

ISOLASI DAN KARAKTERISASI JAMUR SELULOLITIK DARI TANAH PERKEBUNAN TEBU DESA GUNUNG WARAS KABUPATEN WAY KANAN

Sumardi*¹, Rony Setiawan², Sri Yusnaini³, Kusuma Handayani⁴, Ayuni Mitra Sari⁵

^{1,2,4,5}Program Studi Biologi Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung

³Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Email: sumardi_bio@yahoo.co.id

Abstract: Sugarcane production is increasing, but waste in sugarcane plantations is also increasing, in the form of unwanted leaves and residual sugarcane stalks, which have a high cellulose content. To handle this organic waste, biodegradation agents in the form of cellulolytic fungi can be used, so it is necessary to screen cellulolytic fungi that can thrive and adapt to the sugarcane plantation environment. Organic particles, or litter, become a place of life for microorganisms such as fungi, bacteria, and other organisms. The purpose of this study was to identify the types of cellulolytic fungi found in sugarcane plantation soil in Gunung Waras Village, Way Kanan Regency, examine the effect of temperature and pH fluctuations on these fungi, and test their pathogenicity to plants. This study produced two fungal isolates that have the ability to degrade cellulose, namely *Cunninghamella* sp. and *Trichoderma* sp., with cellulolytic indexes of 0.754 and 0.403, respectively. Both isolates were tolerant of several pH variations, and there were no significant differences at the 95% confidence interval in the mean mycelial biomass at pH 3, 5, and 7. They could grow well at 25°C but not at 45°C.

Keywords: cellulose, fungi, sugarcane.

Abstrak: Produksi tebu yang meningkat, menyebabkan peningkatan limbah pada perkebunan tebu. Limbah berupa daun-daun yang tidak diinginkan dan sisa batang tebu memiliki kandungan selulosa tinggi. Untuk menangani limbah organik tersebut dapat digunakan agen biodegradasi berupa jamur selulolitik, sehingga perlu dilakukan penapisan jamur selulolitik yang dapat tumbuh subur dan beradaptasi dengan lingkungan perkebunan tebu. Partikel organik atau serasah menjadi tempat hidup mikroorganisme seperti jamur, bakteri, dan organisme lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis jamur selulolitik yang terdapat pada tanah perkebunan tebu di Desa Gunung Waras Kabupaten Way Kanan dan mengetahui pengaruh fluktuasi suhu dan pH terhadap pertumbuhan jamur tersebut. Penelitian ini menghasilkan dua isolat jamur yang mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa yaitu *Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp., dengan indeks selulolitik masing-masing sebesar 0,754 dan 0,403. Kedua isolat toleran terhadap beberapa variasi pH, dan tidak terdapat perbedaan nyata pada interval kepercayaan 95% terhadap rata-rata biomassa miselia pada media dengan pH 3, 5, dan 7. Kedua isolat dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25°C tetapi tidak pada suhu 45°C.

Kata kunci: jamur, selulosa, tebu.

Perkebunan tebu merupakan salah satu industri terbesar di Indonesia, khususnya di Provinsi Lampung. Badan Pusat Statistik mencatat produksi tebu Provinsi Lampung pada tahun 2022 mencapai 723.707 ton (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2023). Produksi tebu yang meningkat, menyebabkan peningkatan limbah pada perkebunan tebu. Limbah berupa daun-daun yang tidak diinginkan dan sisa batang tebu memiliki kandungan selulosa tinggi. Salah satu cara untuk mengatasi sampah organik tersebut adalah dengan mengaplikasikan agen biodegradasi berupa jamur selulolitik, sehingga perlu dilakukan penapisan terhadap jamur selulolitik yang mampu tumbuh dan beradaptasi pada lingkungan residu tebu.

