

Upaya Penanggulangan Perubahan Iklim Melalui Pengolahan Limbah Buah dan Sayur Menjadi Ekoenzim Di Desa Wonosoco, Kabupaten Kudus

(The Attempts to Mitigate Climate Change through Recycling Fruit and Vegetable Waste into Eco Enzymes in Wonosoco Village, Kudus District)

Farida Yuliani¹, Fazat Fairuzia^{1*}, Hendy Hendar¹, Wahid Nurfajri¹, Muhammad Imanuddin¹

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muria Kudus, Jl. Lingkar Utara Gondang Manis, Bae, Kudus, Jawa Tengah, Indonesia 80224.

*Penulis Korespondensi: fairuzia.fazat@gmail.com
Diterima Mei 2024/Disetujui Februari 2025

ABSTRAK

Pelatihan pada kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan masyarakat Desa Wonosoco untuk menanggulangi limbah organik dan menurunkan persentase pembuangan sampah organik di tempat pembuangan akhir (TPA) melalui pengolahan limbah organik dari buah dan sayur menjadi ekoenzim. Kegiatan ini dilaksanakan melalui kegiatan praktik langsung dalam beberapa tahap, yaitu analisa kebutuhan dari masyarakat, desain kegiatan, penyampaian materi, pembuatan dan aplikasi ekoenzim, serta evaluasi kegiatan. Pelatihan yang diberikan kepada PKK dan kelompok tani meningkatkan pengetahuan Masyarakat pada pengetahuan ekoenzim secara umum sebesar 95,24 %. Manfaat ekoenzim bidang pertanian dan perkebunan sebagai nutrisi pendamping pupuk dan sebagai bahan pembersih pada alat-alat rumah tangga serta pengolahan limbah sayur dan buah sebesar 96,67%. Pengetahuan mengenai potensi ekonomi dari ekoenzim sebesar menjadi 100%. Pelatihan pengolahan limbah organik ini juga mampu mengubah sikap masyarakat dalam pengelolaan sampah untuk mengurangi efek gas rumah kaca yang ditunjukkan dengan persentase perilaku membuang sampah organik secara langsung di tempat sampah dari 67% turun menjadi 0% dan beralih menjadi 85% untuk diolah menjadi pupuk atau ekoenzim dan 15% diberikan pada ternak.

Kata kunci: limbah organik, pupuk, ekoenzim

ABSTRACT

The training in this community service activity aimed to improve the knowledge and skills of the Wonosoco Village community to overcome organic waste and reduce the percentage of organic waste disposal in the final disposal site (TPA) through the processing of organic waste from fruits and vegetables into ecoenzymes. This activity is carried out through direct practical activities in several stages: analysis of community needs, activity design, delivery of materials, manufacture and application of ecoenzymes, and evaluation of activities. The training provided to PKK and farmer groups increased community knowledge of ecoenzyme knowledge by 95.24%. The benefits of ecoenzymes in the fields of agriculture and plantations as complementary nutrients for fertilizers and as cleaning materials for household appliances and the processing of vegetable and fruit waste were 96.67%. Knowledge about the economic potential of ecoenzymes increased by 100%. This organic waste processing training can also change community attitudes toward waste management to reduce the effects of greenhouse gases, as indicated by the percentage of behavior of disposing of organic waste directly in the trash from 67% down to 0% and switching to 85% to be processed into fertilizer or ecoenzymes and 15% given to livestock.

Keywords: fertilizer, greenhouse gas, organic waste

PENDAHULUAN

Limbah bahan organik yang tidak ditangani dengan benar, hanya dibuang di tempat pembuangan sampah atau secara sembarangan di berbagai tempat dapat mencemari lingkungan melalui aroma busuk yang berasal dari gas metana yang bercampur dengan gas karbon

dioksida. Hal tersebut dapat mengganggu pernafasan dan mengakibatkan kerusakan atmosfer, sehingga meningkatkan efek gas rumah kaca penyebab perubahan iklim. Senyawa-senyawa yang dihasilkan dari buangan limbah organik yang berpengaruh pada efek gas rumah kaca selain karbondioksida (CO_2), yakni metana (CH_4), N_2O , dan N_2 yang dikenal dengan gas karbon

dioksida ekivalen atau CO₂eq (Rismawati 2017; Sayara & Sánchez 2021; Ahsanti *et al.* 2022).

