



Isolasi dan Identifikasi Jamur Selulotik Sebagai Agen Biokonversi Pakan

Asrul^{1*}, dan Devi Anthonia J. Ndolu¹

¹ Poliklinik Pertanian Negeri Kupang, Kota Kupang, NTT

*Email korespondensi: asrul@staff.politanikoe.ac.id

Diterima: 20-09-2024

– Disetujui: 25-11-2024

– Dipublikasi: 27-11-2024

© 2024 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Halu Oleo Kendari

Abstrak

Forage and concentrate are the main feeds for ruminant animals. However, forage is the most commonly used feed by farmers to meet the nutritional needs of their livestock. Abundance is the main reason forage is farmers' preferred feed. However, the disadvantage of forage is its high fiber content, especially cellulose, which causes low digestibility. One way to reduce cellulose content is with the help of cellulolytic fungi. Cellulolytic fungi are known to have the ability to degrade cellulose. This study aimed to isolate and identify cellulolytic fungi found in the rumen of Odot grass, which is usually used as feed for ruminant animals. Fungi that can degrade cellulose are indicated by their ability to clarify CMC media which has been given Congo red. The identification of fungi carried out included morphological characterization of the colony. The results showed that 12 fungi were successfully isolated and three genera of fungi were able to degrade cellulose, namely *Aspergillus* (isolates P1 and P2), *Rhizopus* (isolates P5 and P9) and *Mucor* (isolate P7). The genus *Aspergillus*, *Rhizopus*.

Keywords: Animal Feed, Cellulolytic, Fungi

Abstrak

Hijauan dan konsentrat merupakan pakan utama bagi ternak ruminansia, namun demikian pakan hijauan merupakan pakan yang sering digunakan oleh peternak untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternaknya. Kelimpahan menjadi alasan utama pakan hijauan paling diminati peternak, namun demikian kekurangan pakan hijauan adalah tingginya kadar seratnya khusus selulosanya yang menyebabkan rendahnya tingkat kecernaannya. Salah satu cara untuk menurunkan kadar selulosanya yaitu dengan bantuan jamur selulotik. Jamur selulotik diketahui mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa. Tujuan penelitian ini yaitu mengisolasi dan mengidentifikasi jamur selulotik yang terdapat di serasa rumput odot yang biasanya dijadikan pakan ternak ruminansia. Jamur yang mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa ditandai dengan kemampuannya untuk membeningkan media CMC yang telah diberikan kongo red. Identifikasi jamur yang dilakukan meliputi karakterisasi morfologi koloni. Hasil penelitian menunjukkan ada 12 jamur yang berhasil idisolasi dan ada tiga genus jamur yang mampu mendegradasi selulosa yaitu *Aspergillus* (isolat P1 dan P2), *Rhizopus* (isolat P5 dan P9) dan terakhir *Mucor* (isolat P7). Jamur genus *Aspergillus*, *Rhizopus* dan *Mucor* memiliki kemampuan mendegradasi selulosa pada tanaman rumput odot (*Pennisetum purpureum cv. Mott*).

Kata kunci: Pakan Ternak, Selulotik, Jamur

PENDAHULUAN

Peternak hewan ruminansia umumnya memenuhi kebutuhan nutrisi ternaknya dengan memberikan pakan hijauan dan konsentrat, namun demikian pakan hijauan merupakan pakan yang sering digunakan oleh peternak. Kelimpahan dan harganya terjangkau menjadi alasan utama pakan hijauan paling diminati peternak. Pakan hijauan masih dibagi lagi menjadi pakan hijauan segar dan kering. Pakan hijauan umumnya mengandung serat yang tinggi dan sulit dicerna oleh ternak. Salah satu penyusun utama dari serat adalah selulosa.

Selulosa merupakan polisakarida yang menyusun dinding sel tumbuhan. Monomer dari selulosa adalah glukosa yang tidak lain merupakan karbohidrat yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen. (Fatriasari, dkk 2019). Selulosa bersama hemiselulosa, pektin, dan lignin menyusun dinding sel tumbuhan, selulosa sendiri merupakan kerangka utama dinding sel yang sukar sekali larut bahkan di dalam air panas. (Fahrudin et al., 2020). Semua pakan hijauan, baik masih segar maupun yang sudah kering memiliki kandungan selulosa, namun demikian tumbuhan yang sudah tua dan mengering memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi.

