



Eksplorasi dan Skrining Mikroorganisme Indigenous dari Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) yang Berpotensi sebagai Biofertilizer

Sabbrina Adelia*, Nurmiati, Solfiyeni

Departemen Biologi, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia

*Koresponden Penulis : sabbrinaadelia41@gmail.com

Abstrak

Mikroorganisme indigenous (IMOs) merupakan sumber daya biologis yang berpotensi dimanfaatkan dalam produksi biofertilizer karena berperan dalam dekomposisi bahan organik dan transformasi unsur hara. Limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) mengandung nutrisi dan senyawa organik yang dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme indigenous. Namun, informasi mengenai karakteristik fungsional mikroorganisme yang berasosiasi dengan limbah kulit pisang kepok terfermentasi masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkaraktirisasi mikroorganisme indigenous dari limbah kulit pisang kepok terfermentasi berdasarkan aktivitas selulolitik, fermentatif, amilolitik, dan proteolitik. Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan eksploratif laboratorium yang meliputi enumerasi mikroorganisme, isolasi, skrining fungsional, dan karakterisasi morfologi. Mikroorganisme diisolasi menggunakan Glucose Peptone Agar (GPA), agar Carboxymethyl Cellulose (CMC), GPA yang ditambahkan CaCO_3 , Rice Starch Agar (RSA), dan Skim Milk Agar (SMA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi total mikroorganisme mencapai 257×10^6 CFU/mL, sedangkan mikroorganisme selulolitik, fermentatif, amilolitik, dan proteolitik masing-masing mencapai 146×10^6 , 35×10^6 , 12×10^6 , dan 13×10^6 CFU/mL. Sebanyak enam isolat selulolitik dan dua isolat fermentatif berhasil diperoleh. Isolat IKPC.3 menunjukkan indeks aktivitas selulolitik tertinggi sebesar 8,0, sedangkan IKPGC.1 menunjukkan indeks aktivitas fermentatif tertinggi sebesar 4,2. Isolat terpilih menunjukkan koloni berbentuk bulat, berwarna putih, dengan permukaan halus dan elevasi cembung. Secara mikroskopis, kedua isolat bersifat Gram positif, berbentuk batang, dan non-motil. Hasil ini menunjukkan bahwa limbah kulit pisang kepok terfermentasi mengandung mikroorganisme indigenous dengan karakteristik fungsional yang relevan dalam dekomposisi bahan organik dan transformasi unsur hara. Oleh karena itu, isolat terpilih berpotensi menjadi kandidat untuk evaluasi lebih lanjut dalam pengembangan biofertilizer. Identifikasi molekuler dan pengujian efektivitas biofertilizer diperlukan untuk mengonfirmasi identitas taksonomi dan potensi aplikasinya.

Kata kunci: Biofertilizer, mikroorganisme indigenous, kulit pisang kepok, eksplorasi mikroorganisme, skrining fungsional

Abstract

*Indigenous microorganisms (IMOs) are biological resources with potential applications in biofertilizer production due to their roles in organic matter decomposition and nutrient transformation. Kepok banana peel waste (*Musa paradisiaca* L.) contains nutrients and organic compounds that can support the growth of indigenous microorganisms. However, information regarding the functional characteristics of microorganisms associated with fermented kepok banana peel waste remains limited. This study aimed to explore and characterize indigenous microorganisms from fermented kepok banana peel waste based on their cellulolytic, fermentative, amylolytic, and proteolytic activities. The study was conducted using an exploratory laboratory approach involving microbial enumeration, isolation, functional screening, and morphological characterization. Microorganisms were isolated using Glucose Peptone Agar (GPA), Carboxymethyl Cellulose (CMC) agar, GPA supplemented with CaCO_3 , Rice Starch Agar (RSA), and Skim Milk Agar (SMA). The results showed that the total microbial population reached 257×10^6 CFU/mL, while cellulolytic, fermentative, amylolytic, and proteolytic microorganisms reached 146×10^6 , 35×10^6 , 12×10^6 , and 13×10^6 CFU/mL, respectively. Six cellulolytic isolates and two fermentative isolates were obtained. Isolate IKPC.3 exhibited the highest cellulolytic activity index of 8.0, whereas IKPGC.1 exhibited the highest fermentative activity index of 4.2. The selected isolates showed circular, white colonies with smooth surfaces and convex elevation. Microscopically, both isolates were Gram-positive, rod-shaped, and non-motile. These findings indicate that fermented kepok banana peel waste harbors indigenous microorganisms with functional characteristics relevant to organic matter decomposition and nutrient transformation. The selected isolates therefore represent potential candidates for further evaluation in biofertilizer development. Molecular identification and biofertilizer efficacy testing are required to confirm their taxonomic identity and application potential.*

Keywords: Biofertilizer, indigenous microorganisms, kepok banana peel, microbial exploration, functional screening

