

Pengaruh EM4 Dan MOL terhadap Fermentasi POC Limbah Kulit Telur Ayam

A Study on the Effectiveness of EM4 and MOL as Bioactivators in the Fermentation of Chicken Eggshell Waste into POC

Tirtani Jenny Ary^{1*}, Sukian Wilujeng², Tatuk Tojibatus Sa'adah³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Email korespondensi: jennyary21@gmail.com

ABSTRACT

Chicken eggshell waste is a type of organic waste produced in large quantities by households, the food industry, and poultry farms. Its high calcium carbonate (CaCO_3) content makes this waste a potential raw material for liquid organic fertilizer (LOF). This study aimed to determine the effectiveness of using the bioactivators Effective Microorganisms 4 (EM4) and ecoenzyme-based Local Microorganisms (MOL) on various particle sizes of eggshell waste in the production of LOF. Fermentation was conducted for 28 days, with observations made on days 0, 7, 14, 21, and 28. The parameters observed included temperature, pH, color, and odor. The results showed that the fermentation temperature ranged from 22.3 to 27.3°C and fluctuated throughout the fermentation process. The pH ranged from 4.3 to 5.4 and tended to increase toward the end of fermentation. The pH values obtained met the quality standards for liquid organic fertilizer as stipulated in Ministry of Agriculture Decree No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. The physical characteristics of the liquid organic fertilizer changed, as indicated by a shift in color from pale yellow to dark brown and the development of a characteristic fermented aroma. In general, the use of both EM4 and MOL supports the fermentation of eggshell waste into liquid organic fertilizer with relatively similar characteristics.

Keywords: eggshell waste, liquid organic fertilizer, EM4, MOL, fermentation.

ABSTRAK

Limbah kulit telur ayam merupakan salah satu jenis limbah organik yang dihasilkan dalam jumlah besar oleh rumah tangga, industri pangan, dan peternakan unggas. Kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi menjadikan limbah ini sebagai bahan baku potensial untuk pupuk organik cair (POC). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan keefektifan penggunaan bioaktivator *Effective Microorganisms 4* (EM4) dan *Local Microorganisms* (MOL) berbasis *ecoenzyme* pada berbagai ukuran partikel limbah cangkang telur dalam produksi POC. Fermentasi dilakukan selama 28 hari, dengan pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28. Parameter yang diamati meliputi suhu, pH, warna, dan bau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu fermentasi berkisar antara 22,3 hingga 27,3°C dan berfluktuasi sepanjang proses fermentasi. Nilai pH berkisar antara 4,3 hingga 5,4 dan cenderung meningkat menjelang akhir fermentasi. Nilai pH yang diperoleh memenuhi standar kualitas pupuk organik cair sebagaimana diatur dalam Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Karakteristik fisik pupuk organik cair tersebut mengalami perubahan, yang ditandai dengan pergeseran warna dari kuning pucat menjadi cokelat tua serta munculnya aroma fermentasi yang khas. Secara umum, penggunaan EM4 dan MOL mendukung proses fermentasi limbah kulit telur menjadi pupuk organik cair dengan karakteristik yang relatif serupa.

Kata kunci: limbah kulit telur, pupuk organik cair, EM4, MOL, fermentasi.

PENDAHULUAN

Limbah kulit telur ayam merupakan salah satu jenis limbah organik yang dihasilkan dalam jumlah besar dari rumah tangga, berbagai industri pengolahan makanan, hingga ke sektor peternakan unggas. Hingga saat ini, tingkat pemanfaatan limbah kulit telur ayam masih rendah, karena sebagian besar dibuang sebagai sampah tanpa melalui proses pengolahan lebih lanjut. Faktanya, kulit telur ayam mengandung sekitar 94–97% kalsium karbonat (CaCO_3), protein, dan sejumlah mineral lain yang berpotensi didaur ulang sebagai bahan baku untuk produk-produk bermanfaat, termasuk pupuk organik cair (POC) (Supriadi et al., 2023). Jika tidak dikelola dengan baik, limbah kulit telur ayam dapat menyebabkan pencemaran lingkungan akibat proses penguraian, yang menghasilkan bau tidak sedap dan berpotensi menurunkan kualitas lingkungan sekitar.

