

Peningkatan Kepedulian Lingkungan Siswa SMKN 4 Garut melalui Praktik Pembuatan Lubang Resapan Biopori sebagai Upaya Konservasi Tanah dan Air

Ardli Swardana¹, Alya Zahira Almaudina², Anisya Laura³,
Cahyadi Fadlur Rahman⁴, Fahmi Saepul Ulum⁵, Tino Fauzi Rahmat⁶

Program Studi Agroteknologi, Universitas Garut^{1,2,3,4,5,6}

Email Korespodensi: ardli@uniga.ac.id¹

Dikirim: 30 Juni 2025 | Direvisi: 25 November 2025 | Diterima: 15 Desember 2025

DOI: <https://doi.org/10.31629/khidmat.v2i3.7400>

ABSTRAK

Perubahan iklim, meningkatnya genangan air, dan belum optimalnya pengelolaan sampah organik di lingkungan sekolah menjadikan upaya konservasi tanah dan air sekaligus pendidikan lingkungan bagi siswa semakin mendesak. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di SMKN 4 Garut dengan tujuan meningkatkan kepedulian lingkungan, pengetahuan, dan keterampilan siswa melalui praktik pembuatan lubang resapan biopori sebagai salah satu teknologi konservasi sederhana. Pendekatan yang digunakan adalah Participatory Action Research (PAR) yang melibatkan siswa, guru, dan tim pengabdian dalam tahapan identifikasi masalah, perencanaan, pelaksanaan, hingga refleksi. Rangkaian kegiatan meliputi observasi awal kondisi sekolah, edukasi dan sosialisasi konsep biopori serta konservasi tanah dan air, pelatihan teknis, praktik langsung pembuatan lubang resapan biopori di titik-titik strategis halaman sekolah, serta evaluasi menggunakan instrumen pretest-posttest, observasi partisipatif, dan dokumentasi. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan siswa tentang biopori dan konservasi lingkungan yang tercermin dari kenaikan skor dan pergeseran kategori pengetahuan ke arah lebih tinggi, diikuti tumbuhnya sikap lebih peduli terhadap pengelolaan sampah organik dan kondisi lingkungan sekolah. Selain itu, terbentuk sejumlah lubang resapan biopori yang berfungsi sebagai sarana resapan air dan media pembelajaran berkelanjutan. Secara keseluruhan, program ini membuktikan bahwa integrasi PAR dan pembelajaran berbasis pengalaman efektif.

KATA KUNCI: Kepedulian Lingkungan, Biopori, Konservasi

PENDAHULUAN

Perubahan iklim, peningkatan suhu global, dan penurunan kualitas lingkungan menjadi tantangan serius yang dihadapi berbagai negara, termasuk Indonesia. Berbagai studi menunjukkan bahwa kombinasi perubahan iklim dan perubahan tata guna lahan

telah mengubah respon hidrologi DAS, meningkatkan frekuensi dan intensitas banjir serta menurunkan ketersediaan air di musim kemarau (Kayitesi et al., 2022; Novitasari et al., 2023; Yaghoobi et al., 2024). Alih fungsi lahan dari daerah resapan menjadi area terbangun menyebabkan berkurangnya infiltrasi, meningkatnya limpasan permukaan, dan memburuknya risiko bencana hidrometeorologi di kawasan tropis. Dalam konteks ini, upaya konservasi tanah dan air yang dapat diterapkan secara sederhana di tingkat lokal, termasuk di lingkungan sekolah, menjadi sangat penting sebagai bagian dari strategi adaptasi dan mitigasi.

Secara lokal, berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan dan kapasitas serapan air yang rendah memperbesar bahaya banjir di kawasan permukiman dan wilayah pendidikan (Handyastono et al., 2025; Tarigan, 2016). SMKN 4 Garut di Kecamatan Karangpawitan memiliki lingkungan sekolah dengan lahan terbuka dan area halaman yang sebenarnya berpotensi dimanfaatkan sebagai kawasan resapan air. Namun, pengamatan awal menunjukkan bahwa potensi tersebut belum dimaksimalkan, sementara genangan air masih kerap muncul di beberapa titik saat hujan lebat (Habibah et al., 2023; Lumbantoruan et al., 2023). Di sisi lain, aktivitas sekolah sehari-hari juga menghasilkan sampah organik seperti daun dan sisa tanaman yang belum dikelola secara optimal, sehingga menghadirkan peluang sekaligus tantangan untuk mengembangkan program konservasi lingkungan yang aplikatif bersama siswa.

