

**PEMANFAATAN LIMBAH BUAH-BUAHAN DAN SAYURAN UNTUK *ECO-ENZYME* PADA BUDIDAYA SAYURAN DAN REMPAH***UTILIZATION OF FRUITS AND VEGETABLE WASTE FOR ECO-ENZYME IN VEGETABLE AND SPICE CULTIVATION***Jumini¹, Gina Erida¹, Agus Salim¹, Ira Vika Santi¹, Juliawati², Cut Nur Ichsan^{1*}**¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Iskandar Muda, Banda Aceh, Indonesia*Penulis korespondensi: cut_nurichsan@usk.ac.id**Abstrak**

Eco-enzyme dapat mengatasi masalah limbah yang terdapat di rumah tangga maupun pasar. *Eco-enzyme* dapat menjadi sumber daya untuk budidaya tanaman sayuran dan rempah yang sehat dan produktif. Pemanfaatan limbah menjadi *eco-enzyme* dapat menjadi sumber pendapatan baru dan mengurangi biaya untuk pupuk dan pestisida pada tanaman sayuran dan rempah. *Eco-enzyme* dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti pestisida, fungisida, pupuk cair, zat pengatur tumbuh (ZPT), enzim yang bermanfaat bagi tanaman dan lingkungan. Metode yang digunakan adalah metode penyuluhan yang menggunakan data primer dan kusioner. Hasil analisis *pretest*, *posttest*, dan antusiasme masyarakat untuk mengolah limbah menjadi *eco-enzyme* sangat kuat terlihat dari jawaban yang diberikan oleh peserta setelah mengikuti pelatihan pembuatan *eco-enzyme*. Sebelumnya pada uji *pretest* dapat disimpulkan masyarakat di Gampong Lubuk Batee umumnya belum mengetahui cara pembuatan *eco-enzyme* dan aplikasinya. *Posttest* setelah pelaksanaan pembuatan *eco-enzyme*, memperlihatkan bahwa kedua mitra menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan yang signifikan pada kedua kelompok masyarakat dan hal ini terus meningkat setelah mereka melihat hasil aplikasi *eco-enzyme* pada tanaman. Pengenalan, dan pembuatan *eco-enzyme* pada dua kelompok masyarakat di Gampong Lubuk Batee Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar telah meningkatkan pengetahuan, keterampilan mitra untuk pengolahan limbah menjadi produk bermanfaat dan dapat mengurangi limbah dan efek sampingnya pada lingkungan. *Eco-enzyme* juga dapat dibuat menjadi berbagai produk lainnya yang bermanfaat bagi masyarakat.

Kata kunci: Lubuk Batee, pengolahan, sumber daya**Abstract**

Eco-enzyme can solve the problem of waste in households and markets. Eco-enzymes can be a resource for healthy and productive cultivation of vegetables and herbs. Utilization of waste into eco-enzymes can be a new source of income and reduce costs for fertilizers and pesticides for vegetables and herbs. Eco-enzymes can be used for various purposes such as pesticides, liquid fertilizers, growth regulators (ZPT), enzymes that are beneficial for crops and the environment. The results of the analysis of pretest, posttest, and community enthusiasm for processing waste into eco-enzyme are very strong, which can be seen from the answers given by the participants after participating in the training on making eco-enzyme. Previously, in the pretest test, it could be concluded that the peoples in Lubuk Batee Village generally did not know how to make eco-enzyme and its application. Posttest after the implementation of making Eco-enzyme, the results of the response analysis from the two partners showed a significant increase in knowledge and skills in both community groups and this continued to increase after they saw the results of eco-enzyme application on crops. The introduction of eco-enzyme production in two community groups in Lubuk Batee Village, Ingin Jaya Subdistrict, Aceh Besar District has increased the knowledge and skills of partners to process waste into useful products and can reduce waste and its side effects on the environment. Eco-enzyme can also be made into various other products that are beneficial to society.

