

Produksi Pupuk Kompos untuk Mendukung Kemandirian Perkebunan di Pesantren Al-Ma'arif Siak Kecil

Herlin Sumarna^{1*}, Tri Satya Ramadhoni², Maya Fatriyana³, Sahrul⁴, Muhammad Fazli Rizwan⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Mesin, Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Email: ¹herlin.sumarna@polsri.ac.id, ²tri.satya.ramadhoni@polsri.ac.id, ³sahrulrng59@gmail.com, ⁴fazli.rizwan27@gmail.com

*Email Corresponding Author: herlin.sumarna@polsri.ac.id

Abstrak

Pengelolaan limbah organik merupakan salah satu upaya mendukung pertanian dan perkebunan berkelanjutan. Lingkungan Pesantren Al-Ma'arif Siak Kecil memiliki potensi limbah organik berupa daun, rumput, dan sisa tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk kompos. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan santri serta pengelola pesantren dalam memproduksi pupuk kompos secara mandiri. Metode kegiatan meliputi sosialisasi, pelatihan, praktik pencacahan bahan organik secara manual, pembuatan kompos, pendampingan, dan evaluasi. Proses pengomposan menggunakan EM4 sebagai bioaktivator dan komposter sebagai wadah pengomposan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah organik melalui teknologi sederhana dapat menghasilkan kompos yang berpotensi digunakan untuk mendukung kegiatan perkebunan pesantren. Kegiatan ini juga meningkatkan keterampilan mitra dalam mengelola limbah organik dan mendukung pengurangan ketergantungan terhadap pupuk dari luar sehingga mendorong kemandirian perkebunan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: limbah organik, pupuk kompos, EM4, komposter, pesantren.

Abstract

Organic waste management is an important effort to support sustainable agriculture and plantation practices. The environment of Al-Ma'arif Islamic Boarding School in Siak Kecil has considerable potential for organic waste, such as leaves, grass, and plant residues, which can be utilized as raw materials for compost production. This community service activity aimed to improve the knowledge and skills of students and school administrators in producing compost independently. The activities included socialization, training, manual chopping of organic materials, compost production, mentoring, and evaluation. The composting process utilized EM4 as a bioactivator and a composter as the composting container. The results indicated that utilizing organic waste through simple technology can produce compost with the potential to support plantation activities at the school. The activity also improved the partners' skills in managing organic waste and reduced their dependence on externally sourced fertilizers, thereby promoting greater self-sufficiency in sustainable plantation management.

Keywords: organic waste, compost, EM4, composter, Islamic boarding school.

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah organik merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang perlu mendapatkan perhatian, khususnya pada lingkungan permukiman, lembaga pendidikan, dan kawasan yang memiliki aktivitas pertanian atau perkebunan. Limbah organik seperti daun, rumput, sisa tanaman, dan sisa makanan memiliki sifat mudah terurai sehingga berpotensi dimanfaatkan kembali melalui proses pengomposan. Pengelolaan limbah organik melalui pengomposan dapat mengurangi timbulan limbah sekaligus menghasilkan produk yang bermanfaat bagi tanah dan tanaman (Mursiti et al., 2022; Rohmadi et al., 2022).

Pengomposan merupakan salah satu teknologi sederhana yang dapat diterapkan pada skala rumah tangga maupun komunitas. Teknologi ini relatif mudah diterapkan karena tidak membutuhkan sistem pengolahan yang kompleks.

Pengomposan juga dapat menjadi alternatif dalam mengurangi jumlah limbah organik yang masuk ke tempat pembuangan akhir. Secara global, pengomposan semakin banyak dikembangkan sebagai pendekatan pemulihan sumber daya karena bahan organik yang sebelumnya dianggap sebagai limbah dapat dikembalikan ke tanah dalam bentuk kompos (Zhou et al., 2022; Kumar et al., 2023).

