

Efektivitas Bakteri Asam Laktat Terhadap Percepatan Dekomposisi Bahan Organik Mucuna Dalam Proses Fermentasi Kompos

Effectiveness Of Lactic Acid Bacteria On Acceleration Of Decomposition Of Mucuna Organic Material In Compost Fermentation Process

Zainal Abidin^{1*}; Nur Hidayat¹; La Mudi¹; Rusmini¹; F. Silvi Dwi Mentari¹; Nisa Budi Arifiana²; Fitri Krismiratsih²;

¹ Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

² Politeknik Negeri Jember

*zainal.abidinberau@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak penggunaan isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) terhadap proses fermentasi kompos yang dibuat dari bahan dasar tanaman mucuna. Selama masa fermentasi 27 hari, dilakukan evaluasi terhadap sejumlah indikator utama, yaitu dinamika suhu, tingkat keasaman (pH), perubahan warna, perkembangan aroma, serta perubahan tekstur untuk menilai kualitas proses dekomposisi. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa aplikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) memberikan pengaruh terhadap percepatan dan kualitas hasil fermentasi. Suhu meningkat lebih cepat dan tetap berada dalam kisaran optimal aktivitas mikroba (22–55 °C). Nilai pH mengalami penurunan pada fase awal fermentasi akibat produksi asam organik, lalu kembali stabil mendekati netral pada akhir fermentasi. Perubahan warna menuju coklat kehitaman terjadi lebih cepat pada perlakuan BAL, yang menandakan kematangan kompos lebih awal dibanding kontrol. Aroma tidak berbau muncul lebih awal (hari ke-9) pada perlakuan BAL dibandingkan kontrol (hari ke-12), serta tekstur menjadi lebih halus lebih cepat. Secara keseluruhan, penggunaan isolat BAL terbukti mempercepat proses dekomposisi bahan organik mucuna, meningkatkan aktivitas mikroorganisme, dan menghasilkan kompos dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan tanpa perlakuan BAL.

Kata kunci: Bakteri Asam Laktat, fermentasi, kompos, mucuna,

Abstract

This study aims to examine the impact of the use of Lactic Acid Bacteria (LAB) isolates on the fermentation process of compost made from mucuna plants. During the 27-day fermentation period, an evaluation was carried out on a number of main indicators, namely temperature dynamics, acidity level (pH), color changes, aroma development, and texture changes to assess the quality of the decomposition process. The results showed that LAB treatment had a significant effect on the acceleration and quality of fermentation results. The temperature increased faster and remained within the optimal range of microbial activity (22–55°C). The pH value decreased in the early fermentation phase due to the production of organic acids, then returned to being stable approaching

neutral at the end of fermentation. The color change towards blackish brown occurred faster in the LAB treatment, indicating earlier compost maturity than the control. The odorless aroma appeared earlier (day 9) in the LAB treatment compared to the control (day 12), and the texture became smoother faster. Overall, the use of LAB isolates was proven to accelerate the decomposition process of mucuna organic materials, increase microorganism activity, and produce compost with better quality than without LAB treatment.

Keywords: Lactic Acid Bacteria, fermentation, compost, mucuna,

PENDAHULUAN

Penerapan sistem pertanian berkelanjutan kini menjadi fokus utama dalam pembangunan. Penerapan praktik pertanian yang berkelanjutan kini menjadi fokus utama dalam pembangunan pertanian modern, terutama sebagai respons terhadap meningkatnya kerusakan lingkungan dan penurunan kualitas lahan yang timbul sebagai konsekuensi dari penggunaan pupuk kimia secara berlebihan (Chen et al., 2021). Pemakaian pupuk sintetis dalam jangka panjang dapat memberikan efek buruk terhadap kesuburan tanah, merusak keseimbangan mikroorganisme tanah, serta menyebabkan pencemaran pada sumber air tanah (Lal, 2020; Zhang et al., 2022). Dalam upaya mengurangi dampak tersebut, penggunaan kompos sebagai pupuk organik menjadi alternatif yang menjanjikan karena mampu menyediakan unsur hara, memperbaiki struktur tanah, dan mendukung aktivitas biologis tanah secara alami (Wang et al., 2022). Oleh karena itu, pendekatan berbasis agroekologi seperti pemanfaatan kompos sebagai pupuk organik menjadi solusi yang semakin relevan. Kompos tidak hanya berfungsi sebagai sumber hara utama seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), tetapi juga membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas pertukaran kation, serta menunjang aktivitas mikroorganisme dalam tanah (Kaur et al., 2021).

