

Isolation of Cellulolytic Bacteria from Oyster Mushroom Baglog Compost

Sandra Cahya Kurnia¹, Lolita Endang Susilowati^{1*}, Dori Kusuma Jaya¹¹Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Indonesia

Article History

Received : October 08th, 2024Revised : October 20th, 2024Accepted : December 10th, 2024*Corresponding Author: **Lolita****Endang Susilowati**, Program

Studi Ilmu Tanah Fakultas

Pertanian Universitas Mataram,

Indonesia;

Email:

lolitaabas37@unram.ac.id

Abstract: Oyster mushroom baglog compost is an organic waste rich in cellulose, making it a potential source for the isolation of cellulolytic bacteria. This research aims to isolate cellulolytic bacteria that function as decomposers in Baglog compost. Oyster mushroom baglog compost was used as a substrate, and bacteria were isolated using Nutrient Agar (NA) media and Carboxymethyl Cellulose (CMC) media. Qualitative testing method was done with congo red test. The results of the study successfully characterized 3 (three) potential cellulolytic bacterial isolates characterized by a cellulolytic index of more than 1 (1-1.75) and have the following characteristics: one isolate is milky white with a large round shape, one isolate is white with a large choppy shape, and one isolate is yellow with a medium round shape. These findings indicate that the three isolates have potential as cellulose decomposers and can be utilized in organic waste treatment applications or compost production.

Keywords: Oyster mushroom baglog compost, cellulolytic bacteria, isolation, cellulose decomposer, Carboxymethyl Cellulose, Congo Red test.

Pendahuluan

Kompos baglog jamur tiram adalah salah satu jenis kompos yang dibuat dari limbah baglog jamur tiram. Baglog merupakan media tanam jamur yang tersusun dari campuran serbuk kayu gergaji (75%), dedak (20%), kapur (5%), gypsum (5%), dan air (60%) (Susilowati *et al.*, 2022). Setelah masa panen berakhir media ini akan menjadi limbah organik, yang berpotensi sebagai pencemar lingkungan (Susilowati *et al.*, 2023). Pasalnya petani jamur tidak melakukan pengelolaan limbah organik secara tepat dan umumnya mereka hanya menimbun dan membakarnya begitu saja. Sementara Limbah organik ini tergolong sebagai limbah organik yang sulit terdekomposisi karena C/N rasionya tergolong tinggi (C/N > 40) (Susilowati *et al.*, 2023). Disisi lain, Kandungan serbuk gergaji yang tinggi membuat limbah ini kaya akan lignin, hemiselulosa, dan selulosa (Prasetyo *et al.*, 2023), sehingga memungkinkan ragam dekomposer berkembang pada limbah organik itu, salah satunya adalah bakteri selulolitik. (Ali & Wajdi, 2017).

Bakteri selulolitik adalah mikroorganisme yang mampu menguraikan selulosa menjadi senyawa karbohidrat sederhana

dengan adanya enzim selulase yang dihasilkannya (Murtiyaningsih & Hazmi, 2017). Selulosa merupakan polimer karbohidrat yang hasil dekomposisinya adalah karbohidrat sederhana (gula) (Supriyatna *et al.*, 2012). Karbohidrat merupakan sumber energi dan karbon yang utama bagi kehidupan mikroorganisme yang terlibat di dalam dekomposisi (Weimer, 2022). Karena itu, kehadiran bakteri selulolitik sangat penting dalam proses dekomposisi untuk memacu tersedianya sumber karbon dan energi bagi dekomposer. Proses penguraian selulosa itu dapat dipercepat dengan meningkatkan jumlah populasi bakteri selulolitik yang terlibat didalam proses pengomposan lignoselulosa (Andriany *et al.*, 2018).

Dekomposisi dari bahan organik secara alami memerlukan waktu 3 hingga 4 bulan untuk menjadi kompos yang siap dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Waktu dekomposisi baglog yang lambat menyebabkan limbah tidak dapat segera terdekomposisi. Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan isolasi bakteri selulolitik dari baglog jamur tiram (Kurniawan & Gusmawartati, 2022). Isolasi

