

Pembuatan *Eco-enzyme* Berbasis Limbah Rumah Tangga pada Pondok Pesantren untuk Mencapai *Sustainable Development Goals*

Marcelinus Christwardana^{(1)*}, Retno Ariadi Lusiana⁽¹⁾, Linda Suyati⁽¹⁾, Gunawan⁽¹⁾, dan Didik Setiyo Widodo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Indonesia
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Email : (*) marcelinus@lecturer.undip.ac.id

ABSTRAK

Pondok pesantren memiliki karakteristik khusus dalam sistem pendidikan. Salah satu program tersebut adalah pelatihan wirausaha, yang bertujuan untuk membekali santri dengan keterampilan berwirausaha guna mendukung kemandirian mereka di masyarakat. Artikel ini membahas implementasi *workshop* pembuatan *eco-enzyme* di Pesantren Al-Mahbubiyah, Gamping Sleman, yang terbukti efektif dalam memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada santri. *Workshop* ini memberikan pengalaman langsung kepada santri melalui praktek yang dipandu oleh fasilitator berpengalaman dan dilengkapi dengan sesi tutorial untuk memperkuat pemahaman mereka. Keseluruhan kegiatan ini berkontribusi positif dalam meningkatkan keterampilan santri dalam pembuatan *eco-enzyme*. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan keterampilan dalam pengelolaan lingkungan, memberikan dampak signifikan bagi keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Kata kunci: Biomassa, Lingkungan, Pengolahan Limbah, Wirausaha

ABSTRACT

Islamic boarding schools in Indonesia have special characteristics in their education system. One of these programs is entrepreneurship training, which aims to equip students with entrepreneurial skills to support their independence in society. This article discusses the implementation of an eco-enzyme making workshop at Al-Mahbubiyah Islamic Boarding School, Gamping Sleman, which has proven effective in providing knowledge and skills to students. This workshop offers a direct experience to students through practice guided by experienced facilitators and is equipped with tutorial sessions to strengthen their understanding. These activities positively contribute to improving students' skills in making eco-enzymes. This effort is expected to increase awareness and skills in environmental management, providing a significant impact on environmental extinction and prosperity.

Keywords: Biomass, Entrepreneurship, Environmental, Waste Processing

Submit:	Revised:	Accepted:	Available online:
30.05.2024	31.10.2024	15.11.2024	18.11.2024

PENDAHULUAN

Pondok pesantren di Indonesia, sebagai lembaga pendidikan Islam tradisional, memiliki karakteristik khusus dalam sistem pendidikan, metode belajar, dan tujuannya (Siswantoro, 2023). Saat ini, pesantren mengalami transformasi dalam pengembangan, pendalaman ilmu agama, serta perkembangan infrastruktur dan sistem pendidikan. Di era modern, pesantren berperan sebagai agen perubahan dalam masyarakat, mengatasi disparitas sosial dan keterbatasan sumber daya, serta turut berkontribusi pada pembangunan ekonomi.

Fungsi utama pesantren dalam perkembangan zaman mencakup: 1) pembentukan ulama, 2) pengembangan sumber daya manusia, dan 3) menjadi agen pemberdayaan dan pembangunan masyarakat. Pemberdayaan ekonomi berbasis pondok pesantren sangat penting, sehingga kerjasama dengan lembaga yang peduli terhadap hal ini diperlukan (Nurkhin, Rohman, & Prabowo, 2024).

Program pemberdayaan santri melalui wirausaha di pondok pesantren melibatkan pelatihan keterampilan usaha dan berbagai kegiatan ekonomi. Hal ini sejalan dengan tugas utama pesantren, yaitu menyampaikan ilmu agama atau "*ngurip-ngurip agamane Gusti Alloh SWT.*" Seiring dengan industrialisasi, pesantren harus beradaptasi tidak hanya sebagai lembaga pendidikan agama, tetapi juga sebagai produsen sumber daya manusia dan agen pemberdayaan masyarakat. Untuk memenuhi peran ini, pesantren semakin mengintegrasikan pendidikan kewirausahaan ke dalam kurikulumnya. Pesantren yang berusaha mandiri biasanya terlibat dalam usaha profesional untuk mendukung keberlanjutan operasional dan menciptakan lingkungan belajar yang terstruktur. Dampaknya, pesantren dapat membantu mengurangi kemiskinan dan pengangguran, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitarnya. Upaya terkini juga melibatkan peningkatan pendidikan keterampilan di pesantren.

