

MIKROORGANISME TANAH DI KEBUN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

INSTITUT TEKNOLOGI SAWIT INDONESIA

Fachrurrozi Dalimunthe¹, Muhammad Yusuf Dibisono², Makhrani Sari Ginting², Nurliana², Henry Budi Hasibuan², Sulthon Parinduri¹

¹*Program Studi Budidaya Perkebunan Institut Teknologi Sawit Indonesia Sumatera Utara*

²*Program Studi Proteksi Tanaman, Institut Teknologi Sawit Indonesia Sumatera Utara*

*Email: myusufdibisono22@gmail.com

ABSTRAK

Peran utama mikroorganisme bakteri dan jamur di dalam tanah adalah menguraikan bahan organik yang telah mati yang kemudian menjadi pembentuk tanah. Pada kenyataannya, tidak semua jamur bersifat menguntungkan. Pada kondisi tertentu bakteri dan jamur juga dapat merugikan karena menimbulkan penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bakteri dan jamur tanah serta mengetahui keanekaragaman bakteri dan jamur yang terdapat pada perkebunan kelapa sawit di kampus ITSI Medan. Sampel tanah diambil menggunakan metode proporsional random sampling pada lahan seluas 6,7 Ha. Terdapat 2 titik sampel tanah pada setiap 7 pohon yang diambil di dalam dan di luar piringan. Mikroorganisme diidentifikasi di Laboratorium Biologi Tanah, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Terdapat beberapa jenis mikroorganisme yang didapat, yaitu dari genus *Bacillus*, *Aeromonas*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, dan *Enterobacter* dengan total $7,183 \times 10^6$.

Kata kunci: Eksplorasi, identifikasi, kelapa sawit, mikroorganisme

ABSTRACT

*The main role of bacteria and fungi in soil is to decompose dead organic matter, which then forms soil. However, not all fungi are beneficial. Under certain conditions, bacteria and fungi can also be harmful by causing disease. The aim of this study is to explore soil bacteria and fungi and determine the diversity of bacteria and fungi found in oil palm plantations on the ITSI Medan campus. Soil samples were taken using a proportional random sampling method on an area of 6.7 Ha. There are 2 soil sample points in every 7 trees taken inside and outside the disc. Microorganisms were identified in the Soil Biology Laboratory, Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, University of North Sumatra. There are several types of microorganisms obtained, namely from the genus *Bacillus*, *Aeromonas*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, and *Enterobacter* with a total of 7.183×10^6 .*

Keywords: Exploration, identification, oil palm, microorganisms

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama di konversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah penghasil minyak terbesar di dunia. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, pantai timur Sumatra, Jawa, dan sulawesi. Perkebunan kelapa sawit adalah salah satu faktor penting dalam perekonomian Indonesia. Untuk mendapatkan kelapa sawit yang berkualitas tinggi maka diperlukan suatu faktor pendukung, salah satunya adalah faktor kesuburan tanah (Fauzi, 2018).

Tanah merupakan tempat tinggal bagi berbagai jenis organisme termasuk mikroorganisme. Mikroorganisme dalam tanah berperan sangat penting bagi kesuburan tanah. Perannya tidak hanya dalam mentransformasi senyawa kimia tetapi juga sebagai sumber nutrisi dan mineral. Mikroorganisme tanah adalah bagian hidup dari bahan organik tanah. (Oji dkk, 2015). Tanah merupakan suatu ekosistem yang mengandung berbagai jenis mikroba dengan morfologi dan sifat fisiologi yang berbeda-beda. Jumlah tiap kelompok mikroba sangat bervariasi. Banyaknya mikroba berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia tanah serta pertumbuhan tanaman (Hastuti dan Ginting, 2012).