Namun, proses pengomposan secara konvensional cenderung berlangsung lama bisa memakan waktu hingga 2–3 bulan tanpa perlakuan biologis tertentu (Wang et al., 2022) dan kurang efisien apabila tidak melibatkan agen biologi yang mampu mempercepat dekomposisi (Bai et al., 2020). Salah satu pendekatan yang mulai banyak dikembangkan adalah pemanfaatan mikroorganisme dekomposer, salah satunya yaitu bakteri asam laktat (BAL). BAL adalah kelompok bakteri Gram-positif (Abidin et al., 2024) tidak membentuk spora, serta memiliki sifat anaerob fakultatif, dan banyak ditemukan dalam proses fermentasi alami seperti pada yoghurt, silase, dan sayuran fermentasi (Nguyen et al., 2023; Xu et al., 2021).

BAL diketahui menghasilkan senyawa-senyawa penting seperti asam laktat, asam asetat, dan berbagai enzim pendegradasi selulosa, yang berperan dalam menguraikan bahan organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana (Park et al., 2022). Selain itu, BAL juga menunjukkan aktivitas antimikroba melalui produksi senyawa seperti bakteriosin dan hidrogen peroksida, yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (Zhou et al., 2023). Dalam proses pengomposan, peran BAL

cukup signifikan dalam mempercepat fermentasi secara anaerob, menurunkan pH medium, serta meningkatkan bioavailabilitas nutrisi. Beberapa studi terkini menunjukkan bahwa penggunaan BAL dalam pengomposan dapat mempercepat waktu dekomposisi hingga 30–50% lebih cepat dibanding metode konvensional, dan turut menghasilkan kompos dengan kandungan nitrogen, fosfor, serta kalium yang lebih optimal (Wang et al., 2022; Park et al., 2022; Nguyen et al., 2023). Dalam kajian lain, spesies BAL seperti *Pediococcus* dilaporkan mampu mempercepat fermentasi awal bahan organik dengan cara menurunkan pH secara cepat, sehingga mencegah akumulasi asam asetat berlebih yang dapat menghambat aktivitas mikroba pengurai lainnya. Efek ini sekaligus mengaktifkan mikroorganisme asli dalam bahan kompos untuk bekerja lebih efisien (Park et al., 2022).