Eco-enzyme, atau yang dikenal juga sebagai *enzyme cleaner*, adalah larutan fermentasi yang dihasilkan dari bahan organik seperti sisa buah, sayuran, dan gula merah (Benny, Shams, Dash, Pandey, & Bashir, 2023). Proses fermentasi ini melibatkan mikroorganisme seperti bakteri dan ragi yang menghasilkan enzim. *Eco-enzyme* mendapat perhatian utama dalam konteks keberlanjutan dan pengelolaan lingkungan yang lebih baik. Salah satu kegunaan utama *eco-enzyme* adalah sebagai pembersih multi-guna yang ramah lingkungan (Galintin, Rasit, & Hamzah, 2021). Enzim yang dihasilkan selama fermentasi memiliki kemampuan untuk menguraikan senyawa organik, menjadikannya efektif untuk membersihkan permukaan rumah tangga seperti lantai, kamar mandi, dan dapur (Hemalatha & Visantini, 2020). Keunggulan utama *eco-enzyme* adalah kemampuannya menggantikan pembersih kimia konvensional yang sering mengandung bahan berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Selain sebagai pembersih, *eco-enzyme* juga memiliki aplikasi dalam pertanian organik. *Eco-enzyme* dapat digunakan sebagai pupuk organik cair yang kaya akan nutrisi (Muliarta & Darmawan, 2021). Kandungan enzim dalam *eco-enzyme* membantu meningkatkan proses dekomposisi bahan organik di tanah, meningkatkan kesuburan tanah, dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Penerapan *eco-enzyme* dalam pertanian organik sejalan dengan prinsip-prinsip agroekologi dan keberlanjutan dalam pertanian. Selain manfaat di bidang rumah tangga dan pertanian, *eco-enzyme* juga menjadi solusi dalam pengelolaan limbah. Dalam konteks ini, *eco-enzyme* dapat digunakan untuk mengolah limbah organik, seperti sisa dapur dan pertanian, menjadi bahan yang lebih ramah lingkungan (Nangoi, et al., 2022). Proses fermentasi yang terjadi selama pembuatan *eco-enzyme* membantu mengurai limbah organik menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah terurai oleh alam.

IDENTIFIKASI MASALAH

Pentingnya *eco-enzyme* dalam konteks keberlanjutan juga terlihat dalam kontribusinya terhadap pengurangan penggunaan bahan kimia sintetis dan pembuangan limbah yang dapat merusak lingkungan. Sebagai alternatif ramah lingkungan, *eco-enzyme* memberikan solusi praktis

dan terjangkau bagi masyarakat untuk berkontribusi pada pelestarian lingkungan (Vama & Cherekar, 2020). Dengan demikian, *eco-enzyme* tidak hanya berperan dalam membersihkan dan meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga menjadi elemen penting dalam upaya menuju gaya hidup berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan yang bertanggung jawab.

Para santri Mahbubiyah perlu diberdayakan dengan pemahaman mendalam mengenai *eco-enzyme*, sebuah inovasi berbasis pengetahuan yang menggunakan bahan-bahan alami dari lingkungan (limbah rumah tangga) sekitar untuk menciptakan produk ramah lingkungan. Tujuan dari kegiatan ini adalah membekali santri tentang cara berwirausaha, salah satunya dengan membuat *eco-enzyme*, sebagai bekal ketika mereka kembali ke masyarakat. Dengan memiliki bekal pengetahuan, kemampuan untuk hidup mandiri akan lebih baik. Manfaat yang dapat diperoleh dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah:

- a. Para santri Al-Mahbubiyah mendapatkan pengetahuan tentang cara membuat *eco-enzyme* dari bahan-bahan yang berasal dari lingkungan sekitar (limbah rumah tangga).
- b. Memotivasi para santri untuk merintis wirausaha baru.