Produksi telur ayam ras di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, produksi telur ayam petelur mencapai sekitar 6,31 juta ton pada tahun 2025. Dengan asumsi bahwa kulit telur menyumbang sekitar 10–12% dari berat total telur, volume potensi limbah kulit telur yang dihasilkan diperkirakan mencapai 631.000–757.000 ton per tahun. Sebagai provinsi dengan produksi telur ayam petelur tertinggi di Indonesia, Jawa Timur diperkirakan menghasilkan sekitar 2,02 juta ton telur pada tahun 2025, setara dengan 32% dari total produksi nasional. Ketersediaan limbah dalam jumlah sebesar itu menjadikan kulit telur ayam sebagai sumber bahan organik potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik cair dan berbagai produk lain yang memiliki nilai tambah dan manfaat ekonomi.

Pupuk organik cair (POC) merupakan pupuk yang dihasilkan dari proses penguraian atau fermentasi bahan organik yang mengandung berbagai nutrisi dan senyawa organik yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penggunaan POC semakin meluas karena dapat meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sekaligus membantu mengurangi penggunaan pupuk anorganik sintetis yang berlebihan (Yunilas, 2023).

Kulit telur merupakan limbah organik yang kaya akan kalsium, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman melalui pengolahan menjadi pupuk organik cair. Menurut Nandiyanto et al., 2024, kandungan kalsium karbonat dalam kulit telur dapat larut selama proses fermentasi, sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Sekaringsalih et al., 2025 menunjukkan bahwa limbah kulit telur memiliki potensi yang baik sebagai bahan baku pupuk organik jika diolah melalui proses fermentasi yang dilakukan secara optimal, sehingga menghasilkan pupuk dengan kualitas yang memadai.

Dalam praktiknya, petani dan pelaku usaha kecil sering menggunakan *Effective Microorganisms 4* (EM4) serta Mikroorganisme Lokal (MOL) sebagai bioaktivator dalam proses fermentasi. EM4 adalah produk mikroba siap pakai yang terdiri dari bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi, dan Actinomycetes, yang berfungsi mempercepat dekomposisi bahan organik (Salo Alfriany et al., 2025). Di sisi lain, MOL merupakan hasil fermentasi bahan alami seperti nasi basi, air cucian beras, atau buah-buahan busuk yang mengandung mikroba alami, termasuk *Lactobacillus sp.*, *Azotobacter sp.*, dan *Pseudomonas sp.* (Inrianti et al., 2022). Kedua jenis bioaktivator ini memainkan peran penting dalam mempercepat proses fermentasi serta meningkatkan kandungan unsur hara pada pupuk cair.

Effective Microorganisms 4 (EM4) merupakan bioaktivator komersial yang mengandung berbagai jenis mikroorganisme, seperti bakteri asam laktat, ragi, dan bakteri fotosintetik, yang bekerja secara bersama-sama dalam mempercepat proses penguraian bahan organik. Interaksi antarmikroorganisme tersebut memungkinkan terjadinya pemecahan senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga proses fermentasi berlangsung lebih cepat dan efisien (Mu'tamirah & Harwani, 2021). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan EM4 pada limbah organik mampu mempercepat proses dekomposisi hingga 30–50% dibandingkan tanpa penambahan bioaktivator. Selain itu, aplikasi EM4 juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas produk akhir, baik dari segi kandungan unsur hara maupun kestabilan fisiknya. Penggunaan EM4 diketahui dapat meningkatkan kandungan unsur hara makro, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berperan penting dalam kualitas pupuk organik cair (Siswati et al., 2022).

Mikroorganisme Lokal (MOL) merupakan bioaktivator yang diperoleh dari mikroba alami yang terdapat pada berbagai bahan organik lokal, seperti limbah buah-buahan, sayuran, nasi basi, daun, maupun bahan organik lainnya yang kaya akan mikroorganisme. MOL dibuat melalui proses fermentasi bahan-bahan tersebut sehingga populasi mikroba berkembang dan dapat dimanfaatkan sebagai inokulum untuk mempercepat dekomposisi bahan organik dalam proses fermentasi maupun pengomposan (Rahyuni et al., 2023). Salah satu keunggulan MOL adalah keberadaan mikroorganisme lokal yang telah beradaptasi dengan kondisi lingkungan setempat, sehingga memiliki kemampuan bertahan dan beraktivitas secara optimal meskipun kondisi fermentasi mengalami perubahan atau tidak sepenuhnya terkontrol (Sultoni et al., 2022).

