



Pemberdayaan Siswa SMKN 4 Kendal dalam Urgensi Pengelolaan Limbah Cangkang Telur Berkelanjutan : Dari Inovasi Pangan Hingga Produk Non Pangan

Devy Angga Gunantar¹, Iswoyo², Cornelius Hari Wibowo³, Maria Sudjatinah⁴, Antonia Nani Cahyanti^{*5}

Universitas Semarang

devyanggagunantar_ftp@usm.ac.id¹, iswoyo@usm.ac.id², hwibowo@usm.ac.id³, m.sudjatinah@usm.ac.id⁴, nanicahyanti_ftp@usm.ac.id⁵

Informasi Artikel

Diterima : 04-06-2026

Direview : 13-06-2026

Disetujui : 26-07-2026

Kata Kunci

Cangkang telur, limbah, keberlanjutan, Sosialisasi, Pengabdian Masyarakat

Abstrak

Limbah cangkang telur ayam adalah sumber daya yang belum dimanfaatkan yang mengandung sekitar 94% kalsium karbonat, serta senyawa bioaktif seperti asam hialuronat, kondroitin, dan glukosamin, serta mineral-mineral penting lainnya. Produksi dan konsumsi telur yang tinggi di Jawa Tengah, terutama di Kabupaten Kendal, menghasilkan banyak limbah cangkang telur yang belum dikelola dengan baik. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk membantu siswa SMKN 4 Kendal agar mereka bisa memahami pentingnya mengelola limbah cangkang telur dengan cara yang berkelanjutan. Program ini dilakukan dengan pendekatan partisipatif dan edukatif melibatkan 47 siswa dari kelas XI. Pelaksanaan terdiri dari lima sesi yang mencakup penguatan kosakata bahasa Inggris tentang limbah organik, pengelolaan dan komposisi kimia dari cangkang telur, pembuatan pupuk organik melalui demonstrasi dan praktik langsung, serta penjelajahan peluang kewirausahaan yang berbasis pada limbah cangkang telur. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan kuesioner pre-test dan post-test yang memiliki 20 indikator. Indikator ini digunakan untuk mengukur pengetahuan, pengalaman, keterampilan, dan minat peserta. Hasil evaluasi menunjukkan ada peningkatan pemahaman rata-rata yang besar, yaitu sebesar 50,99%, dari 37,72% menjadi 88,71%. Peningkatan paling besar terlihat pada pengetahuan tentang senyawa bioaktif, yaitu kandungan kondroitin dan glukosamin yang meningkat sebesar 71,5% serta asam hialuronat yang meningkat sebesar 71,4%. Namun minat dan motivasi peserta masih rendah (29,9%) untuk menerapkan dan menyebarluaskan pengetahuan yang diperoleh. Program ini telah terbukti berhasil dalam meningkatkan pemahaman tentang lingkungan, keterampilan teknis, dan kesadaran akan keberlanjutan berdasarkan prinsip *zero-waste*, yang penting bagi siswa di program Tata Boga sebagai kemampuan tambahan di dunia kuliner profesional. Dibutuhkan kerjasama pihak sekolah, perguruan tinggi dan perhatian pemerintah untuk keberlanjutan program yang lebih baik untuk mewujudkan ekosistem pendidikan lingkungan yang kohesif dan berkelanjutan.