Kerangka pemecahan masalah dalam kegiatan ini didasarkan pada rencana kegiatan yang akan dilakukan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan pemahaman mengenai cara membuat *eco-enzyme* sebagai usaha wirausaha yang berkelanjutan, menggunakan bahan-bahan alami yang mudah ditemukan di sekitar pesantren Al-Mahbubiyah. Sasaran kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah para santri Mahbubiyah di Sleman. Secara teknis, kegiatan penyuluhan akan dilaksanakan secara tatap muka untuk melibatkan mereka dalam proses penyuluhan. Dengan pelaksanaan pengabdian masyarakat ini, perguruan tinggi memiliki kewajiban untuk memberikan bekal kepada para santri agar mampu mandiri secara ekonomi ketika kembali berintegrasi dengan masyarakat. Selain itu, ini juga membuka peluang untuk mengaplikasikan teori dalam situasi praktis yang memberikan manfaat konkret, efektif, dan berhasil. Sementara bagi para santri, kegiatan ini memberikan kesempatan untuk menggali dan memanfaatkan pengetahuan yang diperoleh, sehingga dapat meningkatkan pemahaman mereka.

METODE PELAKSANAAN

Tahap Pelaksanaan

Untuk mencapai tujuan pemberdayaan santri dalam pembuatan *eco-enzyme*, beberapa langkah penting harus dilakukan. Langkah pertama adalah observasi, yang bertujuan untuk memahami kondisi, kebutuhan santri, serta potensi sumber daya di sekitar pesantren. Langkah kedua adalah merencanakan bentuk kegiatan, termasuk menentukan metode pelatihan dan materi yang akan disampaikan. Langkah berikutnya adalah menyusun proposal yang menjadi dasar perencanaan dan pengajuan dana atau dukungan yang dibutuhkan. Langkah keempat melibatkan penyuluhan tentang pembuatan *eco-enzyme*, dimana santri menerima pelatihan praktis dan teori. Langkah terakhir adalah pembuatan laporan yang mencakup evaluasi dan hasil kegiatan.

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat di Pondok Pesantren Al Mahbubiyah Gamping, Sleman, meliputi penyuluhan dan pemantauan yang dilaksanakan antara Januari hingga Juni 2024. Kegiatan ini diawali dengan sesi tanya jawab sebelum dan sesudah pelatihan untuk mengukur dampak yang dihasilkan dari pelatihan tersebut. Penyuluhan dilakukan secara langsung dengan pendekatan interaktif untuk memastikan para santri memahami cara membuat *eco-enzyme*.

Realisasi Pemecahan Masalah

Sebelum memulai pelatihan, diadakan sesi tanya jawab untuk mengevaluasi pengetahuan dasar peserta mengenai *eco-enzyme*. Pelatihan kemudian dilakukan dengan penyampaian teori yang menarik oleh narasumber, dibantu oleh mahasiswa Kimia dari Fakultas Sains dan Matematika. Setiap pemateri memastikan adanya sesi tanya jawab agar para santri benar-benar memahami dan

mampu membuat *eco-enzyme*. Para peserta juga diperkenalkan dengan alat-alat yang digunakan dalam pembuatan *eco-enzyme*, sehingga mereka dapat mempraktikkan pengetahuan yang diperoleh.

Bahan Membuat Eco-enzyme

Bahan-bahan untuk membuat *eco-enzyme* terdiri dari bahan organik yang mudah ditemukan sehari-hari, seperti sisa buah dan sayuran, gula merah (atau molasses), dan air (Novianti & Muliarta, 2021). Proses pembuatannya melibatkan fermentasi alami dengan bantuan mikroorganisme seperti bakteri dan ragi. Sisa-sisa organik ini menyediakan nutrisi bagi mikroorganisme untuk menghasilkan enzim selama fermentasi. Gula merah berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme. Pemilihan bahan yang mudah didapat membuat masyarakat bisa membuat *eco-enzyme* secara mandiri dengan biaya terjangkau, menjadikannya solusi ramah lingkungan yang dapat diakses oleh berbagai kalangan.

