Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat
Volume 6 Nomor 2, November 2026
e-ISSN 2797-1694| |p-ISSN 2797-1708
https://mathjournal.unram.ac.id/index.php/Rengganis/index

Produksi dan Evaluasi Eco-Enzyme Berbasis Limbah Organik dan Bakteri Indigenus Pemacu Pertumbuhan Tanaman oleh Guru SMK Pertanian di NTB

Lalu Zulkifli[1]* Abdul Syukur[1], Dewa Ayu Citra Rasmi[1], Rubiyatna Sakaroni[1], Lianto[1], Salsabila Rahmawati[1], Yoga Dwi Jatmiko[2], Nashi Widodo[2], Dinia Rizqi Dwijayanti[2], Muhammad Hermawan Widyananda[2], Nuraini Rosyadah[2], Elvina Rashida Khairi[2], Rayhan Yugo Nurul Maulana[2]

[1] *Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram, Mataram*
[2] *Biologi, FSTEM, Universitas Brawijaya, Malang*

lalu_zulkifli@unram.ac.id

Abstract
Organic waste processing through eco-enzyme fermentation offers an alternative for utilizing fruit and vegetable waste and can be further developed through the application of indigenous potential microorganisms. This community engagement activity aimed to describe the production and characteristics of eco-enzyme derived from organic waste with the addition of indigenous bacterial starter and to improve the practical skills of vocational agricultural teachers in applying fermentation technology. The activity was conducted at SMK PP Negeri Mataram and involved 35 agribusiness teachers in group-based production practices. The materials included fresh fruit and vegetable waste, brown sugar, water, and indigenous Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) starter. The formulation used brown sugar at 10% of the organic waste weight and a water-to-organic-waste ratio of 3:1. The production process involved weighing, mixing, bacterial inoculation, storage in closed containers, and fermentation monitoring. Product evaluation revealed a dark brown liquid with a characteristic sweet-sour fermentation aroma, a final pH of 4.1, and a volume of approximately 2,500 mL per 1 kg of organic waste. A thin whitish-brown surface layer and soft solid residues were also observed. These findings provide an initial description of the characteristics of eco-enzyme produced using indigenous bacterial starter. However, microbiological analysis and plant application tests are still required to verify product quality and its potential to support plant growth.

Keywords: Eco-enzyme; organic waste; indigenous bacteria; PGPR; fermentation

Abstrak
Pengolahan limbah organik melalui fermentasi eco-enzyme menjadi salah satu alternatif pemanfaatan limbah buah dan sayuran, yang dapat dikembangkan melalui penerapan mikroorganisme potensial lokal. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mendeskripsikan produksi dan karakteristik eco-enzyme berbasis limbah organik dengan penambahan starter bakteri indigenus serta meningkatkan keterampilan praktis guru SMK Pertanian dalam penerapan teknologi fermentasi. Kegiatan dilaksanakan di SMK PP Negeri Mataram dengan melibatkan 35 guru bidang agribisnis melalui praktik produksi secara berkelompok. Bahan yang digunakan meliputi limbah buah dan sayuran segar, gula merah, air, dan starter bakteri Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) indigenus. Formulasi menggunakan gula merah sebanyak 10% dari bobot bahan organik dan perbandingan air terhadap bahan organik sebesar 3:1. Proses produksi meliputi penimbangan, pencampuran, inokulasi bakteri, penyimpanan dalam wadah tertutup, serta monitoring fermentasi. Evaluasi produk menunjukkan cairan berwarna cokelat tua, beraroma asam-manis khas fermentasi, memiliki pH 4,1, dan volume sekitar 2.500 mL per 1 kg bahan organik. Produk juga menunjukkan lapisan tipis putih kecokelatan dan residu padat bertekstur lunak. Hasil ini memberikan gambaran awal karakteristik eco-enzyme yang diproduksi menggunakan starter bakteri indigenus. Namun,

pengujian mikrobiologis dan uji aplikasi tanaman masih diperlukan untuk memastikan kualitas serta potensi produk dalam mendukung pertumbuhan tanaman..

Kata Kunci: Eco-enzyme; limbah organik; bakteri indigenus; PGPR; fermentasi

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah organik masih menjadi salah satu persoalan lingkungan yang membutuhkan pendekatan berbasis perubahan pengetahuan dan perilaku masyarakat (Sewak et al., 2021). Sampah organik yang berasal dari aktivitas rumah tangga, terutama sisa buah dan sayuran, memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali, tetapi dalam praktiknya masih banyak yang berakhir sebagai limbah tanpa pengolahan lebih lanjut (Syarif et al., 2024). Kondisi tersebut tidak hanya meningkatkan beban pengelolaan sampah, tetapi juga dapat menimbulkan persoalan lingkungan apabila bahan organik dibiarkan membusuk atau dibuang tanpa pengelolaan yang tepat.

Sejumlah kegiatan pengabdian di Indonesia menunjukkan bahwa keterbatasan pengetahuan masyarakat mengenai pemilahan dan pemanfaatan sampah organik masih menjadi salah satu hambatan dalam penerapan pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Di Surabaya, kurangnya kesadaran terlihat dari sampah rumah tangga yang tidak dipilah dan warga yang belum mengetahui cara mendaur ulangnya (Kunhadi et al., 2018). Di Balikpapan, keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sampah belum optimal, dengan sekitar 40% warga tidak pernah terlibat dan kemampuan mengikuti penyuluhan serta persiapan hanya sekitar 50% (Sipahutar, 2021). Sementara itu, di Depok, rendahnya partisipasi dalam program pemilahan sampah berkorelasi sangat kuat dengan paparan informasi dan pengetahuan lingkungan (Ruliana et al., 2019). Temuan tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pengelolaan sampah yang tidak hanya memberikan informasi, tetapi juga mendorong keterlibatan langsung masyarakat dalam mengolah sampah menjadi produk yang memiliki nilai guna.