Selulosa, terdiri dari unit β -D-glukosa yang saling terkait melalui ikatan β -1,4-glikosida dan merupakan 30% karbon di biosfer, selulosa merupakan sumber karbon organik paling melimpah di Bumi (Sari, Setyaningsih dan Wibowo, 2017). Tumbuhan melakukan sintesis selulosa, sedangkan jamur dan bakteri menguraikannya menjadi senyawa sederhana yang

dapat diubah menjadi energi. Jenis jamur yang mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa antara lain *Trichoderma reesei*, *Aspergillus niger*, dan *Penicillium* (Elfiati dkk., 2019; Díaz dkk., 2021; Lee dkk., 2021). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis jamur selulolitik yang terdapat pada tanah perkebunan tebu di Desa Gunung Waras Kabupaten Way Kanan, serta mengevaluasi pengaruh variasi suhu dan pH terhadap pertumbuhan jamur tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan gabungan dari dua jenis penelitian yaitu deskriptif dan eksperimental. Penelitian deskriptif meliputi isolasi, karakterisasi, dan identifikasi jamur selulolitik, sedangkan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan yang melibatkan pengujian pengaruh variasi pH media pertumbuhan (pH 3, 5, dan 7) terhadap biomassa jamur selulolitik, sehingga diperoleh 18 satuan percobaan. Selain itu, penelitian ini menyelidiki pengaruh suhu dalam media pertumbuhan (25°C dan 45°C) terhadap luas miselium jamur selulolitik, sehingga menghasilkan 12 unit percobaan.

Metode Pengambilan Sampel

Sampel diambil secara acak di 5 titik pada lahan perkebunan tebu seluas 10 Ha di Desa Gunung Waras Kabupaten Way Kanan pada kedalaman 0–30 cm, kemudian dilakukan komposit.

Isolasi Jamur

Contoh tanah diambil sebanyak 5 gram dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 45 mL larutan NaCl fisiologis steril (0,9%) sebagai seri pengenceran larutan 10^{-1} , kemudian dilakukan pengenceran bertingkat sampai 10^{-3} dengan cara mengambil 1 mL rangkaian pengenceran sebelumnya kemudian diencerkan dengan 9 mL NaCl fisiologis steril (0,9%). Setiap pengenceran dituangkan ke dalam media agar *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) (1 g CMC, 0,04 g MgSO₄, 0,15 gram KNO₃, 0,1 g K₂HPOH, 0,004 g CaCl₂, 0,4 g ekstrak ragi, 3 g agar, dan 100 mL air suling) dan diinkubasi pada suhu kamar selama 3 hari. Koloni yang diperoleh dikultur berulang kali pada media agar CMC hingga diperoleh koloni murni.

Penapisan Jamur Selulolitik

Isolat murni yang diperoleh diuji kemampuannya dalam menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa. Masing-masing isolat diinokulasi pada media agar CMC, dengan 3 ulangan. Kultur diinkubasi selama 2 hari pada suhu kamar. Visualisasi zona bening dilakukan dengan menuangkan congo red (1 mg/mL) pada kultur jamur dan didiamkan selama 15 menit, kemudian dicuci dengan NaCl 1 M. Indeks selulolitik diukur dengan rumus sebagai berikut (Sumardi dkk., 2018).

$$CI = \frac{\text{Diameter zona bening (mm)} - \text{Diameter koloni (mm)}}{\text{Diameter koloni (mm)}}$$

Keterangan:

CI = Indeks Selulolitik

Identifikasi Isolat Jamur Selulolitik

Identifikasi isolat jamur selulolitik dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi morfologi dan warna koloni, sedangkan pengamatan

mikroskopis meliputi bagian-bagian jamur (bentuk sel reproduksi, bentuk dan warna hifa, ada tidaknya rizoid, dan sel kaki) dengan teknik kultur slide. Hasil karakterisasi makroskopis dan mikroskopis kemudian diidentifikasi berdasarkan buku referensi berjudul *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Barnett dan Hunter, 1998), *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species, Third Edition* (Watanabe, 2010), dan *Fungi and Food Spoilage* (Pitt dan Hocking, 2009).