Pendahuluan

Histori Artikel

Submit : 1 Agustus 2026

Direvisi : 8 Agustus 2026

Diterima : 18 Agustus 2026

DOI : 10.33474/e-jbst.v12i1.666

Sitasi : S. Adelia, Nurmiati, Solfiyeni. Eksplorasi dan Skrining Mikroorganisme Indigenous dari Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) yang Berpotensi sebagai Biofertilizer. Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic), vol. 12, no. 1, pp. 127–135, Aug. 2026. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v12i1.666>



Indonesia menghasilkan limbah kulit pisang dalam jumlah yang cukup besar setiap tahun, sejalan dengan tingginya produksi pisang nasional yang mencapai sekitar 9,2 juta ton pada tahun 2022 [1]. Limbah organik ini berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik; oleh karena itu, pemanfaatannya sebagai pupuk organik merupakan salah satu alternatif yang ramah lingkungan. Kulit pisang kaya akan unsur makro dan mikro yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, antara lain karbon, nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, magnesium, natrium, dan seng, serta senyawa organik seperti karbohidrat, protein, dan vitamin [2]. Tingginya kandungan nutrisi tersebut menjadikan limbah kulit pisang sesuai sebagai bahan baku produksi pupuk organik cair maupun kompos. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa pupuk organik cair yang berasal dari kulit pisang mengandung karbon organik, nitrogen, fosfor, kalium, dan rasio C/N yang mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

Mikroorganisme lokal (MOL) merupakan mikroorganisme yang terdapat secara alami dan dapat berkembang pada substrat organik serta berperan dalam dekomposisi bahan organik. Fermentasi bahan organik dapat menyediakan kondisi yang sesuai bagi pertumbuhan dan aktivitas berbagai mikroorganisme yang memanfaatkan senyawa organik sebagai substrat dan menghasilkan metabolit selama proses dekomposisi. Oleh karena itu, pemanfaatan kulit pisang sebagai substrat untuk produksi MOL dapat menjadi sumber mikroorganisme indigenous dengan karakteristik fungsional yang beragam. Berbagai penelitian melaporkan bahwa MOL umumnya mengandung bakteri dan fungi yang bermanfaat seperti *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Azospirillum* spp., *Azotobacter* spp., *Aeromonas* spp., *Lactobacillus* spp., serta fungi *Aspergillus* spp. dan *Saccharomyces* spp. yang mempercepat dekomposisi bahan organik dan meningkatkan ketersediaan unsur hara seperti nitrogen dan fosfor bagi tanaman [3].

Penelitian sebelumnya telah melaporkan pemanfaatan limbah kulit pisang untuk produksi pupuk organik dan menunjukkan potensinya berdasarkan kandungan nutrisi serta karakteristik fisikokimia [6–8]. Namun, sebagian besar penelitian berfokus pada pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan pupuk, sedangkan informasi mengenai karakteristik fungsional mikroorganisme indigenous yang berasosiasi dengan limbah kulit pisang terfermentasi masih terbatas. Secara khusus, potensi mikroorganisme tersebut berdasarkan aktivitas selulolitik, fermentatif, amilolitik, dan proteolitik belum banyak dieksplorasi.

Skrining fungsional mikroorganisme dapat memberikan informasi awal mengenai peran potensialnya dalam dekomposisi bahan organik dan transformasi unsur hara. Mikroorganisme selulolitik berperan dalam degradasi selulosa, sedangkan mikroorganisme amilolitik dan proteolitik masing-masing berperan dalam degradasi pati dan protein. Mikroorganisme yang mampu menghasilkan metabolit asam juga dapat berkontribusi terhadap transformasi bahan organik dan ketersediaan unsur hara. Oleh karena itu, skrining berdasarkan karakteristik fungsional tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme indigenous yang memiliki sifat relevan untuk pengembangan biofertilizer lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi mikroorganisme indigenous dari limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) terfermentasi dan mengkarakterisasi aktivitas fungsionalnya, meliputi aktivitas selulolitik, fermentatif, amilolitik, dan proteolitik. Isolat terpilih selanjutnya dikarakterisasi berdasarkan karakteristik morfologi makroskopis dan mikroskopis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal mengenai mikroorganisme indigenous dari limbah kulit pisang kepok terfermentasi yang dapat menjadi kandidat untuk evaluasi lebih lanjut dalam pengembangan biofertilizer.

Material dan Metode

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Riset Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta Laboratorium Biokimia, Departemen Kimia, Universitas Andalas, Kota Padang, pada bulan Februari hingga Juli 2026.

Rancangan Penelitian dan Pengambilan Sampel



Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif laboratorium yang bertujuan untuk mengeksplorasi mikroorganisme indigenous (IMOs) dari limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dan menyeleksi isolat potensial berdasarkan karakteristik fisiologisnya melalui isolasi, enumerasi, serta skrining aktivitas selulolitik, fermentatif, amilolitik, dan proteolitik.