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan nilai guna sampah organik adalah pengolahannya melalui fermentasi menjadi eco-enzyme. Eco-enzyme merupakan cairan hasil fermentasi bahan organik, terutama sisa buah dan sayuran, yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan rumah tangga dan lingkungan (Setiawan et al., 2025). Proses pembuatannya relatif sederhana sehingga berpotensi diterapkan pada tingkat rumah tangga maupun institusi pendidikan. Berbagai kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa edukasi dan pelatihan mengenai eco-enzyme dapat meningkatkan pemahaman peserta tentang pengelolaan sampah organik dan pemanfaatannya menjadi produk yang lebih bernilai guna (Irawati et al., 2025; Sakinah et al., 2022; Sumihar et al., 2024). Namun, pemanfaatan eco-enzyme dalam kegiatan pemberdayaan perlu dikembangkan lebih lanjut melalui keterlibatan peserta dalam proses produksi, pemantauan fermentasi, dan evaluasi karakteristik produk yang dihasilkan.

Dalam konteks pendidikan, guru memiliki posisi strategis dalam membangun pemahaman peserta didik mengenai pengelolaan lingkungan dan pemanfaatan sumber daya lokal. Bagi guru Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bidang pertanian, keterampilan mengolah limbah organik menjadi produk hasil fermentasi dapat dihubungkan dengan pembelajaran biologi, mikrobiologi, dan praktik pengelolaan sumber daya organik. Kegiatan produksi eco-enzyme secara berkelompok juga memberikan pengalaman langsung kepada guru dalam menyiapkan bahan, menentukan komposisi campuran, melakukan fermentasi, serta mengamati perubahan yang terjadi selama proses berlangsung. Dengan demikian, kegiatan tersebut tidak hanya berorientasi pada pengurangan sampah organik, tetapi juga dapat menjadi pengalaman kontekstual yang berpotensi diintegrasikan ke dalam pembelajaran vokasi pertanian.

Keberhasilan proses fermentasi eco-enzyme berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme dalam mentransformasi bahan organik. Oleh karena itu, pengenalan mikroorganisme dalam produksi eco-enzyme menjadi aspek penting untuk memperkuat pemahaman mengenai dasar biologis proses fermentasi (Setiawan et al., 2025). Penggunaan bakteri potensial sebagai starter dalam kegiatan ini menjadi salah satu unsur pembeda dibandingkan praktik pembuatan eco-enzyme pada umumnya. Bakteri yang digunakan merupakan isolat indigenus hasil penelitian tim pengabdian Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram, yang sebelumnya telah dikaji berdasarkan karakter fungsionalnya (Hartanto et al., 2023; Utami et al., 2024; (Zulkifli et al., 2025). Isolat tersebut memiliki potensi fungsional yang berkaitan dengan dukungan terhadap pertumbuhan tanaman sehingga diperkenalkan sebagai sumber daya mikrobiologis lokal yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan produk berbasis fermentasi. Meskipun demikian, isolat tersebut tetap diposisikan sebagai bakteri potensial dan belum dinyatakan sebagai spesies tertentu karena identitas taksonominya belum ditetapkan secara molekuler.

Penggunaan bakteri indigenus sebagai starter dalam pembuatan eco-enzyme memberikan peluang untuk mengintegrasikan pemanfaatan limbah organik dengan potensi sumber daya mikrobiologis lokal. Dalam pelaksanaannya, guru tidak hanya dilibatkan dalam pencampuran bahan organik, sumber karbon, dan air, tetapi juga dalam penambahan starter bakteri serta penyimpanan produk untuk menjalani proses fermentasi. Pemantauan secara berkala terhadap perubahan karakteristik fermentasi, seperti warna, aroma, pembentukan gas, dan pH apabila tersedia, diperlukan untuk memperoleh gambaran mengenai perkembangan proses dan karakteristik produk yang dihasilkan. Evaluasi tersebut menjadi penting untuk mendokumentasikan keberhasilan produksi sekaligus mengidentifikasi kendala yang mungkin muncul selama fermentasi.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diarahkan pada produksi dan evaluasi eco-enzyme berbasis limbah organik dengan penambahan bakteri indigenus potensial sebagai starter oleh guru SMK pertanian di Nusa Tenggara Barat. Kegiatan ini bertujuan mendokumentasikan proses produksi eco-enzyme secara berkelompok, pemanfaatan isolat bakteri indigenus potensial sebagai starter, serta pemantauan perubahan selama fermentasi dan evaluasi karakteristik produk yang

dihasilkan. Hasil kegiatan diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai penerapan teknologi sederhana pengolahan limbah organik yang dipadukan dengan pemanfaatan mikroba lokal, sekaligus menjadi pengalaman praktik yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran vokasi pertanian.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1. Waktu, Tempat, dan Peserta Kegiatan

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di SMK PP Negeri Mataram, Nusa Tenggara Barat. Peserta kegiatan adalah guru bidang agribisnis se-Nusa Tenggara Barat (NTB) dengan jumlah peserta yang terlibat sebanyak 35 orang. Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif melalui praktik langsung, pendampingan teknis, dan pemantauan proses fermentasi. Pendekatan ini memberikan kesempatan kepada peserta untuk terlibat dalam setiap tahapan produksi, mulai dari persiapan bahan hingga pengamatan perkembangan fermentasi.

