

Cendawan pada Cairan *Ecoenzyme* dan *Mama Enzyme* dari Kulit Jeruk dan Kulit Nenas

Enny Dalilah Linda Sari Lubis¹, Dezi Handayani²

¹²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Padang
e-mail: dezihandayani3252@gmail.com

Abstrak

Sampah organik dapat dikelola menjadi pupuk kompos, biogas, *ecoenzyme*, dan lainnya. *Ecoenzyme* merupakan hasil fermentasi limbah organik, gula dan air dengan perbandingan 3:1:10. Hasil fermentasi *ecoenzyme* berupa cairan berwarna kecoklatan beraroma asam segar, terkadang dihasilkan jamur pitera dan *mama enzyme*. Umumnya, mikroorganisme pada *ecoenzyme* berupa bakteri asam laktat (BAL) dan cendawan. Fermentasi *ecoenzyme* dari campuran kulit jeruk dan kulit nenas menghasilkan cairan berwarna kecoklatan dan *mama enzyme*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah isolat dan jenis cendawan pada *ecoenzyme* dan *mama enzyme*. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, dengan tahapan sterilisasi alat, pembuatan medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), pembuatan dan pengambilan sampel *ecoenzyme*, isolasi sampel *ecoenzyme*, pemurnian cendawan, pengamatan makroskopis dan mikroskopis, serta identifikasi cendawan. Data jumlah isolat dan jenis cendawan yang berhasil diisolasi dari sampel *ecoenzyme* dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar. Dua isolat cendawan didapatkan dari cairan *ecoenzyme*, dimana 1 isolat termasuk kapang dan 1 isolat khamir. Cendawan yang ditemukan dari *mama enzyme* hanya 1 isolat dan tergolong kapang. Karakteristik kapang dari cairan *ecoenzyme* merujuk kepada *Trichoderma*. Kapang dari *mama enzyme* merujuk kepada *Paecilomyces*. Isolat khamir yang ditemukan dari cairan *ecoenzyme* belum dapat diidentifikasi. Jadi, dapat disimpulkan ada 2 isolat cendawan dari cairan *ecoenzyme* dan 1 isolat dari *mama enzyme*. Dua isolat kapang merujuk kepada genus *Trichoderma* dan *Paecilomyces*, satu isolat termasuk kelompok khamir.

Kata kunci: *Ecoenzyme*, *Kapang*, *Khamir*, *Mama Enzyme*

Abstract

Organic waste can be managed into compost, biogas, *ecoenzyme*, and others. *Ecoenzyme* is the result of fermentation of organic waste, sugar and water in a ratio of 3:1:10. The result of *ecoenzyme* fermentation is a brownish liquid with a fresh sour aroma, sometimes produced by pitera fungus and *mama enzyme*. Generally, the

microorganisms in ecoenzymes are lactic acid bacteria (LAB) and fungi. Ecoenzyme fermentation from a mixture of orange peel and pineapple peel produces a brownish liquid and mama enzyme. This research aims to determine the number of isolates and types of fungi in ecoenzyme and mama enzyme. This research is a descriptive study, with stages of equipment sterilization, making Potato Dextrose Agar (PDA) medium, making and taking ecoenzyme samples, isolating ecoenzyme samples, purifying fungi, macroscopic and microscopic observations, and identifying fungi. Data on the number of isolates and types of fungi isolated from ecoenzyme samples were analyzed descriptively and displayed in the form of tables and figures. Two fungus isolates were obtained from ecoenzyme fluid, where 1 isolate was a mold and 1 was a yeast isolate. Only 1 fungus was found from Mama Enzyme and it was classified as a mold. The mold characteristics of the ecoenzyme fluid refer to *Trichoderma*. Mold from mama enzyme refers to *Paecilomyces*. The yeast isolates found from the ecoenzyme fluid have not yet been identified. So, it can be concluded that there are 2 isolates of fungi from ecoenzyme fluid and 1 isolate from mama enzyme. Two mold isolates refer to the genera *Trichoderma* and *Paecilomyces*, one isolate belongs to the yeast group.

Keywords : *Ecoenzyme, Mold, Yeast, Mama Enzyme*

PENDAHULUAN

Produksi sampah pada tahun 2021 di Indonesia mencapai 41.2 juta ton/tahun dan 45,9% dari total sampah tersebut dihasilkan oleh aktivitas rumah tangga berupa sampah organik. Sampah organik rumah tangga biasanya berupa sisa makanan, sisa sayur dan buah. Sampah ini akan menjadi masalah besar bagi Indonesia apabila tidak ditangani dengan baik (Salma dan Ratni, 2022).