Meskipun demikian, penelitian yang membandingkan secara langsung efektivitas EM4 dan MOL dalam proses fermentasi limbah kulit telur menjadi pupuk organik cair masih relatif sedikit. Pada praktiknya, banyak petani maupun pelaku usaha masih memilih bioaktivator berdasarkan kebiasaan atau pengalaman tanpa mempertimbangkan perbedaan efektivitas yang dihasilkan oleh masing-masing jenis bioaktivator. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan sebagai upaya menemukan alternatif pengelolaan limbah peternakan yang efektif dan berkelanjutan. Mengingat tingginya jumlah limbah kulit telur yang dihasilkan, pemanfaatannya sebagai bahan baku pupuk organik cair tidak hanya berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga dapat mendukung penerapan pertanian berkelanjutan serta konsep ekonomi sirkular pada skala rumah tangga maupun usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Wijaya Kusuma Surabaya pada bulan Februari sampai Mei 2026. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bioaktivator *Effective Microorganisms 4* (EM4) dan *ecoenzym* sebagai sumber Mikroorganisme Lokal pada berbagai ukuran partikel limbah kulit telur dalam proses pembuatan pupuk organik cair (POC).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi limbah kulit telur ayam, bioaktivator EM4, bioaktivator MOL berbasis *ecoenzym*, molase, serta air bersih. Peralatan yang digunakan antara lain blender, ayakan dengan ukuran mesh 20, mesh 40, dan mesh 60, wadah fermentasi kapasitas 15 liter, botol plastik 1,5 liter, pH meter, termometer, alat pengaduk, dan pipa fermentasi.

Penelitian ini menggunakan dua faktor perlakuan, yaitu jenis bioaktivator dan ukuran partikel kulit telur. Faktor bioaktivator terdiri dari EM4 dan MOL, sedangkan faktor ukuran partikel terdiri dari tanpa pengayakan (P_0), mesh 20 (P_1), mesh 40 (P_2), dan mesh 60 (P_3). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh total 24 unit percobaan.

Tahap awal penelitian ini meliputi pembersihan dan pengeringan kulit telur ayam, kemudian dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi bubuk. Bubuk tersebut kemudian diayak sesuai dengan ukuran partikel yang telah ditentukan. Sebanyak 1.000 gram bubuk kulit telur ayam dimasukkan ke masing-masing wadah fermentasi. Larutan fermentasi dibuat dengan mencampurkan 150 molase ke dalam air bersih hingga mencapai volume 1 liter. Secara terpisah, larutan bioaktivator dibuat dengan menambahkan 100 mL bioaktivator sesuai perlakuan ke dalam air bersih hingga mencapai volume 1 liter. Larutan ini kemudian dituangkan ke dalam wadah yang berisi bubuk kulit telur. Air kemudian ditambahkan hingga campuran mencapai volume sekitar 10 liter, sambil menyisakan ruang di wadah untuk menampung gas yang dihasilkan selama fermentasi. Campuran tersebut kemudian diaduk hingga homogen dan difermentasi selama 28 hari.

Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28 proses fermentasi. Parameter yang diamati meliputi suhu, pH, dan karakteristik berupa warna dan aroma dari pupuk organik cair yang dihasilkan. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer, sedangkan nilai pH diukur menggunakan pH meter. Warna dan aroma dinilai secara visual untuk mengevaluasi tingkat kematangan pupuk organik cair tersebut.

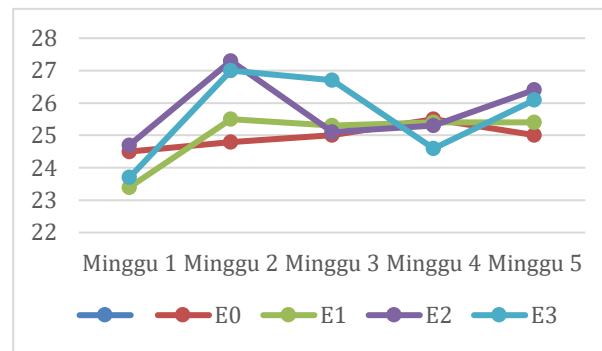
Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan deskripsi untuk menggambarkan perubahan yang terjadi selama proses fermentasi pada setiap perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sekaligus mengetahui proses yang efektif dalam pembuatan pupuk organik cair dengan memanfaatkan sampah organik dari sisa konsumsi rumah tangga maupun industri pangan sebagai bahan bakunya dengan menambahkan bioaktivator EM4 dan MOL. Adapun parameter yang digunakan untuk mengetahui efektif atau tidaknya dengan membandingkan suhu, pH, dan karakteristik pupuk organik cair dari masing-masing sampel yang dihasilkan, dengan lamanya proses fermentasi yaitu 7, 14, 21, dan 28 hari. Pengamatan dilakukan secara berkala setiap seminggu sekali selama proses fermentasi dengan membandingkan ukuran partikel 20 mesh, 40 mesh, dan 60 mesh, kemudian membandingkannya dengan standar baku dari pemerintah berdasarkan peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019.