Proses pendegradasian selulosa dapat dilakukan baik secara fisik, kimiawi dan biologi. Proses pendegradasian secara biologi menggunakan jasa mikroorganisme baik bakteri maupun jamur. Mikroorganisme tersebut kemudian mengeluarkan enzim untuk mencerna selulosa. Exo-1,4- β -D-glucanase (cellobiohydrolase), β -glucosidase (cellobiase) dan endo-1,4- β -D-glucanase (endoselulase, carboxymethylcellulase atau CMCase) merupakan enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme untuk mendegradasi selulosa. (Ulfa et al., 2014).

Penelitian terhadap proses pendegradasian selulosa pada dinding sel

tanaman untuk pemanfaatannya pada peningkatan keterserapan nutrisi pakan ternak, telah banyak dilakukan. Baik yang menggunakan bakteri maupun menggunakan jamur sebagai agen mikroorganismenya. Bakterinya yang mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa yaitu *Cellulomonas sp*, *Acidophilium facilis*, dan *Acetobacter liquefaciens*, (Soepranionondo et al., 2007). Adapun jamur khamir diketahui mempunyai kemampuan untuk meningkatkan degradasi selulosa pada hijauan sorgum dan meningkatkan pencernaan nutrisinya. (Sugoro et al., 2014).

Penggunaan bakteri sebagai agen pendegradasi selulosa untuk meningkatkan pencernaan pakan hijauan sudah banyak diteliti, namun demikian penelitian terkait penggunaan jamur selulolitik masih kurang, khususnya jamur selulolitik yang berasal dari serasah rumput odot (*Pennisetum purpureum cv. Mott*) yang umumnya dijadikan pakan ternak. Tujuan penelitian ini yaitu mengisolasi dan mengidentifikasi jamur selulolitik yang terdapat di serasah rumput odot yang hidup di Kupang, Nusa Tenggara Timur. Penemuan isolat jamur selulolitik dari serasah rumput odot, diharapkan kedepannya bisa dikembangkan menjadi agen bioteknologi pada pakan ternak yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2024. Lokasi penelitian yaitu di Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Kecamatan Penfui Kota Kupang. Pengambilan serasah rumput odot disekitar tanah rhizospernya dilakukan di lahan pakan ternak jurusan peternakan sedangkan isolasi serta identifikasi morfologi jamurnya dilaksanakan di

Laboratorium Pakan Ternak Jurusan Peternakan Politeknik Pertanian Negeri Kupang.

Alat dan Bahan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu autoklaf, mikroskop, timbangan analitik, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, inkubator, *hot plate*, vortex, *refrigerator*, mikropipet jarum ose, peralatan gelas laminar air flow (LAF), spidol, lampu spritus dan wadah plastik sampling serasah. Adapun bahan yang digunakan yaitu serasah rumput odot yang terdapat di sekitar tanah perakaran, *potato dextrose agar* (PDA), *lactophenol cotton blue*, *congo red*, *carboxymethyl cellulose* (CMC), MnSO_4 , pepton, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_2$, *yeast extract*, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, K_2HPO_4 , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, agar, aquades, alkohol 70%, spiritus dan tissue.

Metode Kerja Penelitian

Serasah rumput odot diambil dengan jalan mengumpulkan sisa bahan organik rumput yang terdapat di sekitar permukaan perakaran rumput odot. Serasah dan tanah permukaan perakaran tersebut (rhizosfer) kemudian dikompositkan dan dilanjutkan pada isolasi jamurnya. Proses isolasi jamur menggunakan metode sebar (*spread plate*) yaitu suspensi larutan dituang pada media *potato dextrose agar* (PDA) yang sudah memadat di cawan petri. Bahan yang akan digunakan selama proses isolasi jamur harus disterilkan terlebih dahulu dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C , tekanan 1 atm, dengan durasi waktu 15 menit.