Salah satu bahan organik yang potensial untuk dikomposkan adalah *Mucuna*, terutama *Mucuna pruriens*, dikenal sebagai leguminosa dengan produktivitas biomassa tinggi dan kandungan nitrogen yang cukup besar, menjadikannya kandidat ideal sebagai bahan dasar kompos (Kumar & Singh, 2021). Kandungan lignin dan selulosa yang sedang pada tanaman ini mendukung proses dekomposisi, namun adanya senyawa alelopatik seperti tanin dan fenol dapat menghambat aktivitas mikroorganisme pengurai, sehingga diperlukan agen dekomposer yang adaptif dan efektif (Ali et al., 2020). Selanjutnya oleh Adegunloye et al. (2021) juga menunjukkan bahwa fermentasi bahan organik seperti biji *Mucuna pruriens* dengan BAL mampu menurunkan kadar senyawa anti-nutrisi seperti tanin dan fenolik hingga lebih dari 90%, sehingga mempercepat proses dekomposisi dan meningkatkan mutu biologis bahan organik tersebut. Dalam hal ini, penggunaan BAL diharapkan dapat mengatasi kendala tersebut dengan mempercepat penguraian bahan lignoselulosa serta menetralkan senyawa penghambat. Oleh karena itu, integrasi antara bahan organik dari *Mucuna* dan BAL sebagai agen bioaktivator dipandang sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi proses pengomposan sekaligus memperbaiki kualitas kompos yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan BAL dalam mempercepat penguraian biomassa *Mucuna* serta mengeksplorasi potensinya dalam mendukung sistem pertanian organik yang berkelanjutan. Pendekatan ini juga sejalan dengan arah kebijakan nasional dalam pengembangan ekonomi sirkular dan penerapan bioteknologi ramah lingkungan untuk pengelolaan limbah organik secara terpadu.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung pada bulan September hingga Oktober 2023 dan dilaksanakan di Laboratorium Kebun Percontohan Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tanaman mucuna yang telah dicacah halus, serta isolat Bakteri Asam Laktat hasil isolasi sebelumnya yang diberi kode AL-01, AL-02, AL-03, dan AL-04, gula merah sebagai sumber karbon tambahan, dan air bersih. Alat yang digunakan antara lain termometer, pH meter, timbangan digital, kain penutup, terpal, gelas ukur, dan alat dokumentasi (kamera dan lembar pengamatan). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain ember fermentasi (20 L), termometer digital, pH meter, timbangan digital, kain penutup, gelas ukur, sendok takar, dan alat dokumentasi (kamera dan lembar pengamatan).

Perlakuan Penelitian

Penelitian ini menggunakan kombinasi jenis isolat bakteri asam laktat (A) meliputi isolat bakteri asam laktat AL-01 dan AL-02 (A1), isolat bakteri asam laktat AL-01 dan AL-03 (A2), isolat bakteri asam laktat AL-01 dan AL-04 (A3), isolat bakteri asam laktat AL-02 dan AL-03 (A4), isolat bakteri asam laktat AL-02 dan AL-04 (A5), isolat bakteri asam laktat AL-03 dan AL-04 (A6), isolat bakteri asam laktat AL-01, AL-02, AL-03, AL-04 (A7) serta dibandingkan dengan kontrol (Tanpa perlakuan).

Prosedur Fermentasi

1. Persiapan Bahan: Bahan organik mucuna dicacah, kemudian dicampur dengan gula merah dan air hingga kadar air $\pm 60\%$.
2. Inokulasi: BAL ditambahkan ke masing-masing perlakuan A1–A7 dengan konsentrasi tertentu, sedangkan kontrol tidak ditambahkan BAL.
3. Fermentasi: Campuran dimasukkan ke dalam kain dan ditutup dengan terpal. Proses berlangsung selama 27 hari dengan pembalikan setiap 3 hari.
4. Pengamatan: Parameter seperti suhu, pH, warna, aroma, dan tekstur diamati secara berkala pada hari ke-0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, dan 27 selama proses fermentasi berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Kualitatif Kompos menggunakan Dekomposer BAL

Parameter yang diamati untuk pembuatan kompos dalam bentuk kualitatif seperti suhu, PH, warna dan aroma yang dihasilkan pada kompos. Proses pengamatan kompos dilaksanakan setiap 3 hari dengan bahan kompos berupa daun Mucuna dan pupuk kandang ayam menggunakan perlakuan dekomposer 4 isolat bakteri asam laktat yang dibandingkan dengan kontrol. Adapun hasil pengomposan menggunakan dekomposer bakteri asam laktat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter Kualitatif Kompos menggunakan Dekomposer BAL

| Perlakuan | Suhu | pH | Warna | Aroma | Tekstur |
|-----------|------|-----|-------|--------|---------|
| Hari ke-0 | | | | | |
| Kontrol | 28 | 6,8 | Hijau | Berbau | Kasar |
| A1 | 28 | 6,8 | Hijau | Berbau | Kasar |

