

Keanekaragaman Mikroba pada Rhizosfer Pertanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) yang Diaplikasikan *Eco Enzyme* di Lahan Gambut

Microbial Diversity in the Rhizosphere of Red Onion (*Allium ascalonicum* L.) Plants Applied with *Eco Enzyme* in Peatlands

Noor Aprilliana*, Yusriadi Marsuni, Salamiah

Prodi Proteksi Tanaman Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat

Corresponden Author: nooraprillia1201@gmail.com

Received: 11 Agustus 2023; Accepted 27 Mei 2024; Published: 01 Juni 2024

ABSTRACT

This research aims to determine the impact of eco enzyme application on microbial diversity in the rhizosphere of shallot plantations on peatlands. This research used descriptive techniques with a purposive sampling method, consisting of 4 treatments, namely control (without eco enzyme treatment) and 3 treatments of eco enzyme solution with doses (0.2 ml, 0.6 ml, and 1 ml/200 ml water) with 5 repetitions. The identification results showed that there were 65 microbial isolates, of which 28 fungus isolates consisted of 9 fungal genera, namely *Trichoderma* spp., *Penicillium* sp., *Acremonium* sp., *Mortierella* spp., *Humicola* sp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* sp., *Culvularia* sp., *Pythium* spp. and 37 bacterial isolates consisting of 29 gram-positive bacterial isolates and 8 gram-negative bacterial isolates. The results of the research show that the application of eco enzyme has an impact on microbial diversity in the rhizosphere of shallot plantings on peatlands. The diversity of microbial types ranges from 0.9 – 1.4, including in the low – medium category. The richness of microbial species ranges from 0.9 – 1.7, which is included in the low category. The evenness of microbial types ranges between 0.8 – 1.0, including the low category, and the dominance index ranges between 0.3 – 0.5, including the none dominate category.

Keywords: *Diversity, Eco enzyme, Microbes, Rhizosphere*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari aplikasi *eco enzyme* terhadap keanekaragaman mikroba di rhizosfer pertanaman bawang merah di lahan Gambut. Penelitian ini memakai teknik deskriptif dengan metode *purposive sampling*, terdiri dari 4 perlakuan yaitu kontrol (tanpa perlakuan *eco enzyme*) dan 3 perlakuan larutan *eco enzyme* dengan dosis (0,2 ml, 0,6 ml, dan 1 ml/200 ml air) dengan 5 kali ulangan. Hasil identifikasi didapatkan isolat mikroba 65 isolat yang mana 28 isolat cendawan terdiri dari 9 genus cendawan yaitu *Trichoderma* spp., *Penicillium* sp., *Acremonium* sp., *Mortierella* spp., *Humicola* sp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* sp., *Culvularia* sp., *Pythium* spp. dan 37 isolat bakteri terdiri dari 29 isolat bakteri gram positif dan 8 isolat bakteri gram negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaplikasian *eco enzyme* berdampak terhadap keanekaragaman mikroba di rhizosfer pertanaman bawang merah di lahan Gambut. Keanekaragaman jenis mikroba berkisar antara 0,9 – 1,4 termasuk dalam kategori rendah – sedang. Kekayaan jenis mikroba berkisar antara 0,9 – 1,7 termasuk dalam kategori rendah. Kemerataan jenis mikroba berkisar antara 0,8 – 1,0 termasuk kategori rendah, serta indeks dominasi berkisar antara 0,3 – 0,5 termasuk kategori tidak ada yang mendominasi.

Kata kunci: *Eco enzyme, Keanekaragaman, Mikroba, Rhizosfer*

Pendahuluan

Bawang merah ialah tanaman utama sayuran dari komoditi hortikultura yang

dikembangkan di dataran rendah di Indonesia. Setiap tahunnya kebutuhan bawang merah selalu meningkat, akan tetapi produksi tanaman bawang

merah di Indonesia selalu tidak stabil karena mengalami peningkatan dan penurunan. Badan Pusat Statistik (BPS) mendata, hasil bawang merah di Indonesia mengalami peningkatan awal tahun 2020 sebesar 1,82 juta ton mencapai 2,01 juta ton pada tahun 2021. Sentral produksi tertinggi di Indonesia yaitu di daerah Jawa Tengah sebesar 564.225 ton dan untuk produksi bawang merah di Kalimantan Selatan masih cukup tergolong rendah yaitu sebesar 398 ton pada tahun 2021.

Mikroba dapat ditemukan diberbagai tempat seperti tanah, air, udara, debu, kulit dan selaput lendir. Mikroba tanah yang berada pada daerah rhizosfer dapat membantu mengoptimalkan penyediaan unsur hara dan pertumbuhan tanaman. Rhizosfer ialah daerah tanah sekeliling perakaran tanaman. Umumnya keberagaman komunitas mikroba banyak ditemukan di daerah perakaran daripada daerah lainnya. Eksudat yang dikeluarkan perakaran tanaman mempengaruhi kehidupan mikroba. Adapun peran mikroba rhizosfer antara lain pada proses peredaran unsur hara dan penyusunan tanah, perkembangan tanaman, memengaruhi kehidupan mikroba dan agen hayati pada penyebab penyakit akar (Simatupang, 2008).