Mikroorganisme dapat ditemukan di semua tempat yang memungkinkan terjadinya kehidupan, disegala lingkungan hidup manusia. Mereka ada di dalam tanah, di lingkungan akuatik, dan atmosfer (udara) serta makanan, dan karena beberapa hal mikroorganisme tersebut dapat masuk secara alami ke dalam tubuh manusia, tinggal menetap dalam tubuh manusia atau hanya bertempat tinggal sementara. Mikroorganisme ini dapat menguntungkan inangnya tetapi dalam kondisi tertentu dapat juga menimbulkan penyakit. Mikroorganisme tanah kurang dari 5% bahan organik dalam tanah, meski berperan dalam setidaknya tiga fungsi penting di tanah dan lingkungan. Mikroorganisme ini merupakan sumber karbon, nitrogen, fosforus, dan belerang yang labil, penyerap karbon, nitrogen, fosforus, dan sulfur secara langsung dan agen transformasi nutrisi dan degradasi pestisida.

Selain itu, biota tanah berperan dalam siklus karbon, siklus nutrisi, struktur tanah, peraturan biotik, dan mutualisme yang mempengaruhi kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman (Ritz dkk., 2010).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah tanah, Nacl, Nutrien Agar, Potato dextrose agar, aquadest, kristal violet, yodium, safranin, dan alkohol. Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah bor tanah, rotamixer, shaker, autoklaf, mikroskop, timbangan, erlenmeyer, kantong plastik, tabung reaksi, pipet tetes, cawan petri, kaca preparat, jarum ose, bunsen, laminar air flow, inkubator dan magnetic stirer.

Desain Penelitian dan Analisa Data

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan melakukan observasi lapangan serta melakukan uji di laboratorium. Penelitian deskriptif kualitatif merupakan sebuah metode penelitian yang memanfaatkan data kualitatif dan dijabarkan secara deksriptif, Pengambilan sample tanah menggunakan metode proposive random sampling pada lahan seluas 6,7 Ha. Tiap 7 pohon terdapat 2 titik sampel tanah yang diambil di dalam dan di luar piringan. Kemudian sample tanah di identifikasi di Laboratorium Biologi Tanah Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, dengan menggunakan media nutrien agar dan media potato dextrose agar dan diinkubasi selama 24-42 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium Universitas Sumatera Utara dengan menggunakan metode pengenceran 10^{-1} - 10^{-8} beserta pewarnaan gram didapatkan hasil 5 jenis koloni bakteri dan 5 jenis koloni jamur.

I. Karakteristik Mikroskopis dan Makroskopis Bakteri

Berdasarkan karakteristik bakteri secara makroskopis dan mikroskopis diperoleh 5 genus yaitu genus *Enterobacter*,

Mycobacterium, *Micrococcus*, *Bacillus* dan *Aeromonas*. dengan jumlah total $7,183 \times 10^6$. Karakteristik Maksroskopis dan Mikroskopis Bakteri Tanah Kebun Kelapa Sawit ITS.

1. *Mycobacterium*

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis, isolat menunjukkan bahwa koloni berbentuk bulat, permukaan koloni mengkilap, elevasi rata, tepi koloni berombak dengan warna putih kekuningan (Gambar 1). Hasil pengamatan mikroskopis memiliki bentuk sel batang (basil), bersifat gram positif, dan tidak terdapat endospora (Gambar 2). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa isolat termasuk ke dalam Genus *Mycobacterium* sesuai dengan identifikasi bakteri oleh (Holt dkk., 1994) pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition*. Dimana genus *Mycobacterium* merupakan famili dari *Mycobacteriaceae* yang berbentuk batang, lurus atau sedikit melengkung. Dua spesies parasit obligat dan tidak dapat dikultivasi dari tempat hidupnya. Spesies lain dapat tumbuh pada semua media. *Mycobacterium sp* telah diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sering disebut *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) atau *rhizobakteria* pemicu pertumbuhan tanaman.



Gambar 1. Makroskopis *Mycobacterium*



Gambar 2. Mikroskopis *Mycobacterium*

Klasifikasi *Mycobacterium*

Kingdom : *Bacteria*

Filum : *Cyanobacteria*

Ordo : *Aktinomisetales*
Famili : *Mycobacteriaceae*
Gen : *Mycobacterium*

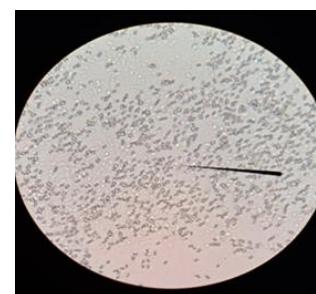
2. *Enterobacter*

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa koloni berbentuk timbul pada isolat, elevasi timbul (Gambar 3). Permukaan mengkilap, tepi koloni rata, dan berwarna putih susu. Hasil pengamatan mikroskopis, memiliki bentuk sel basil (batang), bersifat Gram positif, dan tidak memiliki endospora (Gambar 4).