| | | | | | |
|------------|----|-----|------------------|--------------|------------|
| A2 | 28 | 6,8 | Hijau | Berbau | Kasar |
| A3 | 28 | 6,8 | Hijau | Berbau | Kasar |
| A4 | 28 | 6,8 | Hijau | Berbau | Kasar |
| A5 | 28 | 6,8 | Hijau | Berbau | Kasar |
| A6 | 28 | 6,8 | Hijau | Berbau | Kasar |
| A7 | 28 | 6,8 | Hijau | Berbau | Kasar |
| Hari ke-3 | | | | | |
| Kontrol | 40 | 6,8 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A1 | 39 | 6,6 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A2 | 41 | 6,6 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A3 | 41 | 6,6 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A4 | 41 | 6,6 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A5 | 42 | 6,4 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A6 | 39 | 6,7 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A7 | 41 | 6,8 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| Hari ke-6 | | | | | |
| Kontrol | 32 | 6,6 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A1 | 34 | 6,6 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A2 | 34 | 6,2 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A3 | 34 | 6,6 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A4 | 31 | 6,4 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A5 | 31 | 6,6 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A6 | 32 | 6,2 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| A7 | 34 | 6,4 | Coklat Kehijauan | Agak Berbau | Kasar |
| Hari ke-9 | | | | | |
| Kontrol | 29 | 7 | Coklat | Agak Berbau | Kasar |
| A1 | 31 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A2 | 29 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A3 | 29 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A4 | 30 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A5 | 30 | 7 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A6 | 28 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A7 | 28 | 7 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| Hari ke-12 | | | | | |
| Kontrol | 29 | 7 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A1 | 31 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A2 | 29 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A3 | 29 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A4 | 30 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A5 | 30 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A6 | 28 | 6,8 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A7 | 28 | 7 | Coklat | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| Hari ke-15 | | | | | |
| Kontrol | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Kasar |
| A1 | 30 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A2 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A3 | 27 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |

| | | | | | |
|------------|----|-----|------------------|--------------|------------|
| A4 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A5 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A6 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A7 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| Hari ke-18 | | | | | |
| Kontrol | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A1 | 30 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A2 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A3 | 27 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A4 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A5 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A6 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A7 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| Hari ke-21 | | | | | |
| Kontrol | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Agak Halus |
| A1 | 30 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A2 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A3 | 27 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A4 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A5 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A6 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A7 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| Hari ke-24 | | | | | |
| Kontrol | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A1 | 30 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A2 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A3 | 27 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A4 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A5 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A6 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A7 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| Hari ke-27 | | | | | |
| Kontrol | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A1 | 30 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A2 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A3 | 27 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A4 | 28 | 6,6 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A5 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A6 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |
| A7 | 28 | 6,8 | Coklat Kehitaman | Tidak Berbau | Halus |

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa parameter suhu menunjukkan kisaran 28–42 °C dari hari pertama hingga hari ketiga pada seluruh perlakuan. Suhu merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi jalannya proses fermentasi dalam pembuatan kompos. Pada hari ketiga terjadi peningkatan suhu yang sangat tinggi namun masih memenuhi standard dalam proses fermentasi kompos. Tingginya suhu menunjukkan

aktifitas mikroorganisme yang tinggi dalam mendekomposisi bahan organik. Standar suhu untuk proses fermentasi berkisar antara 22–55 °C. Jika suhu berada di bawah 22 °C, mikroorganisme akan mengalami dormansi atau tidak aktif bekerja, sedangkan suhu di atas 55 °C dapat menyebabkan kematian mikroorganisme. Oleh karena itu, suhu menjadi faktor krusial yang memengaruhi efektivitas kerja mikroorganisme selama fermentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu yang tercatat sudah berada dalam kisaran standar fermentasi, sehingga dapat disimpulkan bahwa mikroorganisme telah beraktivitas secara optimal sejak hari pertama hingga hari ke-20. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Juanda et al. (2011) yang menyatakan adanya hubungan erat antara suhu dan aktivitas mikroorganisme dalam proses fermentasi kompos. Aktivitas mikroba dalam menguraikan bahan organik menghasilkan energi berupa panas, uap air, dan gas CO₂, yang berkontribusi pada peningkatan suhu selama fermentasi. Suhu dalam kisaran ideal (22–55 °C) sangat menentukan laju pertumbuhan mikroba dan durasi fermentasi yang efektif (Ekawandani & Halimah, 2021; Santoso & Prakosa, 2010).