Keywords: Lubuk Batee, processing, resources**Article ID** 33661 | **Submitted** 14-08-2023 | **Revision** 04-10-2023 | **Accepted** 24-10-2023**Pendahuluan**

Gampong Lubuk Batee merupakan gampong urban yang berbatasan dengan Kota Banda Aceh tepatnya di Kecamatan Ingin Jaya Kabupaten Aceh

Besar. Gampong Lubuk Batee berdekatan dengan pasar induk dan sebagian besar penduduknya merupakan petani dan pedagang di pasar induk (BPS 2021).

Pasar buah Lubuk Batee menghasilkan limbah buah-buahan dan sayuran yang bertumpuk di sepanjang jalan gampong Lubuk Batee. Limbah sayuran dan buah-buahan merupakan sumber daya yang dapat diolah menjadi berbagai macam produk. Limbah dapat diolah menjadi kompos, biochar, pupuk cair dan *eco-enzyme* (Marjenah et al. 2017). *Eco-enzyme* dibuat dengan bahan baku limbah sayuran dan buah-buahan yang difermentasikan selama 3 bulan dengan menambah bahan tambahan berupa gula merah untuk meningkatkan perkembangbiakan bakteri dan jamur yang melakukan fermentasi. *Eco-enzyme* yang dihasilkan dapat digunakan untuk bahan baku pupuk cair pestisida cair, desinfektan yang dapat di buat menjadi berbagai produk desinfektan seperti sabun cair, sabun pencuci piring, sabun pencuci tangan, sabun pembersih lantai dan dapat diolah menjadi cairan pembersih keramik (Pribadi et al. 2022). Limbah sayuran dan buah-buahan yang diolah menjadi *eco-enzyme* dapat meningkatkan kesehatan lingkungan karena mencegah pembusukan terbuka yang mendatangkan banyak penyakit menular. Selain itu, pengolahan limbah pasar dan rumah tangga dapat menurunkan emisi gas rumah kaca yaitu berupa metana yang banyak dihasilkan pada limbah terbuka. Jika limbah pasar dan rumah tangga dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat, akan menjadi sumber pendapatan baru dan ikut menyehatkan lingkungan bagi kelompok masyarakat.

Mayoritas penduduk gampong ini adalah petani padi, peternak dan pedagang. Namun gampong ini masih kurang dalam bercocok tanam tanaman sayuran dan rempah yang dapat dikonsumsi sehari-hari. Gampong ini juga terdapat banyak ibu-ibu rumah tangga dan remaja putri yang tidak mempunyai kegiatan ketika tidak ada musim tanam padi. Tenaga kerja yang terdapat pada gampong ini umumnya tenaga kerja produktif yaitu remaja putri remaja putra dan ibu-ibu rumah tangga yang pada usia produktif. Mereka telah terbiasa menanam padi yang berarti mereka telah memiliki pengetahuan tentang pertanian secara tradisional sehingga sangat potensial untuk ditingkatkan kemampuannya dalam bercocok tanam tanaman, sayuran dan rempah dalam pot. Hal ini sangat mendukung jika diaplikasikan *eco-enzyme* yang diolah dari sampah rumah tangga menjadi produk yang sarat manfaat, mengurangi kontaminasi pestisida sintesis pada lingkungan (Septiani et al. 2021).

Keterampilan bercocok tanam tanaman sayuran dan rempah di dalam pot juga dapat meningkatkan asupan gizi keluarga dari rempah dan sayuran yang dapat dipanen harian di sekitar rumah mereka. Hal ini akan berdampak pada kesehatan keluarga dan juga menjadikan lingkungan lebih sehat dengan banyaknya

tanaman sayuran dan rempah. Selain itu, dapat menjadi arena rekreasi bagi keluarga mereka sendiri dan melatih anak-anak bercocok tanaman untuk bekal mereka dalam jangka panjang.