Teknik Membuat Eco-enzyme

Langkah-langkah untuk membuat *eco-enzyme* adalah sebagai berikut: Pertama, siapkan alat dan bahan dengan perbandingan 10:3:1 (air: limbah buah/sayur: molasses) dan aduk hingga merata. Kedua, tutup wadah hingga kedap udara dan biarkan selama tiga bulan di tempat sejuk, dengan sesekali membuka tutup wadah selama 1-2 detik untuk mengeluarkan gas yang dihasilkan selama fermentasi (Gumilar, Kadarohman, & Nahadi, 2023). Setelah tiga bulan, *eco-enzyme* siap digunakan untuk berbagai keperluan sehari-hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Membuat Eco-enzyme di Laboratorium dan Mengemasnya dalam Botol

Sebelum melaksanakan workshop pembuatan *eco-enzyme* di Pesantren Al-Mahbubiyah, Gamping Sleman, langkah awal yang diambil adalah para tutor melakukan pembuatan *eco-enzyme* di laboratorium. Proses ini tidak hanya bertujuan untuk mempersiapkan bahan yang akan digunakan dalam workshop, tetapi juga untuk memastikan bahwa *eco-enzyme* yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan dapat digunakan sebagai contoh yang baik dalam pelatihan.

Para tutor mulai dengan menyiapkan semua bahan dan alat yang diperlukan, termasuk sisa-sisa buah dan sayuran, gula merah (atau molasses), dan air, serta wadah fermentasi, pengaduk, dan botol untuk mengemas *eco-enzyme*. Mereka memastikan bahwa semua bahan dan alat telah disterilkan dengan baik untuk menghindari kontaminasi yang dapat memengaruhi proses fermentasi. Setelah persiapan selesai, para tutor mulai proses pembuatan *eco-enzyme* dengan mencampurkan semua bahan secara proporsional sesuai dengan perbandingan yang telah ditentukan (Gambar 1). Mereka secara hati-hati mengaduk campuran tersebut untuk memastikan semua bahan tercampur dengan baik. Setelah campuran selesai, wadah fermentasi ditutup rapat dan disimpan di tempat yang sejuk dan gelap selama tiga bulan (Vidalia, et al., 2023).



Gambar 1. Bahan Eco-Enzyme Dicampur Dalam Suatu Kontainer

Selama periode fermentasi, para tutor secara berkala memeriksa dan memonitor perkembangan *eco-enzyme* untuk memastikan bahwa prosesnya berjalan dengan baik. Mereka juga memastikan untuk sesekali membuka wadah fermentasi untuk melepaskan gas yang dihasilkan selama fermentasi, sehingga memastikan proses berlangsung optimal.

Setelah tiga bulan, *eco-enzyme* yang dihasilkan kemudian disaring untuk memisahkan cairan dari sisa bahan padat (Gambar 2a). Cairan yang dihasilkan adalah *eco-enzyme* yang siap pakai. *Eco-enzyme* ini kemudian dikemas dalam botol-botol plastik dan diberi label yang mencantumkan informasi penting seperti tanggal pembuatan dan petunjuk penggunaan (Gambar 2b). Botol-botol *eco-enzyme* yang telah dikemas ini kemudian siap untuk digunakan dalam workshop dan didistribusikan kepada para santri.



Gambar 2. a) Eco-Enzyme Setelah Proses Fermentasi dan b) Setelah Proses Pembotolan dan Pelabelan

Melaksanakan Workshop Pembuatan Eco-enzyme di Pesantren Al-Mahbubiyah, Gamping Sleman

