

# PEMANFAATAN ISOLAT BAKTERI DEKOMPOSER SEBAGAI BIOAKTIVATOR KOMPOS SAMPAH DEDAUNAN DAN BAGLOG JAMUR

## *Utilization of Decomposer Bacterial Isolate as Bioactivator of Composted Leaf Waste and Mushroom Baglogs*

Fahrizal Hazra<sup>1)\*</sup>, Risa Rosita<sup>2)</sup>, dan Ghina Radhiyya Rahmadani<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

<sup>2)</sup> SEAMEO BIOTROP, Bogor, Indonesia

### ABSTRACT

Compost is an organic fertilizer that comes from the weathering of organic materials. The conventional composting process takes a long time so the addition of bioactivators is needed to accelerate the composting process. Environmental Technology and Security (ETS) section of SEAMEO BIOTROP in 2023 produced BIOTROP Compost (BIOPOS) as a result of self-management of leaf waste and mushroom baglogs at SEAMEO BIOTROP. However, BIOPOS still needs further development to explore decomposer bacteria that can be used as BIOPOS bioactivators to accelerate the composting process and improve the quality of the compost produced. This study aims to isolate, characterize, and test the effectiveness of decomposer bacteria as BIOPOS bioactivators in decomposing organic materials. Bacterial isolates BIOPB, BIOKB, BIOPI, KSCMI, and TJCMB were characterized morphologically, physiologically, and biochemically. Experimental methods were carried out in production and application of BIOPOS bioactivator. The characterization results showed that the bacterial isolates BIOPB, BIOKB, KSCMI, and TJCMB have potential as decomposer bacteria. Bioactivators made using decomposer bacterial isolates were more effective in decomposing BIOPOS materials than EM4, as seen from the high temperature of BIOPOS which reached 52 °C.

Keywords: bioactivator, BIOPOS, decomposer bacteria, temperature

### ABSTRAK

Kompos merupakan pupuk organik yang berasal dari hasil pelapukan bahan-bahan organik. Proses pengomposan secara konvensional membutuhkan waktu yang lama sehingga diperlukan penambahan bioaktivator untuk mempercepat proses pengomposan. Environmental Technology and Security (ETS) section SEAMEO BIOTROP pada tahun 2023 menghasilkan BIOTROP Kompos (BIOPOS) sebagai hasil pengelolaan mandiri sampah dedaunan dan baglog jamur di SEAMEO BIOTROP. Namun, BIOPOS masih perlu dikembangkan lebih lanjut untuk dilakukan eksplorasi bakteri dekomposer yang dapat dijadikan bioaktivator BIOPOS guna mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan mengisolasi, karakterisasi, dan menguji efektivitas bakteri dekomposer sebagai bioaktivator BIOPOS dalam mendekomposisi bahan organik. Isolat bakteri BIOPB, BIOKB, BIOPI, KSCMI, dan TJCMB dikarakterisasi secara morfologi, fisiologi, dan biokimia. Metode eksploratori dilakukan dalam pembuatan dan pengaplikasian bioaktivator BIOPOS. Hasil karakterisasi menunjukkan isolat bakteri BIOPB, BIOKB, KSCMI, dan TJCMB berpotensi sebagai bakteri dekomposer. Bioaktivator yang dibuat menggunakan isolat bakteri dekomposer lebih efektif dalam mendekomposisi bahan BIOPOS dibandingkan EM4 dilihat dari tingginya suhu BIOPOS yang mencapai 52 °C.