Di Indonesia, penerapan pengomposan berbasis masyarakat telah dilakukan pada berbagai wilayah. Suriyanti et al. (2021) menunjukkan bahwa limbah organik rumah tangga dapat dimanfaatkan menjadi kompos dengan penambahan aktivator EM4. Kegiatan tersebut memberikan alternatif pengelolaan sampah yang lebih bermanfaat dibandingkan pembakaran atau pembuangan limbah organik secara langsung. Pemanfaatan EM4 sebagai bioaktivator juga telah diterapkan pada berbagai jenis bahan organik. Ulhasanah et al. (2022) menggunakan EM4 pada pengomposan daun pisang dan daun kelapa serta melakukan pengamatan terhadap suhu, pH, dan kelembapan selama proses pengomposan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan bioaktivator dapat menjadi bagian dari metode pengolahan limbah organik berbasis masyarakat.

Rohmadi et al. (2022) juga menunjukkan bahwa limbah sayuran, buah, dan daun dapat dimanfaatkan dalam produksi pupuk organik dan kompos menggunakan EM4. Hal tersebut memperlihatkan bahwa bahan organik yang tersedia di lingkungan dapat dimanfaatkan menjadi sumber pupuk secara mandiri. Selain berfungsi mengurangi limbah, kompos dapat memberikan manfaat terhadap tanah dan tanaman. Pemanfaatan bahan organik melalui kompos dapat mendukung peningkatan bahan organik tanah dan membantu menyediakan unsur hara. Kajian Bhatia dan Sindhu (2024) menunjukkan bahwa pengelolaan limbah pertanian secara berkelanjutan memiliki potensi dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi, mengurangi pencemaran, dan mendukung produksi tanaman.

Penggunaan komposter merupakan salah satu metode yang sesuai untuk diterapkan pada skala komunitas. Komposter dapat berfungsi sebagai wadah pengomposan sehingga proses penguraian bahan dapat dilakukan secara lebih teratur. Destiasari et al. (2024) dalam kajiannya mengenai metode kompos aerob menunjukkan bahwa metode seperti *windrow*, Takakura, dan *composter bag* merupakan beberapa metode yang dapat diterapkan dalam pengolahan limbah organik. Pesantren Al-Ma'arif Siak Kecil merupakan salah satu lingkungan pendidikan yang memiliki potensi untuk mengembangkan kegiatan pengelolaan limbah organik sekaligus kegiatan perkebunan. Aktivitas di lingkungan pesantren menghasilkan bahan organik berupa daun, rumput, dan sisa tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos.

Di sisi lain, kegiatan perkebunan membutuhkan bahan yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Kondisi tersebut menunjukkan adanya peluang untuk menghubungkan pengelolaan limbah organik dengan kebutuhan perkebunan melalui produksi pupuk kompos secara mandiri. Permasalahan utama yang dihadapi adalah belum optimalnya pemanfaatan limbah organik dan masih terbatasnya pengetahuan serta keterampilan mitra dalam memproduksi pupuk kompos. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan pengabdian yang memberikan pengetahuan dan keterampilan praktis kepada santri dan pengelola pesantren.

Kegiatan ini menggunakan pendekatan sederhana melalui pencacahan bahan organik secara manual, penggunaan EM4 sebagai bioaktivator, serta komposter sebagai tempat berlangsungnya proses pengomposan. Pendekatan tersebut dipilih karena mudah diterapkan, tidak membutuhkan peralatan mekanis yang kompleks, dan dapat dilanjutkan oleh mitra setelah kegiatan selesai.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk:

1. meningkatkan pengetahuan santri dan pengelola pesantren mengenai pengelolaan limbah organik;
2. meningkatkan keterampilan mitra dalam memproduksi pupuk kompos;
3. memberikan keterampilan pencacahan bahan organik secara manual;
4. memberikan pemahaman mengenai penggunaan EM4 sebagai bioaktivator;
5. menghasilkan kompos yang dapat dimanfaatkan dalam kegiatan perkebunan; dan mendukung kemandirian pesantren dalam penyediaan pupuk organik.