Sebanyak 300–500 kg/kapita/hari sampah organik dihasilkan atau setara 1,90 juta ton/kapita/tahun atau setara dengan 29–47% total jumlah penduduk di Indonesia (Rarastry 2016). Setiap tahun sampah organik tersebut menumpuk di tempat pembuangan sampah yang setara dengan lebih dari 40% total sampah yang terbuang (Widiyojo & Szekely 2023). Limbah organik yang dihasilkan dari sisa makanan, pengolahan dan distribusi produk pertanian di Indonesia pada sektor rumah tangga menjadi sektor tertinggi yang menghasilkan limbah organik, yaitu sebesar 38,5%, perkantoran sebesar 4,6%, pasar tradisional sebesar 22,9%, pusat perniagaan sebesar 18,6%, fasilitas publik sebesar 6,1%, kawasan sebesar 6,2%, dan sumber lainnya sebesar 1,31%. Sebesar 1,19 juta ton/tahun sampah tidak terkelola (SIPSN 2023). Besarnya limbah organik dari rumah tangga ini dikarenakan minimnya pengelolaan bahan organik dan penanganannya pada Masyarakat (Aschemann-Witzel *et al.* 2015).

Limbah organik yang diolah dengan benar menjadi pupuk kompos padat, pupuk cair, maupun ekoenzim dapat berkontribusi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca. Pengolahan limbah organik melalui proses pengomposan secara langsung, mampu menurunkan hingga -41 kg CO₂eq per ton limbah (Nordahl *et al.* 2020) atau menurunkan 3% emisi gas rumah kaca (Mathlouthi *et al.* 2024). Hasil akhirnya dapat dimanfaatkan untuk nutrisi atau unsur hara tanaman. Selain itu, melalui proses dekomposisi dari pengolahan pupuk secara tepat, limbah organik tidak akan melepaskan gas metana dan karbondioksida ke udara seperti yang terjadi pada tempat pembuangan sampah terbuka. Pupuk yang dihasilkan juga dapat mengganti pupuk anorganik atau pupuk kimia bersubsidi yang semakin langka.

Lebih dari 50% penduduk Wonosoco merupakan petani dan buruh tani (Choiruddin 2019), dengan mata pencaharian yang sangat terdampak oleh perubahan iklim serta kenaikan dan kelangkaan harga pupuk. Oleh karena itu, pelatihan pengolahan limbah organik menjadi ekoenzim perlu dilakukan untuk mengurangi dampak negatif limbah pada kerusakan lingkungan dan membantu warga Desa Wonosoco untuk memperoleh pupuk gratis serta menurunkan perilaku masyarakat dalam membuang sampah organik secara langsung di tempat pembuangan akhir (TPA). Pelatihan pada

kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan ketrampilan masyarakat Desa Wonosoco untuk menanggulangi limbah organik dan menurunkan persentase pembuangan sampah organik di TPA melalui pengolahan limbah organik dari buah dan sayur menjadi ekoenzim.

METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Lokasi, Waktu, dan Partisipan Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilakukan di Desa Wonosoco, Kecamatan Undaan, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah pada Februari–Mei 2024. Kegiatan pengabdian ini diikuti oleh petani dan buruh tani perwakilan lima kelompok tani dan ibu rumah tangga di Desa Wonosoco. Kelompok tani yang mengikuti pelatihan berasal dari empat dusun, yaitu Dusun Blalakrejo, Penggungrejo, Wedukrejo, dan Madangrejo.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada kegiatan pengabdian pembuatan ekoenzim ini adalah limbah kulit dan buah jeruk, buah naga, duku, semangka dan manggis, limbah sisa sayur segar seperti kulit terung, batang pakcoy dan batang kangkong, gula merah, dan air. Alat-alat yang digunakan yakni botol air mineral bekas ukuran 600 mL, 1,5 L dan 14 L, tong 60 L, tatakan pisau, pisau, saringan, gelas takar plastic, kuisioner, lembar *pre-test* dan *post-test*. Alat yang digunakan pada kegiatan aplikasi ekoenzim yakni gelas ukur, alat semprot 1 L dan tangki semprot 16 L.

Metode Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan ini dilaksanakan melalui kegiatan praktik langsung dalam beberapa tahap, yakni diskusi untuk analisa kebutuhan pelatihan dari masyarakat, desain kegiatan, *pre-test* melalui kuisioner, penyampaian materi melalui ceramah dan diskusi, pembuatan ekoenzim, dan aplikasi ekoenzim yang telah jadi yang telah disediakan oleh panitia. Kemudian dilanjutkan dengan evaluasi kegiatan melalui pelaksanaan *post-test* setelah aplikasi ekoenzim dan survei tingkat kepuasan peserta kegiatan.