Kata kunci: bakteri dekomposer, bioaktivator, BIOPOS, suhu

### PENDAHULUAN

Kompos merupakan pupuk organik yang berasal dari hasil pelapukan bahan-bahan organik seperti dedaunan, buah-buahan, sayuran, dan bahan organik lainnya yang diurai secara biologis oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Proses pengomposan secara konvensional membutuhkan waktu yang lama sehingga diperlukan penambahan bioaktivator untuk mempercepat proses pengomposan (Aulia *et al.*, 2023; Frida *et al.*, 2022). Pengomposan harus melalui empat fase yaitu fase mesofilik, fase termofilik, fase pendinginan, dan fase pematangan. Pada fase mesofilik, mikroorganisme hidup pada kisaran suhu 10-40 °C dan bertugas memperkecil ukuran partikel bahan organik untuk mempercepat proses pengomposan. Pada fase termofilik,

mikroorganisme hidup pada kisaran suhu 45-60 °C dan bertugas mengonsumsi karbohidrat serta protein sehingga bahan organik dapat terdegradasi dengan cepat. Pada fase pendinginan dan pematangan, jumlah mikroorganisme termofilik akan berkurang karena bahan makanan yang juga berkurang sehingga mikroorganisme mesofilik beraktivitas kembali. Mikroorganisme mesofilik akan merombak sisa bahan organik dari proses sebelumnya menjadi gula yang lebih sederhana (Putri *et al.*, 2022).

Environmental and Security (ETS) section SEAMEO BIOTROP pada tahun 2023 menghasilkan BIOPOS (BIOTROP Kompos) sebagai hasil pengelolaan mandiri sampah dedaunan dan baglog jamur di SEAMEO BIOTROP. BIOPOS memiliki kandungan N (0.54%), P (36.8%), dan K (7.23%) yang sudah memenuhi standar kualitas kompos SNI 19-7030-2004 (Rosita *et al.*, 2024).

\*) Penulis Korespondensi: Telp. +6285695768399; Email. fhazra2011@yahoo.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.26.2.85-90>

Namun, BIOPOS masih perlu dikembangkan lebih lanjut untuk dilakukan eksplorasi bakteri dekomposer yang dapat dijadikan bioaktivator BIOPOS guna mempercepat proses pengomposan. Bakteri dekomposer yang mampu merombak komponen-komponen organik ditemukan pada banyak sumber seperti tanah bekas perkebunan jagung (Faesal *et al.*, 2017) dan kotoan sapi (Satwika *et al.*, 2021). Bakteri yang berasal dari kompos juga merupakan salah satu bakteri yang dapat dimanfaatkan sebagai aktivator kompos itu sendiri (Syamsiah *et al.*, 2012).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari hingga Agustus 2024 di SEAMEO BIOTROP. Sampel yang digunakan dalam penelitian adalah sampel tanah bekas perkebunan jagung, sampel kotoran sapi, dan sampel BIOPOS.

### Isolasi Bakteri Dekomposer

Sumber isolasi bakteri dekomposer berasal dari tanah bekas perkebunan jagung, kotoran sapi, dan BIOPOS. Sampel tanah bekas perkebunan jagung diperoleh dari Kebun Percobaan Cikabayan IPB University, sampel kotoran sapi diambil di kandang Fakultas Peternakan IPB University, dan sampel BIOPOS diambil dari laboratorium BLM SEAMEO BIOTROP. Dilakukan pengenceran bertingkat ketiga sampel hingga pengenceran  $10^{-8}$ . Sebanyak 0.1 ml suspensi dari pengenceran  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ , dan  $10^{-8}$  dituang ke dalam masing-masing cawan petri yang berisi media *Nutrient Agar* (NA) menggunakan metode *spread plate* dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Perhitungan jumlah koloni pada NA dilakukan menggunakan metode cawan hitung pada cawan dengan rentang jumlah koloni 30-300. Jika jumlah koloni melebihi 300 maka sampel dikategorikan sebagai kategori Terlalu Banyak Untuk Dihitung (TBUD) (Wulandari, 2023). Pemurnian dilakukan pada koloni bakteri yang menunjukkan penampakan morfologi makroskopis berbeda (Kusmiyati *et al.*, 2024). Bakteri selanjutnya dikarakterisasi secara morfologi, fisiologi, dan biokimia.