Tanah rhizosfer dan serasah rumput odot yang telah dihomogenkan, diambil 1 gram kemudian dilakukan pengenceran bertingkat sampai 10^{-5} . Suspensi pengenceran 10^{-3} sampai 10^{-5} diambil 1 ml kemudian di *spread plate* dan inkubasi selama 5-7 hari. Bakteri kontaminan yang tidak diinginkan di media *potato dextrose agar* (PDA), dapat dihindari dengan

penambahan antibiotik *chloramphenicol* dengan takaran 50 mg dalam 100 ml lauratan media PDA. Jamur yang telah tumbuh kemudian dipurifikasi dan selanjutnya dipisahkan berdasarkan perbedaan morfologinya dengan indikator perbedaan yaitu bentuk koloni, warna permukaan koloni, warna di balik koloni, margin, tekstur, elevasi, meselium, pertumbuhan dan diameter koloni jamur.

Jamur kemudian ditumbuhkan di media *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) selama 3 hari untuk melihat kemampuan jamur dalam mendegradasi selulosa yang terdapat pada media tersebut. Jamur yang telah diinkubasi 3 hari tersebut, kemudian dituangkan dengan 2 ml pewarna *Congo red* dengan konsentrasi 0,1% selama 10 menit. Jamur yang memiliki kemampuan mendegradasi selulosa (jamur selulolitik) ditandai dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni jamur. Jamur selulolitik yang tumbuh kemudian karakterisasi meliputi karakterisasi hifa, warna hifa, rhizoid, warna konidiofor, dan bentuk konodia dan dilanjutkan dengan Identifikasi. Identifikasi jamur selulolitik berdasarkan morfologinya baik makroskopis maupun mikroskopis dengan merujuk pada panduan identifikasi "*Introduction to Food-borne Fungi* (Samson et al., 2002). Analisis data dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis data kualitatif, dimana data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk gambar, tabel dan penjelasan data dari sumber referensi yang kredibel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serasah Rumput Odot

Serasah umumnya didefinisikan sebagai bagian tanaman (daun atau ranting) yang jatuh dipermukaan tanah kemudian lebih lanjut mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme yang terdapat di atas permukaan tanah. Bakteri dan jamur merupakan mikroorganisme yang berperan penting dalam dekomposisi tersebut. Ada tiga bakteri

yang ditemukan yang mampu mendegradasi selulosa pada serasah tanaman daun tebu (*Saccarum officinarum*) dan diduga merupakan golongan bakteri *Lactobacillus* dan *L.Pseudomonas*.(AA et

al., 2023). Terdapat 53 isolat jamur yang mampu mendegradasi selulosa yang didapatkan dari serasa tanah dari tanaman di hutan. (Hardianty et al., 2014)



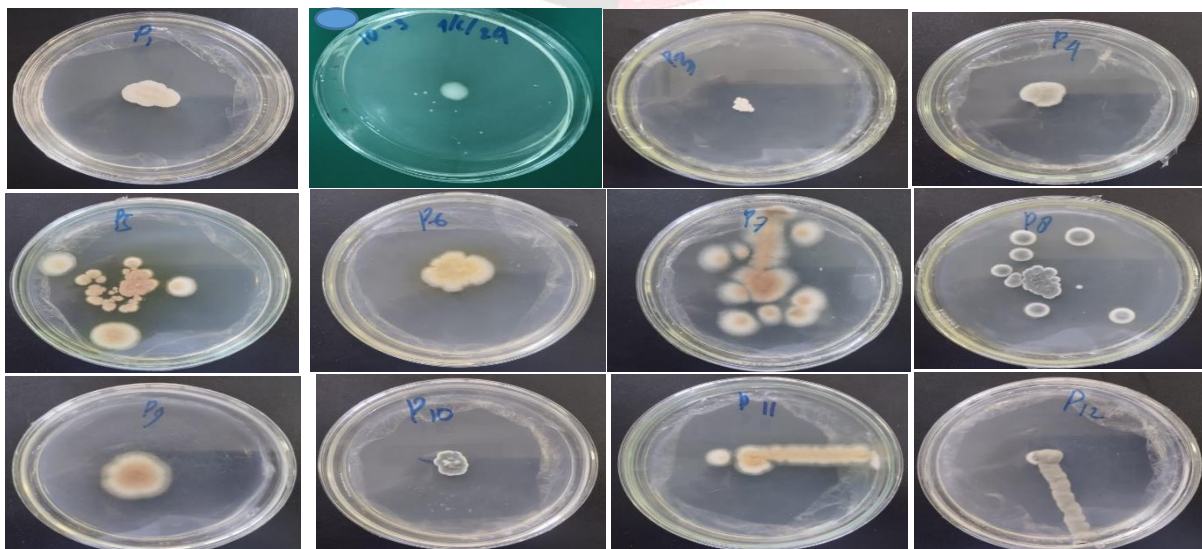
Gambar 1. Pengambilan Serasah Rumput Odot

