

EFEKTIVITAS PENAMBAHAN EM-4 PADA PROSES FERMENTASI *ECO ENZYME*: PENGOLAHAN SAMPAH RUMAH TANGGA MENJADI PRODUK SERBA GUNA

Winda Patrisyawati¹⁾, Choirul Muniroh²⁾, Faiz Fakhruddin³⁾, Afri Widiyanto⁴⁾, Eli Trisnowati^{*5)}

^{1,2,3,4,5)}Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia.

*Corresponding author

e-mail: elitrисnowati@untidar.ac.id

Article history:

Submitted: Dec. 23th, 2023; Revised: Jan. 14th, 2024; Accepted: Feb. 04th, 2024; Published: July 28th, 2024

ABSTRAK

Limbah rumah tangga organik seperti sisa sayur dan kulit buah seringkali diabaikan dan berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Studi ini melihat *eco enzyme* sebagai cara yang efektif untuk mengurangi limbah rumah tangga organik. Studi ini menggunakan metode eksperimen dengan *Effective Microorganism-4* (EM4) untuk mempercepat proses fermentasi pembuatan *eco enzyme*. Selama 13 hari percobaan, terjadi perubahan dalam jumlah gelembung, warna, dan bau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan EM4 dalam pembuatan *eco enzyme* mengubah proses fermentasi secara signifikan. Proses fermentasi sebenarnya memerlukan waktu yang cukup lama, sekitar tiga bulan. Ketika pengamatan dilakukan, proses fermentasi masih berlanjut hingga hari ke-13. Pengamatan ini menunjukkan bahwa harus ada pengaturan gelembung gas selama fermentasi untuk mencegah kecelakaan seperti ledakan botol. *Eco enzyme* yang dibuat dari limbah organik adalah alternatif untuk mengurangi limbah rumah tangga dan menghasilkan produk yang bermanfaat. Penggunaan EM4 dalam jumlah yang tepat dan waktu fermentasi yang cukup akan menghasilkan produk berkualitas.

Kata Kunci: *eco enzyme*; limbah organik; sampah rumah tangga; *Effective Microorganism-4* (EM4)

PENDAHULUAN

Pada kegiatan sehari-hari, manusia tidak lepas dalam kegiatan menghasilkan limbah atau sampah. Terdapat dua macam sampah yang dihasilkan, sampah organik dan sampah anorganik. Sampah anorganik merupakan sampah yang terdiri dari bahan-bahan non-hayati (Marliani, 2015) sedangkan sampah organik merupakan sampah yang mengandung unsur karbon, oksigen, dan hidrogen (Yulyanti, 2023). Berdasarkan data yang diperoleh sampah di Indonesia mayoritas dalam bentuk sampah basah, hal ini termasuk sampah rumah tangga dengan presentase 60-70% dari total sampah yang ada (Wahyungingsih & Supriyo, 2014). Angka tersebut cukup tinggi mengingat sampah basah dihasilkan di tiap tempat dan rumah setiap harinya. Untuk menekan kenaikan presentase limbah basah ini, warga dihimbau untuk mengelola

sampah dengan 3 R, berupa *reduce* atau menghemat pemakaian barang, *re-use* menggunakan kembali, dan *re-cycle* atau mendaur ulang. Pada kasus sampah basah seperti kulit buah, kulit bawang, sisa sayur, dan sejenisnya akan cenderung di buang dan berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa adanya harga jual yang tinggi dan kebermanfaatan, lalu terbentuklah penumpukan sampah basah.

Persebaran Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang tidak merata merambah pada pencemaran lingkungan, akibat membuang sampah di sembarang tempat sungai, pinggir pantai, sudut-sudut kota, dan lain-lain. Dinas terikat saat ini hanya berfokus pada pengangkutan dan penumpukan sampah ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa ada pengelolaan berlanjut (Yuniardi, 2022). Adapun pengelolaan dengan cara

pembakaran sampah, hal ini justru berdampak pada kondisi kesehatan lingkungan dan manusia.