Uji Pengaruh Variasi pH Media Terhadap Biomassa Miselium

Koloni isolat jamur selulolitik dipotong dalam *laminar air flow* menggunakan penggerek gabus Ø 8 mm. Satu potong koloni (Ø 8 mm) dikultur dalam 20 mL media kaldu CMC dengan tiga taraf pH yaitu: pH 3, pH 5, dan pH 7, dan diinkubasi selama 7 hari pada *rotary shaker* dengan kecepatan 115 rpm dan 3 kali ulangan. Pada hari ketujuh setelah inokulasi, jamur yang dikultur dihitung berat kering miseliumnya. Kultur jamur dipisahkan antara media kaldu CMC dan miselia. Pemisahan ini dilakukan dengan menyaring miselia dari media pertumbuhan dengan kertas saring yang telah diketahui berat keringnya (dioven selama 24 jam pada suhu 60°C). Miselia pada kertas saring kemudian dioven selama 24 jam pada suhu 60°C, sehingga diperoleh berat kering miselia dan kertas saring (Achmad, Nina Herliyana dan Octaviani, 2013). Berat kering miselia diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Berat kering miselia} = (\text{Berat kering kertas saring} + \text{Berat kering miselia}) - \text{Berat kering kertas saring}$$

Uji Pengaruh Variasi Suhu Inkubasi Terhadap Pertumbuhan Jamur

Koloni isolat jamur selulolitik diinokulasi pada media agar CMC dan diinkubasi selama 3 hari pada suhu 25°C dan 45°C, dengan 3 kali ulangan. Setelah itu diamati pertumbuhan jamur yang dikultur.

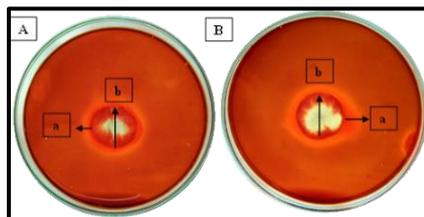
Analisis data

Data yang diperoleh dari isolasi, karakterisasi, identifikasi, dan pengaruh suhu terhadap pertumbuhan jamur selulolitik dianalisis secara deskriptif. Analisis data indeks selulolitik menggunakan perbandingan rata-rata indeks selulolitik yang terbentuk, pengaruh pH media tumbuh terhadap biomassa miselium jamur selulolitik dianalisis dengan analisis varian (ANOVA) faktorial dua arah pada taraf α 0,05, kemudian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan jika terdapat perlakuan yang memberikan pengaruh nyata. Semua data dianalisis menggunakan program R Studio.

HASIL PENELITIAN

Isolasi dan Seleksi Jamur Selulolitik

Hasil isolasi dan seleksi jamur selulolitik dari tanah perkebunan tebu terdiri dari dua isolat yang mempunyai kemampuan selulolitik berkode IJ1 dan IJ2. Hasil seleksi menunjukkan bahwa kedua isolat mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa; pada penelitian ini digunakan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) sebagai substrat atau sumber selulosa. Hasil positif menunjukkan adanya zona bening di sekitar koloni jamur (Gambar 1). Indeks selulolitik diukur dengan mencari perbandingan antara diameter zona bening dengan diameter koloni.



Gambar 1. Hasil Seleksi Jamur (A. Isolat IJ1, B. Isolat IJ2)
(a) Zona bening, (b) Koloni jamur (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023).

