpikir reflektif Dewey (1933), sehingga memperkuat niat untuk bertindak dan komitmen berperilaku ramah lingkungan.

Selisih effect size sikap peduli lingkungan antara kelas eksperimen dan kontrol relatif tipis (67% berbanding 66%), yang diduga dipengaruhi oleh social desirability bias saat siswa mengisi kuesioner daring melalui Google Form (Lange & Dewitte, 2022). Sebaliknya, perbedaan pada ranah perilaku pro-lingkungan jauh lebih besar karena diukur melalui observasi tindakan nyata, bukan laporan diri, sehingga lebih mencerminkan perubahan aktual siswa. Temuan ini juga menegaskan adanya value-action gap (Lange & Dewitte, 2022), yaitu peningkatan sikap tidak selalu langsung diikuti tindakan nyata yang konsisten, karena perubahan perilaku bersifat psikomotorik memerlukan pembiasaan jangka panjang (Kuo

dkk., 2021). Meskipun demikian, dibandingkan kelas kontrol yang cenderung stagnan, model PjBL terbukti jauh lebih efektif dalam mendorong perubahan sikap maupun tindakan nyata siswa terhadap lingkungan, sejalan dengan teori Hungerford dan Volk (1990) bahwa perubahan perilaku nyata baru terbentuk ketika siswa diberi keterampilan beraksi (action skills) dan dilibatkan langsung memecahkan masalah lingkungan.

Secara umum, hasil penelitian ini memperkuat temuan-temuan sebelumnya bahwa model PjBL efektif meningkatkan aspek afektif dan tindakan lingkungan siswa (Azrai dkk., 2024; Adawiyah & Mahmuddin, 2023). Kontekstualisasi proyek melalui pemanfaatan limbah organik lokal (kulit pisang) menjadi produk bioplastik memberikan pengalaman belajar yang bermakna, menghubungkan konsep kimia hijau

dengan aksi nyata pelestarian lingkungan, sehingga siswa tidak hanya memahami dampak buruk plastik secara teoritis, tetapi juga terlibat langsung dalam upaya mengurangi permasalahan tersebut melalui tindakan konkret di sekolah.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa model Project Based Learning (PjBL) dalam pembuatan bioplastik dari kulit pisang efektif meningkatkan sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan siswa SMA pada materi Kimia Hijau. Hal ini dibuktikan oleh rata-rata N-gain sikap peduli lingkungan dan perilaku pro-lingkungan kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, serta hasil uji effect size yang menunjukkan pengaruh berkategori besar pada kedua variabel. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan mengombinasikan kuesioner tertulis dengan wawancara mendalam atau

studi dokumentasi untuk meminimalkan bias jawaban normatif siswa. Bagi guru yang menerapkan PjBL berbasis bioplastik, disarankan melakukan manajemen waktu yang ketat pada proses pengeringan produk serta memastikan kecukupan alat kelompok agar aktivitas motorik siswa dapat terpantau optimal.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan beberapa hal berikut. Pertama, bagi peneliti selanjutnya yang ingin meneliti ranah sikap peduli lingkungan, disarankan tidak hanya mengandalkan instrumen kuesioner tertulis, melainkan mengombinasikannya dengan metode wawancara mendalam atau studi dokumentasi secara acak agar data yang diperoleh lebih valid dan objektif, serta meminimalkan kecenderungan siswa memilih jawaban ideal yang normatif. Kedua, bagi guru yang menerapkan PjBL

berbasis bioplastik, disarankan melakukan manajemen waktu yang ketat pada proses pengeringan produk serta memastikan kecukupan alat kelompok agar aktivitas motorik siswa dalam dimensi konservasi energi dapat terpantau secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Artikel in Press :

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212.
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press.
- Azrai, E. P., dkk. (2024). Enhancing students' pro-environmental behavior through project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA*.
- Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. D.C. Heath and Company.
- Fernandez-Manzanal, R., Rodriguez-Barreiro, L., & Carrasquer, J. (2007). Evaluation of

- environmental attitudes. *Science Education*, 91, 988–1009.
- Hake, R. R. (2012). Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics. *Physics Education Research Conference*, 8(1), 1–14.
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21, 8–21.
- Jambeck, J. R., dkk. (2021). Plastic waste inputs. *Science Advances*, 7(14), 75–90.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall.
- Kuo, Y. C., Tseng, C. H., & Yang, Y. T. (2021). Promoting pro-environmental behaviors through project-based learning in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1120–1132.
- Leeuw, A., Valois, P., Ajzen, I., & Schmidt, P. (2015). Using the theory of planned behavior to identify key beliefs underlying pro-environmental behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 42, 128–138.
- Lange, F., & Dewitte, S. (2022). Measuring pro-environmental behavior: Review and recommendations. *Journal of Environmental Psychology*, 81, 101790.
- Ozden, M. (2008). Environmental education and the integration of education for sustainable development into the curriculum. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9, 253–262.
- The George Lucas Educational Foundation. (2005). *Instructional module project based learning*. Edutopia.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39–43.
- Cohen, J. (2017). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge.
- Dyncer, S. (2015). Effect of computer assisted learning on students' achievement in Turkey: A meta-analysis. *Journal of Turkish Science Education*, 12(1), 99–118.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Sage Publications.

- Harmiansyah, dkk. (2025). Prosedur pembuatan bioplastik dari kulit pisang. *Jurnal Kimia Terapan*.
- Jahjouh, Y. M. A. (2014). The effectiveness of blended e-learning forum in planning for science instruction. *Journal of Turkish Science Education*, 11(4), 3–16.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277.
- Milfont, T. L., & Duckitt, J. (2004). The structure of environmental attitudes. *Journal of Environmental Psychology*, 24, 289–303.
- Nurul, H., Rahmawati, I., & Hidayat, M. (2021). Bioplastik kulit pisang. *Jurnal Sains dan Aplikasi Kimia*, 15(1), 34–42.
- Sanjaya, I. G., Puspita, T., & Windayani, N. (2019). Potensi kulit pisang sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. *JKPK*, 4(2), 101–108.
- Stern, P. C. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56, 407–424.
- Thomas, J. W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. The Autodesk Foundation.
- Yoon, J. I., Lee, K. J., & Larson, L. R. (2024). Place attachment mediates links between pro-environmental attitudes and behaviors. *Frontiers in Psychology*, 15, 1–13.