Berbagai upaya dilakukan untuk mengatasi masalah ini, salah satunya dengan mengelola limbah organik menjadi pupuk organik yang ramah lingkungan. Pupuk organik merupakan hasil dekomposisi atau pembusukan sampah organik seperti tanaman, hewan atau lainnya (Syafri dkk., 2017). Berdasarkan hasil penelitian, bahan organik berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah secara fisik, kimia, atau biologi. Umumnya proses dekomposisi sampah organik berlangsung selama 90 hari, sedangkan setiap harinya sampah rumah tangga selalu dihasilkan. Butuh tempat penampungan sampah organik yang cukup untuk mendekomposisi sampah rumah tangga setiap harinya.

Salah satu bahan organik yang dimanfaatkan sebagai pupuk organik yaitu sampah kulit buah, sisa sayur dan lain sebagainya (Widyabudiningsih dkk, 2021). Sampah organik tersebut dapat dimanfaatkan menjadi *eco enzyme*. *Eco enzyme* adalah cairan fermentasi dari sampah organik seperti kulit buah, sisa sayur dan bahan organik lainnya. *Eco enzyme* bermanfaat untuk desinfektan dikarenakan adanya kandungan alkohol dan asam asetat pada cairan itu (Larasati dkk, 2020). Selama proses fermentasinya menghasilkan gas O_3 (ozon) yang sangat dibutuhkan untuk atmosfer (Sujarta, 2021). Sampah limbah rumah tangga sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai pupuk organik tetapi masih butuh penambahan komponen lain yang bisa digunakan untuk meningkatkan kandungan hara. Selain itu dibutuhkan fermentasi untuk mempermudah dekomposisi limbah rumah tangga tersebut.

Fermentasi merupakan suatu aktivitas dari mikroorganisme aerob atau anaerob yang bisa mengubah senyawa kimia menjadi substrat organik. Fermentasi tercipta karena ada aktivitas mikroorganisme yang menyebabkan fermentasi di substrat organik yang sesuai. Proses ini menghasilkan perubahan entah sifat maupun bahan tersebut (Jumiati, 2009).

Effective Microorganism-4 (EM4) dapat mempercepat fermentasi bahan organik hingga unsur hara yang berada didalamnya akan mudah terserap dan tersedia untuk tanaman (Hadisuwito, 2012). Penggunaan EM4 bisa untuk mempercepat dekomposisi bahan organik dari 3 bulan menjadi 7-14 hari. EM4 yaitu campuran dari mikroba seperti *Lactobacillus sp.*, bakteri penghasil asam laktat dan bakteri fotosintetik. *Streptomyces* dan ragi akan bekerja secara aktif di proses dekomposisi. Oleh karena itu penggunaan EM4 bertujuan untuk percepatan fermentasi dalam pembuatan pupuk organik (Ansori, 2017).

Berdasarkan diatas penelitian ini diharapkan dapat mengatasi penumpukan limbah rumah tangga yang tidak bermanfaat, menganalisis kajian STEM pada proses produksi *eco enzyme*, dan menganalisis penambahan EM4 terhadap proses pembuatan *eco enzyme*. Pembuatan *eco enzyme* dapat memberi dampak yang luas untuk lingkungan secara global atau ekonomi. Manfaat untuk lingkungan yaitu mengurangi limbah sampah organik, selama proses fermentasi akan melepaskan gas O_3 yang disebut ozon. Ozon ini bisa mengurangi gas rumah kaca. Selain itu juga memperoleh gas NO_3 dan CO_3 yang diperlukan tanah yang digunakan sebagai nutrisi untuk tanaman. Hasil pengolahan *eco enzyme* dapat digunakan sebagai pengganti cairan kebersihan, pembersih udara, pestisida alami, pupuk tanaman, obat luka, dan lain-lain (Wawan Budiyanto dkk., 2022).