Metode Pengumpulan Data, Pengolahan, dan Analisis Data

Data yang diambil meliputi kondisi peserta pelatihan meliputi parameter persentase umur, pekerjaan, dan jenis kelamin. Data-data lain yang

dikumpulkan yakni perubahan sikap dalam membuang sampah organik secara langsung di TPA, pengetahuan, dan keterampilan peserta sebelum dan sesudah pelatihan pembuatan ekoenzim, serta kepuasan peserta terhadap materi pelatihan. Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan kuisioner, lembar *pre-test* dan *post-test*. Data kuantitatif yang dikumpulkan diolah dan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Data disajikan dalam diagram untuk masing-masing parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Mitra

Mitra kegiatan pengabdian adalah masyarakat Desa Wonosoco. Desa Wonosoco, Kecamatan Undaan terletak kurang lebih 23,5 km dari pusat pemerintahan Kabupaten Kudus. Luas wilayahnya 542,519 ha dengan jumlah penduduk 1.124 jiwa, 48,57 % penduduk adalah laki-laki dan 51,43% perempuan. Mayoritas masyarakat bekerja sebagai petani berjumlah 347 jiwa dan buruh tani berjumlah 360 jiwa. Sejak tahun 2009, Desa Wonosoco juga telah mengembangkan kawasan wisata selain sebagai pusat pertanian (Wulan dan Khadiyanto 2013; Choiruddin 2019; Hendoro *et al.* 2021).

Peserta pelatihan terdiri dari ibu rumah tangga, petani dan buruh tani (Gambar 1) dengan sebaran umur peserta di dominasi pada usia sekitar 50 tahunan, diikuti dengan usia 40 tahunan, 60 tahunan, dan 30 tahunan (Gambar 2). Sebaran umur peserta menunjukkan belum ada petani yang berusia 20 tahunan untuk mengikuti kegiatan. Hal tersebut menjadi catatan penting untuk menarik minat warga yang berusia 20 tahunan untuk mengikuti pelatihan pengolahan limbah organik. Hal ini dikarenakan, keaktifan pemuda dalam memahami dan implementasi pemanfaatan limbah, dapat meningkatkan semangat untuk mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan pengembangan potensi pengolahan limbah organik menjadi nilai yang lebih ekonomis.

Penyampaian materi

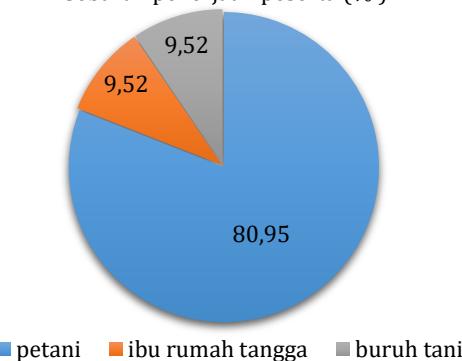
Penyampaian materi dilakukan melalui kegiatan ceramah dan diskusi. Sebelum materi disampaikan, kuisioner *pre-test* dibagikan pada peserta untuk dijawab guna mengetahui tingkat pengetahuan peserta sebelum kegiatan pelatihan dimulai, sedangkan evaluasi hasil dilakukan melalui kegiatan *post-test* dilakukan setelah

proses akhir pelatihan selesai, yakni proses aplikasi ke tanaman. Penyampaian materi dilakukan dengan memberikan *leaflet* materi tentang manfaat dan cara pembuatan ekoenzim hingga metode aplikasi ekoenzim pada tanaman, serta penyampaian dengan metode ceramah dengan demonstrasi pembuatan ekoenzim secara langsung (Gambar 3).

Materi yang disampaikan diawali dengan penyampaian wawasan terkait limbah organik yang menumpuk dan dibuang tanpa adanya pengolahan, sehingga ber efek pada peningkatan pemanasan global. Selain itu, juga menggaris bawahi penggunaan pupuk anorganik yang tidak semuanya di manfaatkan oleh tanaman dan tertinggal di tanah. Hal ini mengakibatkan perubahan fisik tanah yang menjadi keras dan perubahan kimia tanah yang tidak sesuai untuk perkembangan mikroorganisme bermafaat bagi tanaman. penyampain materi ini bertujuan untuk memberikan dasar pengetahuan dan juga menarik minat peserta untuk menggunakan bahan-bahan atau pupuk organik.

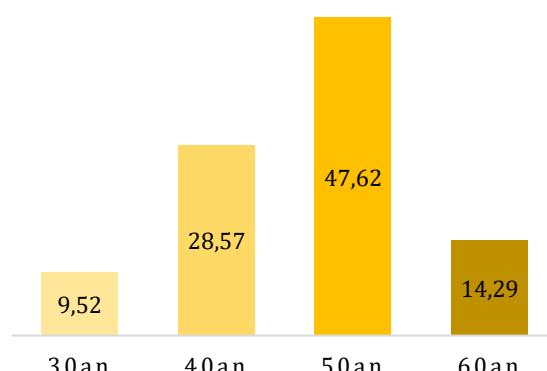
Penyampaian materi diikuti dengan kegiatan diskusi untuk memperdalam pemahaman

Sebaran pekerjaan peserta (%)



Gambar 1 Sebaran pekerjaan peserta pengabdian.