Secara alamiah, sampah yang ditampung di tempat pembuangan akhir akan mengalami proses pembusukan yang akan berpotensi melepaskan gas methana (CH₄) yang dapat meningkatkan emisi gas rumah kaca dan memberikan kontribusi terhadap pemanasan global (Puger, 2018). Selain itu, sampah organik dapat menimbulkan pencemaran udara, gangguan kesehatan dan pencemaran lingkungan (Rusdi dan Alam, 2022).

Sampah-sampah organik biasanya dapat dikelola menjadi pupuk cair organik (POC), pakan ternak, pupuk kompos, biogas, arang briket dan *ecoenzyme*. *Ecoenzyme* merupakan hasil fermentasi limbah dapur organik seperti limbah buah dan sayur, yang kemudian dicampur dengan gula merah/molase dan air kemudian difermentasi selama tiga bulan (90 hari) (Salma dan Ratni, 2022).

Hasil akhir dari fermentasi *ecoenzyme* berupa cairan yang berwarna kecoklatan yang memiliki aroma khas fermentasi berbau cuka atau asam segar, jamur pitera yang dapat digunakan sebagai masker wajah dan *mama enzyme* (Titiaryanti *et al.*, 2022). *Mama enzyme* merupakan lapisan seperti jeli yang tumbuh dibagian atas cairan *ecoenzyme*. *Mama enzyme* dapat digunakan sebagai masker wajah, pembalut luka dan pereda demam (Pakpahan *et al.*, 2022).

Ecoenzyme dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti cairan pembersih, penjernih udara dan pewangi. Asam asetat dalam *ecoenzyme* juga bisa dimanfaatkan sebagai pestisida (Larasati *et al.*, 2020). Nitrat (NO₃) dan karbonat (CO₃) dalam *ecoenzyme* dapat dijadikan sebagai pupuk organik alami. Dalam bidang kesehatan, *ecoenzyme* dapat digunakan sebagai *handsanitizer*, obat luka (seperti luka bakar, luka gores) dan obat berbagai macam penyakit kulit (Rasit *et al.*, 2019).

Vama & Cherekar, (2020) menyatakan bahwa mikroorganisme yang terkandung di dalam *ecoenzyme* umumnya berupa bakteri asam laktat (BAL) dan cendawan (khamir/kapang). BAL banyak ditemukan pada bahan organik yang kaya karbohidrat dan di berbagai jenis fermentasi buah-buahan seperti jeruk, pisang, nenas dan apel. Sedangkan, umumnya cendawan yang diperoleh dari fermentasi *ecoenzyme* dari substrat bahan organik kulit jeruk termasuk kelompok khamir. Khamir adalah mikroorganisme dari golongan fungi termasuk uniseluler, biasanya hidup sebagai parasit maupun saprofit (Rukmini dan Herawati, 2023).

Senyawa yang terkandung dalam *ecoenzyme* sangat beragam tergantung kepada bahan organik yang dipakai dalam pembuatan *ecoenzyme*. *Ecoenzyme* yang dibuat menggunakan bahan organik kulit buah-buahan banyak mengandung senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroba (bakteri dan cendawan). Contoh senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan adalah enzim (lipase, amilase dan tripsin), senyawa fenol, dan asam organik (Rochyani *et al.*, 2020).

Cairan *ecoenzyme* yang terbuat dari limbah buah jeruk manis, jeruk keprok, nenas, dan campuran berbagai jenis limbah buah menunjukkan hasil positif adanya senyawa bioaktif flavonoid, kuinon, saponin, fenol, kardenolin dan alkaloid yang berfungsi sebagai senyawa antibakteri (Vama dan Cherekar, 2020). Kulit jeruk mengandung senyawa kimia seperti asam askorbat, vitamin A, vitamin E, dan polifenol. Polifenol dapat bertindak sebagai antioksidan yang dapat menghambat radikal bebas yang berperan penting dalam pathogenesis inflamasi. Flavonoid sebagai substansi dari polifenol memiliki efek anti inflamasi, aktivitas antioksidan (Roska *et al.*, 2018) dan dapat mencegah pertumbuhan bakteri, jamur dan virus (Wulandari dan Winarsih, 2024).

Nenas mengandung vitamin A dan vitamin C, kalsium, fosfor, magnesium, besi, natrium, kalium, dekstrosa, sukrosa (gula tebu) (Viza, 2022). Kulit nenas merupakan substrat organik yang mengandung karotenoid, flavonoid, enzim bromealin, antosianin, dan vitamin C yang bersifat antibakteri (Suerni *et al.*, 2013).