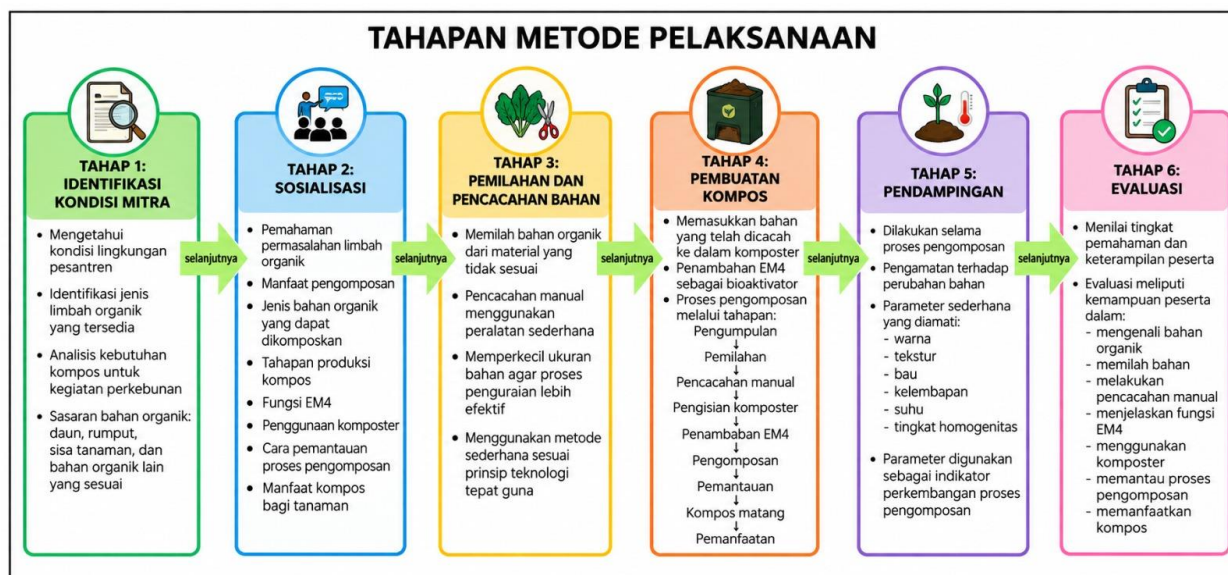
2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Lokasi dan Sasaran

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Pesantren Al-Ma'arif Siak Kecil. Sasaran kegiatan adalah santri dan pengelola pesantren yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan lingkungan dan perkebunan. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif. Mitra dilibatkan secara langsung dalam proses sosialisasi, pemilahan bahan, pencacahan, pembuatan kompos, penggunaan komposter, pemantauan, dan pemanfaatan hasil kompos. Pendekatan partisipatif dipilih karena kegiatan pengelolaan limbah akan lebih berkelanjutan apabila masyarakat atau mitra memiliki keterampilan untuk melanjutkan kegiatan secara mandiri. Pendekatan serupa telah diterapkan dalam beberapa kegiatan pengabdian masyarakat terkait pengolahan limbah organik dan kompos (Mursiti et al., 2022; Ratnaningsih et al., 2024).

2.2 Tahapan Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Tahapan Metode Pelaksanaan PkM

Tahap 1. Identifikasi Kondisi Mitra

Identifikasi dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan pesantren, jenis limbah organik yang tersedia, dan kebutuhan pupuk untuk kegiatan perkebunan.

Tahap 2. Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi dan demonstrasi merupakan metode yang banyak digunakan dalam pemberdayaan masyarakat karena memungkinkan peserta memperoleh pengetahuan sekaligus melihat proses penerapannya secara langsung (Mursiti et al., 2022; Fadli et al., 2025).

Tahap 3. Pemilahan dan Pencacahan Bahan

Pada kegiatan ini tidak digunakan mesin pencacah. Pemilihan metode pencacahan manual disesuaikan dengan prinsip teknologi tepat guna, yaitu sederhana, mudah digunakan, mudah dirawat, dan sesuai dengan kemampuan mitra.