Umur peserta (%)



Gambar 2 Persentase umur peserta.



a



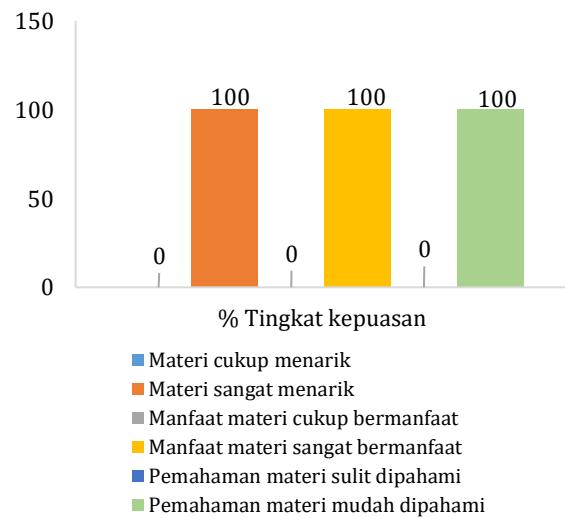
b

Gambar 3 a) Penyampaian materi pembuatan ekoenzim dan b) Demonstrasi pembuatan ekoenzim dan diskusi.

peserta pada materi yang disampaikan. Peserta pelatihan dapat lebih memahami materi yang diberikan dengan adanya diskusi. Seperti fungsi ekoenzim untuk penanganan kekurangan pupuk, karena ekoenzim mampu menjadi salah satu alternatif penyokong nutrisi tanaman, sebagai pupuk cair. Selain itu, ekoenzim juga mampu mengatasi masalah hama penyakit yang menyerang tanaman. Sehingga pemanfaatan ekoenzim mampu untuk meningkatkan produksi budidaya pertanian.

Ekoenzim memiliki kandungan flavonoid dan fenolik yang berguna sebagai nutrisi bagi tanaman. Ekoenzim terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan berbagai macam tanaman. Penambahan ekoenzim baik dengan cara disemprotkan maupun diberikan secara tidak langsung ke tanah di dekat perakaran tanaman, terbukti meningkatkan produksi tanaman, seperti peningkatan diameter pada tanaman jati dan tinggi pada rumput gajah (Hartoyo *et al.* 2023). Pemberian ekoenzim sebanyak 22,5 ml l-1 air, meningkatkan bobot umbi segar bawang merah sebesar 29,77% (Jaya & Situmeang 2021).

Hasil survei evaluasi kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa peserta pelatihan mampu memahami materi yang diberikan dengan mudah. Hal ini disebabkan penyampaian materi dan materi yang diberikan juga sangat menarik. Selain itu, peserta juga sangat tertarik dengan materi pengolahan limbah organik kulit buah dan sayur yang diberikan karena sebelumnya masyarakat atau peserta pelatihan belum pernah mengolah limbah organik menjadi ekoenzim. Pemberian materi dan penyampainya yang menarik akan meningkatkan antusiasme peserta kegiatan lebih tertarik, sehingga akan menarik minat peserta untuk ikut serta mengimplementasikan materi pelatihan secara langsung di rumah (Gambar 4) dengan menggunakan alat-alat yang telah diberikan kepada masyarakat (Gambar 5).



Gambar 4 Persentase tingkat kepuasan peserta terhadap materi yang diberikan



Gambar 5 Alat-alat untuk produksi ekoenzim.

Pembuatan, Monitoring dan Aplikasi Ekoenzim pada Tanaman

Pembuatan ekoenzim dilaksanakan oleh masing-masing peserta aplikasi ekoenzim tanaman dilakukan dengan menggunakan botol bekas air mineral berukuran 1,5 L. Peserta membuat ekoenzim dengan komposisi 900 mL air : 2,7 ons berbagai limbah kulit buah : 0,9 ons gula merah (10:3:1). Limbah buah dan sayur yang digunakan berasal dari warga, pasar, dan toko

buah. Limbah buah dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil agar dapat dimasukkan melalui mulut botol air mineral 1,5 L sebanyak 20 botol dan galon bekas sebanyak 2 galon yang telah berisi potongan gula merah (Gambar 6).

Proses fermentasi memerlukan waktu sekitar dua hingga tiga bulan. Selama proses fermentasi, tutup botol harus di putar atau dilonggarkan secara berkala untuk mengeluarkan gas hasil buangan fermentasi agar tidak terjadi ledakan dari gas yang menekan wadah ekoenzim. Untuk mencegah terjadinya ledakan tersebut, kegiatan monitoring dilakukan dengan cara berkirim pesan kepada ketua kelompok tani dan ibu-ibu PKK. Kunjungan dilakukan setelah proses fermentasi ekoenzim selesai. Ekoenzim yang telah selesai kemudian disaring dan sisa bahan padatnya dihaluskan dengan *blender* dan dikeringkan untuk menjadi pupuk (Gambar 7).