Bahan dan Peralatan

Media mikrobiologi yang digunakan meliputi Glucose Peptone Agar (GPA), agar Carboxymethyl Cellulose (CMC), [APB/RSA], Skim Milk Agar (SMA), dan GPA yang ditambahkan CaCO_3 untuk isolasi dan skrining fungsional mikroorganisme. Bahan pendukung meliputi *Congo red*, larutan iodin/Lugol, CaCO_3 , larutan NaCl fisiologis 0,85%, dan reagen pewarnaan Gram. Peralatan yang digunakan meliputi autoklaf, *laminar airflow cabinet*, inkubator, neraca analitik, *vortex mixer*, mikropipet, tabung reaksi, cawan Petri, labu Erlenmeyer, gelas ukur, gelas beker, jarum inokulasi, pembakar Bunsen atau lampu spiritus, mikroskop cahaya, dan *colony counter*.

Prosedur Kerja

Kultur awal mikroorganisme lokal (LM) yang diperoleh dari fermentasi kulit pisang kepok diencerkan secara berseri untuk menentukan populasi total mikroorganisme. Pengenceran berseri dilakukan untuk memperoleh tingkat pengenceran yang menghasilkan 30–300 koloni per cawan Petri, dengan hasil dinyatakan dalam colony-forming units per milliliter (CFU/mL). Secara singkat, sebanyak 1 mL sampel LM dipindahkan ke dalam 9 mL larutan NaCl fisiologis steril untuk memperoleh pengenceran 10^{-1} . Prosedur ini diulangi secara berseri dengan memindahkan 1 mL dari setiap pengenceran ke dalam 9 mL pengencer steril lainnya hingga mencapai pengenceran akhir 10^{-6} . Setiap pengenceran dihomogenisasi menggunakan *vortex mixer* atau pengocokan manual untuk memastikan distribusi mikroorganisme yang merata. Teknik pengenceran berseri ini digunakan untuk memperoleh konsentrasi mikroorganisme yang sesuai untuk ditanam pada media agar, sehingga koloni dapat terbentuk secara terpisah dan mencegah pertumbuhan berlebih yang dapat mengganggu penghitungan koloni [4].

Suspensi hasil pengenceran diinokulasikan pada media agar menggunakan metode *pour plate*. Cawan diinkubasi pada suhu 30–37°C selama 24–48 jam. Populasi mikroorganisme ditentukan dari cawan yang mengandung 30–300 koloni dan dinyatakan dalam colony-forming units per milliliter (CFU/mL). GPA digunakan untuk enumerasi total mikroorganisme, sedangkan agar CMC dan GPA yang ditambahkan CaCO_3 digunakan untuk enumerasi dan skrining mikroorganisme selulolitik dan fermentatif.

Skrining Aktivitas Fungsional dan Potensi Enzimatik

Skrining awal aktivitas selulolitik dilakukan secara kualitatif menggunakan agar *Carboxymethyl Cellulose* (CMC). Koloni yang tumbuh pada media CMC ditambahkan larutan *Congo red* 0,1% hingga menutupi permukaan selama kurang lebih 15 menit, kemudian dibilas dengan larutan NaCl 1 M untuk menghilangkan pewarna berlebih. Terbentuknya zona bening (*halo zone*) di sekitar koloni menunjukkan adanya degradasi selulosa akibat produksi enzim selulase. Diameter zona bening dan diameter koloni diukur untuk menghitung indeks aktivitas selulolitik yang digunakan sebagai indikator kemampuan hidrolisis selulosa. Isolat yang menunjukkan indeks selulolitik tertinggi dipilih sebagai kandidat unggul untuk analisis selanjutnya [5]. Indeks selulolitik dihitung berdasarkan [6] menggunakan persamaan berikut:

Untuk mengevaluasi potensi enzimatik yang lebih luas, dilakukan pengenceran berseri secara terpisah yang secara khusus digunakan untuk skrining karakteristik enzimatik, meliputi aktivitas amilolitik pada *Rice Starch Agar* (APB) dan aktivitas proteolitik pada *Skim Milk Agar* (SMA). Pendekatan ini memungkinkan pengamatan dan pengukuran diameter zona bening serta diameter koloni secara lebih akurat. Aktivitas amilolitik dan proteolitik dinyatakan sebagai indeks aktivitas enzim, yang dihitung sebagai rasio antara diameter zona bening dan diameter koloni. Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong digital, dan indeks yang diperoleh digunakan sebagai dasar pemilihan isolat unggul untuk analisis selanjutnya.

Isolat bakteri yang menunjukkan indeks aktivitas selulolitik dan fermentatif tertinggi dipilih untuk pemurnian kultur. Pemurnian dilakukan menggunakan metode *streak plate* pada cawan dan agar miring



Nutrient Agar (NA). Kemurnian setiap isolat dikonfirmasi melalui pengamatan mikroskopis setelah pewarnaan Gram.