Salah satu teknologi konservasi yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan adalah lubang resapan biopori (biopore infiltration holes/BIH). Biopori merupakan lubang vertikal berdiameter kecil yang dibuat ke dalam tanah untuk meningkatkan daya serap air serta memfasilitasi aktivitas organisme tanah, sehingga aliran air permukaan dapat dikurangi dan cadangan air tanah dapat ditingkatkan (Soesilo & Alfarizi, 2024; Wolff et al., 2023). Di Indonesia, biopori telah diperkenalkan sebagai inovasi pengelolaan sampah dan peningkatan infiltrasi air di kawasan permukiman dan perkotaan, dan penggunaannya mulai diadopsi dalam berbagai program berbasis masyarakat. Dengan mengisi lubang biopori menggunakan sampah organik, teknologi ini juga berfungsi sebagai media pengomposan in situ yang berpotensi memperbaiki struktur tanah dan kualitas lingkungan sekolah.

Berbagai kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan bahan organik dan kompos sebagai amelioran tanah mampu memperbaiki sifat fisik tanah, menurunkan berat isi, serta meningkatkan kapasitas infiltrasi dan kandungan air tersedia (Kranz et al., 2020; Renaud et al., 2017; Tejada et al., 2009). Pengelolaan limbah organik melalui kompos juga dipandang sebagai bagian penting dari ekonomi sirkular karena dapat mengurangi beban TPA dan mengembalikan unsur hara ke dalam tanah (Lisenbee et al., 2024; Oliveira et al., 2017). Dengan demikian, penerapan lubang resapan biopori yang diisi sampah organik di lingkungan sekolah tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan resapan air, tetapi juga menjadi sarana pengelolaan sampah organik yang lebih berkelanjutan dan edukatif bagi siswa.

Dalam perspektif pendidikan, sekolah memiliki peran strategis sebagai agen perubahan sosial dalam menanamkan nilai-nilai kepedulian lingkungan sejak dini. Meta-analisis dan studi eksperimental menunjukkan bahwa pendidikan lingkungan mampu meningkatkan pengetahuan, sikap, niat, dan perilaku pro-lingkungan siswa secara

signifikan (Jaime et al., 2023; van de Wetering et al., 2022). Program sertifikasi sekolah hijau dan inisiatif pendidikan lingkungan di sekolah juga terbukti mendorong perilaku pro-lingkungan anak melalui kombinasi intervensi kurikuler dan non-kurikuler (Rahmania, 2024; Salazar et al., 2024).

Namun, di banyak sekolah kejuruan, termasuk SMKN 4 Garut, kesenjangan masih terlihat antara pengetahuan teoretis siswa tentang lingkungan dengan keterlibatan mereka dalam praktik konservasi yang nyata dan berkelanjutan. Selain itu, literatur terkini menegaskan bahwa intervensi pendidikan lingkungan yang menuntut keterlibatan aktif siswa seperti melakukan tugas, membuat proyek, atau mengelola kebun cenderung menghasilkan perubahan perilaku yang lebih kuat dibanding pendekatan pasif berbasis ceramah (Kurokawa et al., 2023; Świątkowski et al., 2024).

Hal ini sejalan dengan gagasan pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) dan proyek (*project-based learning*) yang menempatkan siswa sebagai pelaku utama aktivitas pembelajaran. Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat di sekolah, pendekatan ini menjadi relevan untuk menghubungkan kegiatan edukatif dengan aksi nyata di lingkungan sekitar, termasuk praktik pembuatan lubang resapan biopori sebagai bentuk konservasi tanah dan air. Kesenjangan antara potensi pendekatan ini dan implementasinya di SMKN 4 Garut menjadi dasar penting dirancangnya program pengabdian ini.

Berdasarkan tinjauan tersebut, tampak adanya kesenjangan antara potensi penerapan teknologi biopori dan integrasinya dalam pembelajaran dan pengelolaan lingkungan sekolah. Berbagai inisiatif biopori di tingkat rumah tangga, kampus, dan komunitas dilaporkan memberikan dampak positif terhadap peningkatan infiltrasi air dan pengurangan genangan, namun belum banyak yang secara khusus menyasar siswa sekolah menengah kejuruan dengan pendekatan partisipatif dan berorientasi proyek (Soesilo et al., 2024). Di SMKN 4 Garut, ketiadaan program praktik langsung terkait biopori menyebabkan siswa kurang memiliki pengalaman konkret dalam mengelola lingkungan sekolahnya. Oleh karena itu, diperlukan model pengabdian yang dirancang untuk mengisi kesenjangan ini melalui kegiatan yang sistematis, terarah, dan melibatkan siswa secara aktif dari awal hingga akhir.