### Karakterisasi Bakteri Dekomposer secara Morfologi, Fisiologi, dan Biokimia

#### Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi bakteri dekomposer dilakukan melalui pengamatan bentuk, elevasi, tepian, dan warna koloni bakteri secara makroskopis atau langsung tanpa menggunakan bantuan mikroskop (Zuraidah *et al.*, 2020).

#### Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas dilakukan dengan cara menginjeksikan 0.5 ml isolat bakteri berumur 24 jam kedalam daun tanaman tembakau menggunakan jarum suntik steril (Rosita *et al.*, 2022).

#### Uji Hemolisis

Uji hemolisis dilakukan untuk mengetahui potensi patogen dari isolat bakteri terhadap hewan dan manusia

(Fadil *et al.*, 2023). Isolat bakteri pada media *blood agar* lalu diinkubasi selama 48 jam.

#### Pewarnaan Gram

Isolat bakteri berumur 24 jam dioleskan pada kaca objek secara melingkar lalu ditetesi kristal violet selama 1 menit dan dibilas menggunakan aquades. Isolat kemudian ditetesi iodine selama 1 menit dan dibilas menggunakan aquades. Isolat selanjutnya dialiri alkohol 95% secara perlahan selama 30 detik lalu dibilas menggunakan aquades. Isolat ditetesi pewarna safranin selama 1 menit lalu dibilas menggunakan aquades. Isolat bakteri yang sudah diwarnai selanjutnya diamati menggunakan mikroskop (Ismail *et al.*, 2017).

#### Uji Katalase

Uji katalase dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya enzim katalase dalam isolat bakteri (Hamidah *et al.*, 2019). Enzim katalase merupakan enzim yang dapat memecah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen (Rosita *et al.*, 2023). Uji katalase dilakukan dengan meneteskan  $H_2O_2$  3% pada isolat bakteri. Keberadaan enzim katalase dapat dilihat dari terbentuknya gelembung udara di sekitar koloni (Rosita *et al.*, 2022).

#### Uji Oksidase

Uji oksidase dilakukan dengan cara menggosokkan isolat bakteri pada kertas saring lalu isolat bakteri ditetesi menggunakan reagen oksidase.

#### Uji Motilitas

Uji motilitas dilakukan dengan cara menusukkan isolat bakteri ke dalam media *semi solid Sulfide Indol Motility* (SIM) dan diinkubasi selama 48 jam (Detha *et al.*, 2019). Uji motilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri untuk bergerak.

#### Uji Pertumbuhan Bakteri pada Berbagai Variasi Suhu

Isolat bakteri ditumbuhkan pada media NA yang sudah ditingkatkan konsentrasinya sebanyak 20% untuk kemudian diinkubasi pada suhu ruang, 30 °C, 40 °C, dan 50 °C selama 72 jam. Kemampuan bakteri untuk tumbuh pada berbagai variasi suhu dilihat dari jumlah koloni bakteri setelah inkubasi.

#### Uji Pertumbuhan Bakteri pada Berbagai Variasi pH

Media NB dikondisikan agar memiliki pH 3, 5, 7, dan 9 dengan cara menambahkan HCl ataupun NaOH. Sebanyak 1 ml inokulum bakteri dimasukkan ke dalam NB dan diinkubasi selama 24 jam. Kemampuan bakteri untuk tumbuh pada berbagai variasi suhu dilihat dari tingkat kekeruhan media setelah inkubasi.

#### Pembuatan dan Pengaplikasian Bioaktivator BIOPOS

Pembuatan bioaktivator dilakukan dengan mencampurkan isolat bakteri BIOKB, BIOPB, TJCMB, dan KSCMI. Sebanyak satu ose isolat bakteri dimasukkan ke dalam 1 ml aquades steril lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Setelah 24 jam, inokulasikan aquades berisi bakteri ke dalam 99 ml media NB steril. Inkubasi NB selama 6 hari pada suhu ruang. Pengaplikasian bioaktivator BIOPOS dilakukan dengan mencampurkan 4 kg bahan

BIOPOS dengan bioaktivator. Bahan BIOPOS bobot 4 kg yang digunakan mengacu pada Rosita *et al.* (2024) yaitu, 667 g sampah dedaunan kering, 333 g sampah jerami rumput, 333 g sampah jerami serih, 2330 g sampah baglog jamur, 333 g dedak, dan 6.7 g kapur.