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa isolat termasuk ke dalam Genus *Enterobacter* sesuai dengan identifikasi bakteri oleh (Holt dkk., 1994; Buchanan dan Gibbons, 1974) pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition*. Dimana Genus *Enterobacter* memiliki ciri-ciri Gram positif, anaerob fakultatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora bakteri dari keluarga *Enterobacteriaceae*. Genus *Enterobacter* motil, sel-sel berbentuk batang, memiliki *flagela peritrichous*. Beberapa genus *Enterobacter* memfermentasi glukosa dan laktosa sebagai sumber karbon. Gas yang dihasilkan dari proses metabolisme, tetapi mereka tidak menghasilkan hydrogen sulfide. Genus *Enterobacter* sp merupakan salah satu bakteri yang memproduksi Indole Acetic Acid (IAA) berperan dalam pembentukan jaringan akar. (Ogbo dan Okonkwo, 2012).



Gambar 3. Makroskopis *Enterobacter*



Gambar 4. Mikroskopis *Enterobacter*

Klasifikasi *Enterobacter*

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filu	: <i>Proteobacteria</i>
Ordo	: <i>Enterobacteriales</i>
Famili	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Enterobacter</i>

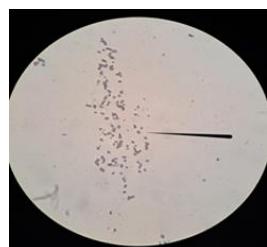
3. *Micrococcus*

Berdasarkan pengamatan makroskopis, isolat menunjukkan koloni berbentuk bulat, elevasi timbul, permukaan koloni mengkilap, dan tepi koloni berlekuk dengan warna kuning susu (Gambar 5). Hasil pengamatan mikroskopis, isolat memiliki bentuk sel bulat (coccus), bersifat Gram positif dan tidak memiliki endospora (Gambar 6).

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa isolat termasuk ke dalam Genus *Micrococcus* sesuai dengan identifikasi bakteri oleh (Holt dkk., 1994; Robert dkk., 1957) pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition*. Dimana *Micrococcus* memiliki ciri-ciri Gram positif, berbentuk coccus (bulat) yang kadang-kadang berpasangan dan tidak membentuk spora dan kemampuan bakteri memfermentasi 3 gula sebagai sumber karbon. Genus *Micrococcus* banyak terdapat di lapisan perakaran tanaman dan dapat meningkatkan fosfat tersedia pada tanah. Menurut (Saraswati, 1999). Adanya bakteri *Micrococcus* yang ditemukan dapat meningkatkan ketersediaan hara fosfat dalam tanah dan memacu pertumbuhan akar.



Gambar 5. Makroskopis *micrococcus*



Gambar 6. Mikroskopis *micrococcus*

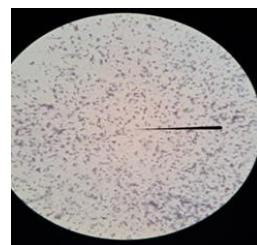
4. *Aeromonas*

Berdasarkan pengamatan makroskopis, isolat menunjukkan bahwa koloni berbentuk bulat, elevasi timbul, permukaan koloni kasar, dan tepi koloni rata dengan warna putih susu (Gambar 7). Hasil pengamatan mikroskopis memiliki bentuk sel basil (batang), bersifat Gram positif, dan tidak memiliki endospora (Gambar 8).