Pendekatan yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah *Participatory Action Research (PAR)*, yang menekankan keterlibatan aktif peserta dalam proses identifikasi masalah, perencanaan tindakan, pelaksanaan, dan evaluasi (Barreteau et al., 2013; Cleaver, 1999). Pendekatan partisipatif sejalan dengan temuan bahwa intervensi pendidikan lingkungan yang menggabungkan aktivitas praktis dan refleksi mendorong perubahan sikap dan perilaku pro-lingkungan yang lebih bertahan lama. Melalui PAR, siswa tidak hanya menjadi objek kegiatan, tetapi juga subjek yang turut merumuskan dan menjalankan solusi lingkungan di sekolahnya. Proses pembelajaran dirancang secara kolaboratif melalui kombinasi penyuluhan, diskusi, demonstrasi, dan praktik langsung pembuatan lubang resapan biopori di area sekolah yang strategis.

Tujuan utama kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah meningkatkan kepedulian lingkungan siswa SMKN 4 Garut melalui praktik pembuatan lubang resapan biopori sebagai upaya konservasi tanah dan air. Secara khusus, kegiatan ini bertujuan: (1) meningkatkan pengetahuan siswa mengenai konsep, fungsi, dan manfaat lubang

resapan biopori; (2) membekali siswa dengan keterampilan teknis dalam merencanakan dan membuat lubang biopori di lingkungan sekolah; (3) menumbuhkan sikap positif dan perilaku pro-lingkungan yang berkelanjutan; serta (4) mengembangkan model pembelajaran berbasis proyek yang dapat direplikasi di sekolah lain. Sasaran ini sejalan dengan bukti bahwa program pendidikan lingkungan berbasis sekolah dan sertifikasi hijau mampu memperkuat dimensi kognitif, afektif, dan perilaku siswa terkait keberlanjutan.

METODE

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di lingkungan SMKN 4 Garut, Kecamatan Karangpawitan, Kabupaten Garut, dengan sasaran utama siswa-siswi kelas X dan XI yang tergabung dalam kelompok ekstrakurikuler atau kelas yang relevan dengan tema lingkungan. Pendekatan yang digunakan adalah Participatory Action Research (PAR) yang menekankan pelibatan aktif siswa, guru pendamping, dan tim pengabdian dalam setiap tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi masalah, perencanaan tindakan, pelaksanaan, hingga refleksi. Tahap persiapan meliputi observasi awal kondisi lingkungan sekolah, pemetaan titik potensial pembuatan lubang resapan biopori, koordinasi dengan pihak sekolah, serta penyusunan materi sosialisasi dan perangkat evaluasi (lembar observasi, instrumen pretest-posttest, dan panduan wawancara singkat) (Charina et al., 2022; Elderink et al., 2025; Paredes-Chi & Castillo-Burguete, 2018).

Tahap pelaksanaan terdiri atas beberapa rangkaian aktivitas utama, yaitu sosialisasi, pelatihan, dan praktik langsung pembuatan lubang resapan biopori. Pada sesi sosialisasi, siswa diberikan penjelasan mengenai konsep konservasi tanah dan air, prinsip kerja biopori, manfaat lingkungan dan pedagogis, serta tata cara pemeliharaan lubang resapan. Kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan teknis yang mencakup demonstrasi cara menentukan lokasi lubang, penggunaan alat bor biopori, langkah-langkah pembuatan lubang, serta pengisian sampah organik sebagai bahan kompos. Setelah demonstrasi, siswa dibagi dalam beberapa kelompok kecil untuk melaksanakan praktik langsung di area yang telah ditentukan, dengan pendampingan oleh tim pengabdian dan guru (Buldur et al., 2020; Derevenskaia, 2014; Uzun & Keles, 2012).

Pengumpulan data dilakukan secara kombinasi melalui tes pengetahuan (pretest-posttest), observasi partisipatif, dan dokumentasi. Instrumen pretest-posttest digunakan untuk mengukur peningkatan pengetahuan siswa mengenai biopori dan konservasi lingkungan sebelum dan sesudah kegiatan, sementara lembar observasi digunakan untuk menilai keaktifan, kerja sama, dan keterampilan siswa selama praktik pembuatan lubang resapan biopori. Data kualitatif diperoleh melalui catatan lapangan dan dokumentasi foto sebagai penguat deskripsi proses dan hasil kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Edukasi dan Sosialisasi Lubang Resapan Biopori

Kegiatan edukasi dan sosialisasi lubang resapan biopori merupakan tahap awal yang dirancang untuk membangun pemahaman konseptual siswa mengenai pentingnya konservasi tanah dan air di lingkungan sekolah. Pada sesi ini, tim pengabdian menjelaskan

secara sistematis keterkaitan antara perubahan iklim, meningkatnya genangan air di kawasan permukiman, dan peran teknologi sederhana seperti lubang resapan biopori dalam mengurangi limpasan permukaan. Penjelasan juga dikaitkan dengan kondisi nyata di lingkungan SMKN 4 Garut, sehingga siswa dapat menghubungkan materi dengan pengalaman mereka sehari-hari. Dengan demikian, edukasi tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga kontekstual dan relevan dengan permasalahan lingkungan yang mereka hadapi secara langsung.