Larutan ekoenzim yang telah jadi kemudian diencerkan sesuai dengan resep atau formulasi penggunaan (Tabel 1). Aplikasi ekoenzim dilakukan di kebun dan pekarangan warga (Gambar 8), sedangkan aplikasi di sawah di lakukan oleh kelompok tani atau masing-masing petani secara langsung.

Ekoenzim memiliki kandungan berbagai macam kandungan senyawa yang bermanfaat, seperti flavonoids, quinones, saponins, alkaloids,

cardio-glycoside, -OH group, COOH, protease, amylase, dan lipase (Vama & Cherekar 2020, sehingga dapat digunakan sebagai pendamping pupuk untuk memberikan nutrisi yang mendorong pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman. Ekoenzim memiliki kandungan senyawa potassium yang dibutuhkan untuk sel dalam kegiatan replikasi, juga senyawa NO₃, CO₃, dan asam asetat sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, sekaligus sebagai pestisida organic (Susilowati *et al.* 2021; Hasanah *et al.* 2022; Novianto 2022; Siswanto *et al.* 2023).

Selain itu, senyawa-senyawa seperti flavonoid, quinon, dan saponin merupakan bagian dari senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan memiliki fungsi sebagai peredam kerusakan pada sel akibat adanya tekanan dari stress oksidasi atau reaksi oksigen spesies (ROS) oleh berbagai cekaman lingkungan baik abiotik seperti kekeringan, suhu tinggi, maupun biotik. Senyawa

Tabel 1 Resep aplikasi ekoenzim untuk tanaman

Kegunaan	Formulasi (mL) (ekoenzim : air)
Nutrisi pendamping pupuk	1-2 : 1000
Pencegah hama dan penyakit	1-2,5 : 400
Aplikasi lahan sawah	15 : 1000

Sumber: (Adiwijaya 2023; Asdianti *et al.* 2023; Yuliani *et al.* 2023)



Gambar 6 a) Pemotongan buah, b) Proses memasukkan buah ke dalam botol bekas, dan c) Botol siap fermentasi.



Gambar 7 a) Penyaringan Ekoenzim yang telah jadi dan b) Proses menghaluskan sisa bahan padatan ekoenzim.



Gambar 8 a dan b) Aplikasi ekoenzim ke tanaman pekarangan warga.

antioksidan mampu meningkatkan pertumbuhan berbagai macam tanaman yang terkena cekaman salinitas, suhu tinggi, dan kekeringan (Jan *et al.* 2021; Luyckx *et al.* 2021).

Hal tersebut sangat berguna bagi masyarakat desa wonosoco yang sebagian besar berprofesi sebagai buruh tani dan petani. Selain itu, dengan adanya perubahan iklim yang menjadi salah satu faktor rusaknya pergantian musim, petani dituntut untuk menyesuaikan budidaya tanaman pertanian terutama tanaman pangan utama yang sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan yang ekstrim. Oleh karena itu, petani dapat menjadikan ekoenzim sebagai alternatif untuk menangani stres pada tanaman, sehingga dapat mempertahankan dan bahkan meningkatkan produksi tanaman.

Perubahan sikap dan Keterampilan peserta pelatihan

Melalui kegiatan pelatihan pembuatan ekoenzim ini, 100% peserta berkomitmen untuk tidak lagi menangani sampah dengan dibuang dan dibakar. Para ibu-ibu, petani, dan buruh tani melalui peningkatan wawasan dan keterampilan, akan mengolah limbah organik, terutama sisa sayur, kulit buah, dan buah yang tidak dikonsumsi atau hampir busuk menjadi ekoenzim. Perubahan sikap dan perilaku peserta sebelum dan setelah pelatihan dalam menangani sampah terlihat pada Gambar 9.