Tabel 1. Rata-rata indeks selulolitik, pertumbuhan jamur pada berbagai suhu inkubasi dan biomassa miselia jamur pada berbagai pH media

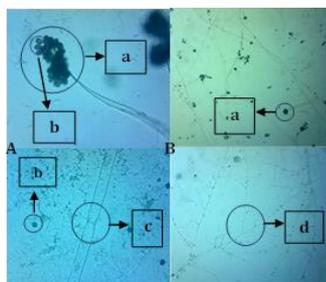
Isolat	Indeks Selulolitik	Pertumbuhan Jamur		Biomassa Miselium (g)		
		25°C	45°C	pH 3	pH 5	pH 7
<i>Cunninghamella</i> sp.	0,754	Tumbuh dengan baik	Tidak Tumbuh	0,105	0,116	0,114
<i>Trichoderma</i> sp.	0,403	Tumbuh dengan baik	Tidak Tumbuh	0,111	0,092	0,102

Karakterisasi dan Identifikasi

Isolat IJ1 pada media agar CMC mempunyai ciri morfologi makroskopis meliputi tekstur koloni seperti kapas; tiga hari pertama setelah dikultur, miselium berwarna putih dengan warna di belakang koloni abu-abu pucat; mulai hari ke 4 dan seterusnya, miselium berwarna abu-abu; koloni tumbuh dengan cepat; permukaan koloni tumbuh menonjol ke atas; tepi koloni rata; dan tidak menghasilkan pigmen atau eksudat (Gambar 2). Ciri morfologi mikroskopik antara lain hifa hialin, bercabang, dan mempunyai sporangiolus. Sporangiola berbentuk *globose* hingga *subglobose*, ber dinding kasar, dan memiliki *echinate* (Gambar 3). Isolat IJ1 diduga berasal dari genus *Cunninghamella*.



Gambar 2. Penampang Makroskopis *Cunninghamella* sp. (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023).

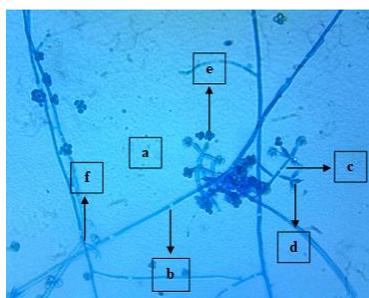


Gambar 3. Penampang Mikroskopis *Chunninghamella* sp.
(A) Perbesaran 400x., (B) Perbesaran 100x a. Kantong sporangiola., b. Sporangiola., c. Septa., d. Hifa bercabang (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023).

Isolat IJ2 pada media agar CMC mempunyai karakter morfologi makroskopis, diantaranya tekstur koloni yang kasar. Tiga hari pertama setelah dikultur, miselium berwarna putih dengan warna kekuningan di belakang koloni; pada hari ke 4, miselium berwarna hijau muda; mulai hari ke 7 dan seterusnya, miselium berwarna hijau tua berbentuk lingkaran dengan batas yang jelas; dan ujung miselium berwarna hijau muda (Gambar 4). Ciri morfologi mikroskopis antara lain hifa yang pekat, hialin, bercabang, dan mempunyai kelompok fialida yang terdiri dari 2-3 fialida yang berbentuk seperti botol. Konidia hialin, berbentuk *globose* hingga *subglobose*, dan berdinding halus (Gambar 5). Isolat IJ2 diduga berasal dari marga *Trichoderma*.



Gambar 4. Penampang makroskopis dari *Trichoderma* sp. (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023).



Gambar 5. Penampang Mikroskopis *Trichoderma* sp. perbesaran 400x
a. hifa, b. septa, c. konidifor, d. fialida, e. konidia, f. hifa yang bercabang
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2023).

Pengaruh Variasi pH Media terhadap Biomassa Jamur

Hasil uji variansi analisis faktorial dua arah menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata biomassa jamur pada variasi pH media 3, 5, dan 7 ($p > 0,05$) (data tidak ditampilkan), tidak terdapat perbedaan nyata biomassa jamur antara isolat *Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp. ($p > 0,05$). Selain itu, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi yang signifikan antar spesies jamur (*Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp.) dengan variasi pH media (3, 5, dan 7) terhadap biomassa jamur ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa reaksi biomassa jamur terhadap variasi pH tidak dipengaruhi secara signifikan oleh jenis jamur yang digunakan.