Tahap 4. Pembuatan Kompos

Secara umum proses produksi kompos dilakukan melalui tahapan:

Pengumpulan → Pemilahan → Pencacahan manual → Pengisian komposter → Penambahan EM4 → Pengomposan → Pemantauan → Kompos matang → Pemanfaatan.

Penggunaan EM4 dalam pengomposan bahan organik telah diterapkan pada berbagai kegiatan dan penelitian di Indonesia. Suriyanti et al. (2021) dan Ulhasanah et al. (2022) menunjukkan penerapan EM4 dalam pengolahan limbah organik menjadi kompos. Secara internasional, Duan et al. (2024) menjelaskan bahwa agen mikroba dapat berperan dalam proses pengomposan limbah organik dan dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses dekomposisi.

Tahap 5. Pendampingan

Pendampingan dilakukan selama proses pengomposan. Mitra diarahkan untuk melakukan pengamatan terhadap perubahan bahan.

Tahap 6. Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat pemahaman dan keterampilan peserta setelah mengikuti kegiatan.

Evaluasi meliputi kemampuan peserta dalam: mengenali bahan organik; memilah bahan; melakukan pencacahan manual; menjelaskan fungsi EM4; menggunakan komposter; memantau proses pengomposan; dan memanfaatkan kompos

3. HASIL PEMBAHASAN

3.1 Pemanfaatan Limbah Organik di Lingkungan Pesantren

Kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa lingkungan pesantren memiliki potensi bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos. Daun, rumput, dan sisa tanaman yang sebelumnya berpotensi menjadi limbah dapat dikumpulkan dan diproses menjadi bahan yang memiliki nilai guna. Pemanfaatan limbah organik melalui pengomposan merupakan pendekatan yang sesuai dengan konsep *waste to resource*. Limbah tidak hanya dipandang sebagai material yang harus dibuang, tetapi dapat dikembalikan ke dalam sistem produksi sebagai bahan organik. Rohmadi et al. (2022) menunjukkan bahwa limbah organik rumah tangga seperti sisa sayuran, buah, dan daun dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk organik dan kompos. Hasil kegiatan di Pesantren Al-Ma'arif Siak Kecil menunjukkan bahwa pemanfaatan sumber daya lokal dapat menjadi langkah awal dalam membangun sistem pengelolaan limbah yang lebih mandiri.

3.2 Pencacahan Bahan Secara Manual

Pencacahan merupakan salah satu tahap penting dalam proses persiapan bahan. Bahan yang berukuran besar dicacah secara manual agar menjadi bagian yang lebih kecil. Pengecilan ukuran bahan dapat membantu proses penguraian karena meningkatkan luas permukaan bahan yang dapat berinteraksi dengan mikroorganisme. Pada kegiatan ini pencacahan dilakukan secara manual karena metode tersebut tidak membutuhkan mesin atau sumber energi tambahan. Metode ini juga memungkinkan santri dan pengelola pesantren untuk melakukan proses secara mandiri.

Penelitian dan kegiatan pengabdian di Indonesia juga menunjukkan bahwa pengecilan ukuran bahan menjadi bagian dari persiapan pengomposan. Kegiatan pengomposan di Teluk Pinang, Indragiri Hilir, misalnya, menggunakan pencacahan bahan organik untuk mempermudah proses dekomposisi (Alya et al., 2024). Dengan demikian, pencacahan manual dapat dipertahankan sebagai metode sederhana selama volume bahan yang diolah masih sesuai dengan kapasitas tenaga dan waktu mitra.