Pengambilan serasa rumput odot dilakukan dengan aseptis. Selain serasa yang masih utuh yang diambil, tanah dipermukaan rumput odot yang terdapat serasah juga diambil. Hal ini dikarenakan, sudah ada serasah yang menyatu dengan tanah permukaan (rhizosfer) akibat proses dikomposisi. Mikroba umumnya dapat ditemukan di daerah bagian rhizosfer tanaman, khususnya daerah sekitar perakaran tanaman. Adanya unsur hara yang terdapat pada rhizosfer membuat mikroba banyak tumbuh di daerah tersebut. (Putra et al., 2020). Unsur hara tersebut bisa berasal dari eksudat akar ataupun

hasil dekomposisi organik serasah tanaman. Terlebih lagi rumput odot termasuk tanaman monokotil dengan akar serabut, serta mampu berkembang biak secara rhizome dan menyebar ke berbagai arah.

Isolat Jamur Jamur Dari Serasah dan Rhizosfer Rumput Odot.

Hasil isolasi jamur dari dekomposit serasah dan rhizosfer rumput odot di media PDA, mampu mengisolasi 12 isolat jamur. Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Isolat Jamur dari komposit Serasah dan Rhizosfer Rumput Odot

Dua belas jamur yang berhasil diisolasi kemudian dikarakterisasi ciri morfologi koloninya mulai dari bentuk koloni, warna permukaan koloni, warna balik koloni, margin-tekstus-elevasi-miselium koloni,

kecepatan pertumbuhan jamur dan diameter koloni selama 7 hari. Adapun datanya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi Morfologi Jamur

Karakter Morfologi Jamur	Kode Isolat					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Bentuk	Round	Round	Irreguler	Irreguler	Round	Irreguler
Warna Permukaan	Putih	Hitam-Putih	Putih	Hijau Tua	Coklat	Kuning-coklat
Warna Balik Koloni	Kuning	Hitam-Putih	Putih	Hitam	Kuning	Orange Kuning
Margin	Lobate	Lobate	Irreguler	Lobate	Smooth entire	Lobate
Tekstur	Beludru	Beludru	Beludru	Beludru	Beludru	Beludru
Elevasi	Raised	Raised	Flat	Conveks	Umbonate	Flat
Miselium	Aerial	aerial	Aerial	Aerial	Aerial	Aerial
Pertumbuhan	Sedang	Lambat	Lambat	Sedang	Sedang	Cepat
Diameter 7 hari	2,7	1 cm	1 cm	2,5	2,8	4,5

Karakter Morfologi Jamur	Kode Isolat					
	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Bentuk	Round	Round	Round	Irreguler	Round	Irreguler
Warna Permukaan	Coklat Putih	Hijau Putih	Coklat-Putih	Hijau Tua-Putih	Coklat-Putih	Putih Hijau
Warna Balik Koloni	Kuning-Putih	Kuning Putih	Kuning Putih	Kuning Putih	Kuning Putih	Hijau Putih
Margin	Filamentous	Smooth entire	Smooth entire	Lobate	Filamentous	Lobate
Tekstur	Halus	Beludru	Beludru	Beludru	Beludru	Halus
Elevasi	Plateu	Umbonate	Flat	Umbonate	Umbonate	Umbonate
Miselium	Aerial	Aerial	Aerial	Aerial	Aerial	Aerial
Pertumbuhan	Cepat	Lambat	Cepat	Sedang	sedang	Lambat
Diameter 7 hari	3,5 cm	1,5 cm	5 cm	2 cm	2 cm	1,9 cm