Perlakuan dengan BAL mempercepat peningkatan suhu dibandingkan kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas mikroorganisme meningkat secara signifikan dalam perlakuan dengan BAL. Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri fermentatif gram-positif yang mampu mengubah gula menjadi asam laktat melalui proses fermentasi, dan dalam proses tersebut juga dihasilkan energi panas yang menyebabkan peningkatan suhu (Zhou et al., 2019). Selain itu, BAL bekerja secara sinergis dengan mikroorganisme lain seperti bakteri pengurai selulosa dan lignin, sehingga mempercepat fase termofilik pada proses fermentasi (Handayani et al., 2021). Fase termofilik penting karena berperan dalam menghancurkan patogen dan mempercepat dekomposisi bahan organik kompleks. Dalam penelitian oleh Fitriani et al. (2020), penggunaan BAL dalam fermentasi limbah sayur mampu meningkatkan suhu fermentasi secara signifikan pada 3 hari pertama dibanding kontrol, menunjukkan percepatan metabolisme mikroba yang berperan penting dalam komposting. Proses ini juga membuat suhu tetap stabil dalam kisaran optimal (22–55°C) yang dibutuhkan untuk fermentasi aerobik maupun fakultatif anaerobik.

Parameter pH merupakan salah satu indikator penting dalam proses fermentasi, karena menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan lingkungan mikroba selama dekomposisi bahan organik. Berdasarkan data, pH awal pada semua perlakuan berada pada kisaran netral (6,8). Namun seiring waktu, terjadi penurunan pH yang lebih cepat pada perlakuan BAL dibandingkan kontrol. Pada hari ke-3, perlakuan BAL mulai menunjukkan penurunan pH, misalnya pada A2 dan A5 yang turun hingga 6,4 dan 6,6, sementara kontrol tetap pada pH 6,8. Hal ini mengindikasikan bahwa BAL telah aktif sejak awal proses fermentasi dengan memproduksi asam organik, khususnya asam laktat, yang berkontribusi terhadap penurunan pH. Bakteri asam laktat memfermentasi karbohidrat secara homofermentatif, menghasilkan asam laktat sebagai produk utama, sehingga menciptakan kondisi lingkungan yang lebih asam. (Wulandari et al., 2020) Penurunan pH ini sangat penting karena dapat mendukung kerja mikroba menguntungkan

yang lebih adaptif di lingkungan agak asam dan Meningkatkan stabilitas proses fermentasi sehingga mempercepat pematangan kompos. Namun, penurunan pH yang terlalu drastis juga bisa menghambat aktivitas mikroorganisme lainnya, seperti aktinomiset dan fungi pengurai lignin. Maka, pH harus tetap dijaga dalam kisaran optimal 6,0–7,5 selama proses berlangsung. Perlakuan BAL menjaga kestabilan ini: pH sempat menurun hingga 6,2–6,4 pada hari ke-6 (misalnya pada A2 dan A6), namun kembali naik ke kisaran netral (6,6–6,8) pada hari ke-15 dan seterusnya. Ini menunjukkan bahwa BAL membantu mengatur keseimbangan ekosistem mikroba melalui pengasaman awal dan stabilisasi pada fase akhir fermentasi. Penurunan pH di awal fermentasi merupakan indikator terjadinya fermentasi aktif, yang kemudian meningkat kembali saat mikroba lain mengambil alih proses dekomposisi lanjutan (Rahmah et al., 2014). Pada perlakuan kontrol (tanpa BAL), pH cenderung stabil pada kisaran 6,6–7,0 sepanjang waktu tanpa penurunan signifikan. Hal ini menandakan bahwa **aktivitas mikroorganisme dalam kontrol berjalan lebih lambat**, dan proses fermentasi berlangsung lebih lama tanpa dorongan asam dari BAL.