Penggunaan *eco enzyme* untuk tanaman bawang merah di lahan Gambut diberikan untuk melihat dampak dari aplikasi *eco enzyme* terhadap keanekaragaman mikroba di dalam tanah karena belum ada dilaporkan. Oleh sebab itu, penelitian ini akan melihat dampak aplikasi *eco enzyme* terhadap keanekaragaman mikroba yang ada di rhizosfer pertanaman bawang merah di lahan Gambut.

Metode Penelitian

Penelitian ini memakai teknik deskriptif dengan metode *purposive sampling*, terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 kali ulangan, maka didapatkan 20 unit percobaan. Adapun perlakuan yang diberikan terdiri dari:

t_0 = Kontrol/tanpa perlakuan *eco enzyme*

t_1 = Perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air

t_2 = Perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air

t_3 = Perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air

Persiapan Penelitian

Persiapan Lahan

Persiapan lahan dengan mencangkul tanah dengan kedalaman ≤ 30 cm, sekaligus pembersihan gulma, lalu diberi kapur 2 minggu sebelum tanam, kemudian diberi pupuk kandang dan diamankan selama 1 minggu.

Penyediaan Tanaman Uji

Bibit bawang merah varietas Bima Brebes yang didapat melalui penangkar benih bawang di Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan. Bibit disimpan minimal selama 75 hari.

Pembuatan *Eco enzyme*

Pembuatan *eco enzyme* dengan komposisi bahan organik seperti sisa kulit buah dan sayur, molase dan air dengan perbandingan 3:1:10 yang dimasukkan ke dalam jerigen sampai bahan tercampur dan terendam. Setelah itu, dilakukan fermentasi selama 3 bulan. Pengontrolan dilakukan pada hari ke 7 dan 30 dengan membuka jerigen, kemudian pada hari ke 31 sampai panen jerigen tidak boleh dibuka lagi.

Sterilisasi Alat

Semua alat dari gelas berbahan kaca dicuci dan dikeringkan. Kemudian dibungkus dengan kertas bekas. Setelah itu, sterilisasi dengan oven semua alat menggunakan suhu 170°C selama 60 menit.

Pembuatan Media Martin Agar

Bahan-bahan yang digunakan adalah 10 g agar, 10 g pepton, 5 g *dextrose*, 0,25 g $MgSO_4$, 0,5 g KH_2PO_4 , *rose bengal*, 0,025 g *streptomycin* dan 500 ml aquades. Cara pembuatan media Martin Agar yaitu masukkan aquades 500 ml dan campurkan agar, pepton, *dextrose*, $MgSO_4$ dan KH_2PO_4 , kemudian diaduk hingga merata. Apabila sudah homogen, panaskan larutan sampai mendidih dengan api kecil. Masukkan larutan media ke dalam *beaker glass* kemudian masukan *rose bengal*, aduk sampai tercampur rata. Lalu dimasukkan ke dalam botol kaca, tutup dengan *aluminium foil* dan *cling wrap*. Sterilisasi dengan

autoclave menggunakan tekanan 15 Psi selama 15 menit.

Pembuatan Media *Potato Dextros Agar* (PDA)

Bahan-bahan yang digunakan adalah 200 g kentang, 20 g *dextrose* 20 g agar dan 1 liter aquades. Cara membuatnya yaitu kupas kentang lalu cuci bersih dan dipotong dadu, kemudian direbus sampai empuk, setelah itu pisahkan kentang dengan sarinya, apabila menyusut tambahkan aquades sampai volume 1 liter. Selanjutnya tambahkan *dextrose* dan agar, rebus kembali dan diaduk rata hingga mendidih. Media yang sudah mendidih dimasukkan pada botol kaca lalu ditutup menggunakan *aluminium foil* serta *cling wrap*. Sterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 30 menit.

Pembuatan Media *Nutrien Agar* (NA)

Bahan yang dipakai adalah *beef extract* 3 g, pepton 5 g, glukosa 2,5 g, agar 20 g, aquades 1 liter. Cara pembuatan media NA yaitu membagi menjadi 2 bagian aquades 1 liter ke dalam wadah, kemudian pada wadah pertama larutkan *beef extract*, pepton dan glukosa. Serta larutkan agar pada wadah kedua. Larutkan agar dan diaduk sambil dipanaskan, *beef extract*, pepton dan glukosa dilarutkan dan diaduk tanpa dipanaskan. Setelah keduanya larut, campurkan ke dalam *beaker glass*, lalu aduk rata. Masukkan media ke dalam botol kaca, lalu ditutup *aluminium foil* dan *cling wrap*. Sterilisasi menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C selama 30 menit.

Isolasi Mikroba

Isolasi mikroba dilakukan dengan mengambil tanah pada rhizosfer pertanaman bawang merah memakai bor tanah pada kedalaman 0-10 cm. Tanah ditimbang pada neraca analitik 10 g, lalu masukkan pada botol kaca yang sudah diisi air steril 90 ml dan dihomogenkan selama 15 menit pada *orbital shaker* dengan kecepatan 150 rpm dan melakukan pengenceran sampai pada pengenceran 10^{-7} , lalu isolasi pada media biakan dan inkubasi, setelah itu dimurnikan untuk mendapatkan isolat murninya.