Hasil isolasi jamur dari serasah dan rhizosfer rumput odot pada tabel 1, memperlihatkan terdapat 12 isolat jamur yang mampu diisolasi pada media PDA. Pada Tabel 1, terdapat 7 isolat yang bentuknya bulat (Isolat P1, P2, P5, P7, P8, P9 dan P11) dan 5 isolat yang bentuknya tidak beraturan (Isolat P3, P4, P6, P10, dan P11). Miselium jamur pada tebal 1 semuanya aerial. Warna permukaan dari 12 jamur yang diisolasi pada tabel 1 yaitu

coklat-putih ada 3 isolat, putih 2 isolat, hijau putih 2 isolat, hitam-putih 1 , coklat 1, hijau tua 1 isolat, kuning coklat 1 isolat, dan hijau-tua-putih 1 isolat. Berdasarkan kecepatan tumbuh isolat jamur pada tabel 1, maka jamur isolat jamur P2, P3 dan P 12 dikategorikan pertumbuhan lambat. Isolat Jamur P1, P4, P5, P10 dan P11 kategorikan pertumbuhan sedang. Isolat P6, P7 dan P9 dikategorikan pertumbuhan cepat. Diameter pertumbuhan jamur pada tabel 1,

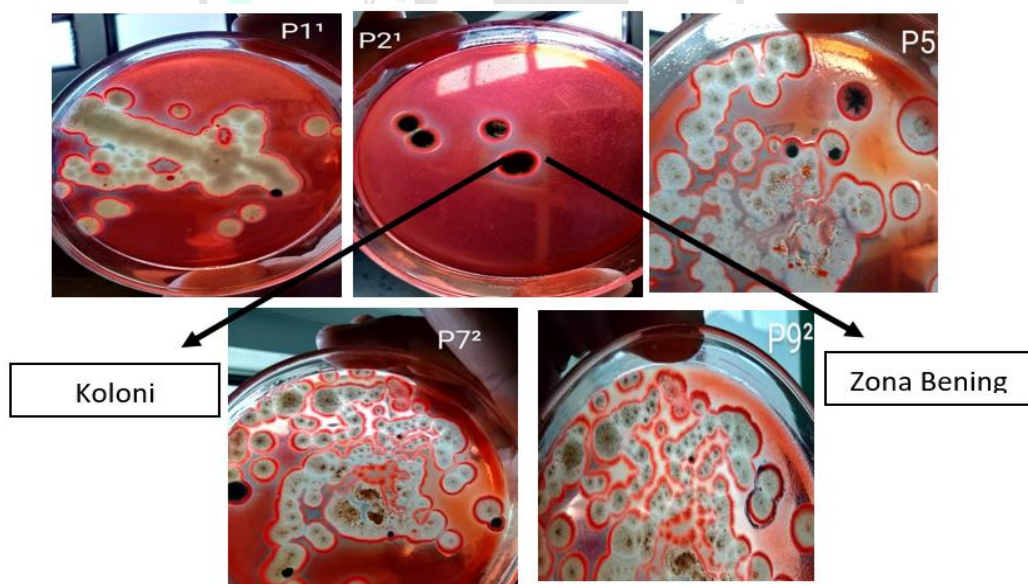
berbanding lurus dengan kecepatan pertumbuhannya, semakin cepat tumbuhnya maka diameternya pun lebih panjang. Cepat dan lambatnya pertumbuhan jamur sangat dipengaruhi oleh temperature inkubasi, kelembapan, waktu tumbuh, kandungan CO₂, Cahaya dan Sirkulasi udara (Putra et al., 2020). Pertumbuhan Isolat Jamur P1, P4, P5, dan P10 yang cepat bisa terjadi karena temperature inkubasi, kelembapan, dan waktu tumbuh, serta kandungan CO₂ sangat cocok dengan rasio kebutuhan isolat tersebut.