bakteri selulolitik yang bersumber dari baglog jamur tiram sangat penting untuk memperoleh bakteri selulolitik yang potensial sebagai dekomposer lignin selulosa yang terkandung dalam baglog jamur. Selain itu, penggunaan bakteri selulolitik yang adaptif diharapkan mampu mempercepat dekomposisi limbah yang secara alami berlangsung relatif lama (Sukmawati & Warisaura, 2022). Selanjutnya hasil isolasi bakteri tersebut dibiakkan secara in vitro dan diinokulasikan kembali pada proses pengomposan baglog jamur. Dengan meningkatnya populasi bakteri selulolitik diharapkan dapat meningkatkan laju dekomposisi limbah baglog, sehingga dapat memperpendek masa yang dibutuhkan untuk dekomposisi limbah baglog. Percepatan dekomposisi limbah baglog ini dapat mengurangi timbunan limbah baglog dan hasil dekomposisinya dapat digunakan sebagai sumber pupuk organik (Kamelia *et al.*, 2018). Proses ini tidak hanya membantu dalam pengurangan limbah tetapi juga menghasilkan kompos yang dapat memperbaiki kesuburan tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplor bakteri selulolitik yang adaptif terhadap proses pengomposan baglog jamur. Diharapkan inokulasi bakteri selulolitik dapat memperpendek dekomposisi limbah baglog dengan kualitas kompos yang memenuhi standar pupuk organik. Sehingga baglog tersebut dapat menghasilkan kompos yang berkualitas.

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksplorasi, yang dirancang untuk menggali bakteri selulolitik dari kompos baglog jamur tiram. Penelitian ini melibatkan teknik isolasi bakteri selulolitik menggunakan beberapa metode seperti spread plate, streak plate, dan titik.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni hingga Desember 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Pertanian, Faperta Unram.

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan penunjang dalam penelitian ini meliputi drigalsky, autoklaf, blender, bunsen, cawan petri, Erlenmeyer, gelas beaker, gelas

ukur, jarum ose, tabung reaksi, Laminar Air Flow, kompor listrik, timbangan analitik, *micropipette*, waterbath, dan vortex. Sementara bahan yang digunakan adalah agar, aquades, alkohol, FeSO₄, *Carboxy methyl Cellulose* (CMC) agar, *Congo red* (pewarna organik), KH₂PO₄, K₂SO₄, MnSO₄, NA (*Nutrient Agar*), NaCl, NH₄NO₃, dan sampel kompos dari bahan limbah baglog jamur.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Kompos

Kompos yang digunakan merupakan hasil pengomposan penelitian sebelumnya (Prasetyo *et al.*, 2023). Pengomposan dilakukan dengan mencampurkan 1 bagian residu limbah baglog jamur sebanyak 6,3 kg kemudian menambahkan 200 mL bioaktivator BPF broth. Kompos diproses di Bank Sampah Paman Sam, Lembuak, Kecamatan, Narmada, Lombok Barat.

Persiapan Media Isolasi Bakteri

Sebanyak 20 g NA dilarutkan kedalam 1000 mL aquades yang kemudian dipanaskan menggunakan kompor agar terlarut sempurna. Setelah itu media NA ditutup dengan kapas dan aluminium foil dan disterilisasi pada kondisi 121°C, 1,5 atm, dan selama 30 menit. Media CMC dibuat dengan cara melarutkan 0,5 g NaCl, 0,5 g FeSO₄, 1 g NH₄NO₃, 1 g KH₂PO₄, 0,01 g MnSO₄, 10 g CMC, 0,5 g K₂SO₄, dan 25 g agar dalam 1000 mL aquades menggunakan blender kemudian disterilisasi pada kondisi 121°C, 1,5 atm, dan selama 30 menit (Saropah, 2012).

Persiapan Inokulum Isolat Bakteri Selulolitik

Sebanyak 8,5 g NaCl dilarutkan kedalam 1000 mL aquades yang kemudian disterilkan pada kondisi 121°C, 1,5 atm, dan selama 30 menit. Sedangkan pembuatan inokulum isolat bakteri dilakukan dengan cara melarutkan sebanyak 10 g sampel kompos dimasukkan kedalam 90 mL larutan fisiologis kemudian dishaker dan diinkubasi pada suhu 40°C selama 30 menit.

Inokulum bakteri disiapkan dengan cara melarutkan 10 g sampel kompos ke dalam 90 mL larutan fisiologis, dikocok menggunakan shaker, dan diinkubasi pada suhu 40°C selama 30 menit. Inokulum diencerkan dengan metode seri pengenceran bertingkat hingga 10⁻⁵.