Identifikasi Mikroba

Identifikasi Cendawan

Identifikasi dilakukan dengan cara mengamati koloni dan struktur mikro dari isolat murni, diidentifikasi dengan media kubus, dan melihat literatur dari buku Watanabe (2010).

Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dilakukan dengan cara mengamati bentuk koloni, sifat optik, warna koloni, bentuk bagian tepi koloni dan gram bakteri, kemudian dilakukan pengujian reaksi gram dengan menggunakan KOH 3%. Untuk melihat karakteristik morfologi bentuk selnya yaitu dilakukan dengan pewarnaan gram. Pengujian reaksi gram dan pewarnaan gram dilakukan dengan melihat literatur dari buku Schaad *et al.* (2001).

Pelaksanaan Penelitian

Penanaman Tanaman Uji

Penanaman bawang merah menggunakan panjang pada masing-masing petakan adalah 1,5 meter dan lebar 2,4 meter 20 petak dengan jarak tanam 20 cm x 60 cm, sehingga populasi dalam satu petak 28 tanaman. **Pemeliharaan Tanaman Uji**

Pemeliharaan tanaman bawang merah mencakup penyiraman, penyulaman, penyiangan gulma serta pengendalian hama yang menyerang tanaman bawang merah.

Aplikasi *Eco enzyme*

Pengaplikasian *eco enzyme* dilakukan saat tanaman berumur 7, 14, 21, 28, 35 dan 42 HST. Cara aplikasinya dengan menyemprotkan larutan pada tanaman bawang merah. Dosis yang digunakan yaitu 0,2, 0,6 dan 1 ml dengan dilarutkan air 200 ml.

Parameter Pengamatan

1. Pengamatan jenis mikroba terdiri dari pengamatan bentuk dan warna koloni serta penampakan di mikroskop.
2. Keanekaragaman _____ jenis. Rumus keanekaragaman jenis yang digunakan adalah indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dalam Supit *et al.* (2020).

$$H' = - \sum Pi \ln Pi$$

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

Keterangan :

H' = Keanekaragaman jenis
 ni = Jumlah individu tiap jenis ke-i
 N = Jumlah seluruh individu
 Kategori indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H')
 H' < 1 (rendah)
 1 < H' < 3 (sedang)
 H' > 3 (tinggi)

3. **Kekayaan jenis.** Rumus kekayaan jenis spesies yang digunakan adalah indeks Margalef (1958) dalam Supit *et al.* (2020).

$$R = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Keterangan :

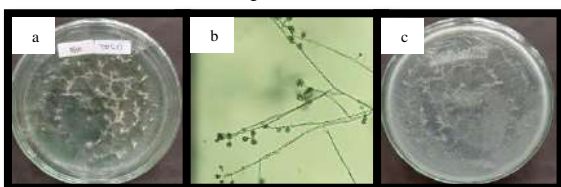
S = Jumlah spesies
 R = Kekayaan jenis
 N = Jumlah seluruh individu Kemerataan spesies

4. **Kemerataan jenis.** Rumus kemerataan yang digunakan adalah indeks Pielou (1975) dalam Maliq *et al.* (2020) dengan kriteria indeks kemerataan Annam & Khasanah (2017).

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman Shannon – Wiener
 E = Kemerataan jenis



Gambar 1. a) Isolat *Trichoderma* spp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Trichoderma* spp. perbesaran 40X, c) Isolat *Trichoderma* spp. tampak belakang

S = Jumlah spesies Indeks Dominasi.

5. **Indeks Dominasi.** Rumus indeks dominasi yang digunakan adalah indeks Simpsons (1949) dalam Nuraina *et al.* (2018).

$$D = \sum (ni/N)^2$$

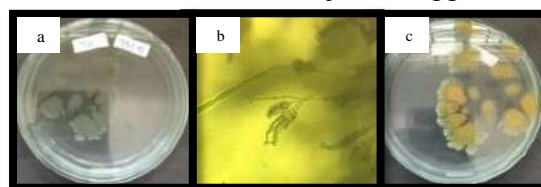
Keterangan :

D = Indeks dominasi
 ni = Jumlah individu ke-1
 N = Jumlah seluruh jenis
 = Keanekaragaman indeks dominasi:
 0 < C < 0,5 = tidak ada yang mendominasi
 0,5 < C < 1 = ada yang mendominasi

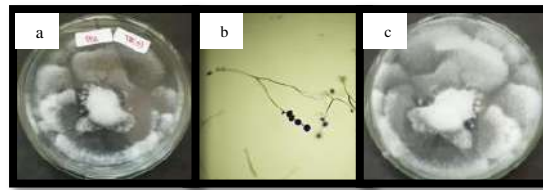
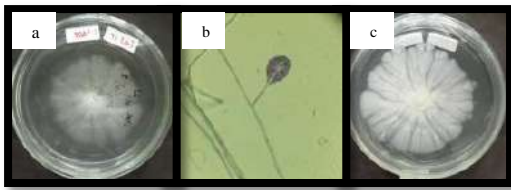
Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Mikroba