Gampong ini merupakan gampong yang areal bercocok tanam padinya luas dan mempunyai limbah hasil pertanian berupa limbah padi dan kotoran sapi, sayuran dan buah-buahan yang melimpah ruah. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan keterampilan bercocok tanam tanaman rempah dan sayuran secara organik. Bercocok tanam sayuran secara organik dapat dilakukan terus-menerus dengan mudah dan murah. Media yang dipersiapkan secara organik dapat terus digunakan untuk bercocok tanam tanaman sayuran dan rempah tanpa harus menggantikan media untuk setiap musim tanam. Pertanian organik menjadi salah satu harapan dimasa depan dapat untuk meningkatkan konsumsi pangan yang sehat bagi keluarga, melindungi keluarga dari cemaran pestisida dan meningkatkan kualitas hidup generasi mendatang. Limbah rumah tangga dapat diolah menjadi *eco-enzyme* sehingga dapat membantu pengolahan limbah lingkungan rumah tangga dalam konsep *zero waste* (Muliarta dan Darmawan 2021). *Eco-enzyme* dapat digunakan sebagai pupuk organik cair yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Novianto 2022; Novita 2022).

Mikrobia berperan penting dalam merubah bahan organik tanah. Bahan organik dapat meningkatkan ukuran agregat tanah yang mempengaruhi struktur komunitas mikrobia akibat perbedaan bahan organik (Yuliono et al. 2022). *Eco-enzyme* dicampur dengan vermikompos dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman rempah, serta meningkatkan kesuburan tanah marginal (Pratama 2022; Gani dan Wirda, 2022). Sampah sayuran dan rempah dapat diolah sebagai *Eco-enzyme* dan pupuk organik cair yang disemprot pada tanah dan tanaman (Ronny dan Ihsan 2022), dan berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh (Vama dan Cherekar 2020). Pengenalan cara pengolahan limbah untuk pembuatan *eco-enzyme* pada budidaya tanaman sayuran dan rempah menjadi alternatif untuk mengatasi masalah limbah di rumah tangga dan pasar, serta meningkatkan ketahanan pangan keluarga dan mengurangi pencemaran lingkungan.

Metode

Kegiatan pengabdian dilakukan di Gampong Lubuk Batee, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Pengabdian dilakukan dimulai dengan survei awal di Gampong Lubuk Batee yang dilakukan pada bulan Januari 2023. Metode yang dilakukan adalah dengan penyuluhan dan demonstrasi pembuatan *eco-enzyme* dan penanaman tanaman serta aplikasi *eco-enzyme*

pada tanaman. Dilakukan evaluasi dengan melihat keterampilan masyarakat dan kuesioner yang diisi oleh masyarakat. Penyuluhan ini diikuti oleh 25 KK yang merupakan anggota masyarakat dari berbagai kelompok seperti ibu rumah tangga dan remaja putri cemerlang, serta anggota masyarakat lainnya seperti kelompok tani dan pedagang.

Target dua mitra yaitu kelompok ibu-ibu bahagia dan remaja putri cemerlang yang dilanjutkan dengan pemecahan masalah yang ada di Gampong. Pemecahan masalah disesuaikan dengan permasalahan umum di Gampong dan kemungkinan pengolahan yang mungkin dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keterampilan masyarakat di Gampong Lubuk Batee. Masyarakat di Gampong Lubuk Batee umumnya terdiri dari ibu-ibu rumah tangga dan pedagang yang berdagang di sekitar Gampong Lubuk Batee sebagai pedagang buah dan sayur. Selain pedagang, umumnya ibu-ibu di Gampong Lubuk Batee merupakan petani padi yang menanam padi di lahan sendiri atau lahan milik orang lain yang ditanam secara berkelompok. Namun, apabila tidak ada kegiatan menanam padi, umumnya kaum ibu-ibu maupun remaja putri tidak melaksanakan aktivitas pertanian. Keadaan ini yang menjadi pertimbangan tim untuk melakukan pengolahan limbah sayuran dan buah di Gampong Lubuk Batee agar menjadi produk yang bermanfaat. Tahap kegiatan ini terdiri dari *pretest*, pemberian materi dan pelaksanaan pembuatan *eco-enzyme*, *posttest* setelah

pemberian materi dan pembuatan *eco-enzym*, aplikasi pada tanaman budidaya, dan keberlanjutan program.