Bahan BIOPOS dicacah dan diaduk hingga homogen kemudian dicampur dengan 60 ml bioaktivator bakteri yang sebelumnya sudah dilarutkan dalam molase 180 ml ditambah air 2080 ml sehingga mencapai kelembaban yang sesuai, ditandai dengan cara jika digenggam bahan BIOPOS tidak tercerai. BIOPOS dibuat dengan 2 perlakuan, 1 perlakuan menggunakan isolat bakteri, dan 1 perlakuan menggunakan EM 4 sebagai kontrol. Perlakuan pertama (EM4) 4 kg bahan BIOPOS dicampurkan dengan 60 ml EM 4 + 180 ml molase + 2080 ml air. Perlakuan kedua (bakteri) 4 kg bahan BIOPOS dicampurkan dengan 60 ml isolat bakteri + 180 ml molase + 2080 ml air. Isolat bakteri sebanyak 60 ml yang digunakan pada perlakuan kedua merupakan campuran dari 15 ml isolat TJCMB, 15 ml isolat KSCMI, 15 ml isolat BIOPB, dan 15 ml isolat BIOKB. Pengukuran suhu BIOPOS dilakukan setiap hari dan pengadukannya dilakukan tiga hari sekali.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Isolasi Bakteri Dekomposer

Berdasarkan hasil perhitungan populasi bakteri pada Tabel 1, rata-rata jumlah koloni bakteri dari tanah bekas perkebunan jagung lebih tinggi dibandingkan rata-rata jumlah koloni bakteri kotoran sapi dan BIOPOS. Populasi bakteri di rizosfer (daerah perakaran) umumnya lebih banyak dan beragam dibandingkan tanah nonrizosfer (Niswati *et al.*, 2008 dalam Wulandari *et al.*, 2019).

Tabel 1. Perhitungan populasi bakteri

Asal Bakteri	Jumlah Koloni (CFU ml <sup>-1</sup> )
TJ	8.8 x 10 <sup>9</sup>
KS	6.11 x 10 <sup>8</sup>
BIO	5.74 x 10 <sup>8</sup>

Keterangan: TJ = Tanah bekas perkebunan jagung, KS = Kotoran sapi, BIO = BIOPOS

### Karakterisasi Bakteri Dekomposer secara Morfologi, Fisiologi, dan Biokimia

Karakterisasi dilakukan pada koloni bakteri dekomposer hasil pemurnian. Pemurnian dilakukan pada lima koloni bakteri yang menunjukkan penampakan berbeda. Tiga bakteri yang berasal dari BIOPOS diberi kode BIOPI, BIOPB, dan BIOKB. Bakteri yang berasal dari tanah bekas perkebunan jagung diberi kode TJCMB dan bakteri yang berasal dari kotoran sapi diberi kode KSCMI. Berdasarkan pengamatan morfologi, kelima isolat bakteri memiliki bentuk koloni bulat dengan warna yang berbeda-beda. Empat dari lima isolat memiliki elevasi datar dengan tepian licin dan satu isolat memiliki elevasi timbul dengan tepian berombak. Hasil pengamatan morfologi bakteri dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengamatan morfologi bakteri dekomposer

Kode Isolat	Bentuk Koloni	Elevasi	Tepian	Warna
BIOPI	Bulat	Timbul	Berombak	Putih
BIOPB	Bulat	Datar	Licin	Putih
BIOKB	Bulat	Datar	Licin	Kuning
KSCMI	Bulat	Datar	Licin	Jingga
TJCMB	Bulat	Datar	Licin	Coklat muda

Berdasarkan hasil seleksi uji patogenisitas menggunakan tanaman tembakau dan uji hemolisis menggunakan *blood agar*, empat dari lima isolat (BIOPB, BIOKB, KSCMI, dan TJCMB) tidak bersifat patogen terhadap tanaman, manusia, dan hewan. Isolat BIOPI bersifat patogen bagi manusia dan hewan berdasarkan hasil uji hemolisis karena menyebabkan reaksi hemolisis pada *blood agar*. Isolat bakteri yang membentuk zona bening atau zona berwarna kehijauan (reaksi hemolisis) tidak lagi digunakan untuk uji selanjutnya karena memiliki sifat patogen (Amaria *et al.*, 2019).