Identifikasi mikroba pada rhizosfer pertanaman bawang merah yang di aplikasikan *eco enzyme* di lahan Gambut secara makroskopis dan mikroskopis didapatkan isolat mikroba 65 dengan 28 isolat cendawan dan 37 isolat bakteri. Kriteria Indeks Kekayaan Jenis: R < 2,5 = Kekayaan jenis rendah, 2,5 < R < 4 = Kekayaan jenis sedang, R > 4 = Kekayaan jenis tinggi. Identifikasi cendawan secara makroskopis dan mikroskopis, mengacu dari buku *Pictorial Atlas of Soil dan Seed Fungi: Morphologies of Culture Fungi and Key to Species* oleh Watanabe (2010), diketahui bahwa terdapat isolat cendawan murni dari rhizosfer pertanaman bawang merah yang diaplikasikan dengan *eco enzyme* 28 isolat cendawan yang terdiri dari 9 genus cendawan yaitu *Trichoderma* spp., *Penicillium* sp., *Acremonium* sp., *Mortierella* spp., *Humicola* sp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* sp., *Culvularia* sp. dan *Pythium* spp.. Kriteria Indeks Kemerataan Jenis: E < 1 = Kemerataan jenis rendah, E > 1 = Kemerataan jenis tinggi

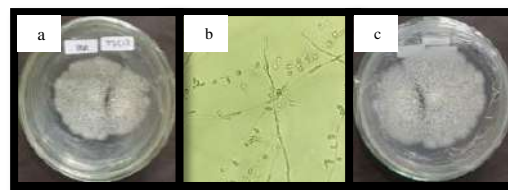


Gambar 2. a) Isolat *Penicillium* sp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Penicillium* sp. perbesaran 40X, c) Isolat *Penicillium* sp. tampak belakang



Gambar 3. a) Isolat *Acremonium* sp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Acremonium* sp. perbesaran 40X, c) Isolat *Acremonium* sp. tampak belakang

Gambar 4. a) Isolat *Mortierella* spp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Mortierella* spp. perbesaran 40X, c) Isolat *Mortierella* spp. tampak belakang



Gambar 5. a) Isolat *Humicola* sp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Humicola* sp. perbesaran 40X, c) Isolat *Humicola* sp. tampak belakang

Trichoderma spp. secara makroskopis memiliki ciri morfologi koloni cendawan berwarna putih kehijauan, bentuk koloni bulat dan tumbuh melingkar seperti cincin, sedangkan secara mikroskopis mempunyai hifa yang bersekat, konidiofor bercabang dan bentuk konidia bulat serta memiliki fialid (Gambar 1).

Penicillium sp. secara makroskopis memiliki ciri morfologi permukaan koloni cendawan berwarna hijau keabu-abuan, hijau oranye, hijau kekuningan dan kuning kehijauan dengan pertumbuhan koloni dicawan petri bulat, sementara secara mikroskopis mempunyai hifa yang bersekat, konidiofor bercabang dengan bentuk konidia bulat dan fialid tegak (Gambar 2).

Acremonium sp. secara makroskopis memiliki ciri morfologi koloni cendawan berwarna putih, bentuk koloni bulat dengan tepian bergelombang, sedangkan ciri mikroskopisnya yaitu cendawan *Acremonium* sp. mempunyai hifa yang bersekat, konidiofor tidak bercabang dan bentuk konidia bulat telur serta fialid tegak (Gambar 3).

Mortierella spp. secara makroskopis memiliki ciri morfologi koloni cendawan berwarna putih, bentuk koloni bulat seperti mahkota bunga, sedangkan ciri secara mikroskopisnya memiliki konidiofor yang tidak bercabang dan dalam satu rantai terdapat beberapa spora berbentuk bulat (Gambar 4).

Humicola sp. secara makroskopis memiliki ciri morfologi koloni cendawan berwarna putih dengan bentuk koloni bulat bergelombang, sedangkan ciri mikroskopisnya yaitu cendawan *Humicola* sp. memiliki konidiofor yang bercabang atau tidak dengan konidia berbentuk ovoid (Gambar 5).

Fusarium spp. secara makroskopis memiliki ciri morfologi koloni cendawan berwarna putih keunguan dengan pertumbuhan koloni dicawan petri bulat penuh, sementara secara mikroskopis mempunyai hifa yang bersekat, konidiofor tidak bercabang dengan bentuk konidia seperti bulan sabit (Gambar 6).

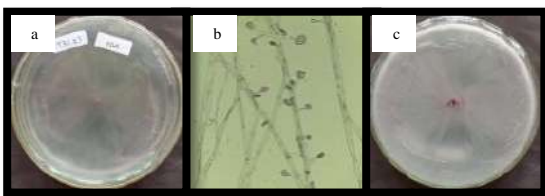
Aspergillus sp. secara makroskopis mempunyai ciri morfologi koloni cendawan

berwarna putih kehitaman, putih dan putih kecokelatan dengan bentuk koloni bulat bercincin, sedangkan ciri mikroskopisnya mempunyai hifa yang tidak bersekat, konidiofor tegak dan tidak bercabang dengan konidia berbentuk bulat serta memiliki fialid (Gambar 7).