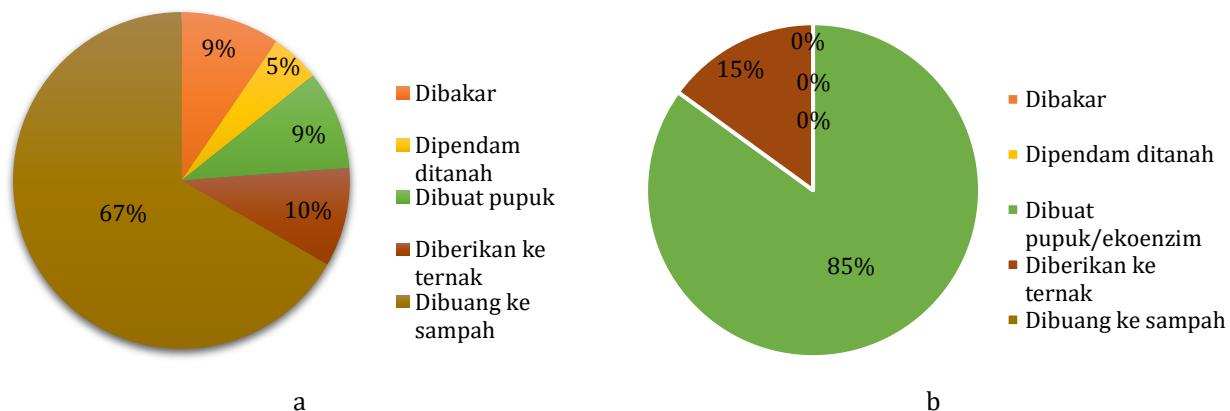
Peserta kegiatan pelatihan juga mengalami peningkatan pengetahuan umum tentang ekoenzim sebesar 95,24 %, manfaat ekoenzim dalam bidang pertanian dan perkebunan serta pengolahan limbah sayur dan buah sebesar 96,67% serta mengetahui potensi ekonomi dari ekoenzim sebesar 100% (Gambar 10). Ekoenzim yang telah disaring kemudian di kemas dibotol bekas air mineral yang telah dibersihkan dan diberi label sesuai dengan label standar

ekoenzim (Gambar 11). Ekoenzim yang telah diberi label kemudian dapat dipasarkan atau dimanfaatkan oleh petani untuk mengurangi kebutuhan pupuk yang sudah mulai langka.

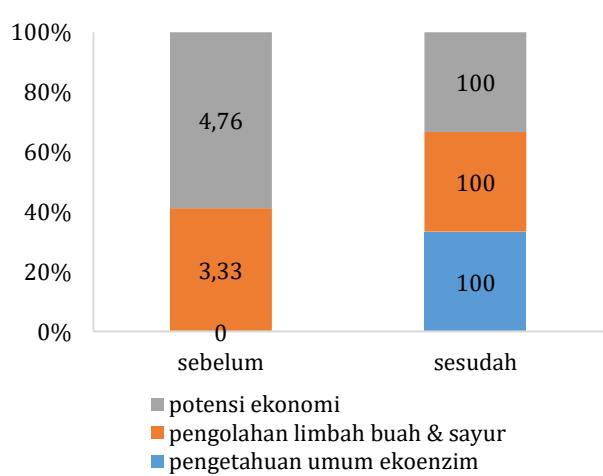
Dampak Pelatihan Pembuatan Ekoenzim dan Potensi Keberlanjutan Pengolahan Limbah Sayur dan Buah

Melalui kegiatan pelatihan ini peningkatan pengetahuan dan komitmen peserta untuk berubah dari membakar dan membuang limbah organic sisa sayur dan buah, kemudian mengolahnya menjadi ekoenzim. Perubahan sikap peserta akan menjadi fondasi bagi peserta untuk mempengaruhi kerabat dan masyarakat yang lebih luas. Dikemudian hari akan menjadi kebiasaan masyarakat, sehingga akan tercipta manajemen pengelolaan limbah yang terstruktur. Mengolah limbah akan berdampak positif untuk pencegahan kenaikan atmosfer bumi dari efek gas rumah kaca melalui penurunan pelepasan gas metana dari limbah-limbah organik yang tidak terdekomposisi sempurna. Berbagai proses pengolahan limbah organic dapat menurunkan 81,5 kg CO₂-eq./ton untuk pengomposan *window*; -46,0 kg CO₂- eq./ton *high solids anaerobic digester* pada biogas; -156 kg CO₂-eq./ton pada proses *co-digestion* limbah industri; dan -189 kg CO₂-eq./ton pada *co-digestion* pada limbah air industri (Yoshida *et al.* 2012).

Pengolahan limbah organik diharapkan kedepannya akan meningkatkan perekonomian masyarakat melalui penjualan larutan ekoenzim. Pengolahan limbah organik baik dari rumah tangga dan pertanian berkontribusi hingga 5% pasar energi dan bahan kimia alternatif secara global yang meliputi pupuk organik dan bahan tambahan tanah organik (*organic soil amendment*), bahan kimia organik untuk industri, kayu alternatif, dan bahan bakar atau gas (Wassenaar *et al.* 2016). Ekoenzim juga memiliki



Gambar 9 a) Sikap peserta sebelum pelatihan dan b) Sikap peserta setelah pelatihan.



Gambar 10 Peningkatan pengetahuan peserta pelatihan.



Gambar 11 Produk ekoenzim siap di pasarkan.

potensi komersil yang dapat di jual karena memiliki berbagai macam manfaat. Sebagai bahan peningkat kualitas air di industry IPAL, pengganti bahan kimia pembersih rumah dan alat dapur, insektisida, katalisator air limbah menjadi biogas (Benny *et al.* 2023; Gaspersz & Fitrihidajati 2022).