2.2. Bahan dan Peralatan

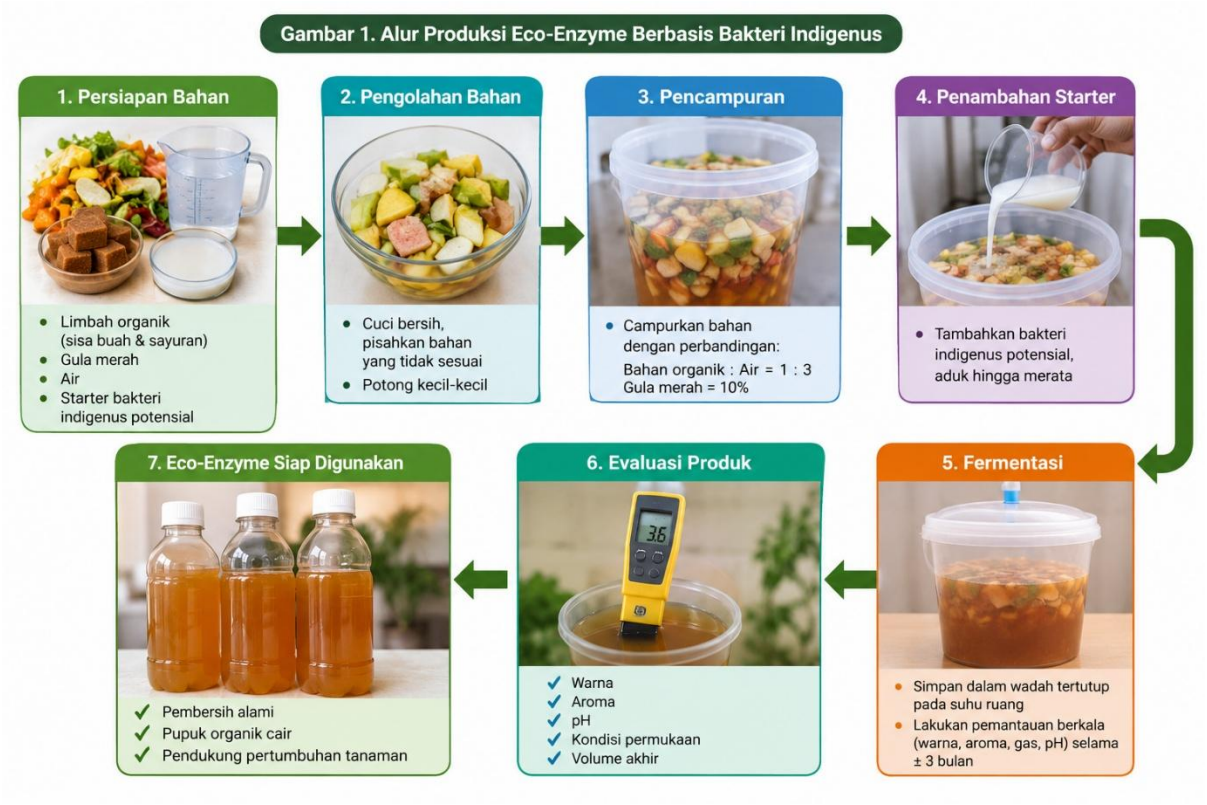
Bahan yang digunakan dalam produksi eco-enzyme meliputi limbah organik berupa sisa kulit buah dan sayuran, gula merah sebagai sumber karbon, air, serta isolat bakteri indigenus potensial sebagai starter. Isolat bakteri yang digunakan merupakan bakteri potensial hasil penelitian tim pengabdian Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram, yang telah dikaji berdasarkan karakter fungsionalnya. Isolat tersebut diperkenalkan sebagai bakteri potensial pemacu pertumbuhan tanaman, bukan sebagai spesies yang telah teridentifikasi secara molekuler.

Peralatan yang digunakan meliputi wadah fermentasi bertutup (jerigen), timbangan, alat pemotong, alat pengaduk, gelas ukur, pH meter digunakan untuk mengukur tingkat keasaman campuran selama fermentasi. Penggunaan wadah tertutup dan penyimpanan pada kondisi terlindung dari sinar matahari langsung merupakan bagian dari upaya menjaga kondisi fermentasi. Penggunaan pH, warna, dan aroma sebagai parameter karakterisasi produk juga telah diterapkan dalam penelitian eco-enzyme sebelumnya (Rachman et al., 2025).

2.3. Produksi Eco-Enzyme Berbasis Bakteri Indigenus

Produksi eco-enzyme dilakukan secara berkelompok dengan melibatkan peserta secara langsung dalam persiapan dan pencampuran bahan. Setiap kelompok memperoleh bahan dan peralatan berupa limbah organik, gula merah, air, wadah fermentasi, serta starter bakteri potensial. Limbah organik terlebih dahulu dipilah untuk memisahkan bahan yang tidak sesuai, kemudian dipotong menjadi bagian lebih kecil agar lebih mudah dicampurkan ke dalam larutan fermentasi. Tahap persiapan bahan organik dan penggunaan sumber karbon merupakan bagian penting dalam pembuatan eco-enzyme karena komposisi bahan memengaruhi proses fermentasi dan karakteristik produk (Rachman et al., 2025).

Produksi diawali dengan persiapan dan pengolahan limbah organik berupa sisa buah dan sayuran, kemudian dilanjutkan dengan pencampuran bahan menggunakan perbandingan bahan organik dan air sebesar 1:3 serta penambahan gula merah sebanyak 10% dari berat bahan organik. Starter bakteri indigenus potensial ditambahkan ke dalam campuran, kemudian difermentasi dalam wadah tertutup pada suhu ruang selama kurang lebih tiga bulan. Selama fermentasi dilakukan pemantauan berkala terhadap warna, aroma, pembentukan gas, dan pH. Produk selanjutnya dievaluasi berdasarkan karakteristik fisiknya, termasuk kondisi permukaan dan volume akhir.