Isolasi dan Purifikasi Bakteri pada Media Nutrient Agar (NA)

Isolasi bakteri dilakukan dengan memindahkan sebanyak 0,1 mL inokulum dari pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} ke media NA yang telah memadat. Setelah diinkubasi selama 2 x 24 jam, koloni bakteri yang tumbuh akan dipilih untuk purifikasi menggunakan metode *streak plate* pada media NA. Proses ini bertujuan mendapatkan isolat murni bakteri.

Isolasi Bakteri Potensi Selulolitik dengan Metode Titik

Isolat bakteri terpilih ditanam pada media CMC menggunakan metode titik. Media ditutup dengan cling wrap dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang. Bakteri yang tumbuh dianggap sebagai bakteri potensial selulolitik dan akan digunakan dalam proses karakterisasi.

Spesifikasi Bakteri Potensi Selulase

Aktivitas selulase diukur dengan menambahkan larutan Congo red 0,1% ke media CMC yang telah diinkubasi selama 15 menit. Setelah dicuci dengan larutan NaCl 1 M, zona bening di sekitar koloni yang menunjukkan aktivitas selulase diukur. Indeks selulolitik dihitung dengan persamaan (Chusniasih *et al.*, 2023).

$$\text{Indeks Selulolitik} = \frac{\text{Diameter Zona Bening} - \text{Diameter Koloni}}{\text{Diameter Koloni}}$$

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi diameter koloni, diameter zona bening, warna koloni, tepian koloni, dan permukaan koloni. Diameter diukur dengan penggaris, sedangkan warna, tepian, dan permukaan diamati secara makroskopis.

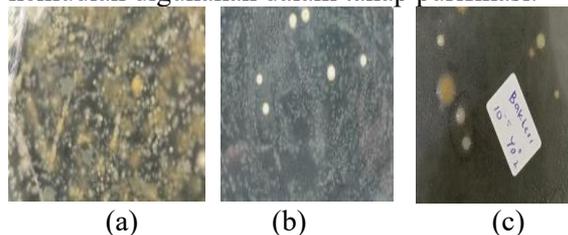
Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan Isolat Bakteri Pada Media NA

Kulturisasi isolat pada media NA merupakan langkah awal dalam mengisolasi mikroba dekomposer. Media ini dipilih karena kecukupan nutrisinya, seperti pepton dan ekstrak daging yang berperan sebagai sumber nitrogen, sehingga mendukung pertumbuhan berbagai mikroba heterotrof (Rizky *et al.*, 2019). Dalam proses isolasi, sampel kompos yang diduga mengandung bakteri dekomposer khususnya

bakteri selulolitik dilarutkan dan ditanam pada media NA menggunakan metode seri pengenceran bertingkat, kemudian diinkubasi selama dua hari. Setelah inkubasi, tampak koloni bakteri dengan morfologi yang beragam, menunjukkan adanya keanekaragaman mikroorganisme dalam sampel yang dianalisis.

Koloni bakteri tumbuh pada media NA dengan tingkat pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} (**Gambar 1**). Pada dua pengenceran pertama jumlah koloni bakteri terlalu banyak, melebihi 300 koloni, sehingga sulit untuk dihitung. Kondisi ini termasuk dalam kategori TBUD atau terlalu banyak untuk dihitung. Selain itu, pengenceran terakhir, koloni yang tumbuh juga masih banyak, namun lebih mudah untuk dihitung. Oleh karena itu, proses purifikasi isolat akan dilakukan pada pengenceran terakhir ini. Pertumbuhan koloni bakteri pada pengenceran ini menunjukkan warna yang bervariasi, mulai dari kuning, krem, pink, putih, dan oranye, bentuk bulat dan tak beraturan, serta ukuran yang juga bervariasi. Isolat bakteri yang tumbuh kemudian digunakan dalam tahap purifikasi.



Gambar 1. Hasil isolasi bakteri selulolitik kompos baglog jamur tiram dengan metode spread plate pada media NA (a) pengenceran 10^{-3} , (b) pengenceran 10^{-4} , dan (c) pengenceran 10^{-5} .