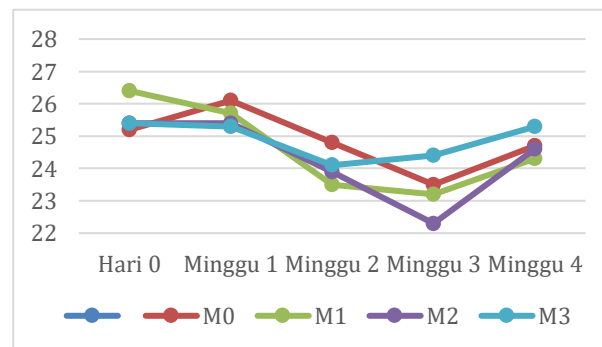
Adapun hasil penelitian dengan parameter suhu dalam sampel yang dihasilkan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

Gambar 1 menunjukkan bahwa suhu pupuk organik cair limbah kulit telur selama fermentasi berada pada kisaran antara 22,3°C hingga 27,3°C. Perlakuan menggunakan bioaktivator E4, suhu cenderung meningkat pada awal fermentasi, kemudian mengalami perubahan hingga akhir masa fermentasi. Suhu tertinggi ada pada perlakuan E2 sebesar 27,3°C pada minggu pertama, sedangkan suhu terendah ditemukan pada perlakuan E1 sebesar 23,4°C pada minggu pertama pembuatan fermentasi pupuk organik cair.



Gambar 1. Grafik Suhu POC Limbah Kulit Telur Ayam dengan Bioaktivator EM4

Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan bioaktivator ecoenzym (MOL) berada pada kisaran antara 23,3°C hingga 26,4°C. Suhu tertinggi diperoleh pada perlakuan M1 yaitu sebesar 26,4°C pada minggu pertama pembuatan fermentasi pupuk organik cair, sedangkan suhu terendah ada pada perlakuan M2 sebesar 22,3°C pada minggu ketiga.



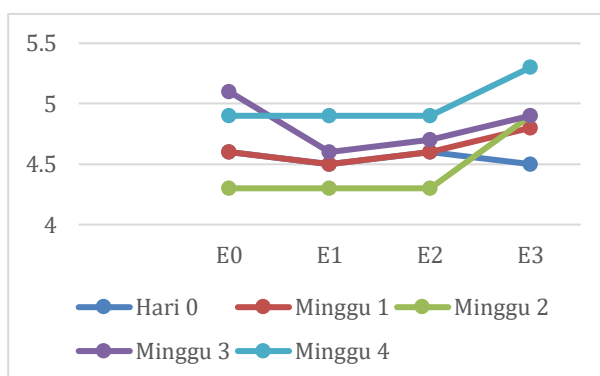
Gambar 2. Grafik Suhu POC Limbah Kulit Telur Ayam dengan Bioaktivator MOL

Pada seluruh perlakuan, suhu cenderung meningkat pada awal fermentasi awal, kemudian menurun pada minggu ketiga, dan kembali meningkat pada minggu keempat. Kenaikan suhu pada tahap awal fermentasi menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Proses metabolisme mikroorganisme tersebut menghasilkan energi dalam bentuk panas sehingga menyebabkan suhu fermentasi meningkat. Seiring berjalannya proses fermentasi, suhu cenderung menurun yang diduga disebabkan oleh berkurangnya ketersediaan bahan organik yang mudah terurai, sehingga aktivitas mikroorganisme menjadi lebih rendah.