Sebelum pemaparan materi, siswa diberikan pretest singkat untuk memetakan pengetahuan awal terkait konsep biopori, fungsi lubang resapan, serta pengelolaan sampah organik di lingkungan sekolah. Hasil awal memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa telah mengenal istilah biopori, namun belum memahami prinsip kerja, tahapan pembuatan, dan potensi manfaatnya bagi konservasi air tanah dan pengurangan sampah. Berdasarkan temuan tersebut, materi sosialisasi disusun dengan menekankan aspek-aspek dasar yang masih belum dipahami siswa, termasuk contoh penerapan biopori di lingkungan rumah tangga dan ruang publik. Pendekatan ini membantu memastikan bahwa isi edukasi benar-benar menjawab kebutuhan pengetahuan peserta.

Proses penyampaian materi dilakukan melalui kombinasi presentasi, pemutaran video edukatif, dan diskusi interaktif. Presentasi digunakan untuk menjelaskan konsep utama secara runtut, sementara video menampilkan contoh nyata penerapan lubang resapan biopori di berbagai lokasi sehingga siswa memperoleh gambaran visual yang lebih konkret. Diskusi interaktif dimanfaatkan untuk menggali pengalaman siswa terkait genangan air di lingkungan sekitar dan cara mereka selama ini mengelola sampah organik. Pertanyaan dan tanggapan siswa dijadikan titik masuk untuk memperkuat pesan bahwa biopori dapat menjadi solusi sederhana yang dapat mereka lakukan sendiri di sekolah maupun di rumah.

Selama sesi edukasi, antusiasme siswa terlihat dari banyaknya pertanyaan yang diajukan, terutama mengenai keawetan lubang biopori, jenis sampah yang boleh dimasukkan, serta frekuensi pemeliharaan yang diperlukan. Beberapa siswa juga menyampaikan pengalaman pribadi terkait banjir lokal di sekitar tempat tinggal mereka, yang kemudian ditautkan oleh fasilitator dengan pentingnya menjaga resapan air. Dinamika ini menunjukkan bahwa ketika materi dikaitkan dengan pengalaman nyata, siswa menjadi lebih mudah memahami dan menerima gagasan konservasi lingkungan. Selain itu, keterlibatan guru pendamping turut memperkuat pesan bahwa program ini merupakan bagian integral dari budaya sekolah, bukan kegiatan sesaat.

Pada akhir sesi sosialisasi, dilakukan posttest singkat dengan butir soal yang sejenis dengan pretest untuk melihat kecenderungan perubahan pengetahuan siswa. Secara umum, jawaban siswa menunjukkan pemahaman yang lebih baik mengenai tujuan pembuatan lubang resapan biopori, langkah-langkah pelaksanaannya, dan hubungan antara biopori dengan pengelolaan sampah organik. Siswa juga mulai mampu menjelaskan kembali manfaat biopori dengan kata-kata mereka sendiri, misalnya sebagai cara mengurangi genangan, meningkatkan penyerapan air, dan menghasilkan kompos dari sampah organik. Perubahan ini mengindikasikan bahwa edukasi dan

sosialisasi berhasil menjadi landasan kognitif sebelum siswa terjun pada tahap praktik pembuatan lubang biopori di lapangan.



Gambar 1. Sosialisasi Pembuatan Lubang Resapan Biopori
Sumber: Tim PKM, 2025

Secara keseluruhan, tahapan edukasi dan sosialisasi berperan sebagai fondasi penting bagi keberhasilan rangkaian kegiatan pengabdian selanjutnya. Sesi ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan siswa, tetapi juga membangun motivasi dan kesiapan mereka untuk terlibat aktif dalam praktik pembuatan lubang resapan biopori di lingkungan sekolah. Pemahaman awal yang kuat diharapkan dapat meminimalkan kesalahan teknis saat praktik, sekaligus menumbuhkan rasa memiliki terhadap lubang biopori yang akan mereka buat dan pelihara. Dengan demikian, edukasi dan sosialisasi bukan sekadar kegiatan awal yang bersifat informatif, tetapi menjadi bagian integral dari proses pembelajaran yang berkelanjutan dan berorientasi pada perubahan perilaku peduli lingkungan.

2. Pelatihan dan Pembuatan

Pelatihan dan pembuatan lubang resapan biopori merupakan tahapan lanjutan setelah siswa memperoleh pemahaman dasar melalui sesi edukasi dan sosialisasi. Kegiatan ini dirancang untuk mengubah pengetahuan konseptual menjadi keterampilan praktis melalui pembelajaran berbasis pengalaman. Pada awal sesi, tim pengabdian menjelaskan kembali secara singkat tujuan pelatihan, urutan kegiatan, serta standar teknis lubang biopori yang akan dibuat, mencakup kedalaman, diameter, dan jarak antar lubang. Guru pendamping juga menekankan pentingnya kedisiplinan, keselamatan kerja, dan kerja sama dalam kelompok, sehingga siswa memahami bahwa pelatihan ini tidak hanya berorientasi pada hasil fisik berupa lubang biopori, tetapi juga pada proses pembelajaran dan pembentukan karakter peduli lingkungan.