Purifikasi Isolat Bakteri dari Media NA

Proses purifikasi bertujuan untuk mendapatkan isolat murni, yaitu hanya terdiri dari isolat tunggal. Tahap ini dilakukan dengan cara menumbuhkan kembali isolat dari koloni tunggal yang tumbuh ke media NA yang baru. Koloni yang memiliki morfologi yang seragam dalam hal kesamaan ukuran, bentuk, dan warna, digunakan sebagai indikator kemurnian. Purifikasi dalam studi ini diawali dengan penyeleksian 14 isolat bakteri yang tumbuh pada media NA yang semuanya dipilih berdasarkan kesamaan karakteristik spesifik dari masing-masing isolat (**Gambar 2**), keterpisahan koloni yang baik (tidak saling tumpang tindih dengan koloni lain), serta perbedaan morfologi

mencerminkan keberagaman dalam suatu populasi bakteri.



Gambar 2. Penampakan morfologi koloni isolat bakteri selulolitik dengan karakteristik makroskopis yang beragam.

Seleksi Bakteri Berdasarkan Potensi Selulolitik pada Media CMC

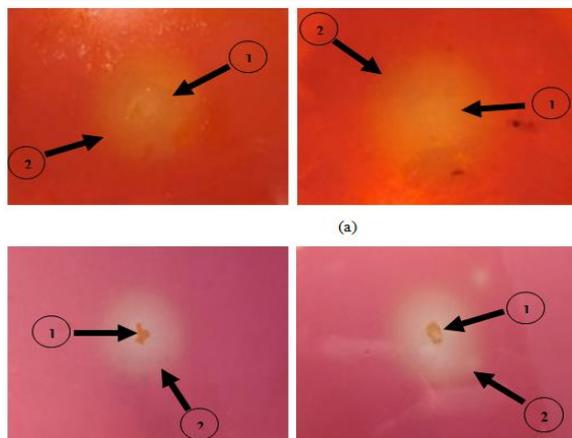
Sebanyak 7 dari 14 isolat terpilih dalam proses purifikasi selanjutnya digunakan dalam tahap inokulasi. Pemilihan isolat ini didasarkan pada beberapa pertimbangan: (1) Isolat 1, 2, 6, dan 11 terpilih sebab memiliki berukuran besar dan berbentuk bulat, sebagai indikasi pertumbuhan yang stabil dan aktivitas metabolis yang optimal (Berlanga, 2014); (2) Isolat 3 memiliki bentuk yang tak beraturan, berwarna kuning, dan berukuran sedang serta isolat 8 yang berwarna putih dengan bentuk tidak beraturan, dan isolat nomor 9 yang berwarna putih dengan bentuk berombak besar, dipilih karena morfologi yang tidak biasa. Bentuk berombak pada isolat tertentu dapat menjadi indikasi memiliki karakter enzimatik yang unik dalam mendukung proses perombakan selulosa (Lee & Schmidt, 2016).

Pengujian lebih lanjut dilakukan dengan mengkultur isolat bakteri pada media selektif CMC dengan metode titik, kemudian diinkubasi 2 x 24 jam. Setiap uji dilakukan duplo. Isolat yang tumbuh an berhasil membentuk zona bening (*halo zone*) disekitar media dianggap sebagai isolat bakteri selulolitik potensial dalam mendegradasi selulosa. *Halo zone* yang terbentuk merupakan hasil dari aktivitas selulase yang disekresikan oleh isolat bakteri. *Halo zone* ini menandakan bahwa bakteri yang diuji mampu menggunakan sumber karbon dari selulosa pada media. Proses pembentukan *halo zone* terjadi akibat degradasi selulosa menjadi glukosa dalam. Halo zone yang semakin luas menunjukkan aktivitas selulolitik yang semakin tinggi (Apun et al., 2000). Selain itu, Kurniawan et al. (2019)

melaporkan bahwa isolat yang mampu tumbuh pada media CMC mampu bertahan hidup karena mampu memanfaatkan selulosa sebagai sumber karbonnya. Hasil inokulasi menunjukkan bahwa 3 dari 7 isolat yaitu isolat nomor 1, 9, dan 11 mampu menghasilkan *halo zone*. Isolat bakteri dengan *halo zone* terluas selanjutnya diuji potensi selulolitiknya secara kualitatif.