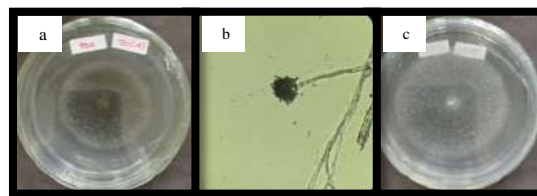
Curvularia sp. secara makroskopis memiliki ciri morfologi koloni cendawan berwarna abu-abu kehitaman dengan bentuk koloni bulat bergerigi, sedangkan ciri mikroskopisnya memiliki hifa yang

bersekat, konidiofor berkelompok atau tunggal dengan konidia berbentuk ovoid dan bersekat (Gambar 8).

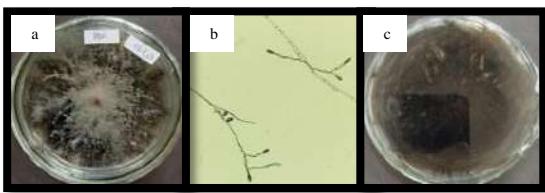
Pythium spp. secara makroskopis memiliki ciri morfologi koloni berwarna putih dengan bentuk koloni bulat bergelombang, sedangkan ciri mikroskopisnya memiliki hifa yang bersekat, oospora memiliki dinding tebal berbentuk bulat (Gambar 9).



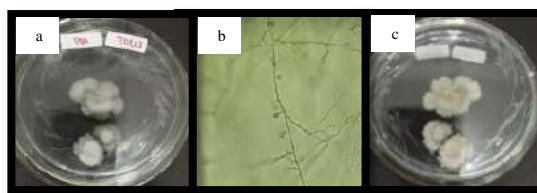
Gambar 6. a) Isolat *Fusarium* spp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Fusarium* spp. perbesaran 40X, c) Isolat *Fusarium* spp. tampak belakang



Gambar 7. a) Isolat *Aspergillus* sp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Aspergillus* sp. perbesaran 40X, c) Isolat *Aspergillus* sp. tampak belakang



Gambar 8. a) Isolat *Curvularia* sp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Curvularia* sp. perbesaran 40X, c) Isolat *Curvularia* sp. tampak belakang

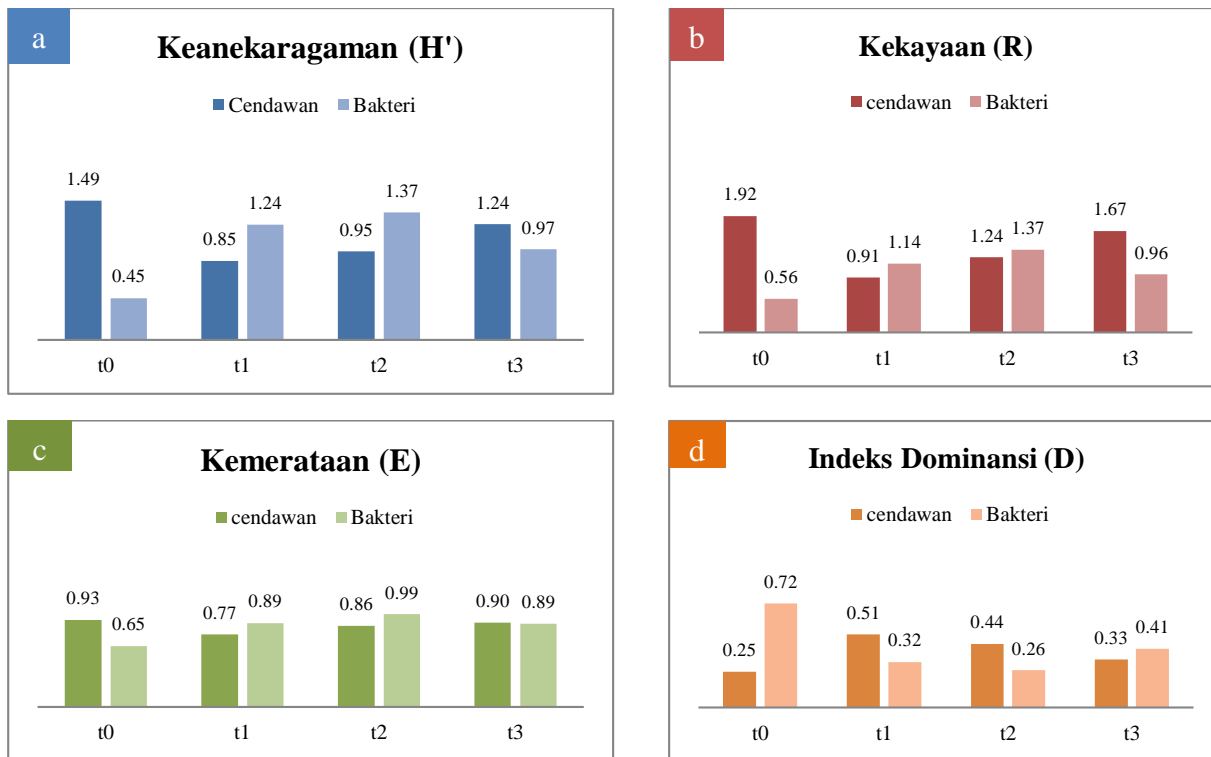


Gambar 9. a) Isolat *Pythium* spp. tampak depan, b) Morfologi mikroskopis *Pythium* spp. perbesaran 40X, c) Isolat *Pythium* spp. tampak belakang

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis keseluruhan koloni bakteri memiliki bentuk yang bulat, sebagian isolat memiliki sifat tidak tembus pandang dan sebagiannya lagi memiliki sifat tembus pandang. Warna dari koloni bakteri yaitu krem, putih, putih susu, putih keruh, kuning dan merah muda. Sedangkan pengamatan tepi koloni memiliki tepi yang rata, bergerigi dan bergelombang.