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa isolat termasuk ke dalam Genus *Aeromonas* sesuai dengan identifikasi bakteri oleh (Holt dkk., 1994) pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition*. Dimana Genus *Aeromonas* merupakan famili dari *Enterobacteriaceae*, berbentuk batang dengan ukuran 3 µm. Bersifat motil dan bergerang dengan flagella, Gram- negatif. Katalase-positif. Fermentasi karbohidrat dengan memproduksi H_2O , CO_2 dan 2,3-butylglycol. *Methyl Red* negatif. Terkadang dapat memfermentasi laktosa. Kebanyakan spesies ini terdapat di air, tanah dan beberapa spesies pathogen.



Gambar.7 Makroskopis *Aeromonas*



Gambar. 8 Mikroskopis *Aeromonas*

Klasifikasi *Aeromonas*

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	: <i>Aeromonadales</i>
Famili	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Aeromonas</i>

5. *Bacillus*

Berdasarkan pengamatan makroskopis menunjukkan bahwa koloni berbentuk bulat, elevasi rata, permukaan mengkilap, dan tepi koloni berombak ditunjukkan pada isolat (Gambar 9). Warna pada isolat berwarna putih susu. Hasil pengamatan mikroskopis memiliki bentuk sel basil (batang), bersifat Gram positif dan memiliki endospora (Gambar 10).

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa isolat termasuk ke dalam Genus *Bacillus* sesuai dengan identifikasi bakteri oleh (Holt dkk., 1994; Buchanan dan Gibbons, 1974) pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition*. Dimana genus *Bacillus* memiliki ciri-ciri berbentuk batang, dapat dijumpai di tanah dan air termasuk pada air laut. Beberapa jenis menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis protein dan polisakarida kompleks. *Bacillus* membentuk endospora, Gram positif, bergerak dengan adanya flagel eritrikus, dapat bersifat aerobik atau fakultatif anaerobik serta bersifat katalase positif (Pelczar dkk., 1976).



Gambar 9. Makroskopis *Bacillus*



Gambar 10. Mikroskopis *Bacillus*

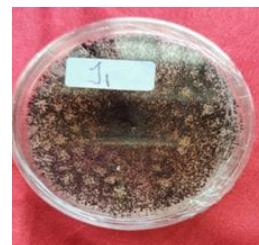
II. Karakteristik Mikroskopis dan Makroskopis Jamur

Isolat jamur yang telah diperoleh diidentifikasi dengan berdasarkan karakter jamur secara makroskopis dan mikroskopis. Berdasarkan karakteristik jamur secara makroskopis dan mikroskopis diperoleh sebanyak 5 genus yaitu, *Aspergillus sp1*, *Mucor*

sp, *Aspergillus sp2*, *Trichoderma sp.*, dan *Rizhopus sp.* dengan jumlah total 24×10^5 .

1. *Aspergillus sp 1*

Berdasarkan pengamatan makroskopis isolat menunjukkan bahwa koloni berbentuk butiran bulat kasar berwarna hitam (Gambar 11). Hasil pengamatan mikroskopis memiliki konidia berbentuk semi bulat, dinding konidia halus, dinding konidiofor yang tebal serta memiliki fesikel (Gambar 12). Hal ini sesuai dengan penelitian (Syaifuddin, 2017). *Aspergillus* merupakan spesies yang telah tersebar luas, dikarenakan spora jamur yang mudah disebarluaskan oleh angin. *Aspergillus sp.* merupakan mikroorganisme eukariot, saat ini diakui sebagai salah satu diantara beberapa makhluk hidup yang memiliki daerah penyebaran paling luas serta berlimpah di alam, selain itu jenis jamur ini juga merupakan kontaminan umum pada berbagai substrat di daerah tropis maupun subtropis (Mizana dkk, 2016).



Gambar 11. Makroskopis *Aspergillus sp*



Gambar 12. Mikroskopis *Aspergillus sp. 1*

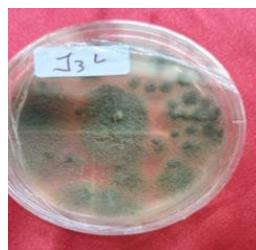
Klasifikasi *Aspergillus sp 1*

Kingdom	: Fungi
Filum	: Amastigomycota
Ordo	: Moniliales
Famili	: Moniliaceae
Genus	: <i>Aspergillus sp 1</i>