Hasil uji pewarnaan gram menunjukkan keempat isolat bakteri merupakan bakteri gram positif karena sel bakteri tampak berwarna violet ketika diamati menggunakan mikroskop. Hasil uji katalase menunjukkan isolat KSCMI dan TJCMB menghasilkan lebih banyak enzim katalase dibanding isolat BIOPB dan BIOKB, yang dideteksi dengan lebih banyaknya gelembung yang dihasilkan oleh kedua isolat tersebut ketika ditetesi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%. Hasil uji oksidase menunjukkan isolat BIOKB, KSCMI, dan TJCMB menunjukkan reaksi positif yang ditandai dengan munculnya warna ungu pada isolat bakteri ketika ditetesi reagen oksidase. Hasil uji motilitas menunjukkan isolat BIOPB dan KSCMI bersifat motil ditandai dengan pertumbuhan bakteri yang menyebar pada media SIM. Media SIM yang ditusuk oleh isolat TJCMB memperlihatkan adanya endapan berwarna hitam. Endapan warna hitam yang terbentuk mengindikasikan adanya gas H<sub>2</sub>S pada media. Endapan tersebut terbentuk karena bakteri mereduksi sodium thiosulphate menjadi sulfur guna memproduksi H<sub>2</sub>S (Muzadin *et al.*, 2018). Hasil karakterisasi bakteri dekomposer secara fisiologi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakterisasi fisiologi bakteri dekomposer

Kode Isolat	Jenis Gram	Katalase (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3%)	Oksidase	Motilitas
BIOPB	+	+	-	+
BIOKB	+	+	+++	-
KSCMI	+	++	++	+
TJCMB	+	++	+	(terdapat endapan hitam)

Berdasarkan Tabel 4, keempat isolat bakteri umumnya mampu tumbuh optimum pada variasi suhu ruang (22 °C) dan suhu 50 °C. Hasil uji pertumbuhan pada berbagai variasi pH menunjukkan keempat isolat tumbuh optimum pada pH 5 dan 7.

Tabel 4. Karakterisasi biokimia bakteri dekomposer

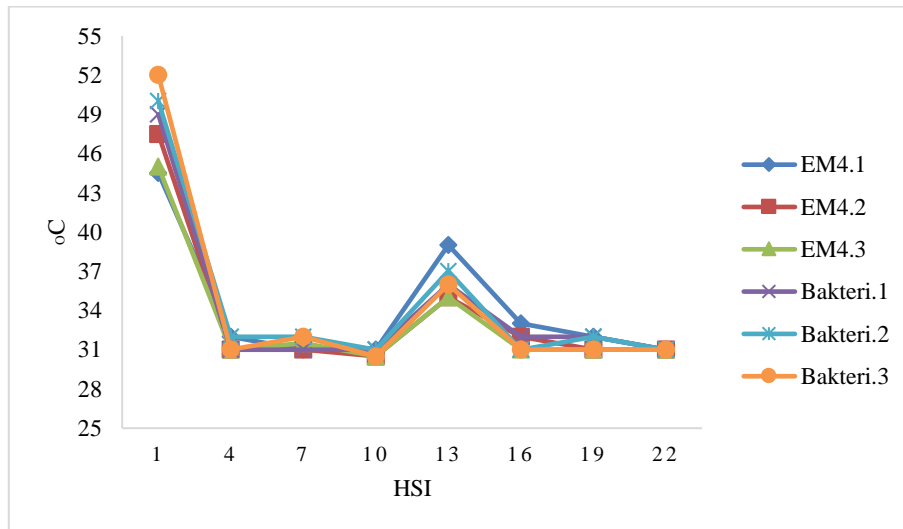
Kode isolat	Uji pertumbuhan pada berbagai variasi suhu				Uji pertumbuhan pada berbagai variasi pH			
	Ruang	30 °C	40 °C	50 °C	3	5	7	9
BIOPB	++	+	+	++	-	++	+++	-
BIOKB	++	+	+	++	+	++	+++	-
KSCMI	++	++	+	++	-	+	+++	-
TJCMB	+	+	+	++	+	+	+++	-