Identifikasi bakteri pada pengujian reaksi gram dengan KOH 3% terdapat 29 isolat bakteri gram positif dan 8 isolat bakteri gram negatif. Pada

bakteri gram positif tidak membentuk lendir, sedangkan pada bakteri gram negatif membentuk lendir. Hasil dari pewarnaan gram isolat bakteri pada pengamatan di bawah mikroskop untuk melihat bentuk selnya terdapat berbagai macam bentuk seperti bentuk streptococci (bulat berantai), coccus (bulat tunggal), bacillus (batang), cocobacillus (oval) dan streptobacilli (batang berantai).



Keterangan : t₀ (kontrol) = tanpa perlakuan, t₁ = perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air, t₂ = perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air, t₃ = perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air

Gambar 10. Histogram a) keanekaragaman (H'), b) Kekayaan (R), c) Kemerataan (E) dan d) Indeks Dominansi (D) pada rhizosfer pertanaman bawang merah yang diaplikasikan *eco enzyme* di lahan Gambut

Keanekaragaman Jenis Mikroba (H')

Keanekaragaman jenis mikroba (H') menunjukkan tingkat keanekaragaman mikroba tidak sama. Keanekaragaman jenis mikroba (cendawan) tertinggi terdapat pada kontrol (tanpa perlakuan) termasuk dalam kategori sedang (1,49), perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air termasuk kategori rendah (0,85), perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air termasuk dalam kategori rendah (0,95) dan perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air termasuk kategori sedang (1,24). Sedangkan untuk keanekaragaman jenis mikroba (bakteri) pada kontrol (tanpa perlakuan) termasuk dalam kategori rendah (0,45), perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air termasuk kategori sedang (1,24), perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air termasuk dalam kategori sedang (1,37) dan

perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air termasuk kategori rendah (0,97) (Gambar 10. a).

Kekayaan Jenis Mikroba (R)

Kekayaan jenis mikroba (R) menunjukkan tingkat kekayaan jenis mikroba yang rendah. Kekayaan jenis mikroba (cendawan) pada kontrol (tanpa perlakuan) (1,92), perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air (0,91), perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air (1,24) dan perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air (1,67). Sedangkan untuk kekayaan jenis mikroba (bakteri) pada kontrol (tanpa perlakuan) (0,56), perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air (1,14), perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air (1,37) dan perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air (0,96) (Gambar 10. b).

Kemerataan Jenis Mikroba (E)

Kemerataan jenis mikroba (E) menunjukkan tingkat kemerataan jenis mikroba (E) yang rendah. Kemerataan jenis mikroba (cendawan) pada kontrol (tanpa perlakuan) (0,93), perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air (0,77), perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air (0,86) dan perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air (0,90). Sedangkan untuk kemerataan jenis mikroba (bakteri) pada kontrol (tanpa perlakuan) (0,65), perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air (0,89), perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air (0,99) dan perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air (0,89) (Gambar 10. c).

Indeks Dominasi (D)

Indeks dominasi (D) menunjukkan tingkat indeks dominasi yang tidak sama pada setiap perlakuan. Indeks dominasi jenis mikroba (cendawan) pada kontrol (tanpa perlakuan) tidak ada jenis yang mendominasi (0,25), perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air terdapat jenis yang mendominasi (0,51), perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air tidak ada jenis yang mendominasi (0,44) dan perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air tidak ada jenis yang mendominasi (0,33). Sedangkan untuk indeks dominasi jenis mikroba (bakteri) pada kontrol (tanpa perlakuan) terdapat jenis yang mendominasi (0,72), perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air tidak ada jenis yang mendominasi (0,32), perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air tidak ada jenis yang mendominasi (0,26) dan perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air tidak ada jenis yang mendominasi (0,41) (Gambar 10. d).

Identifikasi Mikroba

Hasil dari identifikasi cendawan menunjukkan pada kontrol/tanpa perlakuan terdapat 5 genus cendawan yaitu *Trichoderma* spp. 1 isolat cendawan, *Penicillium* sp. 3 isolat cendawan, *Pythium* spp. 1 isolat cendawan, *Mortierella* spp. 1 isolat cendawan dan *Aspergillus* sp. 2 isolat cendawan. Sehingga pada perlakuan kontrol didapatkan 8 isolat cendawan.

Pada perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air terdapat 3 genus cendawan yaitu *Penicillium* sp. 6 isolat cendawan, *Aspergillus* sp. 2 isolat cendawan dan *Acremonium* sp. 1 isolat cendawan. Sehingga pada perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air didapatkan 9 isolat cendawan.