3.3 Penggunaan EM4 sebagai Bioaktivator

EM4 digunakan sebagai bioaktivator dalam kegiatan produksi kompos. Penambahan bioaktivator bertujuan membantu proses penguraian bahan organik melalui aktivitas mikroorganisme. Penggunaan EM4 pada pengomposan limbah organik telah dilaporkan dalam beberapa penelitian di Indonesia. Suriyanti et al. (2021) menggunakan EM4 untuk produksi kompos organik dan menunjukkan bahwa metode tersebut dapat digunakan dalam kegiatan pemberdayaan masyarakat. Ulhasanah et al. (2022) juga menggunakan EM4 pada pengomposan daun pisang dan daun kelapa serta melakukan pengamatan terhadap parameter suhu, pH, dan kelembapan. Mardiyono et al. (2024) membandingkan EM4 dengan bioaktivator lain dan menemukan bahwa kompos yang dihasilkan dengan berbagai aktivator dapat memenuhi persyaratan kualitas yang digunakan dalam penelitian tersebut. Dari sisi internasional, Duan et al. (2024) menjelaskan bahwa penggunaan agen mikroba dalam pengomposan dapat mendukung proses dekomposisi bahan organik dan menjadi salah satu pendekatan untuk meningkatkan kinerja pengomposan.

3.4 Penggunaan Komposter

Komposter digunakan sebagai tempat berlangsungnya proses pengomposan. Penggunaan wadah khusus memberikan beberapa keuntungan, antara lain bahan lebih mudah dikendalikan, proses lebih terorganisasi, dan pemantauan dapat dilakukan dengan lebih mudah. Metode berbasis komposter juga sesuai diterapkan pada lingkungan pesantren karena tidak membutuhkan lahan yang luas. Komposter dapat ditempatkan pada lokasi yang mudah dijangkau dan dapat digunakan secara berulang. Destiasari et al. (2024) menjelaskan bahwa metode kompos aerob seperti *windrow*, *Takakura*, dan *composter bag* memiliki karakteristik dan penerapan yang berbeda sesuai kondisi pengolahan. Dalam kegiatan ini, komposter dipilih sebagai teknologi sederhana yang dapat digunakan oleh mitra secara berkelanjutan.

3.5 Perubahan Kondisi Bahan Selama Pengomposan

Selama proses pengomposan, bahan organik mengalami perubahan fisik sebagai akibat aktivitas mikroorganisme. Perubahan tersebut dapat diamati melalui warna, tekstur, aroma, suhu, dan kelembapan. Bahan organik yang masih segar umumnya memiliki bentuk yang jelas dan aroma khas bahan awal. Seiring berlangsungnya proses penguraian, bahan menjadi lebih homogen dan berwarna lebih gelap. Pengamatan terhadap suhu juga dapat digunakan sebagai indikator perkembangan proses. Ulhasanah et al. (2022) menggunakan suhu, pH, dan kelembapan sebagai parameter dalam pengamatan pengomposan daun dengan EM4. Secara umum, proses pengomposan merupakan proses biologis yang dipengaruhi oleh komposisi bahan dan kondisi lingkungan. Kajian Zhou et al. (2022) menunjukkan bahwa strategi pengomposan dan karakteristik bahan merupakan faktor penting yang memengaruhi proses dan kualitas produk akhir.

3.6 Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Mitra

Kegiatan sosialisasi dan praktik memberikan kesempatan kepada peserta untuk memahami proses produksi kompos secara langsung. Pengetahuan yang diperoleh meliputi jenis bahan organik, proses pencacahan, penggunaan EM4, penggunaan komposter, dan pemanfaatan kompos.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa metode praktik langsung lebih mudah diterapkan karena peserta dapat melihat dan mencoba setiap tahapan produksi. Pengalaman serupa dilaporkan oleh Mursiti et al. (2022), yang menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan pengolahan limbah organik dapat meningkatkan kemampuan masyarakat dalam memproduksi kompos secara mandiri. Subali et al. (2024) juga melaporkan bahwa pelatihan pengolahan sampah organik menggunakan biofermentasi EM4 memungkinkan peserta memahami dan mempraktikkan pengolahan

sampah organik menjadi kompos dan media tanam. Dengan demikian, kegiatan pengabdian di Pesantren Al-Ma'arif Siak Kecil tidak hanya berorientasi pada menghasilkan kompos, tetapi juga membangun kemampuan sumber daya manusia agar mampu melanjutkan kegiatan secara mandiri.