1. PENDAHULUAN

Sektor peternakan memiliki peran yang sangat strategis dalam memperkuat ketahanan pangan nasional melalui penyediaan sumber protein hewani berkualitas tinggi dengan harga terjangkau. Di antara berbagai komoditas peternakan, telur ayam ras petelur (layer) menjadi produk unggulan yang mengalami percepatan pertumbuhan paling signifikan, baik dari sisi hulu (produksi) maupun hilir (konsumsi). Fenomena pertumbuhan ini terlihat sangat jelas di Provinsi Jawa Tengah, yang saat ini memegang peranan ganda sebagai salah satu produsen terbesar sekaligus konsumen telur tertinggi di Indonesia. Menurut data BPS (BPS, 2026), pada tahun 2025 Jawa Tengah menempati posisi ke-11 dari 38 propinsi sebagai lumbung perekonomian unggas nasional dengan kapasitas produksi telur 812.197 ton. Diantaranya Kabupaten Kendal sebagai salah satu pendorong ekspansi peternakan rakyat maupun industri di wilayah-wilayah sentra, sebesar 678.650 kg telur ayam buras. Sejalan dengan suplai telur yang tinggi, dinamika konsumsi telur masyarakat Jawa Tengah juga meningkat. Serapan pasar domestik di provinsi ini tercatat sebagai yang tertinggi secara nasional, menyentuh angka 2,42 juta ton. Penyebab peningkatan konsumsi harian per kapita ini salah satunya terjadi pergeseran pemilihan sumber protein oleh masyarakat setempat dibandingkan daging sapi atau ikan. Alasan yang mendasari antara lain : harga yang terjangkau, mudah didapat dan diolah, gencarnya program pemerintah daerah dalam menekan angka stunting di Jawa Tengah yang menggunakan telur sebagai intervensi gizi utama bagi anak-anak. Pertumbuhan industri sektor kuliner skala UMKM terutama dalam pemenuhan program nasional makanan bergizi gratis/MBG turut berperan besar dalam preferensi ini.

Tingginya produksi dan konsumsi telur di Jawa Tengah menyebabkan masalah lingkungan, yaitu penumpukan limbah padat yang cukup besar. Secara biologis, bagian cangkang telur memberikan kontribusi sekitar 9% hingga 12% dari total berat sebutir telur. Ini berarti ada kemungkinan untuk menghasilkan puluhan ribu ton limbah dari cangkang telur setiap tahun. Jika tidak ditangani dengan baik, limbah yang berasal dari industri makanan dan rumah tangga ini biasanya hanya dibuang di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Penumpukan limbah cangkang telur yang tidak teratur bisa menyebabkan kerusakan lingkungan, bau tidak sedap karena pembusukan sisa membran protein, serta bisa menjadi tempat bagi mikroorganisme berbahaya dan serangga. Karena itu, prinsip keberlanjutan melalui konsep ekonomi sirkular sangat penting untuk diterapkan agar bisa mengurangi dampak negatif dari limbah peternakan unggas ini.

Limbah cangkang telur sejatinya menyimpan potensi nutrisi yang sangat bernilai tinggi dan belum dimanfaatkan secara optimal (untapped resource). Komponen kimia utama dari cangkang telur ayam terdiri dari 94% kalsium karbonat, 1% magnesium karbonat, 1% kalsium fosfat, dan sekitar 4% material organik berupa membran protein. Tingginya kadar kalsium biologis yang mencapai sekitar 35% hingga 40% dari total berat cangkang menjadikan limbah ini sebagai sumber kalsium alami (bioavailable calcium) terbaik untuk dikonversi menjadi produk bernilai tambah. Melalui pemrosesan yang tepat, nutrisi cangkang telur dapat ditransformasikan menjadi bahan pengaya kalsium untuk pangan fungsional. Kandungan asam hialuronat, kolagen kondroitin dan glukosaminnya dapat dimanfaatkan sebagai suplemen kesehatan. Kalsium dan mineral lainnya bermanfaat bagi aditif pakan ternak berkelanjutan dan pupuk organik kaya mineral. Dengan demikian, integrasi teknologi pemanfaatan nutrisi cangkang telur diharapkan mampu menyelaraskan produktivitas peternakan ayam petelur di Jawa Tengah dengan upaya pelestarian lingkungan yang berkelanjutan.

Dalam pengembangan sumber daya manusia di daerah, SMKN 4 Kendal yang terletak di Jl. memiliki lokasi yang strategis. Raya Soekarno Hatta, Kecamatan Brangsong, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah terletak di daerah yang sangat penting untuk produksi telur ayam di Indonesia. Tempat ini memiliki peran penting melalui Jurusan Tata Boga, yang bertujuan untuk melatih tenaga kerja yang akan mengolah makanan di masa depan. Sekolah ini memiliki kemampuan besar untuk menghasilkan tenaga kerja yang terampil dalam bidang kuliner dan juga memberikan pengetahuan serta keterampilan tentang keberlanjutan yang sesuai dengan produk unggulan daerahnya. Karena itu, penting untuk memberikan informasi lengkap tentang sifat dan penggunaan limbah cangkang telur kepada siswa, agar mereka bisa menggabungkan prinsip zero-waste dalam keterampilan pengolahan makanan yang berbasis pada kearifan lokal. Mengingat pentingnya hal ini, tim dari Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang (FTP USM) memulai program pengabdian masyarakat yang bertujuan untuk memberikan informasi dan pendidikan tentang ciri-ciri, nilai gizi, dan cara menggunakan limbah cangkang telur ayam di sekolah tersebut. Langkah ini diharapkan dapat memberikan para siswa keterampilan tanpa limbah yang memiliki nilai ekonomi tinggi, sesuai dengan prinsip industri makanan yang berkelanjutan.