Pengaruh Variasi Suhu Inkubasi Terhadap Pertumbuhan Jamur

Berdasarkan hasil penelitian, jamur *Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp. tumbuh dengan baik pada suhu 25°C dan tidak mampu tumbuh pada suhu ekstrim 45°C, namun penelitian ini tidak dapat mengidentifikasi suhu optimal untuk pertumbuhan kedua isolat jamur tersebut karena rentang suhu yang digunakan terlalu sedikit yaitu 25°C dan 45°C. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan variasi pH yang lebih banyak untuk menentukan suhu optimal bagi pertumbuhan kedua isolat jamur tersebut.

PEMBAHASAN

Isolasi dan Seleksi Jamur Selulolitik

Seluruh isolat jamur mampu menghasilkan enzim selulase pada media agar CMC dengan nilai pH 5 yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni jamur. Terbentuknya zona bening disebabkan oleh kemampuan mikroba dalam menghasilkan enzim selulase; Oleh karena itu, untuk memastikan bahwa zona bening yang terbentuk disebabkan oleh aktivitas selulolitik, isolat diwarnai dengan congo red dan ditetesi NaCl. Bila ditetaskan congo red akan menghasilkan zona bening akibat reaksi antara congo red dengan ikatan β -1,4-glikosidik yang terkandung dalam polimer selulosa (Anggraeni dkk., 2018)

Hasil analisis indeks selulolitik jamur menunjukkan bahwa indeks selulolitik isolat jamur IJ 1 (rerata = 0,754) lebih tinggi dibandingkan indeks selulolitik isolat jamur IJ 2 (rerata = 0,403) (Tabel 1). Indeks selulolitik yang berbeda menunjukkan perbedaan kemampuan masing-masing isolat dalam menghasilkan enzim selulase untuk menghidrolisis selulosa pada media CMC. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa isolat IJ1 mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa yang lebih baik dibandingkan isolat IJ2 pada media dengan nilai pH 5. Isolat IJ1 dan IJ2 mempunyai kriteria indeks selulolitik yang rendah yaitu masing-masing 0,754 dan 0,403. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Seephueak, Preecha dan Seephueak (2017) menyatakan bahwa jamur *Cunninghamella elegans* tidak menghasilkan zona bening pada media agar CMC, sedangkan Sutari (2020) berhasil mendapatkan a *Trichoderma* sp. isolat jamur dengan indeks selulolitik lebih tinggi dibandingkan *Trichoderma* sp. diuji pada penelitian ini yaitu 2,14. Ekskresi dan aktivitas enzim selulase berperan penting dalam degradasi selulosa, beberapa faktor yang mempengaruhi ekskresi dan aktivitas enzim selulase adalah pH, jumlah substrat, volume media (jika media yang digunakan berbentuk cair), nutrisi dan garam mineral di media, dan waktu inkubasi seperti penelitian El Baz dkk. (2016) yang menyatakan aktivitas selulase *Trichoderma viride* tertinggi sebesar 1,066 IU/mL dicapai pada pH 4, konsentrasi Tween® 80 sebesar 0,3 g/L, volume media tumbuh 30%, konsentrasi CMC 10 g/L, konsentrasi pepton sebesar 1,066 IU/mL. 0,5 g/L, konsentrasi urea 0,2 g/L, waktu panen 4 hari, konsentrasi laktosa 0,5 g/L, dan KH_2PO_4 konsentrasi 1 g/L. Selain itu, Li dkk. (2023) melaporkan bahwa penambahan media dengan 3 mM Zn^{2+} memacu peningkatan substansial dalam produksi selulase dan xilanase pada jamur *Trichoderma reesei* Rut-C30 namun mampu menghambat pertumbuhan hifa jamur.