- a. Identifikasi Pengetahuan Masyarakat
Pengabdian di Gampong Lubuk Batee diawali dengan identifikasi keterampilan masyarakat dengan menanyakan tentang pengetahuan masyarakat (*pretest*) mengenai *eco-enzyme*. Pengetahuan masyarakat di gampong Lubuk Batee masih sangat minim tentang pembuatan *eco-enzyme*, hal ini diketahui dari hasil evaluasi jawaban pada *rubric pretes* sebelum melakukan sosialisai dan demontrasi *eco-enzyme*.
- b. Proses Pembuatan *Eco-enzyme*
Pembuatan *eco-enzyme* dilakukan dengan mengumpulkan limbah sayuran dan buah-buahan kemudian mencuci bersih dan memotong-motong menjadi bagian kecil agar mudah terjadi fermentasi. Potongan limbah sayuran dan buah-buahan yang telah bersih dicampur dengan larutan gula merah dengan perbandingan 1 bagian gula merah dengan 10 bagian air dan dicampur dengan 3 bagian limbah sayuran dan buah-buahan. Setelah tercampur dengan baik, tutup wadah fermentasi dan tidak dibuka selama 3 bulan. Berikut proses pembuatan *eco-enzyme* dijelaskan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tahap pembuatan *eco-enzyme* dan pengaplikasiannya pada tanaman

Kemudian dilanjutkan pembuatan *eco-enzyme* dengan praktik pembuatan *eco-enzyme* dan pemahaman mengapa perlunya dilakukan pengolahan *eco-enzyme* dari limbah sayur dan buah-buahan. Selanjutnya, setelah pembuatan *eco-enzyme* dilakukan demonstrasi cara melarutkan *eco-enzyme* ke dalam air dengan melarutkan 10 sampai 30 ml *eco-enzyme* yang dicampur dengan 1 liter air, kemudian dipraktikkan cara menyemprot keseluruhan sayuran dan rempah. Pengenalan cara aplikasi larutan *eco-enzyme* perlu dilakukan agar masyarakat dapat menerapkan konsentrasi dengan pada tanaman budidaya.

c. Aplikasi *Eco-enzyme*

Penyemprotan *eco-enzyme* pada tanaman budidaya dilakukan melalui identifikasi pemahaman masyarakat terhadap pengenalan pembuatan *eco-enzyme* yang telah dilakukan. Mengidentifikasi peluang masyarakat untuk memproduksi *eco-enzyme* limbah sayuran dan buah-buahan. Penyemprotan *eco-enzyme* dilakukan pada tanaman cabai, bayam brazil dan pegagan. Demonstrasi penyemprotan dilakukan agar masyarakat dapat menyemprot secara efektif ke seluruh bagian tanaman agar hasil yang didapat lebih memuaskan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil identifikasi pendahuluan terhadap pengetahuan masyarakat Gampong Lubuk Batee dalam pembuatan *eco-enzyme* dan manfaatnya belum diketahui secara benar. Hal ini terbukti dari anggota masyarakat yang mengikuti penyuluhan dan demonstrasi cara pembuatan *eco-enzyme* hanya 5% yang pernah mendengar tentang *eco-enzyme*. Kegiatan penyuluhan yang dilakukan harus lebih intensif dan fasilitas yang lengkap. Serta dilanjutkan dengan tahapan-tahapan pengerjaan yang lebih detail pada **Gambar 2** seperti pemilihan bahan, pemotongan limbah,

pencampuran air dan gula merah, pengadukan gula air dan potongan limbah dengan perbandingan 1:10:3 (gula merah : air : limbah).