Setelah *eco-enzyme* dipersiapkan dan dikemas, langkah berikutnya adalah melaksanakan workshop pembuatan *eco-enzyme* di Pesantren Al-Mahbubiyah, Gamping Sleman. Workshop ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan praktis dan teori kepada para santri mengenai proses pembuatan *eco-enzyme*, manfaatnya, dan aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari. Workshop dimulai dengan sesi pembukaan yang dipimpin oleh koordinator kegiatan (Gambar 3a). Dalam sesi ini, koordinator menjelaskan tujuan dan manfaat dari pelatihan ini serta pentingnya *eco-enzyme* dalam menjaga lingkungan. Para santri diberi gambaran umum tentang apa itu *eco-enzyme*, bagaimana proses fermentasi bekerja, dan berbagai manfaat *eco-enzyme* dalam kehidupan sehari-hari, seperti sebagai pembersih ramah lingkungan dan pupuk organik. Setelah sesi pembukaan, para santri dibagi ke dalam kelompok-kelompok kecil untuk memudahkan pelaksanaan praktek. Setiap kelompok didampingi oleh seorang fasilitator yang akan memandu mereka dalam setiap langkah pembuatan *eco-enzyme* (Gambar 3b). Fasilitator ini terdiri dari mahasiswa Kimia dari Fakultas Sains dan Matematika yang telah berpengalaman dalam pembuatan *eco-enzyme*.



Gambar 3. a) Kegiatan Workshop Pembuatan Eco-enzyme dan b) Kegiatan Membuat Eco-enzyme

Langkah pertama dalam praktek adalah memperkenalkan bahan dan alat yang akan digunakan. Para santri diajari cara memilih dan menyiapkan bahan-bahan organik, mengukur

perbandingan yang tepat, dan mencampur bahan-bahan tersebut. Setiap kelompok diberi kesempatan untuk secara langsung mencampur bahan-bahan tersebut dalam wadah fermentasi.

Selama proses praktek, fasilitator memberikan penjelasan rinci tentang setiap langkah dan mengapa langkah tersebut penting. Misalnya, pentingnya menjaga kebersihan alat dan bahan untuk menghindari kontaminasi, serta teknik-teknik untuk memastikan fermentasi berjalan dengan optimal. Para santri juga diajari cara membuka wadah fermentasi sesekali untuk melepaskan gas dan bagaimana mengidentifikasi tanda-tanda fermentasi yang berhasil.

Setelah praktek, setiap kelompok mempresentasikan hasil kerja mereka dan mendiskusikan pengalaman mereka selama proses pembuatan. Sesi ini diakhiri dengan tanya jawab, di mana para santri dapat mengajukan pertanyaan dan berbagi pengalaman mereka. Fasilitator dan koordinator kemudian memberikan umpan balik dan saran untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan para santri dalam pembuatan *eco-enzyme*.

Peran workshop eco-enzyme terhadap pengetahuan santri

Data sebelum dan sesudah presentasi tentang pemahaman santri terhadap *eco-enzyme* memberikan gambaran yang menarik tentang dampak presentasi tersebut terhadap pengetahuan dan minat mereka terhadap topik tersebut (Tabel 1). Sebelum presentasi, terlihat bahwa mayoritas santri memiliki pemahaman yang terbatas tentang *eco-enzyme*, dengan sebagian besar dari mereka memiliki skor 0 atau 1 dalam hal pemahaman tentang *eco-enzyme*, komposisinya, kegunaannya, dan potensi wirausaha yang terkait dengannya. Namun, setelah presentasi, terjadi pergeseran yang signifikan dalam pola data. Skor 0 dan 1 dalam hampir semua pernyataan telah menurun secara yang memahami cara membuat *eco-enzyme*, tetapi setelah presentasi, jumlah ini meningkat lebih drastis. Hal ini menunjukkan bahwa presentasi telah berhasil meningkatkan pemahaman santri tentang *eco-enzyme*. Selain itu, minat santri terhadap *eco-enzyme* juga meningkat secara signifikan setelah presentasi. Sebelum presentasi, hanya sedikit santri yang menunjukkan minat yang nyata tentang *eco-enzyme*, tetapi setelah presentasi, mayoritas santri menunjukkan minat yang jelas, dengan mayoritas mendapatkan skor 4 atau 5 dalam pernyataan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa presentasi tentang *eco-enzyme* tidak hanya meningkatkan pemahaman santri, tetapi juga berhasil merangsang minat mereka terhadap wirausaha *eco-enzyme* dengan memanfaatkan limbah di sekitar mereka. Namun, perlu dicatat bahwa terdapat sebagian kecil santri yang tetap tidak tertarik atau tidak memahami topik *eco-enzyme*, meskipun telah ada presentasi. Ini menunjukkan bahwa ada sebagian kecil santri yang tidak menunjukkan minatnya terhadap *eco-enzyme* ini.