Karakterisasi dan Identifikasi

Beberapa karakter morfologi isolat IJ1 (Gambar 2 dan 3) mempunyai kemiripan dengan morfologi jamur asal marga *Chunninghamella*. *Cunninghamella guizhouensis* sp. nov., yang diisolasi dari tanah dan dikarakterisasi oleh Zhang dkk. (2020) memiliki karakter antara lain diameter koloni pada media PDA umur 2 hari 10-12 mm pada suhu 15°C; 25-26 mm pada suhu 20°C; 51 mm pada suhu 25°C; 50-55 mm pada suhu 30°C; 62-64 mm pada 35°C; 13-20 mm pada suhu 40°C. Suhu pertumbuhan tercepat adalah sekitar 35°C. Koloni tumbuh pesat pada media PDA, mencapai diameter hingga 71-76 mm dan tinggi sekitar 8-12 mm setelah 5 hari inkubasi pada suhu 25°C; awalnya berwarna putih, kemudian berangsur-angsur menjadi abu-abu pucat. Warna di belakang koloni berwarna abu-abu pucat. Secara mikroskopis, hifa berbentuk hialin, bercabang, tidak bersekat saat muda, kemudian bersepta seiring bertambahnya usia, dengan diameter 5,5-10 μm . Sporofor berbentuk hialin dan tegak, lurus atau telentang, ber dinding halus, timbul dari hifa udara; cabang pendek, monopodial, bersirip, biasanya lateral. Septa pada sporofor kadang-kadang terdapat di pangkal, dekat dengan cabang sporofor. Vesikel sporofor utama ber dinding halus, *globose* hingga *subglobose*. Sporangiola berbentuk *echinate* padat dengan duri pendek dan runcing sepanjang 3 μm , berbentuk *globose* hingga *subglobose*.

Ciri morfologi isolat IJ2 memiliki kemiripan dengan morfologi jamur dari marga *Trichoderma* yang telah berhasil dikarakterisasi pada penelitian sebelumnya. Secara makroskopis, 24 jam setelah dikultur, jamur tumbuh dengan miselium berwarna putih seperti kapas dan membentuk dua hingga tujuh cincin konsentris, kemudian miselium berubah warna menjadi hijau muda. Setelah 48 jam, miselium menjadi hijau tua karena tingginya produksi spora di dalam miselium, hingga mencapai warna merah anggur (Gomez-Mendez dkk., 2020). Secara mikroskopis, memiliki hifa yang panjang, hialin, bercabang, tidak terkonsentrasi, dengan fialida individu, atau fialida dalam kelompok dua atau tiga yang muncul dari kelompok terminal kecil pada sudut 90° dari konidiofor; konidia bersifat perekat, hialin, bersel satu, bulat telur, beberapa di antaranya kasar atau berkerut (Gomez-Mendez et al., 2020).

Pengaruh Variasi pH Media terhadap Biomassa Jamur

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat *Cunninghamella* sp. Yang diisolasi dari tanah perkebunan tebu dapat tumbuh pada kisaran pH 3 sampai 7. Hal ini tidak bertentangan dengan penelitian Hallur dkk. (2021) menyatakan bahwa *Cunninghamella arunalokai* mampu hidup pada kisaran pH 5 hingga 11.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wahidah, dkk. (2022) dan Ghazanfar dkk. (2018) melaporkan bahwa beberapa *Trichoderma* sp. spesies tumbuh optimal pada pH 5 hingga 7. Demikian pula, penelitian kami tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan biomassa jamur antara pH 3, 5, dan 7. Meskipun temuan kami tidak konsisten dengan penelitian sebelumnya, perlu dicatat bahwa penelitian kami mungkin melibatkan perbedaan *Trichoderma* sp. spesies atau faktor lingkungan lainnya yang mempengaruhi reaksi terhadap perubahan pH. Perbedaan *Trichoderma* sp. dalam menanggapi variasi pH antara penelitian kami dan penelitian sebelumnya menunjukkan kompleksitas dan keragaman reaksi jamur terhadap lingkungan.