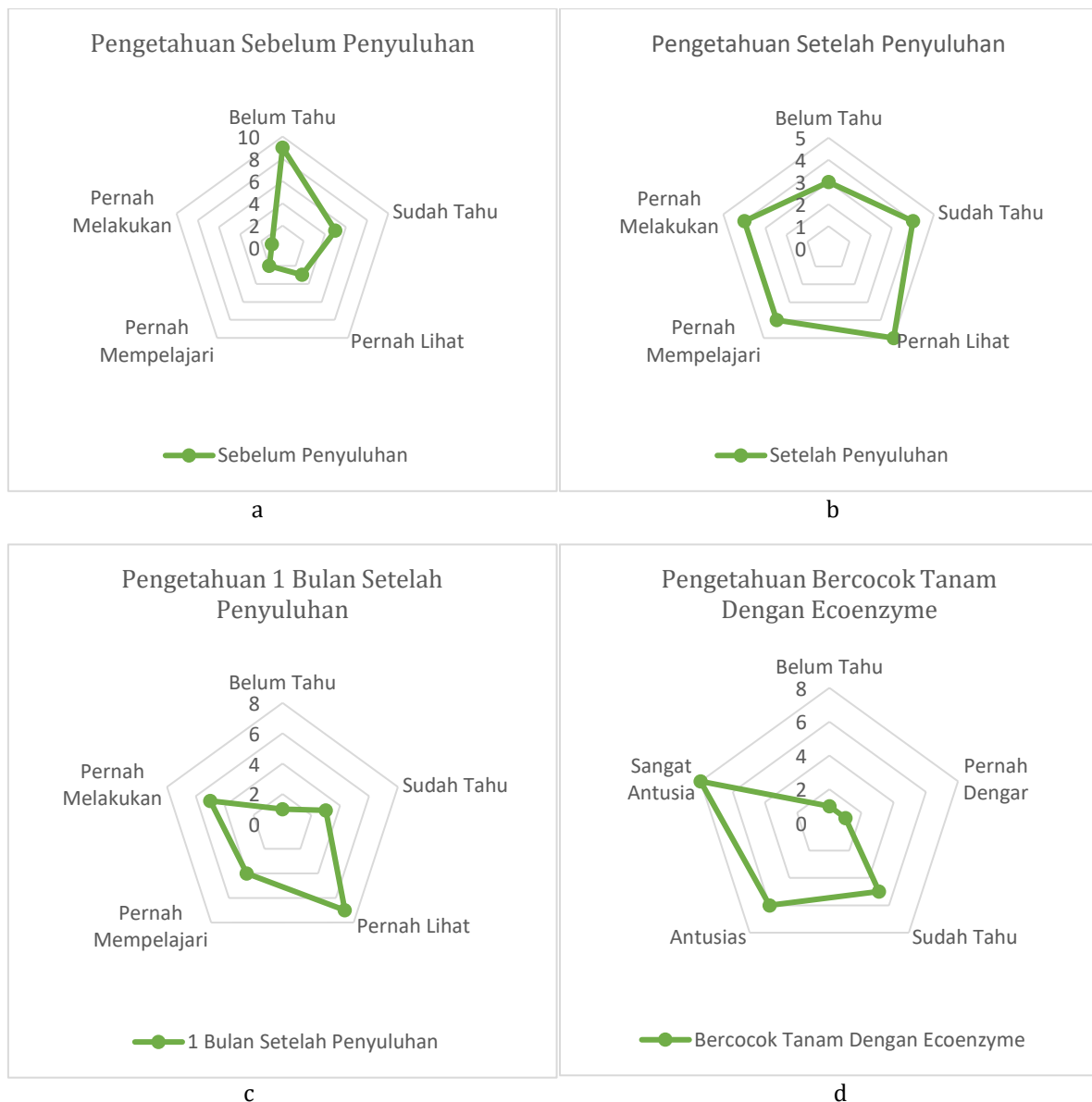
Demonstrasi pembuatan *eco-enzyme* diperagakan langsung oleh tim pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala dan diikuti oleh masyarakat. Selanjutnya dilakukan uji pemahaman masyarakat terhadap apa yang telah disampaikan dan didemonstrasikan. Pengujian dilakukan dengan cara menanyakan kepada masyarakat tentang *eco-enzyme* yaitu cara pembuatan, manfaat bagi keluarga, tanaman budidaya dan lingkungan. Terlihat masyarakat begitu antusias menjawab pertanyaan yang diajukan oleh tim pengabdian. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar di bawah ini tentang hasil *pretest*, *posttest* dan antusiasme masyarakat membuat *eco-enzyme* dan aplikasinya pada tanaman sayuran dan buah-buahan.