**Pembuatan dan Pengaplikasian Bioaktivator BIOPOS**

Berdasarkan Gambar 1, suhu dari BIOPOS dengan EM4 dan bioaktivator bakteri mengalami kenaikan dan penurunan suhu yang fluktuatif. Pada proses penguraian bahan organik, sejumlah panas diurai dan dilepas sehingga menyebabkan suhu kompos menjadi naik turun (Rahman *et al.*, 2022). Fluktuasi suhu BIOPOS dengan bioaktivator EM4 menunjukkan suhu BIOPOS berkisar antara 29-47.5 °C. Fluktuasi suhu BIOPOS dengan bioaktivator bakteri menunjukkan suhu BIOPOS berkisar antara 29-52 °C. Selama proses pengomposan suhu tertinggi pada bioaktivator EM4 sebesar 47.5 °C dan pada bioaktivator bakteri sebesar 52 °C. Peningkatan suhu pada awal masa pengomposan menunjukkan bahwa proses pengomposan berjalan baik. Suhu yang tinggi pada awal masa pengomposan juga menunjukkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik (Dewi dan Kusnoputranto, 2022). Aktivitas metabolisme bakteri dekomposer mengeluarkan sejumlah energi panas yang mengakibatkan kenaikan suhu dalam tumpukan kompos (Marjenah dan Simbolon, 2021). Suhu tinggi pada awal masa pengomposan sangat penting karena dapat membunuh bibit penyakit, meneteralisir bibit hama, mematikan bibit rumput, serta menyebabkan pecahnya telur serangga pada sampah sehingga serangga dan bakteri patogen akan mati (Nurhidayah dan Ahsyam, 2020). Suhu BIOPOS terus mengalami penurunan dan perubahan suhu yang cenderung

stabil hingga 22 HSI yang menandakan bahwa sampah organik pada proses pengomposan mulai menyusut sehingga aktivitas bakteri dekomposer semakin berkurang (Rahman *et al.* 2022). Suhu BIOPOS mengalami kenaikan dan fluktuasi yang lebih seragam setelah dilakukan pembalikan (4 HSI, 7HSI, dan 10 HSI) karena susunan kompos menjadi terbalik sehingga lebih homogen (Andika, 2022). Suhu BIOPOS mengalami kenaikan setelah dilakukan penambahan bioaktivator pada 12 HSI. Suhu BIOPOS selanjutnya mengalami penurunan secara berangsur-angsur. Penurunan suhu kompos secara berangsur-angsur disebabkan oleh berkurangnya bahan organik yang dapat diurai oleh bakteri dekomposer. Suhu kompos akan semakin menurun mengikuti suhu lingkungan saat mendekati tingkat kematangannya (Gani *et al.*, 2021).

Penggunaan isolat bakteri BIOPB, BIOKB, KSCMI, dan TJCMB sebagai bioaktivator lebih efektif dibandingkan EM4 dalam mendekomposisi bahan BIOPOS, terlihat dari lebih tingginya suhu BIOPOS yang dibuat menggunakan bioaktivator bakteri daripada EM4. Peningkatan suhu kompos disebabkan oleh aktivitas bakteri dekomposer dalam mendekomposisi bahan organik (Widyastuti dan Sardin, 2021). Semakin tinggi suhu bahan organik yang digunakan dalam pengomposan, semakin tinggi juga aktivitas mikroba dekomposer dan penggunaan O<sub>2</sub>-nya sehingga proses dekomposisi akan semakin cepat (BALITBANG Pertanian, 2009).