2. METODE

Mitra dalam kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini adalah SMK N 4 Kendal, yang berkontribusi aktif dalam memfasilitasi penyediaan alokasi waktu serta sarana tempat pelaksanaan. Populasi sasaran sekaligus peserta utama program ini fokus pada siswa kelas XI SMK N 4 Kendal yang bertindak sebagai audiens interaktif selama jalannya sosialisasi. Sinergi dan keterlibatan aktif antara pihak institusi mitra serta seluruh peserta menjadi faktor determinan dalam keberhasilan diseminasi informasi ini. Program PkM ini diimplementasikan menggunakan pendekatan partisipatif-edukatif, di mana metode yang dirancang berorientasi pada transfer pengetahuan secara efektif mengenai pemanfaatan limbah cangkang telur kepada para siswa.

Implementasi program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan secara terstruktur melalui tiga tahapan utama. Tahap awal berfokus pada persiapan operasional yang meliputi koordinasi kelembagaan dengan mitra, penyusunan perangkat modul pelatihan, penyelarasan jadwal bersama, serta pemenuhan logistik pendukung. Tahap berikutnya merupakan kegiatan inti berupa penyampaian materi secara interaktif, diskusi terarah dan demonstrasi praktik pengolahan limbah cangkang telur ayam, yang ditutup dengan sesi refleksi. Tahap akhir diisi dengan evaluasi komprehensif terhadap seluruh rangkaian kegiatan guna mengukur ketercapaian target pencapaian metode. Dinamika retensi kognitif peserta dianalisis menggunakan instrumen kuesioner pre-test dan post-test, yang diperkuat dengan teknik wawancara serta diskusi terstruktur bersama siswa dan guru untuk menghimpun umpan balik kualitatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di SMK Negeri 4 Kendal dengan melibatkan 47 siswa kelas XI sebagai peserta. Kegiatan ini dirancang sebagai program edukatif berbasis praktik yang bertujuan meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran siswa mengenai pemanfaatan limbah cangkang telur ayam. Pendekatan yang

digunakan bersifat multidisipliner dan kontekstual, mengintegrasikan penyampaian teori, demonstrasi langsung, praktik kelompok, dan diskusi interaktif.

Pelaksanaan kegiatan dibagi ke dalam lima sesi penyampaian materi oleh tim pengabdian dari Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang sesuai bidang keahlian masing-masing. Pendekatan multidisipliner tersebut memberikan pengalaman belajar yang komprehensif, mencakup aspek bahasa Inggris, pengelolaan limbah, kandungan nutrisi, pembuatan pupuk organik, hingga kewirausahaan berbasis limbah organik. Pelaksanaan kegiatan dibagi ke dalam lima sesi oleh tim pengabdian dari Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang secara multidisipliner. Sesi pertama berupa pelatihan kosakata bahasa Inggris bertema limbah organik melalui latihan dialog dan pembuatan kalimat deskriptif, yang disambut antusias karena dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari peserta. Sesi kedua dan ketiga menyampaikan teori pengelolaan limbah serta komposisi kimia cangkang telur, meliputi kandungan kalsium karbonat (90–95%), magnesium, fosfor, serta senyawa bioaktif seperti asam hialuronat, glukosamin, dan kondroitin yang bermanfaat bagi tanaman maupun kesehatan manusia. Sesi keempat memperagakan proses pengolahan cangkang telur menjadi pupuk organik—dari pencucian, pengeringan, hingga penghalusan—dilanjutkan praktik



kelompok secara langsung. Sesi kelima mengeksplorasi peluang inovasi dan kewirausahaan berbasis limbah cangkang telur, di mana peserta aktif menyampaikan ide kreatif seperti pupuk organik kemasan, pot ramah lingkungan, dan produk kerajinan, yang menunjukkan bahwa kegiatan tidak hanya meningkatkan pengetahuan tetapi juga mendorong kreativitas dan jiwa wirausaha siswa.