Uji Potensi Isolat Bakteri Selulolitik secara Kualitatif

Reagen Congo Red 0,1% ditetesi pada isolat bakteri selama 15 menit dan kemudian dilakukan pembilasan sebanyak 2 kali menggunakan larutan NaCl 1 M (Gupta et al., 2012). Penetesan Cong Red ini bertujuan untuk memperjelas *halo zone* yang terbentuk disekitar koloni bakteri (Sazci et al., 1986), sementara pencucian menggunakan larutan NaCl berfungsi untuk memperjelas zona bening yang dihasilkan akibat degradasi selulosa oleh enzim selulase (Murtianingsih & Hazmi, 2017). Proses penetesan zat warna ini membuat *halo zone* yang terbentuk tampak jelas seperti yang diperlihatkan pada hasil penelitian ini. Hal ini menunjukkan isolat yang memiliki halo zone memiliki aktivitas selulolitik yang potensial. Pada media CMC, enzim selulase menghidrolisis selulosa menjadi glukosa (Murtianingsih & Hazmi, 2017), menyebabkan hole zone tidak menyerap zat warna (**Gambar 3**). Bagian media yang tidak terwarnai ini disebut zona bening, yang terbentuk akibat interaksi Congo Red (natrium benzydindiazo-bis-1-naftilamin-4-sulfonat) dan ikatan β -1,4-glikosidik dalam media CMC. Setiap bakteri selulolitik menghasilkan zona bening dengan ukuran yang bervariasi, tergantung pada kompleks enzim selulase yang diproduksi, yang dipengaruhi oleh faktor genetik dan konsumsi sumber karbon (Meryandini et al., 2010). Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa isolat yang diuji mampu menggunakan selulosa sebagai sumber nutrisi, khususnya sumber karbon utama untuk pertumbuhannya (Arif et al., 2023).



Keterangan: 1 = Koloni, 2 = Halo zone
Gambar 3. Penambahan halo zone isolat bakteri setelah ditetesi Congo Red a) B_{9.1} dan B_{9.2}, b) B_{11.1} dan B_{11.2}.

Halo zone yang terbentuk diukur diameternya dan juga diameter koloninya. Pengukuran ini bertujuan untuk menentukan tingkat aktivitas selulolitik atau indeks selulolitik. Indeks ini mencerminkan tingkat kemampuan masing-masing isolat dalam mendegradasi selulosa. Indeks selulolitik ini dihitung berdasarkan selisih antara diameter halo zone dan koloni kemudian dibagi dengan diameter koloni seperti yang diuraikan pada rumus berikut.

Indeks selulolitik =

$$\frac{\text{Diameter Zona Bening} - \text{Diameter Koloni}}{\text{Diameter Koloni}}$$

Secara kualitatif, terdapat korelasi positif antara nilai indeks selulolitik dan kuantitas selulase yang diproduksi. Indeks selulolitik yang tinggi menunjukkan bahwa isolat memiliki potensi selulolitik yang lebih optimal. Chusniasih et al. (2023) juga melaporkan bahwa nilai indeks selulolitik yang tinggi berkaitan dengan aktivitas selulase yang efektif dalam merombak substrat dari selulosa. Radiansyah et al. (2017) mengelompokkan kapabilitas degradasi selulosa dikategorikan menjadi tiga jenis berdasarkan indeks selulolitik, yaitu rendah (jika ≤ 1), sedang (1–2), dan tinggi (jika ≥ 2). Nilai indeks selulolitik pada studi ini disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Isolat bakteri kandidat selulolitik dan indeks selulolitik-nya.

No	Isolat	Diameter Koloni (cm)	Diameter halo zone (cm)	Indeks Selulolitik	Rasio
1	Isolat 1 ₁	0.8	2.2	1.75	Sedang
2	Isolat 1 ₂	0.7	1.9	1.72	Sedang
3	Isolat 9 ₁	0.8	1.8	1.25	Sedang
4	Isolat 9 ₂	0.9	1.9	1.1	Sedang
5	Isolat 11 ₁	0.4	0.8	1	Sedang
6	Isolat 11 ₂	0.5	1	1	Sedang

Sumber: Data Primer di olah (2023). Keterangan : * IS menurut Radiansyah et al. (2017) yaitu IS rendah ≤ 1 , IS sedang antara 1-2, dan IS tinggi ≥ 2 .

Data dalam **Tabel 1** menunjukkan bahwa isolate bakteri selulolitik yang diperoleh menghasilkan indeks selulolitik dengan tingkat degradasi sedang. Keseluruhan isolat di atas memiliki indeks selulolitik yang cukup bervariasi namun dengan rasio yang mirip dalam kategori sedang.