Pada tahap akhir fermentasi, terjadi peningkatan suhu meskipun dalam jumlah yang relatif kecil. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses dekomposisi bahan organik masih berlangsung, meskipun tidak seintensif pada fase awal fermentasi. Pola perubahan suhu yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Widyabudiningsih et al., (2021) yang menyatakan adanya perubahan suhu selama proses fermentasi pupuk organik cair dengan penambahan bioaktivator EM4. Temuan ini juga didukung oleh Ekawandani & Halimah, (2021) yang menyatakan bahwa aktivitas mikroorganisme pada fermentasi POC berbahan cangkang telur dapat menyebabkan perubahan suhu selama proses berlangsung. Selain itu, Rahyuni et al., (2023) menjelaskan bahwa perubahan suhu merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menunjukkan aktivitas dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme selama fermentasi.

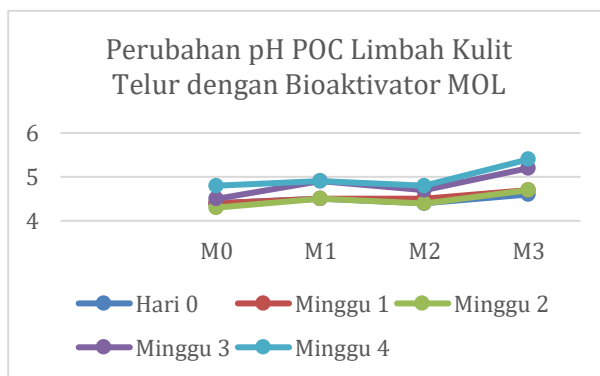
Selain suhu, parameter yang diamati selama proses fermentasi adalah nilai pH. Pengamatan pH dilakukan untuk mengetahui perubahan tingkat keasaman pupuk organik cair selama proses fermentasi berlangsung. Hasil penelitian dengan parameter pH dalam sampel yang dihasilkan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai pH pupuk organik cair limbah kulit telur selama proses fermentasi berada pada rentang 4,3–5,4. Pada perlakuan dengan bioaktivator EM4, nilai pH menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi. Nilai pH tertinggi tercatat pada perlakuan E3, yaitu sebesar 5,3 pada minggu keempat, sedangkan nilai pH terendah ditemukan pada perlakuan E0 dan E1 sebesar 4,3 pada minggu kedua fermentasi.



Gambar 3. Grafik pH POC Limbah Kulit Telur dengan Bioaktivator EM4

Gambar 4 menunjukkan bahwa perlakuan yang menggunakan bioaktivator ecoenzym (MOL) menghasilkan nilai pH dalam kisaran yang sama, yaitu antara 4,3 hingga 5,4. Nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan M3 sebesar 5,4 pada minggu keempat fermentasi, sementara nilai pH terendah terdapat pada perlakuan M0 dan M2 sebesar 4,3 pada minggu kedua.



Gambar 4. Grafik pH POC Limbah Kulit Telur dengan Bioaktivator MOL

Secara keseluruhan, seluruh perlakuan menunjukkan pola yang relatif serupa, yaitu terjadinya peningkatan nilai pH hingga akhir periode fermentasi. Kenaikan pH ini diduga berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang terus menguraikan bahan organik serta memanfaatkan senyawa-senyawa asam yang terbentuk pada tahap awal fermentasi. Berkurangnya akumulasi asam organik menyebabkan kondisi media fermentasi menjadi lebih netral. Hasil penelitian ini sesuai dengan temuan Widyabudiningsih et al., (2021) serta Ekawandani & Halimah, (2021) yang menyatakan

bahwa perubahan nilai pH selama fermentasi dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik.

Secara umum, penggunaan EM4 maupun ecoenzym menunjukkan pola perubahan pH yang relatif serupa. Nilai pH yang diperoleh pada akhir fermentasi berkisar antara 4,3–5,4. Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, kisaran nilai tersebut telah memenuhi standar mutu pupuk organik cair, yaitu pH 4–9. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik cair limbah kulit telur yang dihasilkan memiliki tingkat keasaman yang sesuai dengan persyaratan mutu yang berlaku.