Gambar 1. Pelaksanaan sosialisasi Tim FTP USM di SMKN 4 Kendal

3.1 Evaluasi Peningkatan Kognitif Siswa tentang Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur

Evaluasi kegiatan dilakukan menggunakan instrumen pre-test dan post-test berbentuk kuesioner tertutup dengan 20 pertanyaan yang mengukur aspek pengetahuan, pengalaman, keterampilan, dan minat peserta terkait pemanfaatan cangkang telur ayam. Jawaban positif ("Ya/Tahu/Pernah") diberi skor 1 dan jawaban negatif diberi skor 0. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase tingkat pengetahuan sebelum dan sesudah pelatihan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = (\text{Jumlah Jawaban Positif} / \text{Jumlah Peserta}) \times 100\%$$

Berdasarkan hasil pre-test, sebagian besar peserta masih memiliki pengetahuan yang rendah terkait manfaat, kandungan nutrisi, dan cara pemanfaatan cangkang telur. Rata-rata tingkat pengetahuan awal peserta berada pada kategori rendah hingga sedang dengan persentase rata-rata sebesar 37,72%. Setelah pelaksanaan pelatihan, post-test menunjukkan

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pre-Test dan Post-Test

No.	Indikator	Pre-Test (f/%)	Post-Test (f/%)	Peningkatan
1	Pernah memanfaatkan cangkang telur ayam di rumah	13 (37,1%)	28 (80,0%)	+42,9%
2	Mengetahui manfaat cangkang telur ayam	16 (45,7%)	34 (97,1%)	+51,4%
3	Mengetahui cangkang telur sebagai pupuk tanaman	17 (48,6%)	34 (97,1%)	+48,5%
4	Mengetahui kandungan nutrisi cangkang telur	11 (31,4%)	33 (94,3%)	+62,9%
5	Mengetahui manfaat cangkang telur bagi kesehatan	10 (28,6%)	32 (91,4%)	+62,8%
6	Mengetahui manfaat air rebusan telur sebagai pupuk	8 (22,9%)	31 (88,6%)	+65,7%
7	Mengetahui kandungan asam hialuronat	5 (14,3%)	30 (85,7%)	+71,4%
8	Mengetahui kandungan kondroitin dan glukosamin	4 (11,4%)	29 (82,9%)	+71,5%
9	Mengetahui cara aplikasi sebagai pupuk tanaman	10 (28,6%)	33 (94,3%)	+65,7%
10	Mengetahui cara aplikasi untuk kesehatan kulit	7 (20,0%)	31 (88,6%)	+68,6%
11	Mengetahui cara aplikasi untuk nyeri otot dan sendi	6 (17,1%)	30 (85,7%)	+68,6%
12	Pernah mengaplikasikan cangkang telur sebagai pupuk	7 (20,0%)	27 (77,1%)	+57,1%
13	Pernah mengaplikasikan untuk nyeri otot dan sendi	3 (8,6%)	19 (54,3%)	+45,7%
14	Pernah menggunakan air rebusan telur sebagai pupuk	5 (14,3%)	25 (71,4%)	+57,1%
15	Berminat menggunakan air rebusan telur sebagai pupuk	24 (68,6%)	34 (97,1%)	+28,5%
16	Berminat menggunakan cangkang telur sebagai pupuk	25 (71,4%)	35 (100%)	+28,6%
17	Berminat menggunakan cangkang telur untuk kesehatan	22 (62,9%)	33 (94,3%)	+31,4%