Analisis Data

Data penelitian dianalisis secara deskriptif. Populasi mikroorganisme disajikan sebagai jumlah koloni yang dinyatakan dalam colony-forming units per milliliter (CFU/mL) berdasarkan metode pour plate. Aktivitas fisiologis isolat selulolitik, fermentatif, amilolitik, dan proteolitik dievaluasi berdasarkan pembentukan zona bening pada media selektif. Indeks aktivitas dihitung dengan membandingkan diameter zona bening dengan diameter koloni. Morfologi koloni dan karakteristik mikroskopis dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam tabel serta gambar untuk menentukan isolat yang berpotensi

Hasil dan Diskusi

Keberadaan mikroorganisme lokal pada limbah kulit pisang kepok diteliti melalui penelitian eksploratif menggunakan metode pengenceran berseri dan pour plate. Populasi mikroorganisme ditentukan dari cawan yang mengandung 30–300 koloni, mengikuti metode Total Plate Count (TPC) standar.

Pengamatan dilakukan menggunakan *Glucose Peptone Agar* (GPA), agar *Carboxymethyl Cellulose* (CMC), GPA yang ditambahkan CaCO_3 , *Rice Starch Agar* (APB), dan *Skim Milk Agar* (SMA). Hasil eksplorasi menunjukkan adanya variasi jumlah mikroorganisme yang tumbuh pada masing-masing media, yang mencerminkan kemampuan fisiologis mikroorganisme dalam memanfaatkan substrat yang tersedia.

Tabel 1. Keberadaan Mikroorganisme Lokal

Mikroorganisme	Jumlah Mikroorganisme ($\times 10^6$ CFU/mL)	Persentase (%)
Total Mikroorganisme*	206	100
Selulolitik**	146	56,8
Fermentatif***	35	13,6
Amilolitik****	12	4,6
Proteolitik*****	13	5,0

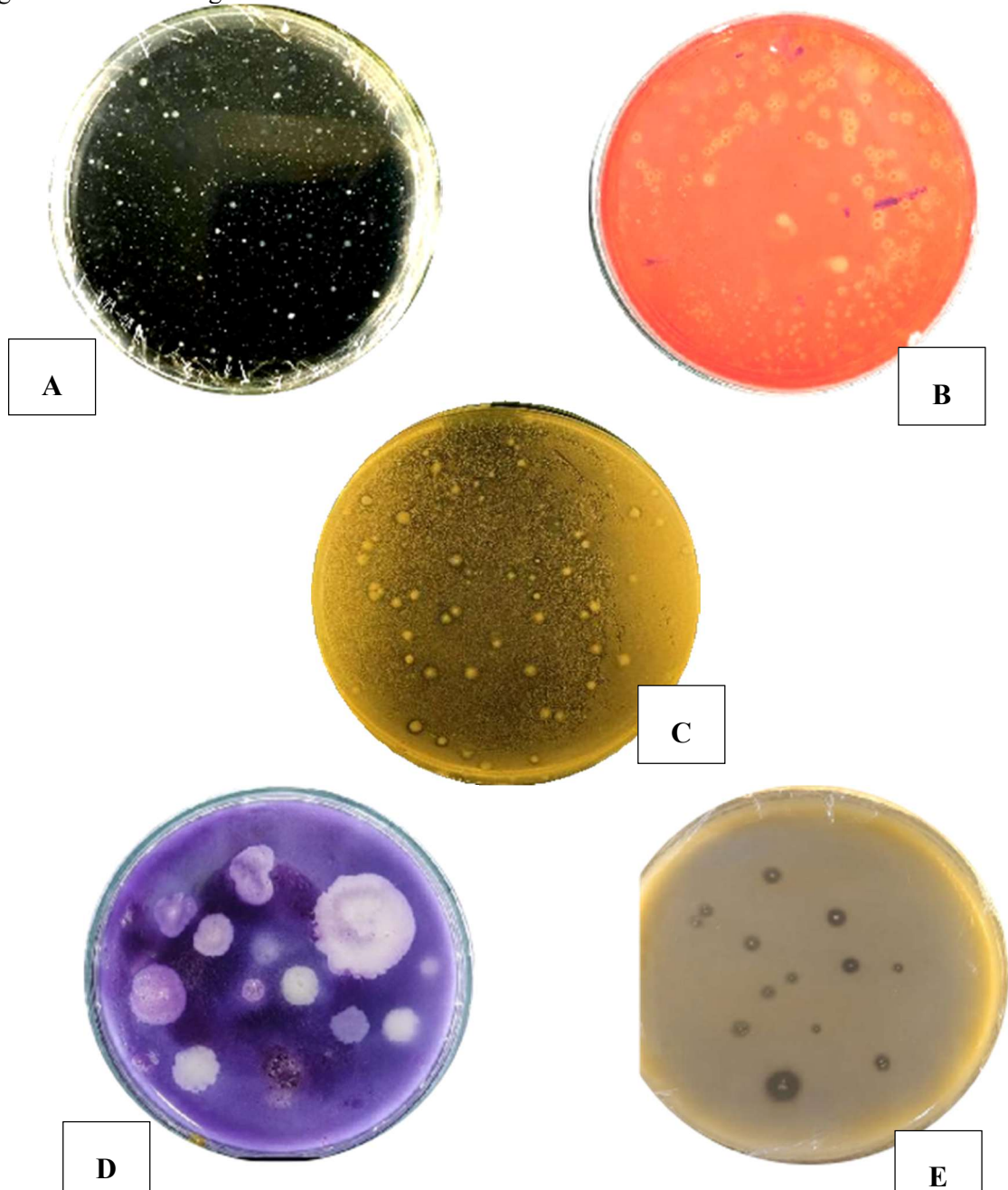
Catatan: *GPA (Glucose Peptone Agar); **CMCA (Carboxymethyl Cellulose Agar); ***GPA + CaCO_3 ; ****APB (Rice Starch Agar); *****SMA (Skim Milk Agar).