Gambar 1. Alur Produksi Eco-Enzyme Berbasis Bakteri Indigenus

2.4. Penyimpanan dan Pemantauan Proses Fermentasi

Wadah berisi campuran bahan organik, gula merah, air, dan starter bakteri disimpan pada suhu ruang, terlindung dari sinar matahari langsung, dan dalam kondisi tertutup. Pada satu hingga dua minggu pertama, dilakukan pemantauan pembentukan gas dan pelepasan gas secara hati-hati apabila tekanan dalam wadah meningkat, dengan tetap mencegah masuknya kontaminan.

Pemantauan fermentasi dilakukan secara berkala oleh setiap kelompok dengan pendampingan tim pengabdian. Parameter yang diamati meliputi warna, aroma, pembentukan gas, kondisi permukaan larutan, dan pH apabila tersedia alat ukur. Pengamatan dilakukan secara visual dan organoleptik sederhana, disertai pencatatan serta dokumentasi foto untuk merekam perubahan karakteristik selama fermentasi.

Parameter tersebut mengacu pada indikator evaluasi eco-enzyme yang digunakan dalam penelitian sebelumnya. Fermentasi direncanakan berlangsung sekitar tiga bulan atau 90 hari (Karimah & Lusiani, 2024).

2.5. Evaluasi Karakteristik Produk Eco-Enzyme

Kondisi permukaan diamati untuk mencatat keberadaan lapisan yang terbentuk selama fermentasi. Seluruh hasil pengamatan dicatat berdasarkan kelompok produksi untuk mengetahui variasi karakteristik produk yang dihasilkan. Nilai pH digunakan sebagai salah satu parameter pendukung untuk menggambarkan tingkat keasaman produk. Beberapa penelitian melaporkan bahwa eco-enzyme hasil fermentasi umumnya memiliki karakteristik asam, dengan nilai pH sekitar 4-5, bergantung pada bahan baku dan kondisi fermentasi (Permatasari et al., 2022). Aroma asam khas fermentasi dan perubahan warna juga dapat digunakan sebagai indikator deskriptif dalam pengamatan produk.

2.6. Pengumpulan dan Analisis Data

Data kegiatan dikumpulkan melalui observasi langsung, catatan pemantauan kelompok, dokumentasi foto, dan hasil pengukuran karakteristik produk. Data yang dikumpulkan meliputi:

1. Data produksi, mencakup jenis dan berat limbah organik, jumlah gula merah, volume air, jumlah starter bakteri, serta jumlah wadah fermentasi yang digunakan.
2. Data pemantauan fermentasi, mencakup waktu pengamatan, perubahan warna, aroma, pembentukan gas, kondisi permukaan, dan nilai pH apabila diukur.
3. Data karakteristik produk akhir, mencakup warna, aroma, pH, kondisi permukaan, dan volume produk apabila tersedia.
4. Data keberhasilan dan kendala produksi, mencakup kondisi fermentasi pada setiap kelompok serta permasalahan yang ditemukan selama proses produksi dan pemantauan.

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif, seperti berat bahan, volume air, jumlah starter, dan nilai pH, disajikan dalam bentuk tabel dan nilai pengukuran. Sementara itu, data kualitatif berupa perubahan warna, aroma, pembentukan gas, serta kondisi permukaan produk diuraikan berdasarkan hasil pengamatan setiap kelompok. Dokumentasi foto digunakan untuk mendukung deskripsi tahapan produksi dan perubahan karakteristik produk selama fermentasi. Hasil analisis selanjutnya digunakan untuk menggambarkan pelaksanaan produksi eco-enzyme berbasis bakteri indigenus, perkembangan proses fermentasi, serta karakteristik produk yang diperoleh.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Produksi Eco-Enzyme Berbasis Limbah Organik dan Bakteri Indigenus

Produksi eco-enzyme dilakukan melalui praktik mandiri berbasis kelompok yang melibatkan 35 guru bidang agribisnis. Peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil, kemudian setiap kelompok memperoleh wadah fermentasi dan bahan berupa limbah

buah dan sayuran segar, gula merah, air, serta starter bakteri *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR) hasil isolasi tim Universitas Mataram (Zulkifli et al., 2025). Setiap kelompok melakukan penimbangan bahan, pencampuran sesuai formulasi, dan penambahan starter bakteri dengan pendampingan tim pengabdian. Pembagian kelompok memungkinkan peserta terlibat langsung dalam setiap tahapan produksi sekaligus berbagi pengalaman selama proses praktik berlangsung.

Formulasi bahan ditetapkan berdasarkan bobot limbah organik, dengan penambahan gula merah sebanyak 10% dari bobot bahan organik dan air dengan perbandingan 3:1 terhadap bahan organik. Setiap 1 kg limbah buah dan sayuran diperlukan 100 g gula merah dan 3 L air. Perhitungan formulasi tersebut disajikan pada Tabel 1 sebagai acuan takaran produksi.

Tabel 1. Formulasi bahan produksi eco-enzyme berdasarkan bobot limbah organik

Bahan	**Ketentuan formulasi**	**Takaran untuk 1 kg limbah organik**
Limbah buah dan sayuran segar	Bahan utama	1.000 g
Gula merah	10% bobot limbah organik	100 g
Air bersih	Rasio air:limbah organik = 3:1	3.000 mL
Starter bakteri PGPR indigenus	Ditambahkan sebagai inokulum	Mengikuti dosis yang digunakan saat praktik

Limbah organik yang digunakan berupa sisa buah dan sayuran segar sebagai substrat fermentasi, sedangkan gula merah berfungsi sebagai sumber karbon dan energi bagi mikroorganisme. Air ditambahkan sesuai rasio untuk membentuk campuran fermentasi, sementara starter PGPR indigenus digunakan sebagai inokulum mikroba potensial. Penambahan starter menjadi salah satu aspek pembeda kegiatan ini dari pembuatan eco-enzyme secara konvensional karena memanfaatkan isolat bakteri hasil penelitian lokal Universitas Mataram. Isolat tersebut diperkenalkan kepada guru sebagai bakteri potensial yang memiliki karakteristik terkait pemacu pertumbuhan tanaman.