3.7 Pemanfaatan Kompos untuk Perkebunan

Kompos yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan organik untuk mendukung kegiatan perkebunan pesantren. Penggunaan kompos dapat membantu meningkatkan masukan bahan organik ke dalam tanah. Pengelolaan limbah organik menjadi kompos memiliki hubungan dengan peningkatan keberlanjutan sistem pertanian karena material yang sebelumnya menjadi limbah dapat dikembalikan ke tanah. Bhatia dan Sindhu (2024) menjelaskan bahwa pengelolaan limbah pertanian secara berkelanjutan dapat berkontribusi terhadap ketersediaan nutrisi, pengurangan pencemaran, dan produktivitas tanaman. Kajian Pajura (2024) juga menempatkan kompos sebagai salah satu alternatif yang relevan dalam menghadapi persoalan harga dan ketergantungan terhadap pupuk, sekaligus memberikan manfaat terhadap tanah apabila proses pengomposan dilakukan dengan tepat. Oleh karena itu, pemanfaatan kompos hasil produksi sendiri dapat menjadi salah satu strategi sederhana untuk mendukung kebutuhan input perkebunan pesantren.

3.8 Kontribusi terhadap Kemandirian Pesantren

Produksi kompos secara mandiri memberikan peluang bagi pesantren untuk memanfaatkan sumber daya yang tersedia di lingkungan sendiri. Sistem yang dikembangkan dapat digambarkan sebagai:

Limbah organik → Pencacahan → Pengomposan dengan EM4 → Kompos → Pemupukan tanaman → Limbah organik baru → Pengomposan kembali.

Siklus tersebut menunjukkan penerapan sederhana prinsip ekonomi sirkular. Kumar et al. (2023) menyatakan bahwa pengomposan merupakan salah satu strategi pemanfaatan kembali limbah organik ke tanah dan dapat mendukung sistem ekonomi sirkular. Dengan sistem tersebut, pesantren berpotensi mengurangi jumlah limbah yang dibuang sekaligus mengurangi sebagian kebutuhan pupuk yang harus diperoleh dari luar.



Gambar 2. Sosialisasi di Pesantren



Gambar 3. (a) limbah organik (b) pembuatan pupuk kompos (c) pupuk kompos

4. KESIMPULAN

Produksi pupuk kompos di Pesantren Al-Ma'arif Siak Kecil merupakan kegiatan yang dapat mengintegrasikan pengelolaan limbah organik dengan upaya mendukung kemandirian perkebunan. Limbah berupa daun, rumput, dan sisa tanaman dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos. Proses produksi dilakukan menggunakan metode sederhana melalui pencacahan bahan secara manual, penggunaan EM4 sebagai bioaktivator, dan komposter sebagai wadah pengomposan. Metode tersebut sesuai dengan kondisi mitra karena mudah diterapkan dan tidak membutuhkan peralatan mekanis yang kompleks. Kegiatan sosialisasi, pelatihan, praktik, pendampingan, dan evaluasi dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan santri serta pengelola pesantren dalam mengelola limbah organik. Kompos yang dihasilkan berpotensi dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan perkebunan sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pupuk dari luar. Keberlanjutan kegiatan dapat dilakukan melalui produksi kompos secara rutin, pembentukan kelompok pengelola, pemantauan kualitas kompos, serta pemanfaatan kompos secara berkelanjutan pada tanaman pesantren.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian ini dibiayai oleh Dana PNPB Politeknik Negeri Sriwijaya Tahun 2026. Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Politeknik Negeri Sriwijaya serta Pengurus Pesantren Al-Ma'arif Siak Kecil atas dukungan fasilitas dan kerja sama selama pelaksanaan kegiatan ini