Dominasi mikroorganisme selulolitik menunjukkan bahwa limbah kulit pisang kepok menyediakan habitat yang sesuai bagi mikroorganisme pendegradasi selulosa. Kulit pisang diketahui mengandung selulosa, hemiselulosa, lignin, pati, pektin, dan berbagai senyawa organik yang dapat berperan sebagai sumber karbon selama proses fermentasi. Komponen-komponen tersebut mendorong proliferasi mikroorganisme yang mampu menghasilkan enzim selulase, sehingga memungkinkan pertumbuhannya lebih cepat dibandingkan kelompok mikroorganisme lainnya [7].

Kelimpahan mikroorganisme yang tumbuh pada media GPA juga dipengaruhi oleh komposisinya sebagai media umum, sehingga mampu mendukung pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme heterotrof. Berdasarkan temuan [8], media yang mengandung glukosa dan pepton menyediakan lingkungan nutrisi yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme karena glukosa berfungsi sebagai sumber karbon dan energi utama, sedangkan pepton menyediakan nitrogen organik, asam amino, peptida, vitamin, dan faktor pertumbuhan lain yang diperlukan untuk metabolisme sel. Ketersediaan nutrisi tersebut mendukung biosintesis sel, pembelahan sel, dan pembentukan koloni, sehingga berbagai kelompok bakteri dan khamir yang terdapat pada limbah kulit pisang kepok terfermentasi dapat tumbuh secara optimal. Oleh karena itu, media GPA sesuai digunakan untuk enumerasi dan isolasi

mikroorganisme heterotrof dari bahan organik terfermentasi karena mampu mendukung pertumbuhan populasi mikroorganisme yang beragam.

Pertumbuhan mikroorganisme pada GPA yang ditambahkan CaCO_3 dipengaruhi oleh komposisi media yang secara khusus dirancang untuk mendeteksi bakteri fermentatif penghasil asam organik. Media ini menggunakan GPA sebagai media dasar, yang terdiri atas glukosa sebagai sumber karbon yang mudah tersedia dan pepton sebagai sumber nitrogen organik, dengan kalsium karbonat (CaCO_3) yang ditambahkan sebagai indikator aktivitas fermentasi.



Gambar 1. Keberadaan mikroorganisme indigenous dari limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) pada berbagai media kultur.

Keterangan: A) GPA; B) CMCA; C) GPA + CaCO_3 ; D) APB; E) SMA.

Mikroorganisme penghasil asam organik merupakan komponen penting biofertilizer karena meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui pelarutan mineral yang tidak larut, mendorong

transformasi bahan organik, dan memperbaiki lingkungan mikroba tanah, sehingga mendukung pertumbuhan mikroorganisme menguntungkan lainnya [9].