Dalam studi ini, isolat B1.1 memiliki halo zone terbesar dengan diameter 2,2 cm, sementara isolat B11.1 ber-halo zone terkecil yaitu 0,8 cm. Perbedaan ukuran koloni juga ditemukan pada isolat B9.2 dengan ukuran koloni terbesar yaitu 0,9 cm dan isolat B11.1 dengan ukuran koloni terkecil yaitu 0,4 cm. Meskipun demikian, besar kecilnya koloni tidak selalu berbanding lurus dengan aktivitas selulolitiknya melainkan adalah spektrum indeks selulolitiknya. Sebagai contoh, isolat B1.1 meskipun memiliki diameter koloni yang relatif kecil yaitu 0,8 cm namun tetap memperlihatkan indeks selulolitik tinggi.

Indeks selulolitik yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan hasil yang dilaporkan oleh peneliti terdahulu. Indeks selulolitik pada studi ini sejalan dengan penelitian sebelumnya seperti yang dilaporkan oleh Yogyakarta et al. (2016) bahwa indeks selulolitik berkisar dari 2,00-2,22 yang diisolasi dari rumen sapi. Beberapa penelitian sebelumnya seperti Behera et al. (2014) melaporkan indeks selulolitik berkisar antara 1,18-2,5 dari sampel tanah mangrove. Penelitian lain oleh Murtianingsih & Hazmi (2017) mencatat sebesar 0,85 dari sampel tanah sampah sementara Ananda et al. (2023) menemukan indeks selulolitik berkisar dari 0,6 hingga 2,5 dari

sampel lumpur mangrove.

Kesimpulan

Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa tiga isolat dekomposer potensial asal kompos limbah baglog berhasil diisolasi dengan indeks selulolitik > 1 kategori sedang. Ketiga isolat masing-masing memiliki karakteristik putih susu berbentuk bulat besar, putih dengan tepian berombak besar, dan kuning berbentuk bulat. Hasil ini mengindikasikan bahwa ketiga isolat tersebut potensial untuk digunakan sebagai dekomposer senyawa selulosa dan dapat dimanfaatkan untuk tujuan pengolahan limbah organik atau proses pengomposan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada dosen pembimbing yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.

Referensi

- Ali, U., & Wajdi, M. F. (2017). Pemanfaatan Bakteri Selulolitik Sekum Kelinci Dengan Aras Konsentrasi Koloni Dan Waktu Inkubasi Untuk Fermentasi Limbah Agroindustri Lokal Dalam Pakan Kelinci. *Sains Peternakan*, 13(2), 94. <https://doi.org/10.20961/Sainspet.V12i2.4780>
- Andriany, A., Fahrudin, F., & Abdullah, A. (2018). Pengaruh Jenis Bioaktivator Terhadap Laju Dekomposisi Seresah Daun Jati Tectona Grandis L.F., di Wilayah Kampus Unhas Tamalanrea. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 3(2), 31–42. <https://doi.org/10.20956/Bioma.V3i2.5820>
- Apun, K., Jong, B. C., & Salleh, M. A. (2000). Screening And Isolation Of A Cellulolytic And Amylolytic Bacillus From Sago Pith Waste. *Journal Of General And Applied Microbiology*, 46(5), 263–267. <https://doi.org/10.2323/Jgam.46.263>
- Arif, A., & Hasyim A, H. (2023). Isolasi Dan Karakteristik Bakteri Pendegradasi Selulosa Dari Seresah Daun Tebu (Saccarum Officinarum). *Jurnal Bioshell*, 12(1), 41–48. <https://doi.org/10.56013/Bio.V12i1.2052>
- Berlanga, M. (2014). *Brock Biology Of. May*, 12–14.
- Dewi Chusniasih, Erma Suryanti, & Erina Safitri. (2023). Isolasi Dan Uji Aktivitas Selulolitik Bakteri Asal Limbah Bagas. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(3), 386–395. <https://doi.org/10.18343/Jipi.28.3.386>
- Gupta, P., Samant, K., & Sahu, A. (2012). Isolation Of Cellulose-Degrading Bacteria And Determination Of Their Cellulolytic Potential. *International Journal Of Microbiology*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/578925>
- Kamelia, M., Anggoro, B. S., & Novitasari, D. (2018). Retracted: Isolasi Dan Seleksi Enzimatis Bakteri Selulolitik Dari Limbah Media Tanam Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) Berbahan Serbuk Gergaji Kayu Karet (Hevea Brasiliensismuell. Arg). *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 9(2), 225–237. <https://doi.org/10.24042/Biosfer.V9i2.2382>
- Kurniawan, A., Sari, S., Asriani, E., Sambah, A., Kurniawan, A., & Prihanto, A. (2019). *Culturable Cellulolytic Bacteria From Mangrove With Anadara Granosa Cultivation In Sukal, West Bangka. January*. <https://doi.org/10.2991/Icoma-18.2019.28>
- Kurniawan, C. A., & Gusmawartati, G. (2022). Uji Isolat Bakteri Selulolitik Sebagai Dekomposer Pada Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Agrotek: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 5(1), 55–62. <https://doi.org/10.33096/Agrotek.V5i1.159>
- Lee, N., & Schmidt, T. M. (2016). *Microbial_Communities_Functional_Versus.Pdf*.
- Lynd, L. R., Weimer, P. J., Zyl, W. H. Van, & Isak, S. (2002). Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals And Biotechnology Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals And Biotechnology Downloaded From <http://mbr.asm.org/> On February 6 , 2013 By Indian Institute Of Technology Madras. *Microbiology And Molecular*