6. REFERENSI

- Mursiti, S., Sulistyaningsih, T., Amalina, N. D., Rosanti, Y. M., Futri, S. S., Andriyani, S., & Danty, R. (2022). Pengembangan kapasitas ekonomi masyarakat melalui pengolahan limbah organik rumah tangga. *Jurnal Abdimas*, 26(2). <https://doi.org/10.15294/abdimas.v26i2.39609>.
- Rohmadi, M., Septiana, N., & Astuti, P. A. P. (2022). Pembuatan pupuk organik cair dan kompos dari limbah organik rumah tangga. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4), 880–886. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.880-886>.
- Suriyanti, L. H., Juniarti, W., Ecclesia, Y., & Ramadhani, H. (2021). Pembuatan kompos organik dengan penambahan aktivator EM4 di Kelurahan Air Putih. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 5(2), 67–72. <https://doi.org/10.37859/jpumri.v5i2.2874>.

-
- Ulhasanah, N., Sarwono, A., Yosafaat, M., Filippi, D., Suryawan, I. W. K., & Wijaya, I. M. W. (2022). Composting of banana leaves and coconut leaves using EM4 bioactivator. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 6(1). <https://doi.org/10.24843/ATBES.2022.v06.i01.p02>.
- Ratnaningsih, A. T., Ikhsani, H., Ikhwan, M., & Suwarno, E. (2024). Pemanfaatan sampah organik menjadi kompos di Perumahan Bukit Permata Sumbari II Pekanbaru. *Journal of Community Service and Technology*, 1(1), 1–8.
- Subali, B., Ellianawati, Handayani, L., Ariyani, N. P., & Setiawan, B. (2024). Upaya mengolah sampah organik sekolah sebagai media tanam dengan memanfaatkan biofermentasi EM-4. *Unnes Physics Education Journal*, 13(2). <https://doi.org/10.15294/upej.v13i2.3802>.
- Destiasari, A., Sumiyati, S., & Istirokhatun, T. (2024). Review metode kompos aerob: Windrow, Takakura dan Composter Bag. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(2), 355–364. <https://doi.org/10.14710/jil.22.2.355-364>.
- Mardiyono, M. S., Nugroho, J. D., & Massora, M. (2024). The effectiveness of bio-enzymes made from fruit waste and mixture of fruit waste and chicken intestinal content as composting activators. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 14(2), 288. <https://doi.org/10.29244/jpsl.14.2.288>.
- Rahayu, P., Fitrianiingsih, Y., & Sulastri, A. (2024). Pembuatan kompos dari limbah Pasar Pagi menggunakan kombinasi aktivator EM4, MOL jeroan ikan, dan MOL bonggol pisang. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 8(2).
- Fadli, F., Firmansyah, M. F., Cahni, S. E. N., & Fatmawati, E. W. (2025). Edukasi pengolahan limbah organik menjadi pupuk kompos: Upaya reduksi sampah di Kelurahan Selosari, Magetan, Jawa Timur. *JIA (Jurnal Implementasi Abdimas)*, 2(1), 26–30.
- Zhou, Y., Xiao, R., Klammsteiner, T., Kong, X., Yan, B., Mihai, F. C., Liu, T., Zhang, Z., & Awasthi, M. K. (2022). Recent trends and advances in composting and vermicomposting technologies: A review. *Bioresource Technology*, 360, 127591.
- Kumar, A., et al. (2023). From waste to wealth: Innovations in organic solid waste composting. *Environmental Research*, 229, 115977. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115977>.
- Duan, Z., Wang, Q., Wang, T., Kong, X., et al. (2024). Application of microbial agents in organic solid waste composting: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(10), 5647–5659. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13323>.
- Pajura, R. (2024). Composting municipal solid waste and animal manure in response to the current fertilizer crisis—A recent review. *Science of the Total Environment*, 912, 169221. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169221>.
- Bhatia, T., & Sindhu, S. S. (2024). Sustainable management of organic agricultural wastes: Contributions in nutrients availability, pollution mitigation and crop production. *Discover Agriculture*, 2, 130.
-