Faktor lain yang mempengaruhi cepat lambatnya pertumbuhan jamur adalah konsentrasi kandungan glukosa di media tumbuhnya. Jamur *Penicillium scabrosum*, pertumbuhannya akan cepat jika dalam media tumbuhnya terdapat kandungan glukosa 3% dengan lama inkubasi 14 hari, namun demikian jamur

menghasilkan *antibiotic* (eksudat metabolisme) yang tinggi jika berada pada media yang glukosanya hanya 1% pada masa inkubasi yang sama (Barboráková et al., 2012). Hal ini menunjukkan bahwa nutrisi yang dibutuhkan oleh jamur untuk tumbuh maksimum sangat dipengaruhi oleh konsentrasi nutrisi tersebut khususnya glukosanya. Adanya isolat jamur yang tumbuh lambat kemungkinan disebabkan karena tidak tercukupi konsentrasi nutrisi yang dibutuhkan. Setiap jamur mempunyai kebutuhan kecukupan glukosa yang berbeda-beda untuk tumbuh maksimum.

Screening Jamur Selulolitik.

Total isolat jamur yang di screening kemampuannya dalam mendegradasi selulosa yaitu ada 15 isolat yaitu P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11 dan P12. Adapun hasil screeningnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Uji Isolat Jamur Pendegradasi Selulosa

Jumlah isolat jamur yang mempunyai kemampuan dalam mendegradasi selulosa ada lima yaitu P1, P2, P5, P7 dan P9 dari total dua belas isolat. Isolat yang mampu mendegradasi selulosa ditandai dengan adanya zona bening yang terbentuk dari media CMC yang telah digenangi kongo

red. Terbentuknya zona bening dikarenakan kongo red memutus endo-1,4- β -glukanase yang terdapat pada media CMC. Selulosa yang terdapat pada media CMC akan didegradasi oleh mikroorganisme dengan bantuan enzim endo-1,4- β -glukanase, kemudian interaksi

antara kongo red dan β -1,4-glikosidik (ikatan yang diputus oleh endo-1,4- β -glukanase) menjadikan daerah tersebut zona bening (Fahrudin et al., 2020). Ada 3 enzim yang mampu mendegradasi selulosa yaitu Exo-, β -glucosidase (cellobiase), endo-1,4- β -D-glucanase, dan 1,4- β -D-glucanase (cellobiohydrolase) (Ulfa et al., 2014).

Identifikasi Jamur Selulolitik

Lima isolat jamur yang mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa, kemudian diamati karakter mikroskopisnya yaitu bentuk hifa, warna hifa, rhizoid, tipe konidiofor, warna konidiofor, dinding konidiofor, dan bentuk konidiofor.

Tabel 2. Karakter Mikroskopis Jamur Selulolitik

Karakter Mikroskopis	P1	P2	P5	P7	P9
Hifa	Bersepta	Bersepta	Tidak Bersepta	Tidak Bersepta	Bersepta
Warna Hifa	Hialin	Hialin	Hialin	Hialin	Hialin
Rhizoid	Tidak Ada	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada	Ada
Tipe Konidiofor	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Bercabang	Tunggal
Warna Konidiofor	Hialin	Hialin	Hialin	Hialin	Hialin
Dinding Konidiofor	Halus	Halus	Halus	Halus	Halus
Bentuk Konidiofor	Globose	Globose	Globose	Globose	Globose

Berdasarkan karakteristik mikroskopis jamur selulolitik (Tabel 2) dan morfologi koloni jamur (Tabel 1) maka ditemukan 3 pengelompokan utama isolat jamur, yaitu Kelompok 1: isolat P1 dan P2, kelompok 2: isolat P5 dan P9 dan kelompok 3 isolat P7. Isolat P1 dan P2 memiliki ciri hifa bersepta, bentuk konidiofor bulat, dan warna konidiofor hialin. Isolat P1 dan P2 diduga merupakan jamur genus *Aspergillus*. *Aspergillus* memiliki ciri yaitu bentuk konidiofornya bulat (globose), warna konidiofor bening (hialin), hifa bersepta, tipe konidiofor tidak bercabang atau tunggal, dan warna koloni hitam (Mawarni et al., 2021). Jamur genus *Aspergillus* memiliki sebaran warna koloni yaitu hitam, coklat kekuningan, abu-abu kehijauan, dengan tipe koloni berwarna putih dan warna balik koloninya berwarna kekuning-kuningan. (Hidayat & Isnawati, 2021). Isolat jamur P2 mempunyai warna permukaan dan warna balik koloni hitam-putih sedangkan isolat jamur P1 warna balik koloninya yaitu warna kuning dan warna permukaan koloninya yaitu putih. Jamur *Aspergillus* mempunyai kemampuan untuk menghasilkan enzim amilase, protease, dan selulase (Karima et al., 2020). Enzim selulase yang akan