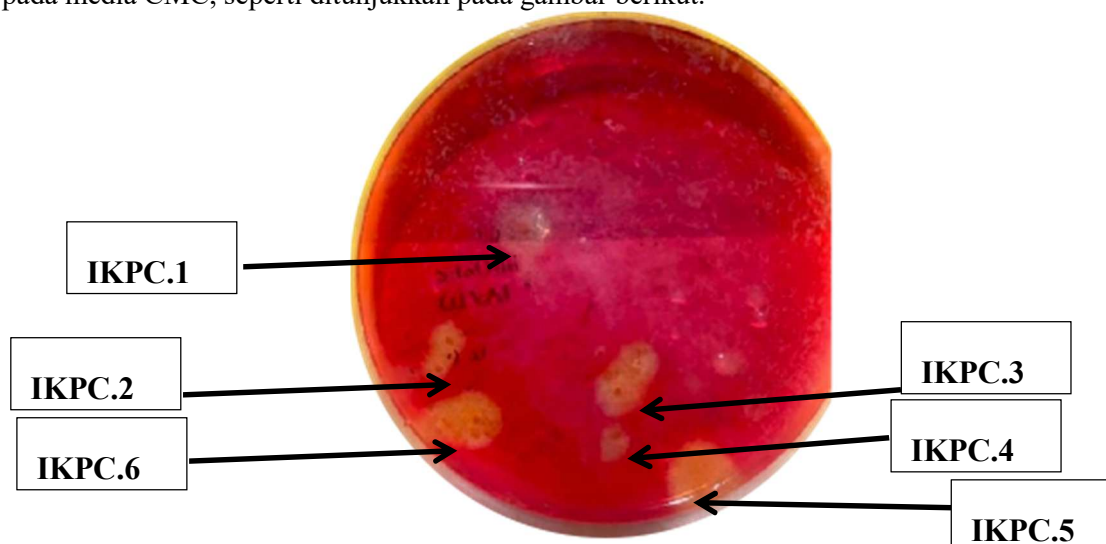
Mikroorganisme yang mampu mendegradasi polisakarida berperan penting dalam dekomposisi bahan organik dengan menghasilkan enzim ekstraseluler yang menghidrolisis karbohidrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana [10]. Produk hasil degradasi tersebut menjadi sumber karbon yang mudah tersedia untuk mendukung metabolisme mikroorganisme dan mempercepat keseluruhan proses dekomposisi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian [11] yang menunjukkan bahwa residu pertanian lignoselulosa secara dominan mendukung komunitas bakteri selulolitik karena selulosa merupakan karbohidrat struktural utama pada substrat tersebut. Meskipun demikian, bakteri amilolitik tetap penting selama fermentasi karena menghidrolisis pati yang tersisa menjadi gula sederhana, sehingga melengkapi degradasi bahan organik dan berkontribusi terhadap fungsi komunitas mikroba.

Meskipun populasinya relatif rendah, mikroorganisme proteolitik tetap berperan penting dalam dekomposisi bahan organik. Enzim protease menghidrolisis protein kompleks menjadi asam amino dan mengawali mineralisasi nitrogen organik selama pengomposan. Proteolisis merupakan tahap pembatas laju dalam mineralisasi nitrogen organik, dan kelimpahan komunitas bakteri proteolitik bersama dengan aktivitas protease sangat memengaruhi transformasi nitrogen dan emisi amonia selama proses pengomposan [12].

SKRINING ISOLAT

Tahap skrining isolat dilakukan setelah eksplorasi mikroorganisme lokal untuk memperoleh isolat dengan potensi fisiologis terbaik. Pada media CMC, proses seleksi tidak menggunakan cawan dari tahap eksplorasi yang sebelumnya digunakan untuk enumerasi populasi mikroorganisme karena pertumbuhan koloni pada cawan tersebut terlalu padat, sehingga zona hidrolisis selulosa sulit diamati dengan jelas. Oleh karena itu, sampel ditanam kembali menggunakan pengenceran yang lebih tinggi, yaitu 10^{-11} , untuk memperoleh koloni yang terpisah dengan baik. Penggunaan pengenceran yang lebih tinggi bertujuan untuk memudahkan pengamatan zona bening setelah pewarnaan Congo red dan memperoleh isolat murni yang representatif untuk karakterisasi selanjutnya. Sebanyak enam isolat berhasil diperoleh pada media CMC, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Isolat Potensial pada Media CMC

Terbentuknya zona bening di sekitar seluruh isolat menunjukkan kemampuan isolat tersebut dalam menghasilkan enzim selulase ekstraseluler yang mampu menghidrolisis selulosa pada media CMC. Namun, indeks selulolitik bervariasi antar-isolat, yang menunjukkan adanya perbedaan kemampuan

dalam menghasilkan selulase. Pada penelitian ini, isolat IKPC.3 menunjukkan indeks selulolitik tertinggi (8,0), sedangkan isolat IKPC.4 menunjukkan nilai terendah (3,3). Hasil serupa dilaporkan oleh [13], yang melakukan skrining bakteri pendegradasi selulosa pada agar CMC dan menemukan variasi rasio hidrolisis yang cukup besar antar-isolat. Isolat dengan rasio hidrolisis tertinggi menunjukkan kemampuan degradasi selulosa yang lebih baik dan selanjutnya dipilih untuk karakterisasi serta optimasi lebih lanjut.

Tabel 2. Hasil Skrining Aktivitas Isolat Selulolitik pada Media CMC

No.	Kode Isolat	Diameter Koloni (mm)	Diameter Zona Bening (mm)	Indeks
1	IKPC.1	2,1	10,7	5 mm
2	IKPC.2	2,3	11,4	5,1 mm
3	IKPC.3	2,0	16,0	8 mm
4	IKPC.4	1,3	4,4	3,3 mm
5	IKPC.5	1,7	13,1	7,7 mm
6	IKPC.6	2,4	12,7	5,2 mm

Berdasarkan hasil eksplorasi, dua isolat dengan karakteristik morfologi koloni dan zona aktivitas yang berbeda dipilih. Isolat tersebut selanjutnya dimurnikan menggunakan metode streak plate hingga diperoleh kultur murni. Diameter koloni dan diameter zona aktivitas kemudian diukur untuk menentukan isolat dengan aktivitas tertinggi. Isolat yang menunjukkan zona aktivitas terbesar dipilih sebagai isolat unggul dan digunakan untuk karakterisasi fenotipik serta analisis potensi enzimatis selanjutnya.