METODE

Metode pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan:

Tahap persiapan seperti: 1) Melakukan kajian studi literatur dan perbandingan dengan hasil penelitian lain yang sudah terbukti, 2) Menyusun variabel yang tepat guna menjawab perumusan masalah, 3) Menyiapkan peralatan yang digunakan.

Tahap pelaksanaan penelitian Efektivitas Penambahan EM-4 Pada Proses Fermentasi *Eco Enzym*: Pengolahan Sampah Rumah Tangga Menjadi Produk Serbaguna berlangsung di Tuguran, Protobangsan,

Magelang Utara, Kota Magelang pada hari Selasa, 3 Oktober 2023. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan rancangan faktorial dua factor yaitu:

Faktor pertama, lama waktu fermentasi dengan tiga taraf, yaitu:

F1: rentang waktu 7 hari

F2: rentang waktu 9 hari

F3: rentang waktu 13 hari

Faktor kedua, volume penambahan *Effective Microorganism-4* (EM4) terdiri dari 3 perlakuan, yaitu:

A: 50 ml

B: 100 ml

C: 150 ml

Formulasi penelitian pengolahan sampah rumah tangga melalui Eco enzyme menjadi produk serbaguna:

Formula

1. Gula aren 150 gram
2. Sampah rumah tangga (kulit jeruk, kulit kentang, sisa sayuran, dan buah yang tidak busuk ataupun berbelatung) 210 gr
3. Air 1500 ml
4. EM4 300ml

Perbandingan antara air, sampah rumah tangga, dan gula merah adalah 10:3:1

Alat

1. Botol ukuran minimal 600 ml (3 buah)
2. Batang pengaduk

Cara pembuatan Eco enzyme

1. Memilah sampah rumah tangga yang masih segar, tidak busuk, dan tidak ada belatung.
2. Mengukur bahan yang digunakan sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan.
3. Memasukan air ke dalam 3 botol berbeda, masing-masing sebanyak 500 ml.
4. Memasukan gula aren ke dalam 3 botol berbeda, masing-masing sebanyak 50 gr aduk sampai larut.

5. Masukkan EM4 pada botol A, B, dan C dengan perbandingan yang telah ditentukan.

6. Masukkan sampah rumah tangga sebanyak 70 gr aduk merata dan tutup botol dengan rapat

7. Botol diletakkan di tempat yang tidak terkena sinar matahari dan terhindar dari tempat berbau tajam atau kotor

8. Pengumpulan data dilakukan selama 13 hari.

9. Amati hasil fermentasi tiap botol berdasarkan gelembung yang dihasilkan, bau, dan warna tiap hari ke-7, 9, dan 13

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah perbedaan gelembung, warna, dan bau yang dihasilkan ditiap botol dengan volume EM4 yang berbeda dan pertambahan hari. Pengamatan sifat fisik pupuk organik terdiri dari tekstur, warna, dan bau (Puspitasari & Nontji, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas rumah tangga menghasilkan sampah organik seperti kulit buah dan sisa sayur yang menjadi limbah tidak terpakai. Upaya pengurangan limbah rumah tangga dapat dilakukan dengan cara membuat *eco enzyme* yang berbahan dasar limbah organik (Mardatih, 2022). Apalagi *eco enzyme* sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari. *Eco enzyme* dapat dimanfaatkan menjadi surfaktan atau pembersih noda kotoran (Bratha & Putri, 2022). Upaya ini sangat efektif untuk diterapkan guna mengurangi limbah. Hal ini dikarenakan pada proses pembuatan *eco enzyme*, jumlah limbah yang digunakan mencapai perbandingan 3:1 dengan bahan yang lain seperti gula merah maupun EM-4. Di mana limbah ini akan difermentasi dengan larutan EM-4 dan gula merah. Dengan hasil akhirnya yaitu larutan *eco enzyme*.