Setelah seluruh bahan dicampurkan, campuran dimasukkan ke dalam wadah fermentasi tertutup dan disimpan pada suhu ruang, terlindung dari paparan sinar matahari langsung. Kondisi tersebut diterapkan untuk mendukung berlangsungnya fermentasi selama kurang lebih tiga bulan (Meena et al., 2026). Selama praktik, guru tidak hanya mengikuti prosedur pencampuran, tetapi juga memperoleh penjelasan mengenai fungsi setiap bahan, penerapan rasio formulasi, serta peran mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik. Keterlibatan langsung tersebut menjadikan kegiatan produksi sebagai pengalaman pembelajaran aplikatif yang menghubungkan konsep mikrobiologi dengan pengelolaan limbah organik (Bolkan, 2019).

3.2. Proses Inokulasi Bakteri Indigenus

Starter bakteri yang digunakan dalam produksi eco-enzyme merupakan isolat bakteri indigenus potensial hasil eksplorasi dan penelitian tim Universitas Mataram dari lingkungan lokal Pulau Lombok. Berdasarkan karakterisasi fungsional sebelumnya,

isolat tersebut diketahui memiliki kemampuan menghasilkan hormon pertumbuhan Indole-3-Acetic Acid (IAA), melarutkan fosfat dan kalium, serta menghasilkan enzim hidrolitik berupa selulase dan protease (Zulkifli et al., 2025; Zulkifli et al., 2026). Karakteristik tersebut menunjukkan potensi bakteri dalam mendukung pertumbuhan tanaman melalui produksi senyawa pemacu pertumbuhan dan peningkatan ketersediaan unsur hara. Aktivitas enzimatiknya juga berpotensi berkontribusi terhadap penguraian komponen organik selama fermentasi (Kiruba N & Saeid, 2022).



Gambar 2. Pencampuran Bahan dan Inokulasi Bakteri Starter

Inokulasi dilakukan setelah limbah buah dan sayuran, gula merah, serta air dicampurkan sesuai formulasi. Starter bakteri PGPR kemudian ditambahkan ke dalam campuran dan diaduk hingga merata sebelum wadah ditutup untuk proses fermentasi. Setiap kelompok melakukan penambahan starter dengan pendampingan tim pengabdian, sekaligus memperoleh penjelasan mengenai asal dan karakter fungsional bakteri yang digunakan.

Penambahan bakteri indigenus menjadi aspek pembeda formulasi ini dari fermentasi eco-enzyme konvensional yang mengandalkan mikroorganisme alami dari bahan dan lingkungan. Bakteri dengan kemampuan menghasilkan enzim hidrolitik berpotensi membantu penguraian senyawa organik kompleks, sedangkan aktivitas metaboliknya dapat berkontribusi terhadap perubahan karakteristik campuran selama fermentasi. Meskipun demikian, kontribusi spesifik starter terhadap pembentukan metabolit dan kualitas akhir eco-enzyme belum dapat dipastikan tanpa analisis mikrobiologis dan biokimia. Oleh karena itu, penggunaan starter dalam kegiatan ini lebih tepat dipandang sebagai penerapan mikroba lokal berkarakter fungsional yang potensial, sekaligus sarana memperkenalkan teknologi berbasis mikroorganisme kepada guru SMK Pertanian.

3.3. Pengelolaan dan Monitoring Fermentasi

Pada satu hingga dua minggu pertama, perhatian utama diberikan pada pembentukan gas sebagai indikasi berlangsungnya aktivitas mikroorganisme dalam campuran. Apabila tekanan dalam wadah meningkat, gas dilepaskan secara hati-hati dengan tetap meminimalkan paparan campuran terhadap udara luar. Pelepasan gas dilakukan

berdasarkan kondisi wadah, bukan berdasarkan frekuensi tetap, sehingga jumlah maupun frekuensi pembukaannya dicatat sesuai pengamatan aktual. Selama fermentasi, setiap kelompok diarahkan memantau perubahan warna, aroma, pembentukan gas, dan kondisi permukaan larutan, serta mengukur pH. Parameter tersebut penting karena perubahan karakteristik fisik dan kimia dapat memberikan gambaran perkembangan fermentasi, meskipun tidak secara langsung membuktikan keberhasilan aktivitas starter bakteri indigenus. Evaluasi eco-enzyme melalui pengamatan pH, warna, aroma, dan karakteristik fisik juga digunakan dalam penelitian sebelumnya (Permatasari et al., 2022).