Keterangan: angka dibelakang menunjukkan ulangan

Gambar 1. Fluktuasi suhu BIOPOS

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil isolasi dan karakterisasi bakteri dekomposer, diperoleh empat isolat potensial bakteri dekomposer, yaitu isolat BIOPB, BIOKB, KSCMI, dan TJCMB. Isolat bakteri BIOPB dan BIOKB berasal dari BIOPOS, isolat bakteri KSCMI berasal dari kotoran sapi, dan isolat bakteri TJCMB berasal dari tanah bekas perkebunan jagung. Keempat isolat bakteri potensial sebagai bakteri dekomposer karena mampu tumbuh pada suhu tinggi. Pemanfaatan isolat bakteri BIOPB, BIOKB, KSCMI, dan TJCMB sebagai bioaktivator lebih efektif dalam mendekomposisi bahan BIOPOS dibandingkan EM4 dilihat dari suhu BIOPOS yang mencapai 52 °C

## UCAPATAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SEAMEO BIOTROP yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan analisis di laboratorium milik SEAMEO BIOTROP. Penulis juga ucapkan terima kasih kepada DITSL, IPB University atas fasilitas penelitian yang diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amaria, W., N.N. Kasim dan A. Munif. 2019. Kelimpahan populasi bakteri filosfer, rizosfer, dan endofit tanaman kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) *Airy Shaw*), serta potensinya sebagai agens biokontrol. *Journal TABARO Agricultural Science*, 3(1): 305-317.
- Andika, I.P. 2020. Pemanfaatan limbah ternak sebagai pupuk organik untuk mendukung pengembangan sektor pertanian dan perkebunan Desa Segoroyoso. *Jurnal Atma Inovasia*, 2(4): 382-386.
- Aulia, S., M.S.A. Putri, D.A. Prasyda dan N.L. Syakbanah. 2023. Pengaruh konsentrasi bioaktivator effective microorganism 4 terhadap waktu penyerapan air, massa, dan kualitas kompos pada lubang biopori. *Jurnal Ecosolum*, 12(2): 163-177.
- BALITBANG Pertanian. 2009. *KOMPOS: Prinsip Dasar dan Teknik Pengomposan*. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Detha, A., F.U. Datta, E. Beribe, N. Foeh dan N. Ndaonh. 2019. Karakteristik bakteri asam laktat yang diisolasi dari susu kuda sumba. *Jurnal Kajian Veteriner*, 7(1): 85-92.
- Dewi, F.M. dan H. Kusnopranto. 2022. Analisis kualitas kompos dengan penambahan bioaktivator em4 dan molase dengan metode takakura. *Poltekita: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 16(1): 67-73.
- Fadil, M., Y. Yanti dan U. Khairul. 2023. Penapisan aktinobakteria rhizosfer padi sebagai agens pengendali hayati *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* patogen penyebab penyakit hawar daun bakteri. *Jurnal AGRO*, 10(1): 1-15.
- Frida, E., F.R.A. Bukit dan A.H. Siregar. 2022. Processing durian skin into compost using enumeration machine technology in Sungai Raya Village. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1): 332-341.
- Faesar, F. Djaenuddin dan S. Soenartingsih. 2017. Seleksi efektivitas bakteri dekomposer terhadap limbah tanaman jagung. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(2): 105-114.
- Gani, A., S. Widiyanri dan Sulastri. 2021. Analisis kandungan unsur hara makro dan mikro pada kompos campuran kulit pisang dan cangkang telur ayam. *Jurnal Kimia Riset*, 6(1): 8-19.
- Hamidah, M.N., L. Rianingsih dan Romadhon. 2019. Aktivitas antibakteri isolat bakteri asam laktat dari pedas dengan jenis ikan berbeda terhadap *E. Coli* dan *S. aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 3(1): 53-64.
- Ismail, Y.S., C. Yulvizar dan Putriani. 2017. Isolasi, karakterisasi, dan uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat dari fermentasi biji kakao (*Theobroma cacao* L.). *BIOLEUSER*, 1(2): 45-53.
- Kusmiyati, N., N.N.F.I. Zahroh, L. Harianie, S.F. Novita, U. Utami dan A.O. Denta. 2024. Fungi endofit daun *Artocarpus altilis* sebagai antibakteri pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 25(1): 39-52.
- Marjenah dan J. Simbolon. 2021. Pengomposan eceng gondok (*Eichornia Crassipes* SOLMS) dengan metode semi anaerob dan penambahan aktivator EM4. *Jurnal AGRIFOR*, 20(2): 257-270.
- Muzadin, C.I., R. Ferasyi dan Fakhurrizi. 2018. Isolasi bakteri *Salmonella sp* dari feses sapi aceh di pusat pembibitan, Aceh Besar. *JIMVET*, 2(3): 255-261.
- Nurhidayah dan W. Ahsyam. 2020. Pemanfaatan campuran feses ternak sebagai bioaktivator pengomposan limbah organik. *Jurnal Sanitas dan Lingkungan*, 1(1): 23-27.
- Putri, K.A., J. Jumar dan R.A. Saputra. 2022. Evaluasi kualitas kompos limbah baglog jamur tiram berbasis standar nasional indonesia dan uji perkecambahan benih pada tanah sulfat masam. *Agrotechnology Research Journal*, 6(1): 8-15.
- Rahman, V.N., D.S. Damayanti dan S.I. Puspikawati. 2022. Pemanfaatan air lindi sebagai aktivator kompos metode takakura. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(2): 61-72.
- Rosita, R., E. Aprianda, F. Hazra dan D.D. Eris. 2023. Characterization of phosphate solubilizing bacteria from three types of rhizosphere and their potency to increase growth of corn (*Zea mays*). *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, 10(1): 30-39.
- Rosita, R., Z. Imran, D.D. Eris, S. Widayanti, R.A. Astari, A. Purnajaya, D.Y. Bayuaji, A.C. Dewi dan A.A. Fitra. 2024. Storage time and mixing technique effect on the nutrient content of biopos compost. *BIODIVERS*, 3(1): 46-50.