memecah serat selulosa yang terdapat pada dinding sel tanaman.

Isolat P5 dan P9 pada tabel 2, memiliki ciri yang spesifik yaitu terdapat rhizoid dan diduga merupakan jamur genus *Rhizopus*. Ciri dari jamur genus *Rhizopus* yaitu terdapat rhizoid atau stolon, hifa tidak bersepta, sporangiofor atau konidiofornya bertekstur halus, sprangiofornya berbentuk bulat (globose), dan konidiofornya tunggal atau tidak bercabang (Nurholipah & Ayun, 2021). Isolat P5 dan P9 sporangiofornya bulat (globose), hifa tidak bersekat, dan terdapat rhizoid. Miselium *rhizopus* bertipe aerial, pertumbuhannya cepat, koloni jamur yang sudah tua jarang berwarna putih, lebih dominan pada hitam dan coklat (Zheng et al., 2007). Isolat Jamur P5 dan P9 pertumbuhannya termasuk ketogori sedang dan cepat, dan mempunyai miselium yang bertipe aerial. Ada empat genus jamur yang mampu mendegradasi selulosa yaitu *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus* dan *Penicillium*. (Hidayat & Isnawati, 2021)

Isolat jamur terakhir yang mampu mendegradasi selulosa adalah isolat P7. Isolat P7 mempunyai hifa yang tidak bersepta, tidak ditemukan rhizoid dan warna hifa hialin. Isolat P7 diduga merupakan jamur pada genus *Mucor*.

Jamur genus *Mucor* mempunyai ciri yaitu hifa tidak berseptata, tidak terdapat rhizoid, konidiofor bertekstur halus dengan warna transparan atau hialin, bentuk sporangiofor/konidiofor yaitu globose, warna koloni putih (Purwantisari & Hastuti, 2009). Jamur genus *Mucor* mempunyai enzim β -glukosidase dan endoglukanase yang berperan dalam mendegradasi selulosa pada substratnya (Aryani, 2012). Jamur genus *Mucor* ditemukan sebagai salah satu jamur yang mampu mendegradasi selulosa pada penelitian isolasi dan karakterisasi jamur selulolitik pada pakan fermentasi dari Bekatul, tongkol jagung dan eceng gondok (Hidayat & Isnawati, 2021)

KESIMPULAN

Hasil isolasi dan identifikasi jamur selulolitik sebagai agen biokonversi pakan pada studi kasus tanaman pakan rumput odot (*Pennisetum purpureum* cv. *Mott*) yaitu ada 12 jamur yang berhasil idisolasi dari serasah-rhisofer rumput odot dan ada 3 genus jamur yang mampu mendegradasi selulosa yaitu *Aspergillus* (isolat P1 dan P2), *Rhizopus* (isolat P5 dan P9) dan *Mucor* (isolat P7).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada mahasiswa dan laboran yang terlibat secara langsung dalam mempersiapkan alat dan bahan penelitian khususnya pada proses sterilisasinya. Penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Pertanian Negeri Kupang yang telah membiayai penelitian ini melalui skema hibah penelitian dasar.

DAFTAR PUSTAKA

AA, A., Hasyim, A., & . H. (2023). Isolasi Dan Karakteristik Bakteri Pendegradasi Selulosa Dari Serasah Daun Tebu (*Saccarum officinarum*). *Jurnal Bioshell*, 12(1), 41–48.
<https://doi.org/10.56013/bio.v12i1.2052>
 Aryani, S. W. (2012). Isolasi Dan

Karakterisasi Ekstrak Kasar Enzim Selulase dari Kapang Selulolitik *Mucor* sp.B2. *Skripsi, Universitas Airlangga*, 1–76.