Tabel 2. Format monitoring proses fermentasi eco-enzyme berbasis bakteri indigenus

Waktu pengamatan	Warna larutan	Aroma	Pembentukan gas	Kondisi permukaan	pH
Hari ke-0	Cokelat muda, campuran belum homogen	Aroma khas bahan segar dan gula merah	Belum terlihat	Potongan buah dan sayuran masih segar dan mengapung	5,8
Minggu ke-1	Cokelat kekuningan	Aroma buah mulai bercampur aroma fermentasi	Gas mulai terbentuk	Potongan bahan organik mulai melunak	5,2
Minggu ke-2	Cokelat kekuningan hingga cokelat muda	Aroma asam-manis mulai tercium	Pembentukan gas masih berlangsung	Bahan organik mulai mengalami perubahan tekstur	5,1
Minggu ke-4	Cokelat kecokelatan	Aroma asam fermentasi semakin jelas	Gas mulai berkurang	Sebagian bahan organik melunak dan terurai	4,9
Minggu ke-8	Cokelat tua	Aroma asam khas fermentasi, tanpa bau busuk menyengat	Gas relatif sedikit	Residu organik mulai mengendap; permukaan relatif stabil	4,2
Minggu ke-12	Cokelat tua relatif homogen	Aroma asam-manis khas fermentasi	Tidak tampak pembentukan gas yang nyata	Residu organik mengendap; permukaan relatif stabil	4,1

Fermentasi menunjukkan kecenderungan perubahan warna dari cokelat muda menjadi cokelat tua, disertai perubahan aroma dari aroma bahan segar menjadi aroma asam-manis khas fermentasi. Pembentukan gas tampak lebih nyata pada dua minggu pertama, kemudian berangsur berkurang hingga minggu ke-12. Pola tersebut dapat dikaitkan dengan aktivitas mikroorganisme dalam memanfaatkan substrat organik dan gula

selama fermentasi. Penurunan pH dari 5,8 menjadi 4,1 juga menggambarkan kemungkinan terbentuknya senyawa asam organik selama proses berlangsung. Meskipun demikian, perubahan tersebut belum dapat diatribusikan secara khusus kepada aktivitas starter PGPR karena tidak tersedia perlakuan pembanding tanpa inokulum maupun analisis mikrobiologis dan kimiawi.

3.4. Evaluasi Karakteristik Produk

Evaluasi karakteristik produk eco-enzyme dilakukan untuk menggambarkan kondisi campuran setelah melalui proses fermentasi. Parameter yang diamati meliputi pH akhir, warna, aroma, keberadaan lapisan pada permukaan, volume cairan hasil fermentasi, dan kondisi residu padat. Pengamatan tersebut bertujuan memperoleh gambaran karakteristik fisik dan kimia sederhana produk yang dihasilkan oleh masing-masing kelompok. Penggunaan parameter pH, warna, aroma, dan karakteristik fisik sejalan dengan pendekatan evaluasi eco-enzyme pada penelitian sebelumnya (Karimah & Lusiani, 2024).

Tabel 3. Karakteristik produk akhir eco-enzyme berbasis limbah organik dan bakteri indigenus

Parameter	Data karakteristik produk	Keterangan
pH akhir	4,1	Menunjukkan kondisi produk bersifat asam
Warna cairan	Cokelat tua	Cairan berwarna relatif homogen setelah pemisahan residu
Aroma	Asam-manis khas fermentasi	Tidak tercium bau busuk menyengat
Lapisan permukaan	Lapisan tipis berwarna putih kecokelatan	Diamati secara visual; identitas mikroorganismenya belum diketahui
Volume cairan	2.500 mL per 1 kg bahan organik	Contoh volume hasil penyaringan
Residu padat	Berwarna cokelat tua, tekstur lunak, dan sebagian mengalami pengendapan	Menunjukkan perubahan fisik bahan organik selama fermentasi

Berdasarkan hasil evaluasi, produk akhir eco-enzyme berbasis limbah organik dan bakteri indigenus menunjukkan karakteristik fisik dan kimia yang mengindikasikan berlangsungnya proses fermentasi. Nilai pH akhir sebesar 4,1 menunjukkan bahwa produk berada dalam kondisi asam, yang dapat berkaitan dengan pembentukan senyawa asam organik selama aktivitas fermentasi. Kondisi tersebut diperkuat oleh aroma asam-manis khas fermentasi tanpa bau busuk menyengat serta warna cairan cokelat tua yang relatif homogen setelah pemisahan residu. Pada permukaan produk juga ditemukan lapisan tipis berwarna putih kecokelatan. Keberadaan lapisan tersebut menjadi salah satu karakteristik fisik yang perlu diperhatikan, meskipun identitas mikroorganisme penyusunnya belum dapat dipastikan hanya melalui pengamatan visual. Volume cairan yang diperoleh mencapai sekitar 2.500 mL per 1 kg bahan organik, sedangkan residu padat menunjukkan warna cokelat tua, tekstur lunak, dan sebagian mengalami pengendapan. Perubahan karakteristik residu tersebut mengindikasikan terjadinya perubahan fisik bahan organik selama fermentasi, yang berpotensi berkaitan dengan aktivitas penguraian oleh mikroorganisme (Setiawan et al., 2025). Secara keseluruhan, kombinasi nilai pH, warna, aroma, lapisan permukaan, volume cairan, dan kondisi residu memberikan gambaran awal mengenai karakteristik produk eco-enzyme yang

dihasilkan. Meskipun demikian, hasil pengamatan ini belum cukup untuk memastikan kualitas mikrobiologis produk maupun kontribusi spesifik starter bakteri indigenus terhadap proses fermentasi. Oleh karena itu, diperlukan analisis lanjutan, seperti identifikasi mikroorganisme, pengujian kandungan senyawa organik, dan uji aplikasi pada tanaman untuk mengevaluasi lebih jauh potensi produk sebagai bahan pendukung pertumbuhan tanaman.