No.	Indikator	Pre-Test (f/%)	Post-Test (f/%)	Peningkatan
18	Berminat mempelajari pengolahan cangkang telur sebagai pupuk	26 (74,3%)	35 (100%)	+25,7%
19	Berminat mempelajari pengolahan sebagai kapsul pereda nyeri	22 (62,9%)	34 (97,1%)	+34,2%
20	Berminat menyebarluaskan keterampilan kepada masyarakat	23 (65,7%)	34 (97,1%)	+31,4%

peningkatan yang signifikan pada hampir seluruh indikator sehingga rata-rata pengetahuan meningkat menjadi 88,71%, atau terjadi peningkatan pemahaman sebesar 50,99%. Perincian perbandingan hasil pre-test dan post-test untuk setiap indikator disajikan pada Tabel 1.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa pelatihan pemanfaatan cangkang telur ayam mampu meningkatkan pengetahuan dan kesadaran peserta secara signifikan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Pratiwi dan Bestari (2025) yang menyatakan bahwa edukasi berbasis pemanfaatan limbah organik efektif dalam meningkatkan kesadaran lingkungan dan keterampilan praktis peserta didik. Rendahnya tingkat pengetahuan awal peserta menunjukkan bahwa informasi mengenai potensi limbah organik, khususnya cangkang telur, belum banyak dipahami oleh masyarakat. Hal ini diperkuat oleh Deswanto dan Nugroho (2024) yang menjelaskan bahwa meskipun cangkang telur memiliki kandungan kalsium dan mineral tinggi yang berpotensi sebagai pupuk organik maupun bahan kesehatan, pemanfaatannya di masyarakat masih relatif rendah.

Peningkatan yang signifikan setelah pelatihan menunjukkan efektivitas pendekatan pembelajaran berbasis demonstrasi dan praktik langsung. Pohan et al. (2023) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis praktik mampu meningkatkan keterlibatan peserta dan memperkuat pemahaman konseptual karena peserta memperoleh pengalaman belajar secara langsung. Temuan tersebut sejalan dengan teori pembelajaran kontekstual di mana peserta didik lebih mudah memahami konsep ketika materi dikaitkan dengan pengalaman nyata, sebagaimana diungkapkan oleh Azzahra et al. (2025) bahwa contextual learning mampu meningkatkan pemahaman, keterampilan praktis, dan kesadaran lingkungan peserta didik.

Pendekatan multidisipliner yang diterapkan dalam kegiatan ini turut berkontribusi pada keberhasilan program. Integrasi penguatan kosakata bahasa Inggris dengan materi teknis pengolahan limbah memberikan pengalaman belajar yang lebih kaya dan kontekstual bagi siswa sekolah kejuruan. Wayan et al. (2025) mengemukakan bahwa pelatihan berbasis praktik dan demonstrasi efektif meningkatkan pemahaman karena peserta tidak hanya menerima teori, tetapi juga mengalami proses pembelajaran secara langsung melalui aktivitas partisipatif.

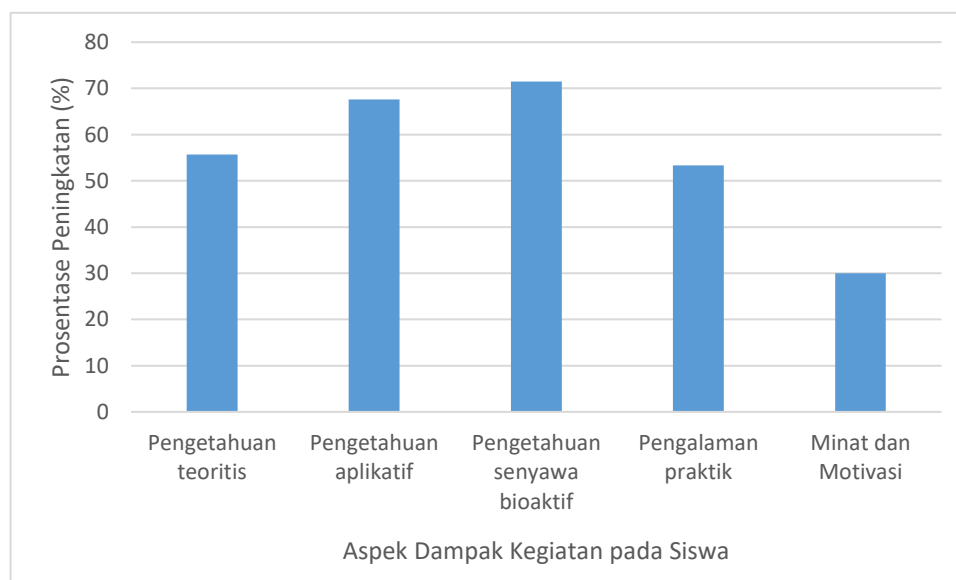
3.2 Pengukuran Dampak Kegiatan pada Siswa