Menurut (Megah dkk, 2018) proses pembuatan *eco enzyme* membutuhkan waktu fermentasi selama 3 bulan. Dengan demikian

dalam satu kali proses pembuatan *eco enzyme* dapat digunakan limbah organik dalam skala sedang hingga tinggi yang tentunya akan mengurangi keberadaan limbah rumah tangga. Sehingga keefektifan pengurangan limbah rumah tangga yang diolah menjadi *eco enzyme* ini tergolong tinggi. (Jelita, 2022)



Gambar 1. Proses pembuatan *eco enzyme*

Setelah dilakukan pembuatan *eco enzyme* dengan beberapa variasi penambahan EM-4, didapatkan pembahasan bahwa *eco enzyme* berbahan dasar limbah organik, di mana dalam pembuatannya digunakan kulit jeruk, sisa sayur, gula, air, dan EM-4. Komposisi dari setiap bahan tersebut adalah sama dengan perbandingan air:limbah:gula adalah 10:3:1. Banyaknya EM-4 yang digunakan bervariasi, yaitu 50 ml pada botol A, 100 ml pada botol B, dan 150 ml pada botol C. Pengamatan pengaruh variasi EM-4 dilakukan pada hari ke 7, hari ke 9, dan hari ke 13 setelah pembuatan.



Gambar 2 Hasil produk *eco enzyme*

Tabel 1. Rata-rata faktor fisik pengolahan *Eco enzyme* berbahan dasar sampah rumah tangga pada hari ke 7

EM4 (ml)	Gelembung (O ₃)	Warna	Bau
50	Banyak	Merah agak coklat	Segar
100	Banyak	Merah agak coklat	Segar
150	Banyak sekali	Merah coklat pekat	Segar

Pengamatan yang dilakukan pada hari ke 7 dari botol A didapatkan hasil gelembung O₃ berjumlah banyak, dengan warna larutan merah agak coklat, dan berbau segar. Dari botol B didapatkan hasil gelembung O₃ berjumlah banyak, dengan warna larutan merah agak coklat, dan berbau segar. Dari botol C didapatkan hasil gelembung O₃ berjumlah sangat banyak, dengan warna larutan merah agak coklat, dan berbau segar. Pada hari ke 7 ini, setiap botol *eco enzyme* menghasilkan gelembung gas, warna, dan bau yang hampir sama. Hal ini dikarenakan proses fermentasi baru dimulai pada pengamatan di hari ke 7. Hasil ini sesuai dengan penelitian oleh (Rusdiana, 2021) yang menyatakan bahwa hasil fermentasi berwarna coklat dan bau segar. Proses pengamatan ini tentu tak luput dari pengamatan, hal ini karena pada hari ke 8 botol C mengalami ledakan yang diakibatkan banyaknya kandungan O₃ dalam

botol. Akan tetapi pada botol A dan B hanya terjadi seperti efek soda saat botolnya dibuka. Hal ini terjadi karena menumpuknya gas O₃ dalam botol (Septiani, 2021). Dari hal tersebut dapat membuktikan bahwa proses fermentasi yang dilakukan berhasil, akan tetapi harus lebih teliti lagi.

Tabel 2. Rata-rata faktor fisik pengolahan Eco enzyme berbahan dasar sampah rumah tangga pada hari ke 9

EM4 (ml)	Gelembung (O ₃)	Warna	Bau
50	Sedikit	Merah agak cokelat	Segar manis
100	Sedikit	Merah agak cokelat	Segar manis
150	Sedikit	Merah cokelat pekat	Segar manis