3.5. Kendala dan Keberhasilan Produksi

Keberhasilan kegiatan produksi eco-enzyme terlihat dari keterlibatan guru dalam menyelesaikan tahapan praktik berbasis kelompok, mulai dari penyiapan dan penimbangan bahan, pencampuran limbah organik, gula merah, dan air, hingga penambahan starter bakteri PGPR dengan pendampingan tim pengabdian. Pembagian kelompok memungkinkan peserta saling berbagi tugas dan pengalaman sehingga proses produksi dapat dilaksanakan secara partisipatif (Clair, 2024). Keberhasilan pada tahap ini juga ditunjukkan melalui tersusunnya campuran fermentasi yang kemudian disimpan dalam wadah tertutup untuk menjalani proses fermentasi lanjutan.



Gambar 3. Kegiatan Penutup dan Evaluasi Bersama

Kendala teknis yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan fermentasi terutama berkaitan dengan pembentukan gas pada satu hingga dua minggu pertama, kebersihan wadah, kestabilan kondisi penyimpanan, dan kemungkinan masuknya kontaminan ketika wadah dibuka. Pembentukan gas CO_2 dapat meningkatkan tekanan dalam wadah sehingga diperlukan sistem *airlock* atau pelepasan gas secara hati-hati. Selain itu, wadah dan air yang digunakan perlu dijaga kebersihannya, sedangkan penyimpanan dianjurkan pada suhu ruang sekitar 25–30°C dan terlindung dari sinar matahari langsung. Berdasarkan evaluasi karakteristik produk yang telah disajikan sebelumnya, diperoleh cairan berwarna cokelat tua, beraroma asam-manis khas fermentasi, memiliki pH 4,1, serta menunjukkan lapisan tipis putih kecokelatan dan residu padat bertekstur lunak. Karakteristik tersebut memberikan indikasi awal berlangsungnya fermentasi, meskipun pH 4,1 masih sedikit lebih tinggi daripada acuan pH di bawah 4,0 yang dicantumkan dalam panduan kegiatan. Produk dapat dinilai telah menunjukkan

perubahan karakteristik selama fermentasi, tetapi kualitas mikrobiologis dan efektivitasnya sebagai pemacu pertumbuhan tanaman masih memerlukan pengujian lebih lanjut.

4. SIMPULAN

Kegiatan produksi eco-enzyme berbasis limbah organik dan bakteri indigenus berhasil memberikan pengalaman praktik langsung kepada 35 guru bidang agribisnis melalui tahapan persiapan bahan, pencampuran, inokulasi starter bakteri PGPR, dan pengelolaan fermentasi secara berkelompok. Formulasi yang digunakan terdiri atas limbah buah dan sayuran segar, gula merah sebanyak 10% dari bobot bahan organik, serta air dengan perbandingan 3:1 terhadap bahan organik. Pemanfaatan starter bakteri indigenus yang memiliki potensi fungsional sebagai penghasil IAA, pelarut fosfat dan kalium, serta penghasil enzim hidrolitik menjadi bentuk penerapan hasil penelitian mikrobiologi lokal dalam pengolahan limbah organik.

Evaluasi produk menunjukkan karakteristik cairan berwarna cokelat tua, beraroma asam-manis khas fermentasi, memiliki pH akhir 4,1, serta menghasilkan volume cairan sekitar 2.500 mL per 1 kg bahan organik. Produk juga menunjukkan lapisan tipis putih kecokelatan pada permukaan dan residu padat bertekstur lunak yang sebagian mengendap. Karakteristik tersebut memberikan gambaran awal mengenai hasil fermentasi, tetapi belum cukup untuk memastikan kualitas mikrobiologis maupun efektivitas produk dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan pengujian lanjutan berupa karakterisasi mikrobiologis, analisis kandungan senyawa hasil fermentasi, dan uji aplikasi pada tanaman untuk membuktikan potensi produk serta kontribusi spesifik starter bakteri indigenus.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Mataram melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) atas dukungan pendanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui dana PNBP Universitas Mataram berdasarkan Surat Keputusan Nomor 3555. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Universitas Brawijaya atas dukungan kerja sama melalui PNBP Universitas Brawijaya, Fakultas STEM, serta Program Studi Biologi melalui Memorandum of Agreement (MoA) dan Implementation Arrangement (IA). Apresiasi turut disampaikan kepada SMK PP Negeri Mataram dan seluruh guru peserta yang telah berpartisipasi aktif dalam pelaksanaan kegiatan ini.

6. REKOMENDASI

Pengembangan kegiatan selanjutnya perlu diarahkan pada standardisasi konsentrasi starter bakteri indigenus dan formulasi bahan untuk memperoleh proses fermentasi yang lebih konsisten. Selain itu, diperlukan pemantauan fermentasi secara kuantitatif, karakterisasi mikrobiologis dan kimiawi produk, serta uji aplikasi pada tanaman untuk membuktikan potensi eco-enzyme sebagai bahan pendukung pertumbuhan tanaman. Kegiatan serupa juga perlu diperluas melalui pendampingan guru agar teknologi

pemanfaatan limbah organik berbasis mikroba lokal dapat diterapkan secara berkelanjutan di lingkungan sekolah.