Sebelum praktik dimulai, tim pengabdian melakukan demonstrasi langsung di salah satu titik yang telah ditentukan. Demonstrasi mencakup cara membaca kondisi lahan, menentukan posisi lubang yang strategis, serta langkah-langkah penggunaan bor biopori secara aman dan efektif. Siswa diajak memperhatikan posisi tubuh saat mengebor, cara memberikan tekanan, serta teknik mengeluarkan tanah dari lubang agar

dinding lubang tetap stabil. Selain itu, dijelaskan pula perbedaan tekstur tanah di beberapa titik dan bagaimana hal tersebut mempengaruhi kemudahan pengeboran. Pada tahap ini, siswa dapat mengajukan pertanyaan teknis yang langsung dijawab melalui contoh nyata di lapangan, sehingga penjelasan teoritis segera dipertegas dengan praktik.

Setelah demonstrasi, siswa dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil, masing-masing terdiri dari empat hingga enam orang, dan setiap kelompok bertanggung jawab pada satu atau dua titik pembuatan lubang. Pembagian peran dilakukan secara fleksibel, misalnya ada yang bertugas mengebor, membersihkan tanah galian, mengukur kedalaman, dan menyiapkan sampah organik sebagai isi lubang. Pola kerja ini mendorong kolaborasi dan saling membantu, khususnya ketika menemui tanah yang lebih keras atau berakar. Tim pengabdian dan guru pendamping berkeliling mengamati proses, memberikan arahan teknis, serta memperbaiki kesalahan-kesalahan kecil yang muncul, seperti kedalaman lubang yang belum sesuai atau posisi lubang yang terlalu dekat dengan bangunan.



Gambar 2. Mahasiswa melakukan Pembuatan Lubang Biopori (a) dan Siswa ikut melakukan Pembuatan Lubang Biopori (b)

Sumber: Tim PKM, 2025

Dalam pelaksanaannya, beberapa tantangan teknis sempat muncul, seperti tanah yang relatif keras di area tertentu, adanya batuan kecil yang menghambat bor, serta keterbatasan tenaga siswa saat melakukan pengeboran pertama kali. Namun, tantangan tersebut dimanfaatkan sebagai bagian dari proses belajar dengan cara mendiskusikan strategi penanganannya, misalnya dengan melakukan pra-penggalian dangkal, mengatur pergantian peran agar siswa tidak cepat lelah, atau memilih titik yang sedikit bergeser namun tetap fungsional sebagai area resapan. Proses ini membuat siswa menyadari bahwa praktik konservasi lingkungan membutuhkan ketekunan, perencanaan, dan kemampuan memecahkan masalah secara langsung di lapangan, bukan sekadar mengikuti prosedur tertulis.

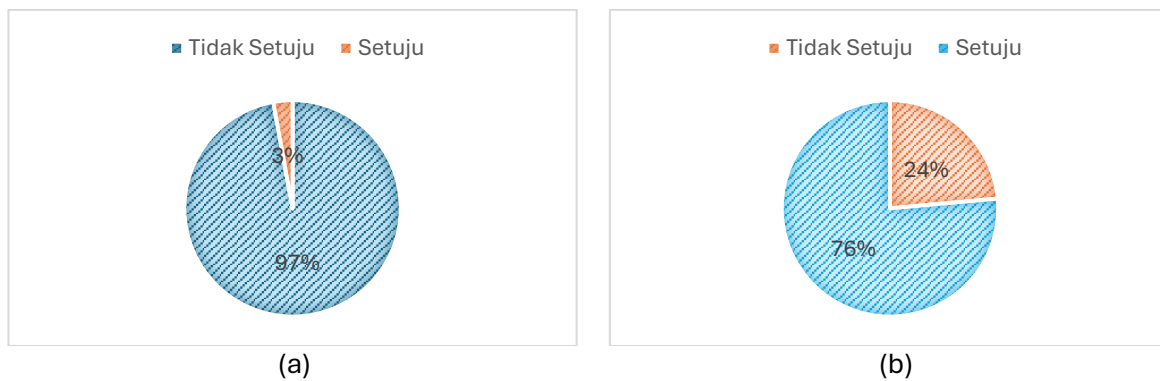
Secara keseluruhan, pelatihan menghasilkan sejumlah lubang resapan biopori yang tersebar di beberapa titik strategis di halaman sekolah, seperti di sekitar pepohonan, dekat area taman, dan jalur yang sering mengalami genangan. Setiap lubang dibuat dengan kedalaman dan diameter yang relatif seragam, kemudian diisi dengan campuran sampah organik berupa daun kering, sisa rumput, dan sedikit limbah dapur yang mudah terurai. Siswa didampingi untuk mencatat jumlah lubang yang dibuat, lokasi, serta jenis bahan organik yang dimasukkan sebagai bagian dari dokumentasi kegiatan. Dari pengamatan lapangan, terlihat adanya peningkatan keterampilan siswa dari lubang pertama ke lubang-lubang berikutnya, baik dari sisi kecepatan pengerjaan maupun kerapian hasil.