Ditinjau dari aspek pengetahuan teoritis (indikator 2–6), rata-rata pre-test sebesar 37,2% mencerminkan rendahnya pemahaman awal peserta terhadap manfaat dan kandungan cangkang telur. Setelah pelatihan, rata-rata post-test pada kelompok indikator ini melonjak menjadi 93,1%, dengan peningkatan tertinggi pada indikator pengetahuan kandungan nutrisi (+62,9%) dan manfaat bagi kesehatan (+62,8%). Hal ini menunjukkan bahwa materi teoritis yang disampaikan berhasil diserap dengan baik oleh peserta.

Peningkatan paling substansial secara keseluruhan terjadi pada aspek pengetahuan senyawa bioaktif (indikator 7–8), yakni pemahaman mengenai kandungan asam hialuronat (+71,4%) dan kondroitin serta glukosamin (+71,5%). Kedua indikator ini sekaligus mencatat nilai pre-test terendah, masing-masing hanya 14,3% dan 11,4%, yang mengonfirmasi bahwa informasi mengenai senyawa bioaktif pada cangkang telur merupakan pengetahuan baru bagi hampir seluruh peserta sebelum kegiatan berlangsung.

Pada aspek pengetahuan aplikatif (indikator 9–11), rata-rata pre-test sebesar 21,9% meningkat menjadi 89,5% pada post-test, dengan rentang peningkatan antara +65,7% hingga +68,6%. Konsistensi peningkatan pada ketiga indikator ini menunjukkan bahwa demonstrasi dan praktik langsung yang dilakukan selama pelatihan efektif dalam membangun pemahaman teknis peserta mengenai cara pengaplikasian produk turunan cangkang telur.

Sementara itu, aspek pengalaman praktik (indikator 12–14) menunjukkan peningkatan yang relatif lebih moderat dibandingkan aspek pengetahuan, dengan rentang +45,7% hingga +57,1%. Indikator pengalaman mengaplikasikan cangkang telur untuk nyeri otot dan sendi (indikator 13) mencatat peningkatan terendah secara keseluruhan (+45,7%), dengan post-test hanya mencapai 54,3%. Hal ini dapat dipahami mengingat penerapan cangkang telur untuk tujuan kesehatan memerlukan proses pengolahan yang lebih kompleks serta membutuhkan pembiasaan yang tidak dapat terbentuk dalam satu sesi pelatihan.



Gambar 2. Peningkatan Dampak Kegiatan pada Siswa SMKN 4 Kendal

Pada aspek minat dan motivasi (indikator 15–20), peningkatan post-test rata-rata mencapai 29,96 %. Rendahnya capaian pada aspek minat mengindikasikan bahwa kegiatan belum sepenuhnya berhasil membangun motivasi intrinsik peserta untuk menerapkan dan menyebarluaskan pengetahuan yang diperoleh di lingkungan sekitar mereka. Walaupun telah munculnya berbagai ide kreatif dari siswa—seperti pupuk organik kemasan kecil, pot tanaman ramah lingkungan, dan produk hiasan berbasis cangkang telur—menunjukkan bahwa program ini tidak hanya meningkatkan literasi lingkungan, tetapi juga mendorong tumbuhnya jiwa kewirausahaan. Masih rendahnya minat peserta mengindikasikan perlunya perhatian sekolah untuk mengintegrasikan pelatihan berbasis pemberdayaan masyarakat pada siswa agar mampu meningkatkan kesadaran lingkungan, keterampilan praktis, dan partisipasi aktif siswa yang nantinya akan terjun dalam lingkungan masyarakat dalam rangka pengelolaan limbah organik. Hasil post-test yang menunjukkan peningkatan minat dan motivasi hanya sebesar 29,96% merupakan sinyal penting yang menuntut respons konkret dari berbagai pihak. Angka ini memiliki arti sebuah panggilan kolektif bagi pendidik, akademisi, dan pemerintah untuk bergerak lebih jauh dari sekadar transfer pengetahuan, menuju pembentukan karakter dan budaya peduli lingkungan yang tertanam dalam keseharian siswa.