7. REFERENSI

Bolkan, S. (2019). Facilitating student attention with multimedia presentations: examining the effects of segmented PowerPoint presentations on student learning. *Communication Education*, *68*(1), 61–79. https://doi.org/10.1080/03634523.2018.1517895

Clair, R. St. (2024). Andragogy: Past and Present Potential. *New Directions for Adult and Continuing Education*, *2024*(184), 7–13. https://doi.org/10.1002/ace.20546

Hartanto, P., Zulkifli, L., Karnan, Sedijani, P., & Mahrus. (2023). Isolation and Identification of Phosphate Solubilizing Bacteria from The Rhizosphere of Dry Land Lamtoro Plants (Leucaena leucocephala) in North and South Lombok Regions. *Jurnal Biologi Tropis*, *23*(2), 252–262. https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.6127

Irawati, I., Aditya, M. Y., Zulfaqor, M. R., Basyir, L. M., Aulia, A. N., Ningrum, T., Fujiawati, A. N., Al chabibah, F. 'Alimatush S., Sagita, L., Pertama, A. P., & Ghazali, M. R. (2025). Sosialisai dan Pelatihan Pembuatan Eco-Enzym Dari Sampah Organik Rumah Tangga Desa Cangkuang. *Bhumiputra: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Global*, *2*(1), 53–62. https://doi.org/10.63142/bhumiputra.v2i1.154

Karimah, M., & Lusiani, C. E. (2024). Analysis of Eco Enzyme Characteristics With Variation of "Tape" Yeast Concentrations. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, *10*(1), 233–244. https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4195

Kiruba N, J. M., & Saeid, A. (2022). An Insight into Microbial Inoculants for Bioconversion of Waste Biomass into Sustainable "Bio-Organic" Fertilizers: A Bibliometric Analysis and Systematic Literature Review. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(21), 13049. https://doi.org/10.3390/ijms232113049

Kunhadi, D., Badriyah, B., & Atmajawati, Y. (2018). Improving Skills to Manage Household Waste in Wonokromo Urban Village, Surabaya. *Kontribusia (Research Dissemination for Community Development)*, *1*(1), 43. https://doi.org/10.30587/kontribusia.v1i1.256

Meena, A. G., Akshan, C. S., Selvan, R. S. P., Gowthaman, R., Selvan, R. E., Elancheliyan, E., & Sanjeev, B. (2026). Eco-Enzyme from Agro-Waste as a Bio-Based Input for Sustainable Crop Production: A Review. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, *29*(4), 743–754. https://doi.org/10.9734/jabb/2026/v29i43832

Permatasari, D., Rukmana, R., & Hafsan. (2022). Karakterisasi Eco-enzyme Berbasis Sampah Organik Berdasarkan Masa Inkubasi. *Jurnal Biotek*, *1827*(1), 178–188.

Rachman, R., Yanti, S. A., & Abdullah, N. O. (2025). Innovative Eco-Enzyme from Fruit and Vegetable Waste for Pollution Control. *Gema Lingkungan Kesehatan*, *23*(1), 14–19. https://doi.org/10.36568/gelinkes.v23i1.142

Ruliana, V., Soemantojo, R. W., & Asteria, D. (2019). Assessing a community-based waste separation program through examination of correlations between participation, information exposure, environmental knowledge, and environmental attitude. *ASEAN Journal of Community Engagement*, *3*(1), 1–27. https://doi.org/10.7454/ajce.v3i1.120

Sakinah, W., Puspita, H. I. D., Rudianto, R., Saifurridzal, S., & Suyoso, G. E. J. (2022). Sosialisasi dan Pelatihan Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Eco-Enzyme Kepada Wanita Pesisir Pulau Santen, Banyuwangi. *Journal of Community Development*, *3*(2), 127–133. https://doi.org/10.47134/comdev.v3i2.87

Setiawan, J. V, Rosariastuti, M. R., & Budiastuti, Mt. S. (2025). Characterization of Bioactive Compounds from Eco-enzyme Produced from Organic Waste. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1489*(1), 012003. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1489/1/012003

Sewak, A., Deshpande, S., Rundle-Thiele, S., Zhao, F., & Anibaldi, R. (2021). Community perspectives and engagement in sustainable solid waste management (SWM) in Fiji: A socioecological thematic analysis. *Journal of Environmental Management*, *298*, 113455. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113455

Sipahutar, M. K. (2021). Community services in an effort to utilize household food waste as organic fertilizer in addition to bioactivators in Balikpapan. *Abdimas Universal*, *3*(1), 78–82. https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v3i1.114

Sumihar, S. T. T., Nainggolan, H. L., Pujiastuti, E. S., Siahaan, F. R., Ginting, A., & Tampubolon, Y. R. (2024). Sosialisasi Dan Pemahaman Masyarakat Tentang Pembuatan Eco Enzyme Serta Pemanfaatannya Dalam Rumah Tangga. *Jurnal Visi Pengabdian Kepada Masyarakat*, *5*(1), 271–281. https://doi.org/10.51622/pengabdian.v5i1.2055

Syarif, M., Puspitasari, R. T., Nurnajwa, N., Rafidah, N., & Waskito, A. (2024). Education and Training on Organic and Inorganic Waste Management for the Community of RT 1 Bunglai Village. *Jurnal Berkala Kesehatan*, *10*(1), 86. https://doi.org/10.20527/jbk.v10i1.19171

Utami, N. W. A. D., Zulkifli, L., Rasmi, D. A. C., & Sedijani, P. (2024). Exploration of P-Solubilizing and IAA-producing Rhizobacteria from Saline Environments: Their Effects on Vigna radiata Growth-promotion. *Jurnal Biologi Tropis*, *24*(4), 797–806. https://doi.org/10.29303/jbt.v24i4.7968

Zulkifli, L., Rasmi, D. A. C., Sakaroni, R., & Wirajagat, G. C. (2026). Phosphate Solubilization and IAA Production by Rhizosphere Bacteria from Mangrove Ecosystems of Lombok Coast as Potential Biofertilizer Agents. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1631*(1), 012029. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1631/1/012029

Zulkifli, L., Sakaroni, R., Rasmi, D. A. C., & Wirajagat, G. C. (2025). Endophytic Bacteria of Mangrove Roots from the West Coast of Lombok Island with Phosphate-Solubilizing and IAA-Producing Abilities as Biofertilizer Candidates. *Jurnal Biologi Tropis*, *25*(4b), 607–618. https://doi.org/10.29303/jbt.v25i4b.11175