Selama kegiatan pelatihan berlangsung, tidak banyak terdapat kendala yang dihadapi. Namun tidak adanya peserta yang berusia 20 tahunan. Hal ini menjadi keprihatinan dan dasar untuk membuat program agar dapat menarik minat generasi muda atau milenial. Masyarakat yang telah mengetahui tentang manfaat ekoenzim serta potensi ekonominya, akan terus mengolah limbah kulit sayur menjadi ekoenzim. Keikutsertaan pemuda mampu meningkatkan penyebaran pola pikir ramah lingkungan pada masyarakat, sekaligus dapat memberikan peluang kerja pada masyarakat sekitar melalui pengelolaan sampah terpadu (Ahsanti *et al.* 2022; Ahmad *et al.* 2023).

SIMPULAN

Masyarakat Desa Wonosoco dapat memperoleh pengetahuan dalam pengolahan sampah organic melalui kegiatan pelatihan pengolahan limbah organik sayur dan buah menjadi ekoenzim, baik yang diproduksi dari sektor rumah tangga dan hasil pertanian. Ekoenzim dapat digunakan sebagai bahan pembersih rumah tangga dan bahan pendamping pupuk. Ekoenzim yang dibuat dapat dipasarkan untuk menambah penghasilan masyarakat selain digunakan petani untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia sintetis. Kegiatan pelatihan ini juga memberikan dampak positif pada perilaku masyarakat dalam pengelolaan sampah untuk mengurangi efek gas rumah kaca yang ditunjukkan dengan persentase perilaku membuang sampah organik secara langsung di tempat sampah dari 67% turun menjadi 0% dan beralih menjadi 85% untuk diolah menjadi pupuk atau ekoenzim dan 15% diberikan pada ternak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Muria Kudus yang telah memberikan dukungan dana untuk kegiatan pengabdian ini, sehingga dapat terlaksana. Selain itu, rasa terima kasih juga kami sampaikan kepada perangkat desa Wonosoco yang telah memberikan fasilitas berupa tempat dan mengatur jadwal kegiatan pengabdian, sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya S. Respon Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa L*) terhadap Dosis Pupuk Eco enzyme dan Jumlah Bibit Per Lobang Tanam di Lahan Pasang Surut Tipe Luapan C. [Tesis]. Palembang (ID): Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Ahmad B, Rangkuti F, Aulia R, Yusdha NA, Harefa H. 2023. Peran pemuda islam dalam pengelolaan sampah rumah tangga Di Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang. *POLITICA:Jurnal Hukum Tata Negara dan Politik Islam*. X (1): 46–59. <https://doi.org/10.32505/politica.v10i1.5483>
- Ahsanti A, Husen A, Samadi. 2022. Pengelolaan sampah berbasis masyarakat dalam mitigasi perubahan iklim: Suatu telaah sistematis. *Journal Green Growth dan Manajemen Lingkung.* 11(1):19–26. <https://doi.org/10.21009/jgg.v11i1.19276>
- Aschemann-Witzel J, de Hooge I, Amani P, Bech-Larsen T, Oostindjer M. 2015. Consumer-related food waste: Causes and potential for action. *Sustain.* 7(6):6457–6477. <https://doi.org/10.3390/su7066457>
- Asdianti, Rahman A, Pakki T, Bande LAS, Asniah, Halim, Botek M. 2023. Efektivitas pestisida nabati ekoenzim dalam mengendalikan serangan kutu daun (*Aphis gossypii* glover) pada tanaman cabai (*Capsicum annuum L*). *Berkala Ilmu-Ilmu Pertanian - Journal of Agricultural Sciences.* 03(01): 60–66. <https://doi.org/10.56189/jagris.v3i1.43327>
- Benny N, Shams R, Dash KK, Pandey VK, Bashir O. 2023. Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme. *Journal of Agriculture and Food Research.* 13: 100657. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100657>
- Choiruddin M. 2019. Manajemen desa wisata di desa wonosoco kecamatan undaan kabupaten kudus perspektif dakwah. [Tesis]. Kudus (ID): Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Gaspersz MM, Fitrihidajati H. 2022. Pemanfaatan Ekoenzim Berbahan Limbah Kulit Jeruk dan Kulit Nanas sebagai Agen Remediasi LAS Detergen. *LenteraBio.* 11(3): 503–513.
- Hartoyo APP, Istomo, Rahaju S. 2023. Aplikasi ekoenzim untuk peningkatan pertumbuhan tanaman pada sistem agroforestri jati di Desa Sugihwaras, Magetan, Jawa Timur. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat.* 5(2): 168–182. <https://doi.org/10.29244/jpim.5.2.168-182>
- Hasanah Y, Ginting J, Syahputra AS. 2022. Research article role of potassium source from eco enzyme on growth and production of shallot (*Allium ascalonicum l.*) varieties. *Asian Journal of Plant Sciences.* 21(1): 32–38. <https://doi.org/10.3923/ajps.2022.32.38>
- Hendro H, Ariyanto SE, Sudjianto U. 2021. Pemberdayaan Masyarakat melalui penerapan agroforestri pada lahan kritis di Desa Wonosoco Kecamatan Undaan Kabupaten Kudus. *Muria Jurnal Layanan Masyarakat.* 3(2): 111–118. <https://doi.org/10.24176/mjlm.v3i2.5708>
- Jan R, Kim N, Lee SH, Khan MA, Asaf S, Lubna, Park JR, Asif S, Lee IJ, Kim KM. 2021. Enhanced flavonoid accumulation reduces combined salt and heat stress through regulation of transcriptional and hormonal mechanisms. *Front Plant Science.* 12(December). <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.796956>
- Jaya ER, Situmeang YP. 2021. Effect of biochar from urban waste and eco-enzymes on growth and yield of shallots (*Allium ascalonicum*, L.). *SEAS (Sustain. Environ. Agric. Sci.).* 5(2): 105–113. <https://doi.org/10.22225/seas.5.2.3871.105-113>
- Susilowati LE, Ma'Shum M, Arifin Z. 2021. Pembelajaran tentang pemanfaatan sampah organik rumah tangga sebagai bahan baku eko-enzim. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA.* 4(4): 356–362. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v4i4.1147>