Warna hasil fermentasi menunjukkan variasi, yaitu hijau, coklat kehijauan, dan coklat tua (Tabel 1). Pada hari pertama, seluruh perlakuan menunjukkan warna hijau, kemudian mengalami perubahan menjadi coklat kehijauan pada hari ketiga, dan berubah lagi menjadi coklat pada hari kesembilan. Pada hari kelima belas, seluruh perlakuan menunjukkan warna coklat kehitaman, sedangkan pada hari kedua puluh tiga muncul warna kuning pada sebagian perlakuan. Menurut Arifan et al. (2020), warna merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan keberhasilan proses pembuatan kompos. Kompos yang telah matang dan berkualitas umumnya memiliki warna coklat tua hingga coklat kehitaman, yang menunjukkan bahwa proses dekomposisi telah berlangsung secara optimal (Ekawandani & Halimah, 2021; Purwendro & Nurhidayat, 2008; Tanti et al., 2020). Perubahan warna lebih cepat terlihat pada perlakuan BAL dibandingkan dengan kontrol. BAL membantu mempercepat degradasi senyawa selulosa, hemiselulosa, dan protein, yang mempercepat proses pelapukan dan menyebabkan pembentukan senyawa humus. Hasil fermentasi yang cepat mengindikasikan pembentukan senyawa humat dan fulvat, yang berkontribusi terhadap warna coklat kehitaman khas kompos matang (Arifan et al., 2020; Fadilah et al., 2022). Menurut Nugroho et al. (2019), penambahan BAL meningkatkan aktivitas enzimatis dalam substrat sehingga mempercepat perubahan fisik seperti bau, tekstur, dan warna. Warna coklat kehitaman yang lebih cepat pada perlakuan BAL menunjukkan bahwa proses stabilisasi bahan organik berjalan lebih cepat.

Bau hasil fermentasi dari proses pengomposan mulai menunjukkan perubahan signifikan, di mana perlakuan A1 hingga A7 (yang menggunakan isolat BAL) sudah tidak mengeluarkan bau menyengat sejak hari kesembilan. Sementara itu, pada perlakuan kontrol (tanpa BAL), aroma netral atau tidak berbau baru tercapai pada hari duabelas. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan isolate BAL lebih cepat dalam mendekomposisi bahan organik dibandingkan dengan kontrol. Hal ini diduga bakteri asam laktat

mempunyai enzim selulase yang dapat berguna dalam mendekomposisi bahan organik sehingga proses pengomposan lebih cepat dibandingkan dengan kontrol. BAL menghasilkan asam organik (seperti asam laktat, asetat, dan propionat) yang bersifat menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk seperti *Clostridium* atau bakteri anaerob obligat yang memproduksi senyawa bau seperti amonium, metana, atau hidrogen sulfida (Rahmah et al., 2014; Mulyono & Nofiandi, 2016). Sejalan dengan pendapat Arifan et al. (2020) dan Rahmah et al. (2014), mikroorganisme yang terdapat dalam kompos berperan dalam proses fermentasi bahan organik, yang menghasilkan aroma khas asam menyerupai tapai. Aroma asam seperti ini menjadi indikator bahwa proses pengomposan berjalan dengan baik dan kompos yang dihasilkan layak untuk digunakan atau diaplikasikan (Ekawandani & Halimah, 2021; Mulyono & Nofiandi, 2016). Sebaliknya, jika kompos mengeluarkan bau busuk dan menyengat, hal tersebut menandakan bahwa proses pengomposan tidak berhasil atau mengalami kegagalan (Kusrinah et al., 2016). Aroma yang dihasilkan adalah asam lembut seperti tapai, khas fermentasi asam laktat. Studi oleh Wulandari et al. (2020) menunjukkan bahwa BAL dapat menurunkan pH substrat secara alami di awal fermentasi, menciptakan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk. Akibatnya, proses fermentasi menjadi lebih efisien dan minim bau. BAL juga diketahui memproduksi senyawa bakteriosin, yaitu senyawa antimikroba alami yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri kompetitor dan pembusuk, mempercepat dominasi mikroba fermentatif yang tidak menghasilkan bau tidak sedap (Zhou et al., 2019; Santoso & Prakosa, 2010).