Barboráková, Z., Labuda, R., Häubl, G., & Tančinová, D. (2012). Effect of Glucose Concentration and Growth Conditions on the Fungal Biomass, Ph of Media and Production of Fumagillin By a Non-Pathogenic Strain *Penicillium Scabrosum*. *Journal of Microbiology*, 1(4), 466–477.

Fahrudin, Haedar, N., & Tuwo, M. (2020). Potensi Bakteri dari Limbah Kotoran Ternak Dalam Mendegradasi Selulosa. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 11(1), 21–28.

Fatriasari, Widya., Masruchdin, Nanang., Hermiati, E. (2019). *Selulosa : Karakteristik dan Pemanfaatannya* (Pertama). LIPI Press.
<https://penerbit.brin.go.id/press/catalog/book/penerbit.brin.go.id/press/catalog/book/174>

Hardianty, D. I., Roza, R. M., & Martina, A. (2014). Isolasi dan Seleksi Jamur Selulolitik dari Hutan Arboretum Universitas Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*, 1(1).

Hidayat, R. A., & Isnawati, I. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Jamur Selulolitik pada Fermetodege: Pakan Fermentasi Berbahan Campuran Eceng Gondok, Bekatul Padi, dan Tongkol Jagung. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 176–187.

<https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n2.p176-187>

Karima, R., Rukmi, I., Hermin, D., & Kusumaningrum, P. (2020). *Enzyme Activity and Identification of phenotypic isolates of Aspergillus molds from the Flavi group from DUCC (Diponegoro University Culture Collections)*. 22(1), 1–7.

Mawarni, N. I. I., Erdiansyah, I., & Wardana, R. (2021). Isolasi Cendawan *Aspergillus* sp. pada Tanaman Padi Organik. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 5(1), 68–74.

- <https://doi.org/10.25047/agriprima.v5i1.363>
- Nurholipah, N., & Ayun, Q. (2021). ISOLASI DAN IDENTIFIKASI *Rhizopus oligosporus* DAN *Rhizopus oryzae* PADA TEMPE ASAL BEKASI. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(1), 98–104.
<https://doi.org/10.33005/jtp.v15i1.2742>
- Purwantisari, S., & Hastuti, R. B. (2009). Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang Organik di Desa Pakis, Magelang. *Jurnal Bioma.*, 11(2), 45–53.
- Putra, G. W., Ramona, Y., & Proborini, M. W. (2020). Eksplorasi Dan Identifikasi Mikroba Pada Rhizosfer Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.) Di Kawasan Pancasari Bedugul. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 7(2), 62.
<https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p09>
- Samson, R., Horkstra, E. S., Frisvad, J., & Filtenborg, O. (2002). Introduction to Food and Airborne fungi, Sixth edition. *Centraalbureau Voor Schimmelcultures Utrecht*, 1–282.
- Soepranianondo, K., Nazar, D. S., & Handiyatno, D. (2007). Potency Rice Straw was Deammoniated and Fermented by Celulolytic Bacteria on the Dry Matter Consumption, Body Weight Gain and Feed Conversion of Sheep. *Media Kedokteran Hewan*, 23(3), 202–205.
- Sugoro, I., Kamila, N., & Elfidasari, D. D. (2014). Degradasi Sorghum pada Rumen Kerbau dengan Suplementasi Probiotik BIOS-K2 secara In Sacco Degradation of Sorghum in Buffalo's Rumen with Supplementation of BIOS-K2 Probiotic by In Sacco. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 10(2), 103–112.
<http://dx.doi.org/10.17146/jair.2014.10.2.2708>
- Ulfa, A., Khotimah, S., & Linda, R. (2014). Kemampuan Degradasi Selulosa oleh Bakteri Selulolitik yang Diisolasi dari Tanah Gambut. *Protobiont*, 3(2), 259–267.
- Zheng, R. Y., Chen, G. Q., Huang, H., & Liu, X. Y. (2007). A monograph of *Rhizopus*. *Sydowia*, 59(2), 273–372.