Dari sisi hasil dan pembahasan, tahapan pelatihan dan pembuatan ini menunjukkan bahwa pendekatan praktik langsung efektif dalam menginternalisasikan konsep konservasi tanah dan air yang sebelumnya disampaikan secara teoritis. Siswa tidak hanya mampu menjelaskan kembali langkah-langkah pembuatan lubang biopori, tetapi juga menunjukkan sikap lebih peduli terhadap pengelolaan sampah organik dan kondisi lingkungan sekolah. Keterlibatan aktif dalam proses fisik mulai dari mengebor, mengangkut tanah, hingga mengisi sampah organik membangun rasa memiliki terhadap lubang-lubang yang mereka buat. Hal ini menjadi modal penting untuk menjaga keberlanjutan program, karena siswa terdorong untuk merawat, menambah, dan mereplikasi praktik biopori secara mandiri di luar kegiatan pengabdian yang difasilitasi.

3. Hasil Diagram Pre-test dan Post-test

Hasil pengukuran pengetahuan siswa tentang lubang resapan biopori sebelum dan sesudah kegiatan pengabdian disajikan dalam bentuk diagram batang pada Gambar 3. Diagram tersebut menggambarkan perbandingan skor rata-rata pre-test dan post-test, serta perubahan distribusi nilai siswa pada beberapa rentang kategori. Secara umum, tampak adanya pergeseran kurva ke arah nilai yang lebih tinggi setelah siswa mengikuti rangkaian kegiatan edukasi, sosialisasi, pelatihan, dan praktik pembuatan lubang resapan biopori. Hal ini menunjukkan bahwa intervensi yang diberikan mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konseptual siswa mengenai konservasi tanah dan air. Selain peningkatan rata-rata, standar deviasi skor juga cenderung menurun, yang mengindikasikan bahwa pengetahuan siswa menjadi lebih merata; gap antara siswa yang berpengetahuan tinggi dan rendah relatif mengecil. Hal ini menguatkan dugaan bahwa desain kegiatan yang melibatkan seluruh siswa secara aktif mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan awal di dalam kelas.

Perubahan yang menarik juga terlihat pada distribusi kategori nilai. Pada saat pre-test, proporsi siswa dengan kategori pengetahuan rendah dan sedang masih cukup besar, sementara siswa dengan kategori tinggi relatif sedikit. Setelah intervensi, diagram menunjukkan penurunan tajam pada kategori rendah dan peningkatan signifikan pada kategori tinggi. Artinya, tidak hanya rata-rata kelas yang meningkat, tetapi juga semakin banyak siswa yang benar-benar menguasai materi pokok berkaitan dengan konsep biopori, fungsi, tahapan pembuatan, serta kaitannya dengan pengelolaan sampah organik.



(a) (b)
Gambar 3. Hasil Pre-Test (a) dan Post-Test (b)
Sumber: Tim PKM, 2025

Secara kualitatif, temuan dari diagram pre-test dan post-test selaras dengan pengamatan selama proses edukasi dan pelatihan. Siswa yang awalnya pasif dan ragu-ragu mulai terlihat lebih yakin menjawab pertanyaan, berani mengemukakan pendapat, dan mampu menjelaskan kembali materi dengan bahasa mereka sendiri. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi metode ceramah interaktif, diskusi, dan praktik lapangan memberikan pengalaman belajar yang utuh. Dengan demikian, diagram hasil pre-test dan post-test tidak hanya menunjukkan peningkatan angka, tetapi juga merefleksikan keberhasilan pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman dalam memperkuat pengetahuan dan kesadaran lingkungan siswa.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui edukasi, pelatihan, dan praktik pembuatan lubang resapan biopori di SMKN 4 Garut terbukti mampu meningkatkan pengetahuan dan kesadaran siswa terhadap konservasi tanah dan air. Tahap edukasi dan sosialisasi berhasil membangun pemahaman konseptual siswa tentang hubungan antara perubahan iklim, genangan air, dan pentingnya area resapan, sekaligus memperkenalkan biopori sebagai teknologi konservasi sederhana yang relevan dengan konteks lingkungan sekolah. Perubahan pemahaman ini tercermin dari pergeseran hasil pre-test ke post-test yang menunjukkan peningkatan rata-rata skor dan penguatan penguasaan konsep di kalangan sebagian besar siswa.