Beberapa peneliti telah berhasil mengisolasi beberapa mikroorganisme dari *ecoenzyme*. *Ecoenzyme* yang dibuat dari bahan sisa buah apel, gula, dan air mengandung bakteri *Acetobacter* sp., *Lactobacillus* sp., *Methylobacterium* sp., *Paenibacillus* sp., dan juga beberapa jamur seperti *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. Mikroba tersebut berperan dalam proses fermentasi *ecoenzyme* terutama dalam menghasilkan berbagai enzim yang bermanfaat misalnya amilase, protease, dan lipase (Gu *et al.*, 2021).

Mikroorganisme yang terdapat pada limbah kulit buah nenas dan jeruk akan mengeluarkan aroma asam karena terbentuk asam asetat yang kemudian menjadi

media untuk pertumbuhan bakteri, kapang, maupun khamir (Suprayogi *et al.*, 2022). Aulia dan Handayani, (2022) mendapatkan 4 isolat khamir yang berhasil diisolasi dari cairan *ecoenzyme* berbahan organik kombinasi berbagai jenis kulit jeruk. Yuliana dan Handayani, (2022) juga mendapatkan 4 isolat khamir yang berhasil diisolasi dari ampas *ecoenzyme* berbahan organik kombinasi berbagai jenis kulit jeruk.

Walaupun mikroorganisme yang terdapat dalam *ecoenzyme* umumnya berupa BAL dan khamir, tetapi jenis bahan organik yang digunakan sangat berpengaruh terhadap jenis dan keragaman mikroba yang ada di dalamnya. Oleh karena itu, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “Cendawan pada Cairan *Ecoenzyme* dan *Mama Enzyme* dari Kulit Jeruk dan Kulit Nenas”.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang dilakukan mulai dari bulan Juli sampai Desember 2023 di Laboratorium Penelitian Terpadu dan Biologi Umum, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Data isolat dan jenis cendawan yang terdapat dalam sampel cairan *ecoenzyme* dan *mama enzyme* dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk gambar dan tabel.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *Erlenmeyer* 500 ml, gelas ukur, *beaker glass*, pipet tetes, batang penyegar, bunsen, jarum ose, *vortex*, pipet steril, tusuk gigi steril atau batang penyangga, lidi, mikropipet, tips, pinset, gunting, botol semprot, timbangan analitik, *magnetic stirrer*, *hot plate*, *autoclave*, mikroskop, kaca objek, kaca penutup, kamera digital, *Laminar Air Flow* (LAF).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel cairan *ecoenzyme* dan *mama enzyme* dari tim *ecoenzyme* Departemen Biologi, FMIPA, UNP dengan bahan organik kulit jeruk dan kulit nenas, medium *Potato Dextrose Agar* (PDA), aquades, alkohol 70%, antibiotik ampicillin, *wrapping*, tisu, plastik kaca, metilen blue, aluminium foil, kapas, kain kasa, kertas label, spidol dan spiritus.

Prosedur Penelitian

a. Tahapan persiapan penelitian

(1) Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini sebelumnya harus dicuci dan dikeringkan, kemudian disterilisasi. Alat yang tahan panas seperti tabung reaksi, *beaker glass*, gelas ukur, *Erlenmeyer*, dan cawan petri disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 15 *Per Square Inchi* (PSI) selama 15 menit. Alat yang tidak tahan terhadap panas tinggi disterilisasi dengan alkohol 70%. Sedangkan alat yang terbuat dari bahan logam seperti ose disterilisasi dengan cara dibakar dengan pijar api hingga berwarna.

(2) Tahapan pelaksanaan penelitian

Bubuk PDA ditimbang sebanyak 9,75 g lalu dimasukkan ke dalam *Erlenmeyer* 500 ml dan ditambahkan aquades hingga volumenya 250 ml. Larutan dipanaskan sambil diaduk hingga mendidih dan homogeny menggunakan *magnetic stirrer*.

Setelah mendidih ditunggu hingga suhunya 40-50°C lalu mulut *Erlenmeyer* ditutup dengan sumbatan kapas yang dilapisi kain kasa, *wrapping* dan aluminium foil. Medium PDA disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 15 psi selama 15 menit. Medium didinginkan sampai suhunya berkisar antara 40^o-50°C dan ditambahkan antibiotik ampicillin yang sudah dihaluskan sebanyak ½ tablet kemudian diaduk sampai larut. Setelah itu, medium PDA dituang ke dalam cawan petri steril masing-masing sebanyak 10 ml dan ke tabung reaksi steril sebanyak 5 ml untuk pembuatan agar miring dan tunggu hingga padat. Selanjutnya inkubasi selama 24 jam untuk melihat ada atau tidaknya bakteri pengkontaminan.