- Biology Reviews*, 66(3), 506–577.
<https://doi.org/10.1128/Mmbr.66.3.506>
- Meryandini, A., Widosari, W., Maranatha, B., Sunarti, T. C., Rachmania, N., & Satria, H. (2010). Isolasi Bakteri Selulolitik Dan Karakterisasi Enzimnya. *Makara Journal Of Science*, 13(1).
<https://doi.org/10.7454/Mss.V13i1.369>
- Murtiyaningsih, H., & Hazmi, M. (2017). Isolasi Dan Uji Aktivitas Enzim Selulase Pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Agritrop*, 15(2), 293–308.
<http://jurnal.unmuhjember.ac.id/>
- Prasetyo, M. T., Kusnarta, I. G. M., Susilowati, L. E., & Mahrup. (2023). The Quality Of Compost Made From A Mixture Of Oyster Mushroom Baglog Waste And Cow Manure With The Addition Of Dekomposer Of Promi, Ma-11, And Bpf. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 464–471.
<https://doi.org/10.29303/Jbt.V23i2.4874>
- Rudiansyah, D., Rahmawati, & Rafdinal. (2017). Eksplorasi Bakteri Selulolitik Dari Tanah Hutan Mangrove. *Protobiont*, 6(3), 255–262.
- Sazci, A., Erenler, K., & Radford, A. (1986). Detection Of Cellulolytic Fungi By Using Congo Red As An Indicator: A Comparative Study With The Dinitrosalicylic Acid Reagent Method. *Journal Of Applied Bacteriology*, 61(6), 559–562.
<https://doi.org/10.1111/J.1365-2672.1986.tb01729.x>
- Sukmawati, D., P., & Warisaura, D., A. (2022). Pengaruh Perbandingan Komposisi Antara Limbah Baglog Dengan Kotoran Sapi Menggunakan Em-4. *Serambi Engineering*, 7(3), 3609–3616.
- Supriyatna, A., Rohimah, I., Suryani, Y., & Sa'adah, S. (2012). Isolation And Identification Of Cellulolytic Bacteria From Waste Organic Vegetables And Fruits For Role In Making Material Biogas. *Jurnal Istek*, 6(2), 10–20.
- Susilowati, L. E., Arifin, Z., Silawibawa, I. P., R. Sutriyono, & Mahrup. (2022). Edukasi Pengolahan Limbah Baglog Jamur Tiram Menjadi Pupuk Organik Diperkaya Bakteri Pelarut Fosfat Pada Petani Muda Milenial Di Desa Narmada Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan Ipa*, 5(4), 46–53.
<https://doi.org/10.29303/Jpmpi.V5i4.2370>
- Susilowati, L. E., Mahrup, M., Arifin, Z., & Sutriyono, R. (2023). Effectiveness Of Bio Activator Of Phosphate Solubilizing Bacteria Consortium On Composting Bag-Log Waste Incorporated With Cow Dung. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 9(2), 788–795.
<https://doi.org/10.29303/Jppipa.V9i2.2755>
- Weimer, P. J. (2022). Degradation Of Cellulose And Hemicellulose By Ruminal Microorganisms. *Microorganisms*, 10(12).
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10122345>
- Yogyaswari, S. A., Rukmi, M. G. I., & Raharjo, B. (2016). Ekplorasi Bakteri Selulolitik Dari Cairan Rumen Sapi Peranakan Fries Holland (Pfh) Dan Limousine Peranakan Ongole (Limpo). *Jurnal Biologi*, 5(4), 70–80.