Pelatihan dan praktik pembuatan lubang resapan biopori mampu mengubah pengetahuan teoretis menjadi keterampilan praktis melalui pembelajaran berbasis pengalaman. Siswa tidak hanya terampil dalam langkah-langkah teknis pembuatan lubang biopori mulai dari menentukan lokasi, menggunakan bor, hingga mengisi sampah organik tetapi juga menunjukkan sikap lebih peduli terhadap pengelolaan sampah dan kondisi lingkungan sekolah. Tantangan teknis yang muncul di lapangan justru menjadi media pembelajaran bagi siswa untuk berlatih bekerja sama, memecahkan masalah, dan menginternalisasikan nilai ketekunan dalam kegiatan konservasi lingkungan.

Secara keseluruhan, kombinasi antara edukasi, pelatihan, praktik langsung, dan evaluasi melalui pre-test-post-test menunjukkan bahwa pendekatan Participatory Action Research (PAR) efektif digunakan dalam program pendidikan lingkungan di

tingkat sekolah menengah kejuruan. Program biopori ini tidak hanya menghasilkan luaran fisik berupa sejumlah lubang resapan di area strategis sekolah, tetapi juga luaran non-fisik berupa peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan sikap pro-lingkungan siswa. Ke depan, keberlanjutan program sangat bergantung pada komitmen sekolah untuk memasukkan kegiatan biopori dan pengelolaan sampah organik ke dalam rutinitas dan/atau kegiatan pembelajaran, sehingga budaya peduli lingkungan dapat terpelihara dan dikembangkan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Barreteau, O., Bots, P. W. G., Daniell, K. A., Etienne, M., Perez, P., Barnaud, C., Bazile, D., Becu, N., Castella, J.-C., Daré, W., & Trebil, G. (2013). Participatory approaches and simulation of social complexity. In B. Edmonds & R. Meyer (Eds.), *A Handbook on Simulating Social Complexity* (pp. 197–234). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-540-93813-2_10
- Buldur, S., Bursal, M., Yalcin Erik, N., & Yucel, E. (2020). The impact of an outdoor education project on middle school students' perceptions and awareness of the renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134, 110364. <https://doi.org/10.1016/j.RSER.2020.110364>
- Charina, A., Kurnia, G., Mulyana, A., & Mizuno, K. (2022). Sustainable Education and Open Innovation for Small Industry Sustainability Post COVID-19 Pandemic in Indonesia. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(4), 215. <https://doi.org/10.3390/JOITMC8040215>
- Cleaver, F. (1999). Paradoxes of participation: questioning participatory approaches to development. *Journal of International Development*, 11(4), 597–612. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1328\(199906\)11:4<597::AID-JID610>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1328(199906)11:4<597::AID-JID610>3.0.CO;2-Q)
- Derevenskaia, O. (2014). Active Learning Methods in Environmental Education of Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 131, 101–104. <https://doi.org/10.1016/j.SBSPRO.2014.04.086>
- Eelderink, M., Smeenk, T., Driessen, P., van Laerhoven, F., & Vervoort, J. (2025). Participatory action research to address sustainability challenges: barriers and solutions. *Journal of Environmental Management*, 394, 127055. <https://doi.org/10.1016/j.JENVMAN.2025.127055>
- Habibah, S. N., Febriamansyah, R., & Mahdi, M. (2023). Efektifitas Pengelolaan Kawasan Konservasi Lamun di Kawasan Konservasi Perairan Wilayah Timur Pulau Bintan. *Jurnal Akuatiklestari*, 6(2), 168–178. <https://doi.org/10.31629/AKUATIKLESTARI.V6I2.5612>
- Handyastono, B., Alghoul, M. A., Rizki, A., Djambek, N. P., Kusuma, M. S. B., Kuntoro, A. A., Harlan, D., Nugroho, E. O., Munthe, H. M., Hazmi, M., Wisanggeni, D. H., & Rizqy, M. A. (2025). Flood hazard assessment in Pemaluan Village due to land use change in IKN (Ibu Kota Nusantara) as the New Capital City of Indonesia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 11, 101211. <https://doi.org/10.1016/j.CSCEE.2025.101211>