Perubahan suhu dan pH selama fermentasi diikuti oleh perubahan karakteristik fisik pupuk organik cair. Oleh karena itu, pengamatan warna dan aroma dilakukan untuk mengetahui perkembangan proses fermentasi limbah kulit telur pada masing-masing perlakuan. Hasil penelitian dengan parameter karakteristik warna dalam sampel yang dihasilkan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1 menunjukkan bahwa warna pupuk organik cair limbah kulit telur mengalami perubahan selama masa fermentasi. Pada awal fermentasi, seluruh perlakuan memiliki skor warna 2 yang menunjukkan warna kuning pucat. Seiring berlangsungnya proses fermentasi, skor warna terus meningkat hingga mencapai skor 5 pada minggu keempat yang menunjukkan warna cokelat tua. Nilai rerata warna yang diperoleh berkisar antara 3,54–3,68. Rerata warna tertinggi ditemukan pada perlakuan M3 dengan nilai 3,68, sedangkan rerata terendah terdapat pada perlakuan M0 dan M2 yang masing-masing memiliki nilai 3,54.

Tabel 1. Karakteristik Aroma

Perlakuan	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
E0	2	2,3	4	4,7	5
E1	2	2,7	4	4,3	5
E2	2	2,3	3,7	5	5
E3	2	2,7	3,7	4,7	5
M0	2	2,3	3,7	4,7	5
M1	2	3	3,7	4,3	5
M2	2	2	3,7	5	5
M3	2	2,7	4	4,7	5

Sumber: Data primer diolah

Perubahan warna menjadi semakin gelap menandakan bahwa proses penguraian bahan organik berlangsung selama fermentasi. Terbentuknya warna cokelat tua pada akhir fermentasi diduga merupakan hasil dari aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisi bahan organik yang terkandung dalam campuran fermentasi. Menurut Ekawandani & Halimah, (2021), perubahan warna selama proses fermentasi dapat digunakan sebagai salah satu indikator terjadinya dekomposisi bahan organik. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan Widyabudiningsih et al., (2021) yang menyatakan bahwa warna pupuk organik cair cenderung menjadi lebih gelap seiring bertambahnya lama fermentasi. Secara keseluruhan, perlakuan menggunakan EM4 maupun ecoenzym menunjukkan pola perubahan warna yang hampir sama hingga akhir masa pengamatan, yang menandakan bahwa kedua bioaktivator mampu mendukung berlangsungnya proses fermentasi.

Adapun hasil penelitian dengan parameter karakteristik aroma dalam sampel yang dihasilkan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2 menunjukkan bahwa pupuk organik cair limbah kulit telur mengalami perubahan selama masa fermentasi. Nilai rerata aroma yang diperoleh berada pada kisaran 2,32–2,54. Rerata aroma tertinggi ditemukan pada perlakuan E0 dan E2 dengan nilai 2,54, sedangkan rerata terendah diperoleh pada perlakuan M3 sebesar 2,32.

Tabel 2. Karakteristik Warna

Perlakuan	Rerata
E0	2,54
E1	2,4
E2	2,54
E3	2,48
M0	2,34
M1	2,48
M2	2,48
M3	2,32

Sumber: Data primer diolah

Selama proses fermentasi berlangsung, seluruh perlakuan menghasilkan aroma yang khas dari fermentasi bahan organik. Perbedaan skor aroma antar perlakuan tergolong kecil, sehingga menunjukkan bahwa penggunaan bioaktivator EM4 maupun ecoenzym memberikan karakteristik aroma yang relatif serupa. Menurut Rahyuni et al., (2023), perubahan aroma selama fermentasi disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang menguraikan bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Aroma fermentasi yang terdeteksi pada penelitian ini mengindikasikan bahwa proses dekomposisi berlangsung pada semua perlakuan hingga akhir masa pengamatan. Selain itu, perbedaan ukuran partikel kulit telur yang digunakan belum menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap karakteristik aroma pupuk organik cair yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan :

1. Selama proses fermentasi, suhu pupuk organik cair berbahan limbah kulit telur menunjukkan perubahan pada seluruh perlakuan dengan rentang suhu antara 22,3°C hingga 27,3°C. Perubahan suhu yang terjadi selama fermentasi mengindikasikan bahwa aktivitas mikroorganisme masih berlangsung hingga akhir masa pengamatan.
2. Nilai pH pupuk organik cair yang dihasilkan berada pada kisaran 4,3–5,4 dan menunjukkan kecenderungan meningkat seiring berlangsungnya proses fermentasi. Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019, kisaran pH tersebut telah memenuhi persyaratan mutu pupuk organik cair, yaitu berada pada rentang pH 4–9.
3. Karakteristik pupuk organik cair mengalami perubahan selama proses fermentasi, yang ditandai dengan perubahan warna dari kuning pucat menjadi cokelat tua serta munculnya aroma khas hasil fermentasi. Perubahan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa proses fermentasi limbah kulit telur berlangsung dengan baik pada seluruh perlakuan yang diterapkan.