Tabel 1. Hasil Kuesioner Pemahaman Santri Terhadap *Eco-enzyme* Sebelum dan Sesudah Presentasi

SOAL	Jumlah Jawaban Pilihan Santri (Skor 0–5)					
	0	1	2	3	4	5
SEBELUM PRESENTASI						
Mengerti tentang <i>eco-enzyme</i> ?	11	10	5	8	5	2
Tertarik dengan <i>eco-enzyme</i> ?	11	8	8	8	3	3
Mengerti jika banyak limbah belum dimanfaatkan?	3	4	7	7	10	20
Mengerti jika limbah bisa dibuat <i>eco-enzyme</i>	19	8	5	3	4	2
Mengerti cara membuat <i>eco-enzyme</i> ?	15	4	10	3	6	3
Mengerti komposisi <i>eco-enzyme</i> ?	17	15	3	2	2	2
Mengerti kegunaan <i>eco-enzyme</i> ?	19	10	5	3	2	2
Mengerti jika <i>eco-enzyme</i> ramah lingkungan?	23	11	4	1	1	1
Mengerti jika <i>eco-enzyme</i> dapat dijadikan lahan wirausaha?	20	5	5	4	5	2
SESUDAH PRESENTASI						
Mengerti tentang <i>eco-enzyme</i> ?	0	0	0	0	0	41
Tertarik dengan <i>eco-enzyme</i> ?	0	0	0	0	0	41
Mengerti jika banyak limbah belum dimanfaatkan?	0	0	0	0	2	39

Mengerti jika limbah bisa dibuat <i>eco-enzyme</i>	0	0	0	1	3	37
Mengerti cara membuat <i>eco-enzyme</i> ?	0	0	0	2	4	35
Mengerti komposisi <i>eco-enzyme</i> ?	0	0	1	4	6	30
Mengerti kegunaan <i>eco-enzyme</i> ?	0	0	0	4	5	32
Mengerti jika <i>eco-enzyme</i> ramah lingkungan?	0	0	0	7	8	26
Mengerti jika <i>eco-enzyme</i> dapat dijadikan lahan wirausaha?	0	0	0	6	7	28

Tantangan, keunggulan, kelemahan, dan Tingkat kesulitan pengabdian

Pelaksanaan pengabdian menghadapi tantangan utama berupa keterbatasan peralatan pendukung untuk pembuatan *eco-enzyme*. Keunggulan dari kegiatan ini adalah memberikan edukasi tentang pengolahan limbah rumah tangga menjadi produk yang bermanfaat, serta mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Namun, kelemahan yang dihadapi adalah tidak dapat melakukan praktik dalam kelompok kecil, yang mengurangi efektivitas pembelajaran dan kolaborasi. Tingkat kesulitan pelaksanaan pengabdian ini cukup rendah, meskipun harus mengatur penggunaan peralatan secara bergantian dan memastikan semua peserta mendapatkan pengalaman praktik untuk membuat *eco-enzyme* yang memadai, namun semua itu dapat diatasi oleh tim pengabdian.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan workshop pembuatan *eco-enzyme* di Pesantren Al-Mahbubiyah, Gamping Sleman, merupakan langkah yang efektif dalam memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada para santri. Proses pembuatan *eco-enzyme* di laboratorium sebelumnya memastikan bahwa *eco-enzyme* yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan dapat digunakan sebagai contoh yang baik dalam pelatihan. Workshop itu sendiri memberikan pengalaman langsung kepada para santri dalam pembuatan *eco-enzyme*, dilengkapi dengan penjelasan yang rinci dan praktek yang dipandu oleh fasilitator yang berpengalaman. Dengan demikian, keseluruhan kegiatan ini berhasil memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan para santri dalam pembuatan *eco-enzyme*.