b. Tahapan pelaksanaan penelitian

(1) Pembuatan dan Pengambilan Sampel Cairan *Ecoenzyme* dan *Mama Enzyme*

Sampel *ecoenzyme* dan *mama enzyme* yang digunakan pada penelitian ini dibuat oleh Tim *Ecoenzyme* Biologi, FMIPA, UNP. *Ecoenzyme* dibuat dengan bahan dasar kulit jeruk dan kulit nenas yang dicampur gula merah dan air. Sampel yang diambil yaitu cairan *ecoenzyme* dan *mama enzyme*. Cairan *ecoenzyme* diambil sebanyak 20 mL dan *mama enzyme* diambil sebesar ± 10 cm. Selanjutnya sampel dibawa ke Laboratorium Penelitian Terpadu untuk diteliti.

(2) Isolasi Cendawan

Isolasi cendawan dilakukan pada 2 sampel *ecoenzyme* yaitu *ecoenzyme* yang menghasilkan cairan *ecoenzyme* dan *ecoenzyme* yang menghasilkan. Untuk isolasi pada cairan *ecoenzyme* dilakukan dengan membuat seri pengenceran 10⁻¹, 10⁻² dan 10⁻³. Selanjutnya, sebanyak 100 µl suspensi pengenceran 10⁻³ dimasukkan ke medium PDA yang telah dituangkan ke cawan petri dengan menggunakan mikropipet (3 ulangan) dan diratakan dengan menggunakan batang penyebar. Selanjutnya diinkubasi selama 3-4 hari pada suhu ruang sampai terlihat pertumbuhan cendawan. Isolasi pada *mama enzyme* dilakukan dengan memotong *mama enzyme* berukuran ± 1 cm secara aseptik. Satu potongan dari *mama enzyme* diletakkan atau ditanam dengan menggunakan teknik *direct seed planting* (tanam langsung) pada medium PDA yang sudah padat (3 ulangan). Kemudian diinkubasi selama 3-4 hari pada suhu ruang sampai terlihat adanya pertumbuhan cendawan.

(3) Pemurnian Cendawan

Setelah melalui masa inkubasi pada suhu ruang, setiap cendawan yang tumbuh dan memiliki ciri morfologi seperti bentuk, tekstur dan warna yang berbeda dipindahkan ke media PDA baru. Pemindahan tersebut dilakukan berulang kali hingga didapatkan isolat murni. Pemurnian kapang dilakukan dengan memotong bagian pinggir miselium kapang berbentuk persegi dengan ukuran ± 0,5 cm menggunakan pipet steril lalu dipindahkan ke medium PDA yang baru. Sedangkan pemurnian khamir dilakukan dengan cara satu ose biakan khamir digoreskan pada permukaan agar cawan dengan metode kuadran. Masing-masing isolat yang telah murni disimpan didalam agar miring yang disimpan di dalam kulkas kultur cendawan dengan suhu +5°C sebagai kultur stok untuk keperluan uji mikrobiologi selanjutnya.

(4) Identifikasi Cendawan

Identifikasi dilakukan dengan cara mengamati morfologi makroskopis dan mikroskopis lalu dibandingkan dengan buku acuan identifikasi cendawan (Mikologi Dasar dan Terapan, 2006) atau artikel-artikel mengenai identifikasi cendawan. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan cara mengamati ciri morfologi koloni cendawan dari segi bentuk koloni, warna koloni, bentuk permukaan koloni, dan pertumbuhan koloni. Sedangkan pengamatan mikroskopis pada kapang dilakukan dengan mengamati bagian-bagian kapang seperti bentuk hifa, jenis spora aseksual, tangkai pendukung spora, bentuk dan penataan spora. Lalu, karakteristik khamir yang diamati yaitu bentuk sel, tunas, bekas tempat tunas (*bud scar*) dan ada atau tidaknya pseudo hifa. Pengamatan mikroskopis kapang dilakukan dengan metode *Slide Culture (Riddle)*. Dua helai lipatan *tissue* steril diletakkan di dalam cawan petri steril dan ditetesi dengan aquades steril sampai lembab, kemudian tusuk gigi steril diletakkan diatas *tissue*. Kaca objek bersih disemprot dengan alkohol 70% dan dilewatkan di atas nyala api Bunsen hingga beberapa kali, setelah agak dingin kaca objek diletakkan diatas tusuk gigi steril. Selanjutnya, medium PDA dipotong secara aseptik menggunakan pipet steril dengan ukuran $\pm 0,5$ cm beberapa buah. Satu bulatan medium diletakkan diatas kaca objek bagian kiri dan kanan (kira-kira 1 cm dari pinggir) lalu spora/miselium cendawan diambil menggunakan lidi dan ditempelkan di pinggir kedua bulatan medium, ditutup dengan kaca penutup dan cawan petri ditutup lalu diinkubasi selama 3-7 hari hingga terlihat adanya pertumbuhan hifa pada kaca penutup.