Pengaruh Variasi Suhu Inkubasi Terhadap Pertumbuhan Jamur

Setiap jenis jamur pada marga *Cunninghamella* sp. memiliki preferensi terhadap suhu. Seperti yang dijelaskan oleh Zhang dkk. (2020), *Cunninghamella guizhouensis* sp. nov yang tumbuh pada media PDA dan berumur 2 hari mempunyai diameter miselium 10-12 mm pada suhu 15°C; 25-26 mm pada suhu 20°C; 51 mm pada suhu 25°C; 50-55 mm pada suhu 30°C; 62-64 mm pada suhu 35°C; dan 13-20 mm pada suhu 40°C.

Hasil penelitian kami sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya mengenai suhu pertumbuhan marga *Trichoderma* yang berada pada kisaran suhu 25-35°C (Sinha dkk., 2018; Wahidah dkk, 2022). Beberapa marga dari *Trichoderma*, seperti *T.harzianum*, *T.veridae*, *T.asperellum*, dan *T. hamatum*, berhenti tumbuh pada suhu 45°C. Faktor suhu yang diberikan melebihi suhu maksimum pertumbuhan jamur dibuktikan dengan isolat yang tidak mampu tumbuh (mematikan) pada suhu 45°C. Kemungkinan kematian sel meningkat seiring dengan meningkatnya suhu lingkungan. Ketika suhu meningkat melampaui titik dimana pertumbuhan paling optimal, viabilitas sel akan menurun (Wahidah dkk., 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh dua isolat jamur yang mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa tanah perkebunan tebu di Desa Gunung Waras Kabupaten Way Kanan yaitu *Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp., dengan indeks selulolitik masing-masing sebesar 0,754 dan 0,403. Isolat *Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp. yang diperoleh toleran terhadap beberapa variasi pH media, tidak terdapat perbedaan nyata rerata biomassa miselium *Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp. pada media dengan pH 3, 5, dan 7.

Cunninghamella sp. dan *Trichoderma* sp. yang diperoleh tumbuh dengan baik pada suhu inkubasi 25°C tetapi tidak dapat tumbuh pada suhu inkubasi 45°C.

Saran.

Kedua isolat jamur tersebut perlu diidentifikasi secara molekuler untuk mengetahui spesies masing-masing secara tepat dan perlu ditambahkan rentang pH media dan suhu inkubasi dalam pengujian pengaruh pH dan suhu terhadap pertumbuhan isolat jamur yang bertujuan untuk mengetahui lebih lanjut mengenai batas toleransi pH dan suhu untuk pertumbuhan kedua isolat jamur.