Selanjutnya pada pengamatan hari ke 9, dari botol A yang teramati adalah jumlah gelembung O₃ sedikit, dengan warna cairan merah agak cokelat, dan berbau segar yang manis. Pengamatan dari botol B didapatkan jumlah gelembung O₃ sedikit, dengan warna cairan merah agak cokelat, dan berbau segar yang manis. Dan pada pengamatan botol C, didapatkan jumlah gelembung O₃ sedikit, dengan warna cairan merah agak cokelat, dan berbau segar yang manis. Hasil pengamatan ini senada dengan penelitian yang dilakukan (Junaidi, 2021) yang menyatakan bahwa hasil fermentasi eco enzyme akan berwarna merah agak cokelat dan baunya segar manis. Secara umum, hasil dari pengamatan pada hari ke 9 ini adalah sama. Akan tetapi terjadi pengurangan jumlah gelembung jika dibandingkan dengan pengamatan hari ke 7. Hal ini terjadi karena setiap botol selalu dibuka beberapa saat untuk mengeluarkan gas O₃ yang menyebabkan adanya gelembung gas di dalam botol dan proses fermentasi masih berlangsung.

Tabel 3. Rata-rata faktor fisik pengolahan Eco enzyme berbahan dasar sampah rumah tangga pada hari ke 13

EM4 (ml)	Gelembung (O ₃)	Warna	Bau
50	Tidak ada	Merah bata	Manis

100	Tidak ada	Merah bata	Manis
150	Tidak ada	Merah bata pekat	Manis

Pengamatan di hari ke 13 didapatkan hasil dari botol A tidak terdapat gelembung dengan warna cairan menjadi merah bata dan berbau manis. Pengamatan botol B tidak terdapat gelembung dengan warna cairan menjadi merah bata dan berbau manis. Pada botol C juga demikian, tidak terdapat gelembung dengan warna cairan menjadi merah bata pekat dan berbau manis. Proses fermentasi bisa dikatakan berhasil karena terjadi perubahan-perubahan dari tiap pengamatannya, menghasilkan gas O₃, dan menghasilkan bau sedap yang tidak busuk. Penelitian tentang fermentasi ini sudah pernah dilakukan oleh (Azzahra, 2022) yaitu fermentasi yang berhasil menghasilkan perubahan warna secara signifikan serta perubahan bau yang berbeda. Akan tetapi proses fermentasi dari pembuatan *eco enzyme* ini biasanya memakan waktu hingga 3 bulan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Sehingga perlu waktu lebih untuk mendapatkan produk *eco enzyme* yang sudah siap digunakan.

Dari perubahan-perubahan yang teramati pada proses fermentasi, dapat dijabarkan kembali bahwa keberadaan EM-4 dalam pembuatan *eco enzyme* ini sangatlah penting. Hal ini dikarenakan EM-4 berperan sebagai pengurai bahan organik. Penelitian tentang hal ini telah dilakukan oleh (Irianto, 2013) yang menyatakan pengaruh EM-4 dengan fermentasi. Di mana jumlah EM-4 yang digunakan mempengaruhi proses fermentasinya, dikarenakan pada pembuatan *eco enzyme* yang telah dilakukan ini dalam skala kecil, maka dengan adanya penambahan EM-4 yang semakin banyak akan mempercepat proses fermentasi dalam pembuatan *eco enzyme* ini. Hal ini terjadi pada pengamatan dari botol C di mana EM-4 yang ditambahkan sebanyak 150 ml.

Perubahan yang terjadi pada pembuatan *eco enzyme* pada botol C dengan penambahan EM-4 sebanyak 150 ml menghasilkan cairan dengan sifat fisik yang

berbeda dari dua botol lainnya yang lebih sedikit penambahan EM-4. Di mana pada botol C ini terjadi perkembangan cepat pada jumlah gelembung yang banyak sekali pada hari ke 7, Kemudian menjadi sedikit pada hari ke 9, dan menjadi tidak ada pada hari ke 13. Warna cairan yang dihasilkan pada botol C ini juga berbeda, karena cairan cenderung mempunyai warna yang merah coklat pekat pada hari ke 7 dan 9, Sedangkan pada hari ke 13, cairan yang dihasilkan berwarna merah bata pekat. Dengan demikian penambahan EM-4 yang paling banyak akan menghasilkan perubahan yang paling cepat dan berbeda dari yang lainnya. Hal ini diperkuat dengan penelitian oleh (Lakaoni, 2022) yang menyatakan bahwa EM-4 dalam jumlah yang banyak akan lebih mudah menguraikan zat organik sehingga pembuatan bahan fermentasi lebih cepat.