Bagi pendidik di sekolah, rendahnya capaian minat ini menegaskan kewajiban untuk mengintegrasikan tema pengelolaan limbah organik ke dalam kurikulum secara sistematis dan berkelanjutan, bukan hanya sebagai kegiatan insidental. Guru disarankan agar dapat merancang pembelajaran berulang dan kontekstual melalui proyek jangka panjang, lomba inovasi lingkungan, atau pameran produk daur ulang antarkelas, sehingga motivasi intrinsik siswa dapat tumbuh secara konsisten. Sekolah pun diharapkan dapat menyediakan ekosistem belajar yang mendukung, seperti ruang praktik, sudut kreasi lingkungan, atau kebun sekolah, sebagai wadah nyata bagi siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka secara langsung. Sementara itu, perguruan tinggi yang menjalankan pengabdian masyarakat, hasil ini menjadi cermin evaluasi yang tidak boleh diabaikan.

Dosen wajib beralih dari model pengabdian satu kali kunjungan menuju program pendampingan jangka panjang yang disertai monitoring dan evaluasi berkala, agar dampaknya benar-benar dirasakan secara mendalam oleh peserta. Peningkatan minat dan motivasi yang rendah ini pun merupakan data akademik berharga yang wajib ditindaklanjuti melalui penelitian lebih mendalam guna mengidentifikasi hambatan motivasional spesifik yang dihadapi siswa. Adapun pemerintah setempat memiliki peran dan kewajiban yang penting. Diharapkan pemerintah dapat mendorong sekolah memasukkan pendidikan lingkungan berbasis praktik dalam program kerja tahunan, disertai insentif nyata bagi sekolah yang aktif menjalankannya. Pemerintah harus berperan sebagai orkestrator yang menyatukan sekolah, perguruan tinggi, industri lokal, dan komunitas masyarakat dalam satu ekosistem pendidikan lingkungan yang kohesif dan berkelanjutan. Dengan demikian, ketiga pihak ini akan bekerja dalam sinergi yang terstruktur dan penuh tanggung jawab. Sekolah membangun habitus dan karakter siswa, perguruan tinggi menyediakan inovasi serta pendampingan berbasis ilmu pengetahuan, sementara pemerintah menciptakan ekosistem kebijakan yang memungkinkan seluruh upaya tersebut tumbuh dan berdampak nyata di tengah masyarakat.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan literasi lingkungan, keterampilan teknis, dan kreativitas siswa SMK Negeri 4 Kendal. Cangkang telur yang sebelumnya dianggap sebagai limbah terbukti dapat