DAFTAR RUJUKAN

- Achmad, Nina Herliyana, E. & Octaviani, E.A. (2013). Pengaruh pH, Penggoyangan Media, dan Penambahan Serbuk Gergaji terhadap Pertumbuhan Jamur *Xylaria* sp. *Jurnal Silvicultura Tropika*, 04(02), 01–02.
- Anggraeni, A., Istiqomah, L., Damayanti, E., Anwar, M., Sakti, A., & Karimy, M. (2018). Cellulolytic yeast from gastrointestinal tract of muscovy duck (*Anas moscata*) as probiotic candidate. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 43(4), 361- 372. <https://doi.org/10.14710/jitaa.43.4.361-372>
- Barnett, H.L. & Hunter, B.B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. USA: APS Press.
- El Baz, A.F., Shetaia, Y.M., Eldin, H.A., & Elmekawy, A. (2018). Optimization of Cellulase Production by *Trichoderma viride* using Response Surface Methodology. *Current biotechnology*. 7(1), 19-25.
- Díaz, G. V., Coniglio, R. O., Chungara, C. I., Zapata, P. D., Villalba, L. L., & Fonseca, M. I. (2020). *Aspergillus niger* LBM 134 isolated from rotten wood and its potential cellulolytic ability. *Mycology*, 12(3), 160–173. <https://doi.org/10.1080/21501203.2020.1823509>
- Elfiati, D. Susilowati, A., Modes, C., Rachmat, H. H. (2019). Morphological and molecular identification of cellulolytic fungi associated with local raru species. *Biodiversitas*, 20(8), 2348–2354.
- Ghazanfar, M.U., Raza, M., & Raza, W. (2018). Effect of Physiological Parameters on Mass Production of *Trichoderma* species. *Pakistan Journal of Phytopathology*. 30(1): 59-65.
- Gomez-Mendez E., Brito-Vega H., Lopez-Ferrer U., Salaya-Dominguez J., Salinas-Hernandez R., Gomez-Vazquez A., Cruz-Hernandez A. (2020). The Morphological and Molecular Characterization of *Trichoderma* spp. *Cocoa Agroforestry System Open Science Journal*. 5(4): 1-14.
- Hallur, V., Prakash, H., Sable, M., Preetam, C., Purushotham, P., Senapati, R., Shankarnarayan, S. A., Bag, N. D., & Rudramurthy, S. M. (2021). *Cunninghamella arunalokei* a New Species of *Cunninghamella* from India Causing Disease in an Immunocompetent Individual. *Journal of fungi (Basel, Switzerland)*, 7(8), 670. <https://doi.org/10.3390/jof7080670>
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2023). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Li, N., Li, J., Chen, Y., Shen, Y., Wei, D., & Wang, W. (2023). Mechanism of Zn²⁺ regulation of cellulase production in *Trichoderma reesei* Rut-C30. *Biotechnology for biofuels and bioproducts*. 16(1). 73. <https://doi.org/10.1186/s13068-023-02323-1>
- Li, Y., Yu, J., Zhang, P., Long, T., Mo, Y., Li, J., & Li, Q. (2021). Comparative transcriptome analysis of *Trichoderma reesei* reveals different gene regulatory networks induced by synthetic mixtures of glucose and β-disaccharide. *Bioresources and bioprocessing*, 8(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00411-4>

- Pitt, J.I. and Hocking, A.D. (2009). *Fungi and Food Spoilage*, London: Springer.
- Sari, S.L.A., Setyaningsih, R. & Wibowo, N.F.A. (2017). Isolation and Screening of Cellulolytic Fungi from *Salacca edulis* Leaf Litter. *Biodiversitas*. 18(3): 1282–1288.
- Seephueak, P., Preecha, C. & Seephueak, W. (2017). Isolation and Screening of Cellulolytic Fungi from Spent Mushroom Substrates. *International Journal of Agricultural Technology*. 13(5): 729–739.
- Sinha, A, Harshita., Singh, R., Rao, S. G., Verma, A. (2018). Comprehensive evaluation of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* on different culture media & at different temperature and pH. *Pharma Innovation*. 7(2):193-195.
- Sumardi, Agustina, R., Ekowati, C.N., & Pasaribu, Y.S. (2018). Characterization of Protease from *Bacillus* sp. on Medium Containing FeCl₃ Exposed to Magnetic Field 0.2 MT, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 130(1): 1–12.
- Sutari, N.W.S. (2020). Isolasi dan Identifikasi Morfologi Jamur Selulolitik dari Limbah Rumah Tangga di Desa Sanur Kauh, Bali. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 13(2): 100–105.
- Wahidah, T.H., Mustikaningtyas, D., Widiatningrum, T., & Dewi, P. (2022). Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Pertumbuhan *Trichoderma* spp. dan Aktivitas Enzim Amilase dan Xilanase. *Life Science*. 11(2):108–119.
- Watanabe, T. (2010). *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. 3 ed. London: CRC Press.
- Zhang, Z., Zhao, Y., Shen, X., Chen, W., Han, Y., Huang, J., & Liang, Z. (2020). Molecular phylogeny and morphology of *Cunninghamella guizhouensis* sp. nov. (Cunninghamellaceae, Mucorales), from soil in Guizhou, China. *Phytotaxa*, 455, 31-