Gambar 3 memperlihatkan perubahan tingkat pengetahuan masyarakat dan antusiasme masyarakat untuk membuat *eco-enzyme* sebelum dan sesudah dilakukan penyampaian materi pembuatan dan demonstrasi pembuatan yang dilanjutkan dengan aplikasi *eco-enzyme* pada tanaman budidaya. Terlihat dinamisasi perubahan pengetahuan dan keterampilan masyarakat Gampong Lubuk Batee yang bergeser dari kuartil tidak tahu menjadi tahu dan meningkat menjadi antusias untuk membuat *eco-enzyme* dan mengaplikasikannya pada tanaman budidaya.

Hal ini mencerminkan bahwa masyarakat mempunyai keinginan yang tinggi untuk belajar mengenai sesuatu yang baru yang bermanfaat bagi mereka. Jawaban dari angket pada masyarakat Lubuk Batee dapat disimpulkan bahwa masyarakat sudah mulai memahami tentang pentingnya mengolah limbah yang berada di lingkungan mereka. Mengenai pengetahuan masyarakat untuk mengolah limbah menjadi *eco-enzyme* dari jawaban masyarakat atas pertanyaan yang diberikan oleh tim pengabdian dapat disimpulkan, umumnya masyarakat dapat memahami teknologi pembuatan limbah menjadi *eco-enzyme*.



Gambar 2. a = proses pembuatan *eco-enzymem*, b = *eco-enzyme* diaplikasi pada bayam brazil, dan c = pengaplikasian *eco-enzyme* pada tanaman cabai, d = pengaplikasian *eco-enzyme* pada tanaman pegagan.



Gambar 3. a, b, c, dan d menjelaskan tentang tingkat pengetahuan masyarakat tentang *eco-enzyme* dari sebelum dilakukan penyuluhan sampai selesai.

Perlu penguatan pendamping masyarakat dalam membuat produk dan pemasarannya secara konsisten. Pemasaran difasilitasi oleh tim pengabdian agar masyarakat dapat memasarkan produknya secara online. Pemasaran dapat dilakukan secara lokal di daerah Banda Aceh yang dapat memasarkan produk *eco-enzyme* produk lainnya seperti bibit tanaman pada link yang telah ditentukan oleh tim pengabdian.

Diharapkan masyarakat dapat memanfaatkan teknologi pembuatan *eco-enzyme* dan turunannya untuk dapat menjadikan produk yang dapat meningkatkan pendapatan keluarga atau kelompok. Adanya kegiatan pengolahan limbah diharapkan masyarakat dapat memanfaatkan limbah rumah tangganya sendiri untuk menghasilkan produk yang bermanfaat. *Eco-enzyme* mempunyai banyak manfaat di antaranya

dapat menjadi disinfektan, pestisida, enzim, zat pengatur tumbuh, pupuk organik cair dan pembersih lingkungan yang alamiah (Hasanah 2020). Limbah rumah tangga dapat diolah menjadi *Eco-enzyme* sehingga dapat membantu pengolahan limbah lingkungan rumah tangga dalam konsep *zero waste* (Muliarta dan Darmawan 2021).

Eco-enzyme dapat digunakan sebagai pupuk organik cair yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Novianto 2022). *Eco-enzyme* dapat dicampur dengan vermikompos untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman rempah (Pratama 2022). Sampah buah-buahan dan sayur-sayuran dapat diolah sebagai *eco-enzyme* yang dapat diolah sebagai pupuk organik cair yang dapat disemprot pada tanah dan tanaman (Ronny dan Ihsan 2022). *Eco-enzyme*

dari limbah buah-buahan dapat meningkatkan kesuburan tanah marginal (Gani dan Wirda 2022). *Eco-enzyme* dapat diolah dari sampah rumah tangga menjadi produk yang bermanfaat, dan mengurangi kontaminasi pestisida sintesis pada lingkungan (Septiani et al. 2021).