Gambar 3. Isolat Potensial pada Media GPA + CaCO₃Tabel 3. Hasil Skrining Aktivitas Fermentatif Isolat pada Media GPA + CaCO₃

No.	Kode Isolat	Diameter Koloni (mm)	Clear Zone's Diameter (mm)	Indeks
1	IKPGC.1	2,5	10,5	4,2 mm
2	IKPGC. 2	1,2	4,7	3,9 mm

Terbentuknya zona aktivitas di sekitar kedua isolat menunjukkan bahwa mikroorganisme tersebut mampu menghasilkan metabolit asam selama pertumbuhannya pada media GPA + CaCO₃. Aktivitas ini menunjukkan terjadinya fermentasi karbohidrat yang menghasilkan asam organik sebagai produk akhir metabolisme. Berdasarkan hasil skrining, dua isolat unggul dipilih, terdiri atas satu isolat selulolitik dari



media CMC dan satu isolat dari media GPA + CaCO_3 yang menunjukkan zona aktivitas tertinggi. Kedua isolat tersebut selanjutnya digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Karakterisasi Morfologi

Tabel 4. Hasil Karakterisasi Parsial Isolat Terpilih

Karakter Parsial	Parameter	Isolat IKPC.3	Isolat IKPGC.1
Makroskopis	Bentuk Koloni	Bulat	Bulat
	Warna Koloni	Putih	Putih
	Tepi Koloni	Entire	Entire
	Elevasi	Cembung	Cembung
	Permukaan	Halus	Halus
Mikroskopis	Bentuk Sel	Batang (basil)	Batang (basil)
	Gram	Positif	Positif
	Motilitas	Non-motil	Non-motil
	Endospora	Memiliki spora	Tidak memiliki endospora
Biokimia	Katalase	Positif (+)	Negatif (-)
	KOH 3%	Negatif (-)	Negatif (-)

Berdasarkan karakterisasi parsial yang disajikan pada Tabel 4, dua isolat unggul yang diperoleh dari media CMC (IKPC.3) dan GPA + CaCO_3 (IKPGC.1) menunjukkan beberapa karakteristik fenotipik yang serupa, tetapi berbeda pada beberapa parameter fisiologis. Kedua isolat menghasilkan koloni berbentuk bulat dengan pigmentasi putih, tepi entire, elevasi cembung, dan permukaan koloni halus. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa kedua isolat berbentuk batang (basil), Gram positif, dan non-motil. [3] dalam penelitiannya mengenai eksplorasi mikroorganisme lokal dari limbah organik juga melaporkan bahwa sebagian besar isolat potensial menghasilkan koloni berwarna putih, berbentuk bulat, dan memiliki permukaan halus, yang merupakan karakteristik yang umum ditemukan pada bakteri yang terlibat dalam dekomposisi bahan organik.

Hasil pewarnaan Gram menunjukkan bahwa kedua isolat merupakan bakteri Gram positif. Bakteri Gram positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga mampu mempertahankan kompleks kristal violet–iodin selama proses dekolorisasi dan menyebabkan sel tampak berwarna ungu setelah pewarnaan. Struktur dinding sel tersebut memberikan ketahanan mekanis yang lebih besar terhadap tekanan lingkungan dan berkontribusi dalam mempertahankan integritas sel selama pertumbuhan. Pengamatan serupa telah dilaporkan pada sistem pengomposan dan fermentasi limbah organik, di mana bakteri Gram positif, khususnya anggota genus *Bacillus*, *Paenibacillus*, dan *Lactobacillus*, sering mendominasi komunitas mikroba karena memiliki toleransi yang tinggi terhadap perubahan suhu, kelembapan, dan ketersediaan nutrisi, serta berperan aktif dalam degradasi bahan organik dan pematangan kompos [14], [15].

Kesimpulan

Limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) mengandung mikroorganisme indigenous dengan karakteristik fungsional yang beragam, meliputi aktivitas selulolitik, fermentatif, amilolitik, dan proteolitik. Populasi mikroorganisme didominasi oleh mikroorganisme selulolitik, diikuti oleh mikroorganisme fermentatif, proteolitik, dan amilolitik. Skrining fungsional berhasil mengidentifikasi enam isolat selulolitik dan dua isolat fermentatif, dengan IKPC.3 menunjukkan indeks aktivitas selulolitik tertinggi (8,0) dan IKPGC.1 menunjukkan indeks aktivitas fermentatif tertinggi (4,2). Berdasarkan karakteristik morfologi dan fisiologinya, kedua isolat dipilih sebagai isolat representatif dengan sifat fungsional yang relevan terhadap dekomposisi bahan organik. Temuan ini menunjukkan bahwa limbah kulit pisang kepok terfermentasi berpotensi menjadi sumber mikroorganisme indigenous yang dapat digunakan sebagai kandidat untuk pengembangan biofertilizer lebih lanjut. Identifikasi



molekuler dan pengujian efektivitas biofertilizer diperlukan untuk mengonfirmasi identitas taksonomi dan potensi aplikasinya.