Pada perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air terdapat 3 genus cendawan yaitu *Fusarium* spp. 1 isolat cendawan, *Aspergillus* sp. 3 isolat cendawan dan *Curvularia* sp. 1 isolat cendawan. Sehingga pada perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air didapatkan 5 isolat cendawan.

Pada perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air terdapat 4 genus cendawan yaitu *Fusarium* spp. 1 isolat cendawan, *Aspergillus* sp. 1 isolat cendawan, *Penicillium* sp. 3 isolat cendawan dan *Humicola* sp. 1 isolat cendawan. Sehingga pada perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air didapatkan 6 isolat cendawan.

Hasil karakteristik bakteri menunjukkan pada kontrol/tanpa perlakuan terdapat 2 bentuk sel dari bakteri secara mikroskopis yaitu streptococci 5 isolat bakteri dan coccus 1 isolat bakteri. Sehingga pada perlakuan kontrol didapatkan 6 isolat bakteri.

Pada perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air terdapat 4 bentuk sel dari bakteri secara mikroskopis yaitu bacillus 1 isolat bakteri, streptococci 3 isolat bakteri, coccus 6 isolat bakteri dan cocobacillus 4 isolat bakteri. Sehingga pada perlakuan dosis 0,2 ml *eco enzyme*/200 ml air didapatkan 14 isolat bakteri.

Pada perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air terdapat 4 bentuk sel dari bakteri secara mikroskopis yaitu coccus 2 isolat bakteri, streptococci 3 isolat bakteri, bacillus 2 isolat bakteri dan streptobacilli 2 isolat bakteri. Sehingga pada perlakuan dosis 0,6 ml *eco enzyme*/200 ml air didapatkan 9 isolat bakteri.

Pada perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air terdapat 3 bentuk sel dari bakteri secara mikroskopis yaitu streptococci 3 isolat bakteri, coccus 4 isolat bakteri dan cocobacillus 1 isolat bakteri. Sehingga pada perlakuan dosis 1 ml *eco enzyme*/200 ml air didapatkan 8 isolat bakteri.

Perbedaan jumlah mikroba pada tiap perlakuan dipengaruhi oleh tersedianya nutrisi bagi mikroba. Kualitas mikroba pada rhizosfer ditentukan oleh komposisi eksudat akar yang terdiri dari gula, asam amino, asam amida, asam lemak, asam alifatik dan fenol. Serta terdiri dari senyawa lainnya seperti nukleotida, skopoletin dan saponin (Syahidah, 2023). Prihastuti (2011) menyatakan bahwa kualitas hidup mikroba tanah dan tanaman yang tumbuh di atasnya ditentukan oleh kondisi tanah yang berperan sebagai lingkungan tumbuh mikroba dan media tumbuh tanaman. Menurut Wisdawati *et al.* (2019) daerah sekeliling rhizosfer adalah area ideal bagi tumbuh kembangnya mikroorganisme karena aktifitas mikroorganisme di dalamnya dipengaruhi oleh eksudat akar. Interaksi tanaman dan organisme yang berada di rhizosfer ini bersifat saling menguntungkan.

Keanekaragaman Jenis Mikroba (H')

Keanekaragaman jenis mikroba (H') menunjukkan tingkat keanekaragaman mikroba yang tidak sama pada setiap perlakuan. Hasil dari perhitungan indeks keanekaragaman mikroba jenis cendawan menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki tingkat keanekaragaman lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan dengan pemberian *eco enzyme*. Sedangkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman mikroba jenis bakteri menunjukkan bahwa perlakuan dengan pemberian *eco enzyme* memiliki tingkat keanekaragaman lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa pemberian *eco enzyme* berdampak pada keanekaragaman mikroba karena dapat meningkatkan keanekaragaman jenis bakteri dibandingkan dengan keanekaragaman dari jenis cendawan pada rhizosfer bawang merah.

Kekayaan Jenis Mikroba (R)

Kekayaan jenis mikroba (R) menunjukkan tingkat kekayaan jenis rendah. Hasil dari perhitungan kekayaan mikroba jenis cendawan menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki tingkat kekayaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian *eco enzyme*. Sedangkan hasil perhitungan indeks kekayaan mikroba jenis bakteri

menunjukkan bahwa perlakuan dengan pemberian *eco enzyme* memiliki tingkat kekayaan yang lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa pemberian *eco enzyme* berdampak pada kekayaan mikroba karena dapat meningkatkan kekayaan jenis bakteri dibandingkan dengan kekayaan dari jenis cendawan pada rhizosfer bawang merah. Besar kecilnya indeks kekayaan di lapangan ditentukan oleh banyaknya spesies pada suatu populasi. Populasi dalam ekosistem dengan kuantitas spesies melimpah memiliki jumlah individu yang sedikit pada tiap-tiap spesies tersebut (Baderan *et al.*, 2021).

Kemerataan Jenis Mikroba (E)

Keseimbangan pada suatu populasi dengan populasi lainnya dapat digambarkan dengan kemerataan (Nahlunnisa *et al.*, 2016). Kemerataan jenis mikroba (E) menunjukkan tingkat kemerataan mikroba yang rendah ($E < 1$) pada semua perlakuan. Hasil perhitungan indeks kemerataan jenis mikroba bakteri menunjukkan hasil bahwa perlakuan *eco enzyme* memiliki tingkat kemerataan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Sedangkan hasil dari perhitungan indeks kemerataan jenis mikroba cendawan menunjukkan hasil bahwa perlakuan kontrol memiliki tingkat kemerataan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan *eco enzyme*. Hal ini membuktikan bahwa pemberian *eco enzyme* berdampak pada kemerataan mikroba karena pada bakteri tingkat kemerataannya lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat kemerataan pada cendawan.