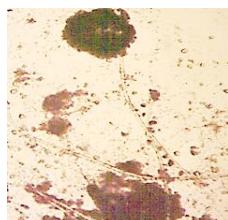
2. *Aspergillus sp 2*

Hasil pengamatan secara makroskopis isolat berwarna hijau tua dengan pinggiran putih. Koloni tersebut berwarna terang dengan

miselium seperti kapas (Gambar 13). Sedangkan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersepta, spora bulat berwarna hitam, konidiofor tunggal, dan vesikel berbentuk bulat (Gambar 14). Jamur ini tersebar luas di alam. Pengamatan ini di cocokkan dengan hasil penelitian oleh (Sugih dkk. 2015) juga oleh (Gholib dan Tarmudji 2005). Mereka tumbuh pada sayuran yang membusuk dan menghasilkan rantai konidia. Penularan konidia dapat terjadi melalui udara (Levinson dan Jawetz, 1996). *Aspergillus sp* memiliki bulu dasar berwarna putih atau kuning dengan lapisan konidiospora tebal berwarna coklat gelap sampai hitam. Kepala konidia berwarna hitam, bulat, cenderung memisah menjadi bagian-bagian yang lebih longgar dengan bertambahnya umur. Konidiospora memiliki dinding yang halus dan berwarna coklat (Hidayat, 2007).



Gambar 13. Makroskopis *Aspergillus sp.* 2



Gambar 14. Mikroskopis *Aspergillus sp.* 2

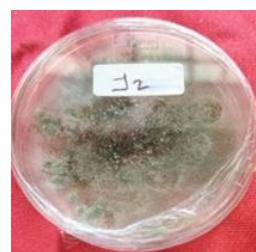
Klasifikasi *Aspergillus sp* 1

Kingdom	: Fungi
Filum	: Amastigomycota
Ordo	: Moniliales
Famili	: Moniliaceae
Genus	: <i>Aspergillus sp</i> 1

3. *Mucor sp.*

Secara makroskopis memiliki ciri-ciri warna koloni bagian atas miselium berwarna hijau tua memenuhi petri dengan permukaan bagian tengah berwarna putih, tekstur koloni kering, permukaan koloni seperti kering menyerupai butiran pasir (Gambar 15). Sedangkan secara mikroskopis *Mucor sp.* memiliki ciri-ciri konidia berbentuk semi bulat

hingga bulat dengan warna merah kecoklatan hingga coklat cerah (Gambar 16). Hifa tidak bersepatut kadang-kadang membentuk cabang, sporangiospora tumbuh pada seluruh bagian miselium, kolumna berbentuk bulat, dan tidak membentuk stolon. koloni *Mucor* berbentuk seperti wool dan dengan cepat mengisi seluruh petri. Hal ini sesuai dengan penelitian (Purwantisari, 2009). Pada mulanya koloni berwarna putih kemudian abu-abu berubah menjadi kuning. Permukaannya akan tertutup dengan noda gelap ketika sporangiumnya terbentuk.



Gambar 15. Makroskopis *Mucor sp*



Gambar 16. Mikroskopis *Mucor sp*

Klasifikasi *Mucor*

Kingdom	: Fungi
Filum	: Zygomycota
Ordo	: Mucorales
Famili	: Mucoraceae
Genus	: <i>Mucor</i>

4. *Trichoderma Sp*

Hasil pengamatan secara makroskopis isolat berwarna hijau tua memenuhi petri dengan permukaan bagian tengah berwarna putih (Gambar 17). Sedangkan secara mikroskopis Jamur *Trichoderma sp.* (Gambar 18) memiliki ciri-ciri morfologi miselium bersepta, konidioforanya bercabang dengan arah yang berlawanan, konidiannya berbentuk bulat atau oval, satu sel melekat satu sama lain, dan berwarna hijau terang (Devi dkk, 2000). Hal ini sesuai dengan penelitian (Noerfitryani dan Hamzah 2018).