Saran :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan waktu fermentasi yang lebih panjang untuk mengetahui perubahan pupuk organik cair secara lebih mendalam.
2. Perlu dilakukan pengujian aplikasi pupuk organik cair limbah kulit telur pada tanaman untuk mengetahui efektivitasnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ekawandani, N., & Halimah, N. (2021). *Pengaruh Penambahan Mikroorganisme Lokal (MOL) Dari Nasi Basi Terhadap Pupuk Organik Cair Cangkang Telur*. 6(2), 2–9.
- Inrianti, Patras Pumoko, Sepling Paling, & Alber Tulak. (2022). Sosialisasi Dan Pelatihan Pembuatan Mikroorganisme Lokal (Mol) Bonggol Pisang Sebagai Pupuk Organik Cair Dalam Mendukung Pertanian Organik Masyarakat Wamena, Papua Indonesia. *Karunia: Jurnal Hasil Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 1(4), 87–93. <https://doi.org/10.58192/karunia.v1i4.331>
- Mu'tamirah, S., & Harwani, N. P. (2021). *Lontara*. 2(2), 121–132.
- Nandiyanto, A. B. D., Putri, M. E., Fiandini, M., Ragadhita, R., Kurniawan, T., Farobie, O., & Bilad, M. R. (2024). Characteristics of Ammonia Adsorption on Various Sizes of Calcium Carbonate Microparticles from Chicken Eggshell Waste. *Moroccan Journal of Chemistry*, 12(3), 1073–1096. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v12i3.48106>
- Rahyuni, D., Lusiana, & Yuniyarti, S. (2023). *PENGARUH MIKROORGANISME LOKAL (MOL) TERHADAP KUALITAS KOMPOS DAUN JATI (TECTONA GRANDIS) KERING INFLUENCE OF LOCAL MICROORGANISM (MOL) ON THE QUALITY OF DRY JATI (TECTONA GRANDIS) LEAVES COMPOST*. 23(1), 46–55.
- Salo Alfriany, L., Ramba, D., & Allai, E. (2025). Penerapan Pupuk Organik Cair di Lembang Paongan: Langkah Menuju Pertanian Berkelanjutan. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 78–84. <https://doi.org/10.31949/jb.v6i1.10897>
- Sekaringgalih, R., Rachmah, A. N. L., Hakim Raharjo, S., & Ansori. (2025). *Sintesis dan Karakterisasi Kalsium Karbonat Presipitat dari Limbah Cangkang Telur melalui Metode Karbonasi*. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 8(2), 257–265. 8(2), 257–265.
- Siswati, N. D., Theodorus, H., & Eko, W. (2022). *Effective Microorganisms*. 9(1), 63–68.
- Sultoni, S., Miswan, & Nur, A. (2022). *EFEKTIFITAS MIKROORGANISME LOKAL (MoL) LIMBAH NASI SEBAGAI AKTIF ATOR PEMBUATAN PUPUK KOMPOS ORGANIK*.
- Supriadi, D., Milanda, T., Anis, Y. C., Muctaridi, & Abdassah, M. (2023). Calcium Carbonate Isolation From Eggshell To Meet Pharmacopoeial Standards and Its Effectiveness As an Antacids. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 15(5), 204–209. <https://doi.org/10.22159/ijap.2023v15i5.48045>
- Widyabudiningsih, D., Troskialina, L., Fauziah, S., & Siti, N. (2021). *Pembuatan dan Pengujian Pupuk Organik Cair dari Limbah Kulit Buah-buahan dengan Penambahan Bioaktivator EM4 dan Variasi Waktu Fermentasi*. 04(01), 30–39.

534 (Prosiding Seminar Agrifuture: Integrasi Keberlanjutan dan Inovasi Pertanian)

Yunilas, Y. (2023). (2023). *Pemanfaatan Limbah Kulit Telur sebagai Bahan Tambahan Pupuk Organik Cair untuk Pertumbuhan Tanaman Sayur*. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 8(1), 11-20.