- Jaime, M., Salazar, C., Alpizar, F., & Carlsson, F. (2023). Can school environmental education programs make children and parents more pro-environmental? *Journal of Development Economics*, 161, 103032. <https://doi.org/10.1016/J.JDEVECO.2022.103032>
- Kayitesi, N. M., Guzha, A. C., & Mariethoz, G. (2022). Impacts of land use land cover change and climate change on river hydro-morphology- a review of research studies in tropical regions. *Journal of Hydrology*, 615, 128702. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2022.128702>
- Kranz, C. N., McLaughlin, R. A., Johnson, A., Miller, G., & Heitman, J. L. (2020). The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils – A concise review. *Journal of Environmental Management*, 261, 110209. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2020.110209>
- Kurokawa, H., Igei, K., Kitsuki, A., Kurita, K., Managi, S., Nakamuro, M., & Sakano, A. (2023). Improvement impact of nudges incorporated in environmental education on students' environmental knowledge, attitudes, and behaviors. *Journal of Environmental Management*, 325, 116612. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2022.116612>
- Lisenbee, W., Saha, A., Mohammadpour, P., Cibir, R., Kaye, J., Grady, C., & Chaubey, I. (2024). Water quality impacts of recycling nutrients using organic fertilizers in circular agricultural scenarios. *Agricultural Systems*, 219, 104041. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2024.104041>
- Lumbantoruan, L. H., Noviyanti, R., & Gigentika, S. (2023). Kondisi Pengelolaan Kawasan Konservasi Perairan Bintan Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Akuatiklestari*, 7(1), 8–22. <https://doi.org/10.31629/AKUATIKLESTARI.V7I1.6212>
- Novitasari, D., Sarjiya, Hadi, S. P., Budiarto, R., & Deendarlianto. (2023). The climate and land-use changes impact on water availability for hydropower plants in Indonesia. *Energy Strategy Reviews*, 46, 101043. <https://doi.org/10.1016/J.ESR.2022.101043>
- Oliveira, L. S. B. L., Oliveira, D. S. B. L., Bezerra, B. S., Silva Pereira, B., & Battistelle, R. A. G. (2017). Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. *Journal of Cleaner Production*, 155, 229–237. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.08.093>
- Paredes-Chi, A. A., & Castillo-Burguete, M. T. (2018). Is Participatory Action Research an innovative pedagogical alternative for training teachers as researchers? The training plan and evaluation for normal schools. *Evaluation and Program Planning*, 68, 176–184. <https://doi.org/10.1016/J.EVALPROGPLAN.2018.03.007>
- Rahmania, T. (2024). Exploring school environmental psychology in children and adolescents: The influence of environmental and psychosocial factors on sustainable behavior in Indonesia. *Heliyon*, 10(18), e37881. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2024.E37881>
- Renaud, M., Chelinho, S., Alvarenga, P., Mourinha, C., Palma, P., Sousa, J. P., & Natal-da-Luz, T. (2017). Organic wastes as soil amendments – Effects assessment towards soil invertebrates. *Journal of Hazardous Materials*, 330, 149–156. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2017.01.052>

- Salazar, C., Jaime, M., Leiva, M., & González, N. (2024). Environmental education and children's pro-environmental behavior on plastic waste. Evidence from the green school certification program in Chile. *International Journal of Educational Development*, 109, 103106. <https://doi.org/10.1016/J.IJEDUDEV.2024.103106>
- Soesilo, N. I., & Alfarizi, M. (2024). Psycho-social conditions of urban communities in the complexity of waste management: Are awareness and waste banks the main solution? *Socio-Economic Planning Sciences*, 93, 101834. <https://doi.org/10.1016/J.SEPS.2024.101834>
- Świątkowski, W., Surret, F. L., Henry, J., Buchs, C., Visintin, E. P., & Butera, F. (2024). Interventions promoting pro-environmental behaviors in children: A meta-analysis and a research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 96, 102295. <https://doi.org/10.1016/J.JENVP.2024.102295>
- Tarigan, S. D. (2016). Land Cover Change and its Impact on Flooding Frequency of Batanghari Watershed, Jambi Province, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 386–392. <https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2016.03.089>
- Tejada, M., Hernandez, M. T., & Garcia, C. (2009). Soil restoration using composted plant residues: Effects on soil properties. *Soil and Tillage Research*, 102(1), 109–117. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2008.08.004>
- Uzun, F. V., & Keles, O. (2012). The Effects of Nature Education Project on the Environmental Awareness and Behavior. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 2912–2916. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.05.588>
- van de Wetering, J., Leijten, P., Spitzer, J., & Thomaes, S. (2022). Does environmental education benefit environmental outcomes in children and adolescents? A meta-analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 81, 101782. <https://doi.org/10.1016/J.JENVP.2022.101782>
- Wolff, E., Rauf, H. A., & Hamel, P. (2023). Nature-based solutions in informal settlements: A systematic review of projects in Southeast Asian and Pacific countries. *Environmental Science & Policy*, 145, 275–285. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2023.04.014>
- Yaghoobi, M., Fathi, A., Fazli, S., Li, W., Haghshenas, E., Kuchak, V. S., & El -Askary, H. (2024). Impact of Land use dynamics on the water yields in the Gorgan river basin. *Heliyon*, 10(16), e35674. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2024.E35674>