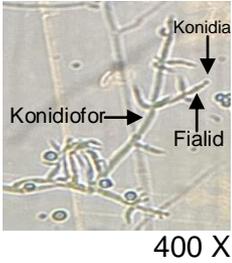
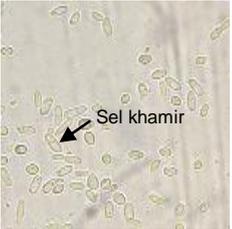
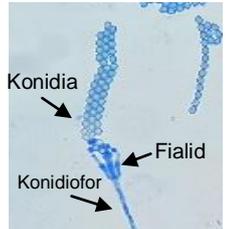
Pengamatan mikroskopis kapang dilakukan dengan cara kaca penutup yang sudah terlihat pertumbuhan hifa diletakkan pada kaca objek baru yang sudah ditetesi dengan aquades, lalu diamati dibawah mikroskop dari perbesaran terkecil sampai yang terbesar. Sedangkan pengamatan mikroskopis khamir dilakukan dengan cara satu lup khamir diambil secara aseptik dan disebarakan diatas kaca objek yang sudah ditetesi air lalu kaca objek ditutup dengan kaca penutup. Setelah morfologi makroskopis dan mikroskopis selesai diamati dan didokumentasikan, kemudian dilanjutkan dengan identifikasi cendawan. Data morfologi makroskopis dan mikroskopis serta hasil identifikasi cendawan yang didapat ditampilkan dalam bentuk gambar dan tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tiga isolat cendawan berhasil diisolasi pada cairan *ecoenzyme* dan *mama enzyme* dari kulit jeruk dan kulit nenas. Isolat dari cairan *ecoenzyme* diberi kode M1, M2, dan isolat dari *mama enzyme* di beri kode M3. Karakteristik morfologi secara makroskopis dan mikroskopis ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Makroskopis Dan Mikroskopis Isolat Cendawan Pada Cairan *Ecoenzyme* Dan *Mama Enzyme* Dari Kulit Jeruk Dan Kulit Nenas

Isolat	Pengamatan	Keterangan
--------	------------	------------

	Makroskopis	Mikroskopis	
M1 (Trichoderma)			Bentuk koloni bulat, membentuk cincin konsentris tetapi tidak teratur, warna hijau-putih, elevasi rata. Hifa bersekat, konidiofor bercabang, fialid pendek dan gemuk, bagian dasar fialid membesar dengan ujung runcing, fialid berjumlah 3, konidia bulat.
M2 (Khamir)			Koloni berwarna putih, permukaan halus dan mengkilap, tepian rata, elevasi hampir rata dengan medium, ukuran koloni kecil seperti titik. Sel umumnya berbentuk batang, memiliki 1 vakuola besar dan inti sel 1.
M3 (Paecilomyces)			Bentuk koloni tidak beraturan, tumbuh cepat, warna kuning kecokelatan, tekstur seperti kapas. Hifa bersekat, konidia bulat berantai panjang. Konidiofor bercabang, bagian dasar fialid membesar dengan ujung runcing, berjumlah 4.

Cendawan yang berhasil diisolasi pada cairan *ecoenzyme* dan *mama enzyme* yang dibuat menggunakan kulit jeruk dan kulit nenas sebagai sumber bahan organik adalah 3 isolat. Berdasarkan karakteristik morfologi makroskopis dan mikroskopis didapatkan 2 isolat cendawan dari cairan *ecoenzyme* yang tergolong kelompok kapang dan khamir serta 1 isolat cendawan dari *mama enzyme* yang tergolong kelompok kapang.

Kapang merupakan mikroorganisme multiseluler berfilamen dan membentuk miselium (Miranti *et al.*, 2015). Kapang berasal dari kingdom fungi yang tidak membentuk badan buah, berukuran mikroskopis, dan bersifat heterotrof karena kapang memperoleh makanan dengan cara menyerap nutrisi dari inangnya (Larasati *et al.*, 2021). Sedangkan khamir (yeast) merupakan fungi uniseluler eukariotik yang reproduksi aseksualnya terutama melalui pembentukan tunas (budding) atau pembelahan (fission) (Prihartini dan Ilmi, 2018).