KESIMPULAN

Eco enzyme, yang dibuat dari limbah organik, adalah metode ampuh untuk mengurangi limbah rumah tangga melalui fermentasi. Keberhasilan bergantung pada penggunaan EM-4 dan waktu fermentasi yang tepat. Meskipun membutuhkan waktu sekitar tiga bulan dengan EM4 waktu pembuatan *eco enzyme* bisa lebih dipercepat, keberlanjutan lingkungan. Proses fermentasi masih berlangsung hingga hari ke-13 saat pengamatan dilakukan. Dalam praktiknya, sangat penting untuk memperhatikan pengaturan gelembung gas selama proses fermentasi agar tidak terjadi kecelakaan seperti ledakan botol, yang dapat terjadi karena gas oksigen terakumulasi dalam botol. *Eco enzyme* dapat membantu mengelola limbah rumah tangga secara berkelanjutan dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan, sehingga mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan.

REFERENSI

Ansori, A. (2017). *Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sengon (Albizia falcataria) dan Kotoran Kambing sebagai Bahan Baku Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Effective Microorganism-4 (EM4)*. (Doctoral

dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta). <https://eprints.ums.ac.id/52108/>

- Azzahra, U., Julita, W., & Achyar, A. (2022). Pengaruh Lama Fermentasi Dalam Pembuatan Tape Singkong (Manihot utilissima). In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* 2(2), 508-515.
- Bratha, R. W. K., & Putri, N. R. (2022). Inovasi Pembuatan Detergen Ramah Lingkungan dengan Penambahan Eco-enzyme dari Batang Pisang (Musa Paradisiaca). *Jurnal Studi Inovasi*, 2(4), 24-28. <https://jurnal.studiinovasi.id/jsi/article/view/121>
- Hadisuwito, S. (2012). *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Irianto, I. K. (2013). Peranan Effective Microorganism 4 (EM-4) dalam Pengelolaan Sampah Tinjauan dari Pengelolaan Lingkungan secara Berkelanjutan. *Fakultas Pertanian, Universitas Warmadewa*. <https://repository.warmadewa.ac.id/id/eprint/221>
- Jelita, R. (2022). Produksi Eco Enzyme dengan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga untuk Menjaga Kesehatan Masyarakat di Era New Normal. *Jurnal Maitreyawira*, 3(1), 28-35. <https://maitreyawira.e-journal.id/jm/article/view/49>
- Jumiati, E. (2009). Pengaruh Berbagai Konsentrasi EM4 pada Fermentasi Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor L.*) Secara Hidroponik. <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/8973>
- Junaidi. (2021). Pembuatan Eco-Enzyme sebagai Solusi Pengolahan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 2(2), 118-123. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/index/index>
- Lakaoni, L. N. (2022). Pengaruh Penambahan EM-4 pada Pengomposan Ampas Kulit Lada Putih terhadap Kandungan NPK. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 22(1). <https://journal>