- Rosita, R., R. Ruhimat, S. Endicristina, D. Apriliyanto, W.T.A.S. Sanjaya dan F. Hazra. 2022. Isolation and characterization of Hg and Pb reducing bacteria in several contaminated habitats. *ASEAN Journal of Science and Technology*, 3(1): 30-37.
- Satwika, T.D., D.M. Yulianti dan A.R. Hikam. 2021. Karakteristik dan potensi enzimatis bakteri asal tanah sampah dapur dan kotoran ternak sebagai kandidat agen biodegradasi sampah organik. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 4(1): 11-18.
- Syamsiah, J., R. Rosariastuti dan M. Pangestuti. 2012. Uji efektivitas bakteri indigenous sampah kota dan dosis aktivator terhadap peningkatan kualitas kompos. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 9(1): 64-72.
- Widyastuti, S dan Sardin. 2021. Pengolahan sampah organik pasar dengan menggunakan media larva black soldier flies (bsf). *Jurnal Teknik Waktu*, 19(1): 1-13.
- Wulandari, E.Y. 2023. Angka lempeng total, most probable number, dan identifikasi bakteri coliform pada susu sapi segar di Kabupaten Banyuwangi. *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science*, 4(1): 45-58.
- Wulandari, N., M. Irfan dan R. Saragih. 2019. Isolasi dan karakterisasi plant growth promoting rhizobacteria dari rizosfer kebun karet rakyat. *Dinamika Pertanian*, 35(3): 57-64.
- Zuraidah, D. Wahyuni dan E. Astuty. 2020. Karakteristik morfologi dan uji aktivitas bakteri termofilik dari kawasan wisata ie seuum (air panas). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 11(2): 40-47.
-