Ciri-ciri makroskopis diidentifikasi berdasarkan pada karakter koloni seperti bentuk dan warna koloni yang terbentuk (Meiniarti *et al.*, 2021), selain itu menurut Ristiari *et al.*, (2018) ciri makroskopis cendawan yang dapat diamati yaitu permukaan koloni dan tepi koloni. Pengamatan ciri mikroskopis mencakup reproduksi aseksual (spora dan konidia) dan konidiofor (Arif *et al.*, 2008). Selain itu, menurut Khastini *et al.*, (2022) pengamatan mikroskopis meliputi hifa septat dan aseptat, dan struktur reproduksi aseksual dan seksual.

Berdasarkan karakteristik morfologi cendawan isolat M1 merujuk pada genus *Trichoderma*. Meskipun demikian, spesies *Trichoderma* ini belum bisa dijelaskan secara pasti tetapi menurut Payangan *et al.*, (2019) *Trichoderma* mudah dikenali secara visual dari pertumbuhan koloninya yang berwarna kehijauan. Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa isolat ini pada awalnya terlihat berwarna putih selanjutnya miselium akan berubah menjadi kehijau-hijauan dan selanjutnya berwarna hijau tua.

Ciri-ciri yang sama dikemukakan oleh Soesanto *et al.*, (2011) yang menemukan isolat *Trichoderma* dengan koloni melingkar membentuk cincin konsentris serta warna koloni hijau gelap. Selain itu, sesuai dengan hasil penelitian Taribuka *et al.*, (2016) yang juga menyatakan bahwa *Trichoderma* memiliki hifa hialin dan bersekat. Kemudian, pada hasil penelitian Suanda (2016) didapatkan ciri mikroskopis *Trichoderma* yaitu fialid pendek dan konidia berbentuk bulat (globuse). Konidiofor bercabang mendukung fialid yang berjumlah 2 atau lebih dan meruncing ke ujung. *Trichoderma* dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali hayati (Ruswandari *et al.*, 2020). *Trichoderma* menghasilkan zat pengatur tumbuh (ZPT) berupa IAA (Indole Asetic Acid), giberelin, dan sitokinin yang dapat memacu pertumbuhan tanaman (Zani & Anhar, 2021).

Selanjutnya, berdasarkan karakteristik morfologi cendawan isolat M3 tersebut merujuk pada genus *Paecilomyces*. Meskipun demikian, spesies *Paecilomyces* ini belum bisa dijelaskan secara pasti tetapi menurut Heirina *et al.*, (2020) *Paecilomyces* memiliki warna koloni kecoklatan dengan pertumbuhannya yang cukup cepat. Kemudian, menurut Rezakhani *et al.*, (2019) awalnya koloni berwarna putih tetapi ketika bersporulasi berubah warna menjadi kecoklatan. Konidiofor bercabang, memiliki fialid dengan ujung bagian basal membesar dan meruncing ke arah leher. Konidia melimpah, berbentuk bulat dan membentuk rantai panjang.

Kemudian, berdasarkan karakteristik morfologi cendawan isolat M2 merupakan khamir. Khamir dengan kode isolat M2 merupakan khamir yang berhasil diisolasi pada cairan *ecoenzyme* dari kulit jeruk dan kulit nenas. Khamir ini memiliki karakteristik

morfologi koloni berwarna putih, permukaan halus dan mengkilap, tepian rata, elevasi hampir rata dengan medium (flat), ukuran koloni kecil seperti titik (*punctiform*). Hal ini didukung oleh penelitian Periadnadi *et al.*, (2018) yang berhasil mengisolasi khamir dengan ciri khamir secara morfologi memiliki bentuk koloni bulat, tepian rata, dan koloni berwarna putih. Kemudian, Harlin & Handayani (2024) juga berhasil mendapatkan 3 isolat khamir yang umumnya memiliki karakteristik makroskopis koloni berwarna putih, tekstur halus dan memiliki ukuran yang beragam seperti titik, kecil hingga sedang.