- ity.ac.id/index.php/JRL/article/download/135/107
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Uji organoleptik produk eco-enzyme dari limbah kulit buah (studi kasus di Kota Semarang). *Edusaintek*, 4, 278-283. <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/view/569>
- Maharani, S. E., & Dewi, N. L. P. M. (2022). Implementasi Pengomposan Dan Eco Enzyme Dalam Pengolahan Sampah Rumah Tangga Di Kelurahan Abianbase. *Jurnal Ecocentrism*, 2(2), 30-42. <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/jeco/article/view/4929>
- Mardatilah, A. (2022). Pembuatan Ecoenzyme sebagai Upaya Pengolahan Limbah Rumah Tangga. *Prosiding SEMNAS BIO 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*.
- Marliani, N. (2015). Pemanfaatan limbah rumah tangga (sampah anorganik) sebagai bentuk implementasi dari pendidikan lingkungan hidup. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 4(2). [http:// dx.doi.org/10.30998/formatif.v4i2.146](http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v4i2.146)
- Megah, S. I., Dewi, D. S., & Wilany, E. (2018). Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Digunakan Untuk Obat Dan Kebersihan. *Minda Baharu*, 2 (1), 50.
- Puspitasari, Y., & Maimuna Nontji, dan. (2022). Lama Fermentasi Dan Volume Effective Microorganism-4 (Em4) Dalam Pembuatan Pupuk Organik Padat dalam Berbahan Dasar Serbuk Gergaji Kayu Dan Kotoran Ayam. *Jurnal AGrotekMAS*, 3(2). <https://jurnal.fp.umi.ac.id/index.php/agrotekmas>
- Rusdiana. (2021). Utilization of Eco-Enzymes from Fruit Skin Waste as Hand Sanitizer. *AJARCADE: Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowermen*. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v5i3.72>
- Septiani, U. (2021). Eco Enzym : Pengolahan Smpah Rumah Tangga Menjadi Produk Serbaguna di Yayasan Khazanah Kebijakan. *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM*. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat/article/view/11122>
- Sujarta, P., & Simonapendi, M. L. (2021). Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Dengan Konsep Eco-Enzym. *Jurnal Pengabdian Papua*, 5(1), 34-39.
- Syafri, R., Chairil, & Simamora, D. (2017). Analisa Unsur Hara Makro Pupuk Organik Cair (POC) dari Limbah Industri Keripik Nenas dan Nangka Desa Kualu Nenas dengan Penambahan Urin Sapi dan EM4. *Jurnal Photon*, 8(1), 99–104.
- Wahyungingsih, & Supriyo, E. (2014). *Teknologi Produksi Pupuk Organik Cair dari Limbah Sampah Rumah Tangga di Kelurahan Lempongsari, Kodya Semarang dengan Komposer EM-4*, 9(1), . <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/metana/article/view/7205>
- Wawan Budiyanto, C., Yasmin, A., Nura Fitdaushi, A., Qubaila Sitta Zidni Rizqia, A., Rara Safitri, A., Nurul Anggraeni, D., Heba Farhana, K., Quatly Alkatiri, M., Yudha Perwira, Y., & Ardhi Pratama, Y. (2022). Mengubah Sampah Organik Menjadi Eco Enzym Multifungsi: Inovasi di Kawasan Urba. *DEDIKASI: Community Service Reports*, 4(1), 31–38. <https://doi.org/10.20961/dedikasi.v4i1.55693>
- Widyabudiningsih, D., Troskialina, L., Fauziah, S., Shalihatunnisa, S., Riniati, R., Djenar, N. S., ... & Abdilah, F. (2021). Pembuatan dan pengujian pupuk organik cair dari limbah kulit buah-buahan dengan penambahan bioaktivator EM4 dan variasi waktu fermentasi. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(1), 30-39. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art4>
- Wijayanti, S. H., Hartanti, A. T., Tjhintia, V., & Suwandhi, A. (2023). Pembuatan Kompos dan Eco Enzyme sebagai Solusi Pengolahan Sampah Organik di Desa Borobudur. *Amalee: Indonesian Journal of Community Research and*

Engagement, 4(1), 178-200. <https://doi.org/10.37680/amalee.v4i1.2048>

Yulyanti, A. T., Khairunnisa, O., Apriyandi, F., Adhiguna, A., Sari, D. P., Apriyanti, L., ... & Hartini, T. I. (2023). Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme di Kelurahan Pinang Ranti Untuk Memanfaatkan Sampah Kulit Jeruk. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 3(4), 581-586. <https://doi.org/10.52436/1.jpmi.1462>

Yuniardi, D. (2022). Analisis Kelayakan Potensi Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Untuk Design Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 7(1), 31-38 <https://doi.org/10.20961/dedikasi.v4i1.55693>