Eco-enzyme diinduksi oleh mikrobia melalui bahan organik yang menambah kadar C pada tanah tetapi menurunkan kadar carbon terlarut pada tanah gambut. Hal ini akan terjadi peningkatan CO₂ dan CH₄ dengan penambahan N pada tanah oleh adanya aktivitas mikrobia dan aktivitas *eco-enzyme* yang merubah komponen C (Luo et al. 2022). Aktivitas dan rasio *eco-enzyme* diperlukan untuk mengetahui kesetimbangan N organik dan P organik dan carbon organik secara global (Zung dan Schuldiner 2020). Aktivitas *eco-enzyme* menunjukkan adanya metabolisme dari mikrobia (Moore et al. 2017; Mori et al. 2019; Mori 2020; Luo et al. 2022). Pada lingkungan yang rendah energi dan hara dapat diaplikasikan *eco-enzyme* untuk merubah bahan organik (Tapia-Torres et al. 2015). Aktivitas *eco-enzyme* sangat dipengaruhi oleh kelompok mikrobia dekomposer (Tan et al. 2020; Zhang et al. 2020). Aktivitas enzim mencerminkan kebutuhan mikrobia yang memengaruhi aktivitas enzim yang dipengaruhi oleh total populasi mikrobia (Moorhead et al. 2016; Gong et al. 2021).

Kegiatan ini perlu terus ditingkatkan untuk meningkatkan kualitas lingkungan yang mempengaruhi kualitas atmosfer, di mana seluruh makhluk hidup membutuhkan lingkungan hidup yang bersih dan nyaman. Pengabdian ini akan terus dilakukan dengan kegiatan mengolah turunan *eco-enzyme* menjadi berbagai produk hilirisasi yang bermanfaat bagi masyarakat dan meningkatkan kualitas lingkungan di sekitar rumah dan pasar.

Kesimpulan

Masyarakat Gampong Lubuk Batee sangat antusias untuk mempelajari teknologi yang bermanfaat bagi keluarganya dan perlu terus dimotivasi untuk meningkatkan kualitas lingkungannya melalui pengolahan limbah yang ada di sekitarnya, serta mengolah limbah yang ada di sekitar pasar sebagai produk yang bermanfaat. Masyarakat perlu terus didampingi untuk mengolah produk hilirisasi pengolahan limbah karena *eco-enzyme* dapat menjadi produk yang bermanfaat untuk budidaya tanaman sayuran dan rempah, sehingga meningkatkan ketahanan pangan dan menjaga kualitas lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Mitra kami kelompok ibu-ibu bahagia dan remaja putri cemerlang di Gampong Lubuk Batee. Bapak dan

ibu Keuchik Gampong Lubuk Batee dan Ketua Kelompok Tani dan Masyarakat yang telah mendukung Program PKMBP Gampong Lubuk Batee. Terimakasih juga kepada LPPM dan Universitas Syiah Kuala untuk hibah PKMBP 2023.