Indeks Dominasi (D)

Indeks dominasi mikroba (D) pada rhizosfer pertanaman bawang merah yang diaplikasikan *eco enzyme* di lahan Gambut menunjukkan indeks dominasi yang tidak sama. Hasil perhitungan indeks dominasi jenis bakteri menunjukkan bahwa perlakuan *eco enzyme* memiliki indeks dominasi lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Sedangkan hasil perhitungan indeks dominasi pada jenis cendawan menunjukkan hasil bahwa perlakuan *eco enzyme* memiliki tingkat indeks dominasi lebih tinggi dibandingkan tanpa

perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa pemberian *eco enzyme* berdampak pada indeks dominasi mikroba karena pada bakteri indeks dominasinya lebih rendah dibandingkan dengan indeks dominasi pada cendawan.

Taraf indeks dominasi antara 0-1. Apabila perhitungan indeks dominasi mendekati 0, maka kawasan dalam keadaan stabil dan tidak ada jenis yang mendominasi. Sedangkan nilai indeks dominasi mendekati 1, maka keadaan tidak stabil serta terdapat jenis yang dominan (Odum. 1993 dalam Ambeng *et al.*, 2023).

Kesimpulan

Aplikasi *eco enzyme* berdampak terhadap keanekaragaman mikroba di rhizosfer pertanaman bawang merah di lahan Gambut. Ekosistem lahan Gambut yang diaplikasi *eco enzyme* termasuk cukup seimbang karena indeks keanekaragaman berkisar antara 0,9 – 1,4 (rendah-sedang), sedangkan kekayaan jenis mikroba berkisar antara 0,9 – 1,7 (rendah), kemerataan jenis mikroba berkisar antara 0,8 – 1,0 (rendah), serta untuk indeks dominasi berkisar antara 0,3 – 0,5 (tidak ada yang mendominasi).

Daftar Pustaka

- Ambeng., F. Ariyanti., N. Amati., & D.W. Lestari. 2023. Struktur Komunitas Gastropoda pada Ekosistem Mangrove di Pulau Pannikiang. *BIOMA: JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*. 8(1): 7-15.
- Annam, A.C. & N. Khasanah. 2017. Keanekaragaman Arthropoda pada Pertanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.) yang diaplikasi Insektisida Kimia dan Nabati. *E-J. Agrotekbis*. 5 (3): 308-314.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Produksi Tanaman Sayuran*. <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>.
- Baderan, D.W.K., S. Rahim, M. Angio & A.I. Salim. 2021. Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan Spesies Tumbuhan dari Geosite Potensial Benteng Otanaha sebagai Rintisan Pengembangan Geopark Provinsi Gorontalo. *Jurnal Biologi*, 14(2): 265-274.
- Nahlunnisa, H., E.A.M. Zuhud & Y. Santoso. 2016. Keanekaragaman Spesies Tumbuhan di Areal Nilai Konservasi Tinggi (NKT) Perkebunan Kelapa Sawit Provinsi Riau. *Media Konservasi*, 21(1): 91-98.
- Nuraina, I., Fahrizal & H. Prayoga. 2018. Analisa Komposisi dan Keanekaragaman Jenis Tegakan Penyusun Hutan Tembawang Jelomuk di Desa Meta Bersatu Kecamatan Sayan Kabupaten Melawi. *Jurnal Hutan Lestari*. 6 (1): 137-146.
- Prihastuti. 2011. Struktur Komunitas Mikroba Tanah dan Implikasinya dalam Mewujudkan Sistem Pertanian Berkelanjutan. *El-Hayah* 1(4): 174-181.
- Schaad, N.W., J.B. Jones., & W. Chun. 2001. *Laboratory Guide of Identification Plant Pathogenic Bacteria. Third Edition*. The American Phytopathological Society St Paul, Minnesota.
- Simatupang, D.S. 2008. *Berbagai Mikroorganisme Rhizosfer pada Tanaman Pepaya (Carica papaya L.) di Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) IPB Desa Ciomas, Kecamatan Pasirkuda, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor.
- Supit, M.M., B.A.N. Pinarria & J. Rimbing. 2020. Keanekaragaman Serangga pada Beberapa Varietas Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan Kelapa Sawit (*Elaeis guenensis* Jacq). *Sam Ratulangi Journal of Entomology Review*. 1 (1): 1-15.
- Syahidah, R.N. 2023. Kelimpahan dan Keanekaragaman Jamur Rizosfer pada Tanaman Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) di Berbagai Variasi Dosis Pupuk Urea. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

Watanabe, T. 2010. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Third Edition*. CRC Press.

Wisdawati, E., T. Kusniwanti., A. Rosman & A. Nasruddin. 2019. Keanekaragaman Cendawan Rizosfer pada Tanaman Talas Satoimo. *J. Agroplantae*, 8(2): 51-57.