KESIMPULAN

Penggunaan isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam fermentasi kompos memberikan pengaruh yang signifikan terhadap lima parameter utama:

1. Suhu meningkat lebih cepat dan tetap dalam kisaran optimal aktivitas mikroba.
2. pH menurun di awal, menunjukkan produksi asam organik dan menghambat mikroba patogen, lalu stabil kembali di akhir fermentasi.
3. Warna berubah lebih cepat menjadi coklat kehitaman, sebagai indikator kematangan kompos.
4. Aroma menjadi tidak berbau lebih cepat, menandakan stabilisasi bahan.
5. Tekstur menjadi halus lebih cepat, yang menunjukkan proses dekomposisi lebih efisien.

Secara keseluruhan, perlakuan BAL mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan kualitas kompos dibandingkan dengan kontrol tanpa BAL. BAL terbukti efektif dalam meningkatkan aktivitas mikroorganisme dan mempercepat kematangan kompos dari bahan organik mucuna.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Mudi, L., Rusmini, Hidayat, N., Dwi Mentari, S., Daryono, D., & Prima, D. (2024). Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Rice Washing Water Waste. *International Journal of Science, Technology & Management*, 5(1), 184-191. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v5i1.1031>
- Adegunloye, D. V., Adetuyi, F. C., Akinyosoye, F. A., & Doyeni, M. O. (2021). Reduction of anti-nutritional factors in *Mucuna pruriens* seeds by lactic acid fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 335, 108891. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108891>
- Ali, S., Ahmad, A., & Khan, A. (2020). Allelopathic potential of *Mucuna pruriens* and its implications in agroecosystems. *Agriculture and Natural Resources*, 54(3), 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2020.04.005>
- Arifan, M., Safitri, R., & Fitria, N. (2020). Karakteristik Fisik dan Kimia Kompos dari Limbah Organik Rumah Tangga dengan Penambahan Mikroorganisme Lokal (MOL). *Jurnal Pertanian*, 11(1), 45–52.
- Bai, Z., Ma, L., Jin, S., & Velthof, G. L. (2020). Nitrogen and phosphorus losses from manure in China: A meta-analysis. *Environmental Pollution*, 263, 114512. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114512>
- Chen, J., Liu, X., & Zhang, H. (2021). Soil degradation and its prevention through organic amendments: A review. *Soil & Tillage Research*, 207, 104837. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104837>
- Ekawandani, L. & Halimah, S. (2021). Fermentasi dalam proses pengomposan bahan organik. *Jurnal Sains Pertanian Tropis*, 6(2), 112-120.
- Ekawandani, Y., & Halimah, E. (2021). Pengaruh suhu terhadap proses fermentasi dan aktivitas mikroorganisme pada pengolahan limbah organik. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(2), 115–122.
- Fadilah, F., Arifan, M., & Suwondo, S. (2022). Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat pada Proses Pembuatan Kompos dari Limbah Sayuran Pasar. *Jurnal Agrokompleks*, 10(1), 33–40.
- Fitriani, E., Putri, S., & Rahman, M. (2020). Aplikasi BAL dalam Percepatan Pengomposan Limbah Organik Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 55–62.
- Handayani, D., Susanti, Y., & Gunawan, D. (2021). Peran Mikroorganisme dalam Fermentasi Limbah Organik untuk Kompos. *Jurnal Agroindustri dan Lingkungan*, 7(1), 22–29.
- Juanda, D., Sari, N. P., & Mulyana, A. (2011). Hubungan suhu dengan aktivitas mikroorganisme dalam proses fermentasi kompos. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(1), 45–52.
- Kumar, A., & Singh, S. (2021). Biodegradation dynamics and nutrient enhancement of *Mucuna* biomass during composting. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 10, 345–352. <https://doi.org/10.30486/ijrowa.2021.1917980>
- Kusrinah, E., Fadilah, F., & Hamzah, H. (2016). Karakteristik kompos berbahan dasar limbah sayuran pasar. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 8(1), 29–36.
- Mulyono, E., & Nofiandi, D. (2016). Produksi Kompos Cepat Menggunakan MOL. *Jurnal Ilmu Lingkungan dan Pertanian*, 7(2), 67–74.