- Luyckx A, Beghin C, Quinet M, Achadé B, Prodjinoto H, Gandonou CB, Lutts S. 2021. Salinity differently affects antioxidant content and amino acid profile in two cultivars of Amaranthus cruentus differing in salinity tolerance. *Journal of Agriculture and Food Research.* 101(15): 6211-6219. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11272>
- Mathlouthi O, Trabelsi Ayadi M, Ghorbel Abid I, Nassour A. 2024. Composting and Mechanical biological treatment for reducing greenhouse gas emissions in Bizerte, Tunisia. *Sustain.* 16(2): 1-21. <https://doi.org/10.3390/su16020694>
- Nordahl SL, Devkota JP, Amirebrahimi J, Smith SJ, Breunig HM, Preble C V, Satchwell AJ, Jin L, Brown NJ, Kirchstetter TW, Scwon CD. 2020. Life-cycle greenhouse gas emissions and human health trade-offs of organic waste management strategies. *Environmental Science & Technology.* 54(15): 9200-9209. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00364>
- Novianto N. 2022. Response Of liquid organic fertilizer eco enzyme (ee) on growth and production of shallot (*Allium Ascalonicum*. L). *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika.* 4(1): 147-154. <https://doi.org/10.36378/juatika.v4i1.1782>
- Rarastry A. 2016. *Kontribusi sampah terhadap pemanasan global.* Balikpapan: Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Kalimantan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Rismawati. 2017. Strategi mitigasi penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) di Kota Jayapura. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sayara T, Sánchez A. 2021. Gaseous emissions from the composting process: Controlling parameters and strategies of mitigation. *Processes.* 9(10): 1-15. <https://doi.org/10.3390/pr9101844>
- Siswanto Y, Sumartono I, Ilman M. 2023. Response of eco enzyme and rhizobium isolation on growth and production red onion (*Allium ascolonicum* L). *The International Conference on Education, Social, Sciences and Technology (ICESST).* 2(1): 01-14. <https://doi.org/10.55606/icesst.v2i1.256>
- [SIPSN] Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. 2023. Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. [Internet]. [Diunduh 20 Mar 2024]. Tersedia pada: <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/datab/capaian>.
- Vama LN, Cherekar M. 2020. Production, extraciton and uses of eco enzyme using citrus fruit waste: wealth from waste. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences.* 22(2): 346-351.
- Wassenaar T, Farinet J, Paillat J, Thuri L, Tillard E. 2016. *Climate change and agriculture worldwide.* di dalam: *Climate change and agriculture worldwide.* hlm. 167-181. https://doi.org/10.1007/978-94-017-7462-8_13
- WIidjojo R, Szekely C. 2023. Benefits of managing food loss and waste for sustainable rural development in Indonesia. hlm. 28-29.
- Wulan T, Khadiyanto P. 2013. Identifikasi potensi dan masalah desa wonosoco dalam upaya pengembangan sebagai desa wisata di Kabupaten Kudus. *Ruang Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota.* 1(1): 81-90.
- Yoshida H, Gable JJ, Park JK. 2012. Evaluation of organic waste diversion alternatives for greenhouse gas reduction. *Resources, Conservation and Recycling.* 60: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.11.011>
- Yuliani F, Murrinie ED, Fairuzia F. 2023. Tinjauan ekoenzim dari sudut pandang mikrobiologi. In: *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis Universitas Muria Kudus ke-43.* Implementasi Sustainable Development Goals dalam Kajian Disiplin Ilmu. 2(1). Kudus.