Daftar Pustaka

- [1] F. M. G. Zulcarnain, “Daya Saing Komparatif dan Kompetitif Ekspor Komoditas Buah Pisang Indonesia (HS Code 0803) di Pasar Malaysia dan Singapura Periode 2019–2023,” *Blantika: Multidisciplinary Journal*, vol. 2, no. 10, 2024. doi: 10.57096/blantika.v2i10.223.
- [2] Z. T. Teshome, “Effects of banana peel compost rates on Swiss chard growth performance and yield in Shirka district, Oromia, Ethiopia,” *Heliyon*, vol. 8, no. 8, 2022. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10097.
- [3] Y. Aprianingsih, Z. A. Sadjidah, I. Liani, and E. Hidayati, “Pemanfaatan limbah rumah tangga kulit pisang, roti dan nasi sebagai media perangkap mikroorganisme lokal,” *Samota Journal of Biological Sciences*, vol. 4, no. 1, pp. 23–30, 2025. doi: 10.29303/sjbios.v4i1.6814.
- [4] N. S. Pangestu, A. Budiharjo, and M. G. I. Rukmi, “Isolasi, identifikasi 16S rRNA dan karakterisasi morfologi bakteri pendegradasi plastik polietilen (PE),” *Jurnal Akademika Biologi*, vol. 5, no. 1, pp. 24–29, 2016.
- [5] A. Susanti, Periadnadi, and Nurmia, “Isolasi dan karakterisasi bakteri alami pencernaan ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) sebagai kandidat probiotik,” *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 247–255, 2017. doi: 10.24843/metamorfosa.2017.v04.i02.p17.
- [6] Sukmawati, “Isolasi bakteri selulolitik dari limbah kulit pisang,” *BIOTROPIC: The Journal of Tropical Biology*, vol. 2, no. 1, pp. 46–52, 2018. doi: 10.29080/biotropic.2018.2.1.46-52.
- [7] S. Bishnoi, S. Sharma, and H. Agrawal, “Exploration of the potential application of banana peel for its effective valorization: A review,” *Indian Journal of Microbiology*, vol. 63, no. 4, pp. 398–409, 2023. doi: 10.1007/s12088-023-01100-w.
- [8] Y. Gu et al., “Influence of the densities and nutritional components of bacterial colonies on the culture-enriched gut bacterial community structure,” *AMB Express*, vol. 11, no. 1, p. 78, 2021. doi: 10.1186/s13568-021-01240-6.
- [9] C. Wang, G. Pan, X. Lu, and W. Qi, “Phosphorus solubilizing microorganisms: potential promoters of agricultural and environmental engineering,” *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, vol. 11, p. 1181078, 2023. doi: 10.3389/fbioe.2023.1181078.
- [10] S. E. Ruff, “Editorial: Microbial communities and metabolisms involved in the degradation of cellular and extracellular organic biopolymers,” *Frontiers in Microbiology*, vol. 12, p. 802619, 2022. doi: 10.3389/fmicb.2021.802619.
- [11] M. H. M. Zainudin, J. T. Singam, A. Q. Sazili, Y. Shirai, and M. A. Hassan, “Indigenous cellulolytic aerobic and facultative anaerobic bacterial community enhanced the composting of rice straw and chicken manure with biochar addition,” *Scientific Reports*, vol. 12, no. 1, p. 5930, 2022. doi: 10.1038/s41598-022-09789-3.
- [12] Y. Huang et al., “Hyperthermophilic pretreatment composting can reduce ammonia emissions by controlling proteolytic bacterial community and the physicochemical properties,” *Bioresources and Bioproducts*, vol. 10, no. 1, p. 37, 2023. doi: 10.1186/s40643-023-00659-y.
- [13] D. Ma et al., “Soil-derived cellulose-degrading bacteria: screening, identification, the optimization of fermentation conditions, and their whole genome sequencing,” *Frontiers in Microbiology*, vol. 15, 2024. doi: 10.3389/fmicb.2024.1409697.
- [14] X. Wang, X. He, and J. Liang, “Succession of microbial community during the co-composting of food waste digestate and garden waste,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 16, p. 9945, 2022. doi: 10.3390/ijerph19169945.
- [15] W. Han et al., “Microbial community succession in response to sludge composting efficiency and heavy metal detoxification during municipal sludge composting,” *Frontiers in Microbiology*, vol. 13, p. 1015949, 2022. doi: 10.3389/fmicb.2022.1015949.