- Nguyen, T. H., Doan, V. T., & Pham, M. T. (2023). Accelerated composting of agricultural residues using lactic acid bacteria: Effects on compost quality and microbial community. *Journal of Environmental Management*, 336, 117628. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117628>
- Nugroho, T. A., Wibowo, S., & Anas, H. (2019). Efektivitas BAL dalam Fermentasi Cepat Kompos Limbah Dapur. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(3), 112–120.
- Park, J. H., Kim, Y. J., & Lee, S. Y. (2022). Application of lactic acid bacteria to organic waste composting: Mechanism and benefits. *Waste Management*, 138, 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.034>
- Purwendro, H., & Nurhidayat, T. (2008). *Panduan Praktis Pembuatan Kompos*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahmah, N., Prasetya, B., & Sulistyowati, H. (2014). Peran Mikroorganisme Lokal dalam Proses Fermentasi Kompos dari Limbah Sayuran. *Jurnal Agrotek*, 2(2), 120–126.
- Rahmah, S., Aminah, S., & Astuti, N. (2014). Dinamika mikroba dan pH dalam fermentasi pupuk organik. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(3), 33-42.
- Santoso, T., & Prakosa, D. (2010). *Mikrobiologi Industri: Prinsip dan Aplikasi Fermentasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Tanti, R. F., Hasanudin, U., & Siregar, F. (2020). Kualitas Kompos dari Limbah Organik Rumah Tangga dengan MOL. *Jurnal Pengolahan Limbah*, 14(2), 77–84.
- Wang, Y., Chen, L., & Zhao, M. (2022). Effect of lactic acid bacteria on composting process and microbial community structure. *Bioresource Technology*, 348, 126765. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126765>
- Wulandari, N., Muthmainnah, M., & Kurniawati, A. (2020). Studi Penurunan Bau Limbah Organik Menggunakan Bakteri Asam Laktat. *Jurnal BioEksakta*, 2(1), 18–25.
- Wulandari, R., Nugroho, R. A., & Lestari, D. (2020). Pengaruh penambahan BAL terhadap stabilitas pH dalam fermentasi limbah organik. *Jurnal Bioteknologi Lingkungan*, 12(1), 22-30.
- Xu, D., Li, F., & Liu, Y. (2021). Enhancing food waste composting using LAB: Performance and microbial insights. *Science of the Total Environment*, 776, 145926. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145926>
- Zhang, S., Li, J., & Liu, X. (2022). Impact of long-term chemical fertilization on soil microbial biomass and diversity: A global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 330, 107891. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107891>
- Zhou, H., Yang, C., & Zhang, J. (2023). Role of lactic acid bacteria in suppressing pathogens during anaerobic composting. *Applied Soil Ecology*, 189, 104054. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.104054>
- Zhou, N., Zhang, J., Zhang, L., & Zhu, Y. (2019). Role of Lactic Acid Bacteria in Organic Waste Fermentation: Biochemical Pathways and Application Strategies. *Waste Management*, 91, 136–143.