Daftar Pustaka

- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Besar. 2021. Kecamatan Ingin Jaya Dalam Angka 2021. <https://acehbesarkab.bps.go.id/publication/2021/09/27/8cfe2b6d255283573f90404e/kecamatan-ingin-jaya-dalam-angka-2021.html>. [Diakses 27 Oktober 2023].
- Gani RA, Wirda Z. 2022. The eco-fermentasi dan aplikasinya pada lahan marginal di Desa Reuleut Barat Aceh Utara. *Global Science Society: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1):78–83.
- Gong X, Dang K, Lv S, Zhao G, Wang H, Feng B. 2021. Interspecific competition and nitrogen application alter soil ecoenzymatic stoichiometry, microbial nutrient status, and improve grain yield in broomcorn millet/mung bean intercropping systems. *Field Crops Research*, 270(3):108227.
- Hasanah Y. 2020. Eco-enzyme and its benefits for organic rice production and disinfectant. *Journal of Saintech Transfer*, 3(2):119–128.
- Luo L, Yu J, Zhu L, Gikas P, He Y, Xiao Y, Deng S, Zhang Y, Zhang S, Zhou W, Deng O. 2022. Nitrogen addition may promote soil organic carbon storage and CO₂ emission but reduce dissolved organic carbon in zoige peatland. *Journal of Environmental Management*, 324: 116376.
- Marjenah M, Kustiawan W, Nurhifitiani I, Sembiring KHM, Ediyono RP. 2017. Pemanfaatan limbah kulit buah-buahan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1(2):120–127.
- Moore M, Locke MA, Jenkins M, Steinriede RW, Mcchesney DS. 2017. Dredging effects on selected nutrient concentrations and ecoenzymatic activity in two drainage ditch sediments in the lower mississippi river valley. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(3):190–195.
- Moorhead DL, Sinsabaugh RL, Hill BH, Weintraub MN. 2016. Vector analysis of ecoenzyme activities reveal constraints on coupled C, N and P dynamics. *Soil Biology and Biochemistry*, 93:1–7.
- Mori T, Wang S, Zhang W, Mo J. 2019. Data of ecoenzyme activities in throughfall and rainfall samples taken at five subtropical forests in Southern China. *Data in Brief*, 26: 103906.
- Mori T. 2020. Does ecoenzymatic stoichiometry really determine microbial nutrient

- limitations? *Soil Biology and Biochemistry*, 146:107816.
- Muliarta IN, Darmawan IK. 2021. Processing household organic waste into eco-enzyme as an effort to realize zero waste. *Agriwar Journal*, 1(1):6-11.
- Novianto N. 2022. Response of liquid organic fertilizer eco enzyme (ee) on growth and production of shallot (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, 4(1):147-154.
- Novita A. 2022. The effect of gibberellin (ga3) and paclobutrazol on growth and production on tomato (*lycopersicum esculentum* Mill.). *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 1025(1):12037.
- Pratama A. Y. 2022. *Pengaruh eco-enzyme dan vermikompos terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman seledri (Apium graveolens L.)*. Universitas Islam Riau: Riau.
- Pribadi F, Arini M, Wijaya JH, Inggamal A. 2022. Pembuatan sabun kecantikan dan kesehatan berbahan dasar cairan serbaguna eco enzyme guna meningkatkan pemberdayaan ekonomi rumah tangga. *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, 3:602-608.
- Ronny R, Ihsan M. 2022. Pemanfaatan sampah buah dan sampah sayuran sebagai eco enzyme untuk penyubur tanaman. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 22(1):61-65.
- Septiani U, Najmi N, Oktavia R. 2021. Eco enzyme: pengolahan sampah rumah tangga menjadi produk serbaguna di yayasan khazanah kebajikan. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*, 1(1):1-7.
- Tan X, Machmuller MB, Huang F, He J, Chen J, Cotrufo MF, Shen W. 2020. Temperature sensitivity of ecoenzyme kinetics driving litter decomposition: the effects of nitrogen enrichment, litter chemistry, and decomposer community. *Soil Biology and Biochemistry*, 148:107878.
- Tapia-Torres Y, Elser JJ, Souza V, García-Oliva F. 2015. Ecoenzymatic stoichiometry at the extremes: how microbes cope in an ultra-oligotrophic desert soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 87:34-42.
- Vama L, Cherekar MN. 2020. Production, extraction and uses of eco-enzyme using citrus fruit waste: wealth from waste. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 22(2):346-351.
- Yuliono A, Sofiana M, Ashari AM, Apindiati RK, Linda R, Safitri I, Nurdiansyah S. 2022. Pelatihan dan sosialisasi fermentasi limbah kulit buah nanas menjadi eco-enzyme sebagai implementasi dari slogan reuse reduce dan recycle. *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4):558-564.
- Zhang J, Yang X, Song Y, Liu H, Wang G, Xue S, Liu G, Ritsema CJ, Geissen V. 2020. Revealing the nutrient limitation and cycling for microbes under forest management practices in the loess plateau - ecological stoichiometry. *Geoderma*, 361:114108.
- Zung N, Schuldiner M. 2020. New horizons in mitochondrial contact site research. *Biological Chemistry*, 401(6-7):793-809.