Trichoderma sp. selain sebagai dekomposer, ia juga dapat bertindak sebagai agens hidup. Cendawan *Trichoderma* sp merupakan mikroorganisme tanah bersifat saprofit yang secara alami menyerang cendawan patogen dan bermanfaat bagi tanaman. Cendawan *Trichoderma* sp merupakan salah satu jenis cendawan yang biasa ditemukan hampir pada semua jenis tanah dan pada berbagai habitat yang merupakan salah satu jenis cendawan yang dapat dimanfaatkan sebagai agen hidup pengendali patogen tanah (Loekas dkk, 2013)



Gambar 17. Mikroskopis *Trichoderma* sp



Gambar 18. Mikroskopis *Trichoderma* Sp

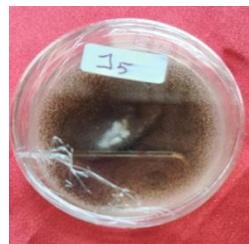
Klasifikasi *Trichoderma*

Kingdom	: <i>Fungi</i>
Kelas	: <i>Deuteromycetes</i>
Ordo	: <i>Monilialis</i>
Famili	: <i>Moniliaceae</i>
Genus	: <i>Trichoderma</i>

5. *Rhizopus*

Hasil pengamatan secara makroskopis warna koloni coklat menghitam dengan tekstur seperti pasir halus(Gambar 19). Sedangkan hasil pengamatan mikroskopis stolonya berdinding halus atau agak kasar dan hampir tidak berwarna, sporangiospora jamur ini berbentuk bulat, hampir bulat dan terdapat garis pada permukaannya(Gambar 20). Hal ini sesuai dengan penelitian (Andreas, 2016). Jamur *Rhizopus* sp adalah fungi yang merupakan filum *zicomicota* ordo *mucolares*. Ciri khas jamur ini mempunyai hifa yang membentuk *rhizoid* yang nempel ke substrat. Adapun ciri

lain dari jamur ini mempunyai hifa yang *ceonositik*, oleh karena itu jamur ini tidak bersekat. Stolon atau miselum dari jamur *Rhizopus* sp ini meyebar diatas substrat nya karena hifa jamur ini adalah *Vegetative*. Jamur *Rhizopus* sp bereproduksi dengan cara aseksual dan memproduksi sporangifor bertangkai. Sporangiforanya bepisah dari hifa dengan hifa yang yainnya oleh sebuah dinding seperti septa. (Santoso, 2013).



Gambar 19. Makroskopis *Rhizopus* sp



Gambar 20. Mikroskopis *Rhizopus* sp

Klasifikasi *Rhizopus*

Kingdom	: <i>Micetae</i>
Kelas	: <i>Zygomycetes</i>
Ordo	: <i>Mucolares</i>
Famili	: <i>Mucoraceae</i>
Genus	: <i>Rhizopus</i>

KESIMPULAN

Penelitian ini mendapatkan 2 jenis mikroorganisme tanah, yaitu bakteri dan jamur. 5 jenis bakteri yaitu bakteri *Mycobacterium*, bakteri *Enterobakter*, bakteri *Micrococcus*, bakteri *Aeromonas* dan bakteri *Bacillus* yang telah teridentifikasi dengan jumlah total $7,183 \times 10^6$ serta 5 jenis jamur yaitu jamur *Aspergillus* sp., jamur *Mucor* sp., jamur *Aspergillus* sp., jamur *Trichoderma* sp., dan jamur *Aspergillus* sp yang telah teridentifikasi dengan jumlah total 24×10^5 .

DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani, Yunilda. 2018. Ilmu Tanah. Gramedia. Jakarta.
- Andreas, M. S. 2016. Identifikasi dan Prevalensi jamur Pada Ikan gurami (*Oosphronemus gourami*) di Pasar Modern Surabaya. Skripsi. Surabaya: Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.
- Asmara, R., Suharjo, R., Rini, M. V., & Ratih, S. 2021. Kemelimpahan dan Karakterisasi Bakteri Rhizosfer Tanaman Kelapa Sawit di PT Bumitama Gunajaya Agro Kalimantan Tengah. *Journal of Tropical Upland Resources*, 3(2), 71-83.
- Bonkowski, M. 2014. *Protozoa and plant growth: the microbial loop in soil revisited*. *New Phytologist*, 162(3), 617-631.
- Fauzi, A. 2018. Analisa Kadar Unsur Hara Karbon Organik dan Nitrogen di Dalam Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Bengkalis Riau. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Gholib D, Tarmudji. 2015. Kasus aspergillosis granuloma pada paru-paru burung emu (*Dromacius novaeollandiae*). *Jurnal Mikologi Kedokteran Indonesia*. 6(1):38-40.
- Hastuti, R. D. and R. C. B. Ginting. 2012. Perhitungan Bakteri, Jamur dan *Aktinomiseta*; Metode Analisa Biologi Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian, Bogor.
- Hidayat. A.A.A. 2017. Metode Penelitian Keperawatan dan Teknik Analisa Data. Jakarta : Salemba Medika
- Loekas, S. Endang, M. Ruth, F, R. Ratna, S ,D. 2013. Uji Kesesuaian Empat Isolat *Trichoderma* Spp. Dan Daya Hambat *In Vitro* Terhadap Beberapa Patogen Tanaman. J. Hpt Tropika. Fakultas Pertanian Dan Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Parker, J. 2003. *Biology of Microorganisms* (edisi ke 9). USA : Pearson Education, Inc.
- Noerfitryani dan Hamzah. 2018. Inventarisasi Jenis-jenis Cendawan Pada Rhizosfer Pertanaman Padi. *Jurnal galung tropika*, Volume 7, Nomor 1 (hlm. 11-21).
- Ogbo, dan juius Okonkwo. 2012. *Some Characteristics of A Plant Growth promoting Enterobacter sp. Isolated from the Roots of Maize*. *Advances in Microbiolgy*, 2. 368-347.
- Oji, Oi, Olajire-Ajayi BL, Dada OV, Wahab OM. 2015. *Effects of fertilizers on Soil's Microbial Growth and Population: A Review*. *American Journal of Engineering Research*. 4(7): 52–61.
- Tneutron. 2022. Mikroorganisme Dalam Kesuburan Tanah. www.tneutron.net di akses tanggal 9 November 2022.
- Paul, E.A. and F.E. Clark. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Inc. London.
- Purwati, P., Nugrahini, T., & Noor, R. B. 2022. Identifikasi Mikroba Agens Hayati Pada Lahan Kelapa Sawit (*Elaeis Jackuenensis* Jacq.) Belum Menghasilkan Di Kecamatan MarangKayu-Kutai Kartanegara. Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan, 21(1), 141-146.
- Purwantisari, S. Dan Hastuti, R.B. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma spp.* Isolat Lokal. *BIOMA*, 11.(1):24-32.
- Philippot, L., Raaijmakers, J. M., Lemanceau, P., & van der Putten, W. H. 2013. *Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere*. *Nature Reviews Microbiology*, 11(11), 789-799.
- Redig, P. 2005. *Mycotic infections in birds I: Aspergillosis*. *North American Veterinary Conference Proceedings*, *Eastern States Veterinary Association* 1192–1194.

Ritz, K., J. Harris dan P. Murray. 2010. *The Role of Soil Biota in Soil Fertility and Quality, and Approaches to Influencing Soil Communities to Enhance Delivery of These Functions.* Cranfield University. Rothamsted Research.

Singh, D. K. 2014. *Biodegradation and bioremediation of pesticide in soil: concept, method and recent developments.* Indian Journal of Microbiology, 54(1), 2-12.

Sugui JA, Kwon-Chung KJ, Juvadi PR, Latge JP, Steinbach WJ. 2015. *Aspergillus fumigatus and related species.* Cold Spring Harb. Perspect Med. 5(10).

Sullivan D, Moran G, Coleman DC. 2011. *Fungi Biology and Applications.* 2nd edition. Kevin Kavanagh, editor. Ireland: Wiley.

Syaifuddin, Nur, A. 2017. Identifikasi Jamur *Aspergillus* sp. Pada roti tawar Berdasarkan Masa Sebelum dan Sesudah Kadaluarsa. Karya tulis. Jombang: Sekolah tinggi Ilmu Kesehatan.

Zhang, T., Ye, L., & Tong, A. H. 2011. *Microbial functional genes involved in nitrogen fixation, nitrification and denitrification in forest ecosystems.* Scientific Reports, 1, 46.