dimanfaatkan menjadi produk bernilai guna, baik sebagai pupuk organik, sumber kalsium untuk kesehatan, maupun bahan kerajinan. Diperoleh peningkatan hasil post-test sebesar 50,99%. Peningkatan retensi pengetahuan yang signifikan tersebut mengindikasikan bahwa metode diseminasi partisipatif-edukatif yang diterapkan efektif dalam mentransfer pengetahuan kepada peserta. Selain capaian kuantitatif, umpan balik dari guru pendamping menunjukkan bahwa kegiatan ini turut menumbuhkan kesadaran keberlanjutan lingkungan (sustainability awareness) dan wawasan pengelolaan limbah berbasis prinsip zero-waste di kalangan siswa. Hal ini relevan bagi siswa sekolah menengah kejuruan program Tata Boga, mengingat pemahaman terhadap pengelolaan limbah pangan merupakan kompetensi pendukung (softskill) yang dibutuhkan dalam dunia industri kuliner profesional.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat mengenai pemanfaatan limbah cangkang telur ayam yang dilaksanakan di SMK Negeri 4 Kendal terbukti efektif dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran lingkungan peserta. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan rata-rata pemahaman peserta sebesar 50,99% yang mengindikasikan keberhasilan metode diseminasi partisipatif-edukatif dalam mentransfer pengetahuan secara optimal. Pendekatan multidisipliner yang mengintegrasikan aspek bahasa Inggris, pengelolaan limbah, kandungan nutrisi, pembuatan pupuk organik, dan kewirausahaan terbukti memberikan pengalaman belajar yang komprehensif dan kontekstual bagi siswa vokasi. Peningkatan signifikan pada seluruh indikator, khususnya pemahaman mengenai senyawa bioaktif cangkang telur seperti asam hialuronat serta kondroitin dan glukosamin mengonfirmasi bahwa materi yang disampaikan berhasil memperluas wawasan peserta terhadap potensi limbah organik yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Kegiatan ini berhasil menumbuhkan kesadaran keberlanjutan lingkungan (sustainability awareness) dan wawasan pengelolaan limbah berbasis prinsip zero-waste yang relevan bagi siswa program Tata Boga sebagai kompetensi pendukung di dunia industri kuliner profesional. Masih rendahnya minat peserta untuk menerapkan dan menyebarluaskan pengetahuan yang diperoleh mensyaratkan Kerjasama pihak sekolah, perguruan tinggi dan perhatian pemerintah untuk keberlanjutan program yang lebih baik untuk mewujudkan ekosistem pendidikan lingkungan yang kohesif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzahra, I., Subagya, G. O., & Cintami, I. (2025). *Training on Processing Natural Materials into Environmentally Friendly Organic Fertilizer for Farmer Self-Reliance*. *Journal of Education and Community Service*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.35706/jecs.v1i1.13108>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). *Using thematic analysis in psychology*. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (6th ed.)*. Sage Publications.
- Deswanto, D., & Nugroho, A. (2024). Pemanfaatan limbah cangkang telur menjadi pupuk organik. *Greeners: Journal of Green Engineering for Sustainability*, 1(2), 42-51. 44
- FAO. (2013). *Food wastage footprint: Impacts on natural resources*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- FAO. (2018). *Sustainable food systems: Concept and framework*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hasibuan,S, Nugraha,M.R., Kevin,A.Rumbata,N. Syakila,S. Dhewanty,S, Fadillah,M.Kurniati,M, Trilanda N., Afifah, S.N dan Shafira ,T. (2021) Pemanfaatan limbah Cangkang Telur sebagai Pupuk Organik Cair di Kecamatan Rumbai Bukit *PRIMA :Journal of Community Empowering and Services*, 5(2) , 154.
<https://doi.org10.2091/prima.v5i2.54635>. <https://hellosehat.com/nutrisi/tips-makan-sehat/bahaya-styrofoam-wadah-makanan/>
<https://jurnal.yudharta.ac.id/v2/indek.php/TeknologiPangan/article/download/934/808>.
- Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2024). *Program Makan Bergizi Gratis*. Jakarta: Kemenko PMK.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. (2023). Penguatan pendidikan gizi dan kesehatan di satuan pendidikan. *Jakarta: Kemendikbudristek*.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). Telur sebagai sumber protein hewani. *Jakarta: Kementan RI*.
- Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J. K., Wright, N., & bin Ujang, Z. (2014). The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106–115.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.020>
- Pohan, A. R., Siregar, A. P., & Priyono, C. D. (2023). Efektivitas Metode Pembelajaran Berbasis Aktivitas Dalam Meningkatkan Keterlibatan Dan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran IPS Terpadu. *MIND Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Budaya*, 3(1), 45-52.
- Pratiwi, N. W. C. S., & Bestari, N. M. P. (2025). Edukasi dan Praktik Pengelolaan Sampah Organik Menjadi Pupuk Kompos di SD Negeri 11 Pemecutan. *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 61-71.
- Putri, R. M., & Setyaningsih, D. (2021). Edukasi pengelolaan limbah pangan berbasis zero waste pada masyarakat. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(2), 145–152.
- Ramadhani, F. S., Maydida, T. D., Widiatmoko, J. A., Setiyaningsih, H., Astri, A. M. M., Marshanda, A. R., ... & Purba, A. (2025). *Empowering communities for sustainable organic waste management: A composterbased approach*. *Community Empowerment*, 10(6), 1376-1386. 45
- Thi, N. B. D., Kumar, G., & Lin, C. Y. (2015). *An overview of food waste management in developing countries*. *Journal of Environmental Management*, 157, 220–229.
- United Nations Environment Programme. (2021). *Food waste index report 2021*. Nairobi: UNEP.
- Wayan, S. N., Muada, I. K., & Purnamasari, N. P. L. (2025). PENERAPAN ECOENZYME SEBAGAI SARANA EDUKASI DALAM PENINGKATAN KEMAMPUAN PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA. *Sewagati*, 4(2), 13-19.
- Widodo, S., & Rahmawati, E. (2020). Pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai bahan bernilai guna. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*, 5(1), 25–32.