Karakteristik mikroskopis khamir yang berhasil diisolasi umumnya sel berbentuk batang dan memiliki vakuola yang cukup besar. Karakteristik mikroskopis tersebut memiliki kesamaan pada penelitian Aulia & Handayani (2018) yang berhasil menemukan isolat khamir dari cairan *ecoenzyme* dengan sumber bahan organik berbagai jenis kulit jeruk dan penelitian Yuliana & Handayani (2018) yang menemukan isolat khamir dari ampas *ecoenzyme* dengan sumber bahan organik berbagai jenis kulit jeruk. Namun, kebanyakan spesies khamir sulit dibedakan karena perbedaannya yang sangat kecil. Menurut Hartati *et al.*, (2021) identifikasi untuk mengetahui nama genus atau spesies khamir dapat dilakukan secara konvensional berdasarkan morfologi, fisiologi dan biokimia dan secara molekuler dengan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk keperluan identifikasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa: Cendawan yang berhasil diisolasi pada cairan *ecoenzyme* dan *mama enzyme* dari kulit jeruk dan kulit nenas sebanyak 3 isolat. Dua isolat termasuk ke dalam golongan kapang yang merujuk pada genus *Trichoderma* dan genus *Paecilomyces* serta 1 isolat termasuk ke dalam golongan khamir namun belum bisa diidentifikasi hingga tingkat genus.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A., Muin., M. Kuswinanti, W., & Rahmawati. (2008). Isolasi dan Identifikasi Jamur Kayu dari Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin di Bengo-Bengo Kecamatan Cenrana Kabupaten Maros. *Jurnal Perennial*, 5(1), 15-22.
- Aulia, I. A. N., & Handayani, D. (2022). Keanekaragaman Cendawan dari Cairan *Ecoenzyme* dengan Sumber Bahan Organik Berbagai Jenis Kulit Jeruk. *Jurnal Serambi Biologi*, 7(1), 114-119.
- Gu, S., Xu, D., Zhou, F., Chen, C., Liu, C., Tian, M., and Jiang, A. (2021). The Garbage Enzyme with Chinese Hoenylocust Fruits Showed Better Properties and Application than When Using the Garbage Enzyme Alone. *National Library of Medicine*, 10(11), 2656.

- Harlin, F. I., & Handayani, D. (2024). Cendawan dari Cairan Ecoenzyme dan Mama Enzyme Berbahan Organik Kulit Jeruk dan Kulit Rambutan. *MASALIQ*, 4(1), 379-391.
- Hartati, S., Wiyono, S., Hidayat, S. H., & Sinaga, M. S. (2021). Identifikasi Isolat Khamir Berpotensi sebagai Agens Antagonis dan Uji Produksi Toksin Hemolisin. *Agrikultura*, 32(2), 190-198.
- Heirina, A., Rozirwan, R., & Hendri, M. (2020). Isolasi dan aktivitas antibakteri jamur endofit pada mangrove *Sonneratia alba* dari Tanjung Carat Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(1), 16-24.
- Ilyas, M. (2006). Isolation and identification of mould inhabiting plant rizosphere in Gunung Mutis Natural Reserve, East Nusa Tenggara. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 7(3), 14-22.
- Khastini, R. O., Sukarno, N., Suharsono, U. W., & Hashidoko, Y. (2022). Isolasi dan Respons Tumbuh Cendawan Mutualistik Akar pada Beberapa Tanaman Pangan dan Kehutanan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 27(1), 85-94.
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Uji Organoleptik Produk Eco-Enzyme dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus di Kota Semarang). *Edusaintek*, 4, 278-283.
- Larasati, S. J. H., Sabdono, A., & Sibero, M. T. (2021). Identifikasi Molekuler Kapang Asosiasi Spons menggunakan Metode DNA Barcoding. *Journal of Marine Research*, 10(1), 48-54.
- Meiniarti., Irdawati., Chatri, M., & M, Des. (2021). Identification of fungi in biogas mixed with buffalo dung and leaf onion waste (*Allium cepa* L.). *Bioscience*, 5(2), 127-134.
- Miranti, A.K., Rukmi, M.I. & Supriyadi, A. (2015). Diversitas Kapang Serasah Daun Talok (*Muntingia calabura* L.) di Kawasan Desa Sukolilo Barat, Kecamatan Labang, Kabupaten Bangkalan, Madura. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 16(2), 58-64.
- Pakpahan, H. T., Panataria, L. R., Simatupang, J. T., & Sianipar, E. M. (2022). Pemanfaatan Sampah Organik dan Tanaman Lokal menjadi Eco-Enzyme bagi Masyarakat Desa Lumban Pea Timur Balige. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat METHABDI*, 2(1), 58-63.
- Payangan, R. Y., Gusmiaty., & Restu, M. (2019). Eksplorasi Cendawan Rhizosfer pada Tegakan Hutan Rakyat Suren untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 4(2), 153-160.
- Periadnadi, P., Sari, D. K., & Nurmiati, N. (2018). Isolasi dan keberadaan khamir potensial pemfermentasi nira aren (*Arenga pinnata* Merr.) dari dataran rendah dan dataran tinggi di Sumatera Barat. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 4(1), 29-36.
- Prihartini, M., & Ilmi, M. (2018). Karakterisasi dan Klasifikasi Numerik Khamir Madu Hutan dari Sulawesi Tengah. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 2(2), 112-127