Untuk saran ke depan, disarankan agar kegiatan serupa dapat dilakukan secara berkala untuk memastikan pemeliharaan dan peningkatan keterampilan para santri. Selain itu, penggunaan teknologi seperti video tutorial dapat lebih dioptimalkan untuk memperluas jangkauan dan memastikan ketersediaan materi pelatihan bagi para santri yang tidak dapat mengikuti workshop secara langsung. Kerjasama antara lembaga pendidikan, lembaga riset, dan masyarakat juga perlu diperkuat untuk mendukung keberlanjutan program ini dalam memberikan manfaat yang lebih besar bagi masyarakat luas. Dengan demikian, upaya untuk meningkatkan kesadaran dan keterampilan dalam pengelolaan lingkungan melalui pembuatan *eco-enzyme* dapat terus dilakukan dan memberikan dampak yang signifikan bagi keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Ucapan Terimakasih

Kegiatan ini dibiayai oleh hibah DIPA FSM Tahun Anggaran 2024 dengan No. 26.IE/UN7.F8/PM/II/2024. Para penulis berterima kasih kepada Laboratorium Kimia Analitik UNDIP atas fasilitas yang diberikan, serta kepada Pondok Pesantren Al-Mahbubiyah, Gamping, Sleman atas kerjasama dalam terlaksananya program pengabdian kepada masyarakat ini.

REFERENSI

- Benny, N., Shams, R., Dash, K. K., Pandey, V. K., & Bashir, O. (2023). Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13, 100657. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100657>
- Galintin, O., Rasit, N., & Hamzah, S. (2021). Production and Characterization of Eco Enzyme Produced from Fruit and Vegetable Wastes and its Influence on the Aquaculture Sludge. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(3), 10205-10214. doi:<https://doi.org/10.33263/BRIAC113.1020510214>
- Gumilar, G. G., Kadarohman, A., & Nahadi. (2023). Ecoenzyme Production, Characteristics, and Applications: A Review. *Jurnal Kartika Kimia*, 6(1), 45-59. doi:<https://doi.org/10.26874/jkk.v6i1.186>
- Hemalatha, M., & Visantini, P. (2020). Potential use of eco-enzyme for the treatment of metal based effluent. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (p. 012016). Perak, Malaysia: IOP Publishing. doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/716/1/012016>
- Muliarta, I. N., & Darmawan, I. K. (2021). Processing Household Organic Waste into Eco-Enzyme as an Effort to Realize Zero Waste. *Agriwar Journal*, 1(1), 6-11. doi:<https://doi.org/10.22225/aj.1.1.2021.6-11>
- Nangoi, R., Papatungan, R., Ogie, T. B., Kawulusan, R. I., Mamarimbing, R., & Paat, F. J. (2022). Utilization Of Household Organic Waste As An Eco-enzyme For The Growth And Product Of Cultivate Culture (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 3(2), 422-428. doi:<https://doi.org/10.35791/jat.v3i2.44862>
- Novianti, A., & Muliarta, I. N. (2021). Eco-Enzym Based on Household Organic Waste as Multi-Purpose Liquid. *Agriwar Journal*, 1(1), 12-17. doi:DOI: <https://doi.org/10.22225/aj.1.1.3655.12-17>
- Nurkhin, A., Rohman, A., & Prabowo, T. J. W. (2024). Accountability of pondok pesantren; a systematic literature review. *Cogent Business & Management*, 11(1), 2332503. doi:<https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2332503>
- Siswanto. (2023). Penguatan Kompetensi Santri Melalui Pendidikan Kewirausahaan: Sebuah Literature Review. *Jurnal Perspektif*, 16(2), 187-197. doi:<https://doi.org/10.53746/perspektif.v16i2.123>
- Vama, L., & Cherekar, M. N. (2020). Production, Extraction and Uses of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth from Waste. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences*, 22(2), 346-351.
- Vidalia, C., Angelina, E., Hans, J., Field, L. H., Santo, N. C., & Rukmini, E. (2023). Eco-enzyme as disinfectant: a systematic literature review. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, 12(3), 1171-1180. doi:<http://doi.org/10.11591/ijphs.v12i3.22131>