- Puger, I. G. N. (2018). Sampah Organik, Kompos, Pemanasan Global, dan Penanaman Aglaonema di Pekarangan. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 1(2), 127-136.
- Rasit, N., Fern, L. H., & Ghani, W. A. W. A. (2019). Production and Characterization of Eco Enzyme Produced from Tomato and Orange Wastes and its Influence on the Aquaculture Sludge. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(3): 967-980.
- Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M., & Suryanti, I. A. P. (2018). Isolasi dan Identifikasi Jamur Mikroskopis pada Rizosfer Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 6(1), 10-19.
- Rochyani, N., Utpalasar, R. L., & Dahliana, I. (2020). Analisis Hasil Konversi *Eco Enzyme* menggunakan Nenas (*Ananas comosus*) dan Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Redoks*, 5(2), 135-140.
- Rukmini, P., & Herawati, D. A. (2023). *Ecoenzyme* from Organic Waste (Fruit and Rhizome Waste) Fermentation: *Ecoenzyme* dari Fermentasi Sampah Organik (Sampah Buah dan Rimpang). *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 4(1), 23-29.
- Rusdi, R., & Alam, F. (2022). Pengolahan Sampah Organik menjadi Eco-Enzyme yang Berpotensi sebagai Hand Sanitizer pada Para Ibu Rumah Tangga Kelurahan Sungai Pinang Luar Samarinda. Selaparang: *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(3), 1408-1414.
- Ruswandari, V. R., Syauqi, A., & Rahayu, T. (2020). Uji antagonis jamur *Trichoderma viride* dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 5(2), 84-90.
- Salma, N. F., & Ratni, N. (2022). Pengaruh Penambahan Bakteri *Acetobacter xylinum* terhadap Kualitas Produk *Ecoenzym*. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(6), 844-853.
- Soesanto, L., Utami, D.S., & Rahayuniati, R. F. (2011). Morphological characteristics of four *Trichoderma* isolates and two endophytic *Fusarium* isolates. *Can. J. on Scientific and Industrial Res.* 2(8), 294-306.
- Suanda, I. W. (2016). Karakterisasi morfologis *Trichoderma* sp. isolat JB dan daya antagonisme terhadap patogen penyebab penyakit rebah kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) pada tanaman tomat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*, 251-257.
- Suerni, E., Alwi, M., & Guli, M. (2013). Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr), Salak (*Salacca edulis* Reinw), dan Mangga Kweni (*Mangifera odorata* Griff) terhadap Daya Hambat *Staphylococcus aureus*. *Biocelebes*, 7(1), 35-47.
- Suprayogi, D., Asra, R., & Mahdalia, R. (2022). Analisis Produk *Ecoenzyme* dari Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) dan Jeruk Berastagi (*Citrus X sinensis* L.). *Jurnal Redoks*, 7(1), 19-27.
- Taribuka, J., Sumardiyono, C., Widyastuti, S. M., & Wibowo, A. (2016). Eksplorasi dan Identifikasi *Trichoderma* Endofitik pada Pisang. *J. HPT Tropika*, 16(2), 115-123.

- Titiaryanti, N. M., Hastuti, P. B., & Mardhatilah, D. (2022). Pemanfaatan Eco Enzyme Sebagai Pupuk Cair Di KWT Sekar Melati. *Dharma Bakti*, 5(1), 46-55.
- Vama, L. A. P. S. I. A., & Cherekar, M. N. (2020). Production, Extraction and Uses of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth from Waste. *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc*, 22(2), 346-351.
- Viza, R. Y. (2022). Uji Organoleptik Eco-Enzyme Dari Limbah Kulit Buah. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(1), 24-30.
- Wulandari, W. S., & Winarsih, W. (2024). Pengaruh Ekoenzim berbagai Limbah Kulit Buah terhadap Penurunan Konsentrasi Surfaktan pada Air Limbah Laundry. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), 93-104.
- Yuliana, S., & Handayani, D. (2022). Jenis-Jenis Cendawan dari Ampas *Ecoenzyme* dengan Sumber Bahan Organik berbagai Jenis Kulit Jeruk. *Jurnal Serambi Biologi*, 7(1), 120-126.
- Zani, R. Z., & Anhar, A. (2021). Respon *Trichoderma* spp. terhadap Indeks Vigor Benih dan Berat Kering Kecambah Padi Varietas Sirandah Batuampa. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 8(1), 1-6.