



Populasi Bakteri Tanah Pada Berbagai Rizofer Tanaman Karet (Hevea Brasiliensis) di Sumatra Utara

Soil Bacterial Population in Various Rhizospheres of Rubber Plants (Hevea Brasiliensis) in North Sumatra

Kevin Praizer Pasaribu & Indah Apriliya*

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Tanah Ultisol yang mendominasi wilayah Sumatra Utara memiliki karakteristik masam dan miskin hara, sehingga memerlukan intervensi tambahan untuk mendukung budidaya tanaman, termasuk tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). Salah satu pendekatan yang potensial adalah pemanfaatan mikroorganisme tanah sebagai pupuk hayati, terutama bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat. Studi literatur ini bertujuan untuk mengkaji populasi bakteri tanah pada zona rizosfer tanaman karet serta peran ekologisnya dalam meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanaman. Data diperoleh dari 25 sumber ilmiah, termasuk jurnal nasional dan internasional, serta buku referensi yang diterbitkan antara tahun 2000 hingga 2024. Hasil kajian menunjukkan bahwa bakteri seperti *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas* mendominasi rizosfer karet dan memiliki kemampuan dalam fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi hormon tumbuh, serta pengendalian hayati patogen. Keberhasilan implementasi pupuk hayati sangat ditentukan oleh kesesuaian mikroorganisme dengan kondisi agroekosistem lokal. Oleh karena itu, eksplorasi mikroba spesifik Sumatra Utara menjadi penting sebagai dasar pengembangan strategi pemupukan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Populasi Bakteri Tanah; Rizofer; Hevea Brasiliensis.

Abstract

*The Ultisol soil, which dominates the North Sumatra region, is characterized by sour and nutrient poverty, so it requires additional interventions to support crop cultivation, including rubber plants (*Hevea brasiliensis*). One potential approach is the use of soil microorganisms as biological fertilizers, especially nitrogen-anchoring bacteria and phosphate solvents. This literature review aims to examine the population of soil bacteria in the rhizosphere zone of rubber plants and their ecological role in increasing plant fertility and productivity. Data was obtained from 25 scientific sources, including national and international journals, as well as reference books published between 2000 and 2024. The results showed that bacteria such as *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Bacillus*, and *Pseudomonas* dominate the rubber rhizosphere and have the ability to regulate nitrogen fixation, phosphate dissolution, growth hormone production, and pathogen biological control. The success of the implementation of biofertilizers is largely determined by the suitability of microorganisms with the conditions of the local agroecosystem. Therefore, exploration of North Sumatra-specific microbes is important as the basis for the development of more efficient and sustainable fertilization strategies.*

Keywords: Soil Bacterial Population; Rhizosphere; Hevea Brasiliensis.

How to Cite: Pasaribu, K. P., & Apriliya, I. (2025). Populasi Bakteri Tanah Pada Berbagai Rizofer Tanaman Karet (*Hevea Brasiliensis*) di Sumatra Utara. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 7(1): 154-160,

*E-mail: indah@staff.uma.ac.id

ISSN 2722-0338 (Online)



PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki potensi pertanian yang sangat besar. Namun, tidak semua wilayahnya memiliki kesuburan tanah yang tinggi. Secara nasional, lahan subur hanya mencakup sekitar 25–30% dari total luas daratan, sementara selebihnya didominasi oleh tanah dengan tingkat kesuburan rendah, seperti tanah Ultisol (Mardya et al., 2020). Ultisol banyak dijumpai di wilayah Sumatra, termasuk Sumatra Utara, dan dikenal memiliki kandungan bahan organik yang rendah, kemampuan tukar kation yang terbatas, serta tingkat keasaman yang tinggi. Karakteristik ini menjadikan upaya budidaya tanaman di atasnya memerlukan intervensi tambahan seperti pemupukan dan pengelolaan mikroorganisme tanah secara tepat.

Salah satu komponen penting dalam tanah yang menentukan kesuburannya adalah keberadaan mikroorganisme tanah, terutama mikrob pelarut fosfat (MPF). MPF berperan dalam melarutkan fosfat anorganik yang tidak tersedia langsung bagi tanaman menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh akar. Secara umum, dalam tanah ditemukan populasi mikrob pelarut P anorganik sekitar 10^4 – 10^6 CFU g^{-1} tanah, dan sebagian besar mikrob ini ditemukan di daerah perakaran atau zona rizosfer tanaman. Namun, populasi MPF sangat bervariasi tergantung pada jenis vegetasi, pH tanah, elevasi, serta habitat mikrob itu sendiri (rhizosfer atau lantai hutan) (Widawati, 2005). Menurut Purwaningsih (2012), variasi populasi tersebut juga dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme akar tanaman yang mengeluarkan senyawa eksudat, sehingga menyebabkan dinamika populasi mikroba di sekitar akar.

Dalam sistem budidaya tanaman tahunan seperti karet (*Hevea brasiliensis*), pemupukan menjadi langkah vital yang menentukan produktivitas kebun dalam jangka panjang. Sayangnya, ketersediaan pupuk anorganik yang terbatas serta harga yang terus meningkat menyebabkan kegiatan pemupukan seringkali tidak optimal, terutama pada perkebunan skala kecil dan menengah. Harga pupuk yang fluktuatif dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti peningkatan permintaan, biaya produksi, dan biaya distribusi yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan strategi efisiensi pemupukan, salah satunya dengan memanfaatkan sumber daya mikroba tanah sebagai pupuk hayati untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sintetis.

Pemanfaatan mikroorganisme tanah sebagai pupuk hayati telah menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan. Mikroorganisme seperti bakteri penambat nitrogen, pelarut fosfat, serta pemantap struktur tanah, memberikan kontribusi terhadap nutrisi tanaman, peningkatan kesuburan tanah, dan keseimbangan mikroekosistem. Pupuk hayati berbasis mikroorganisme mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara secara alami dan berkelanjutan, sekaligus mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman. Namun demikian, implementasi pupuk hayati di lapangan masih jauh dari optimal, baik dari segi pemahaman petani maupun ketersediaan produk yang sesuai dengan kondisi lokal.

Salah satu mikroorganisme yang banyak diteliti karena potensinya dalam meningkatkan efisiensi pemupukan adalah bakteri penambat nitrogen. Bakteri ini merupakan mikroorganisme mikro-aerobik yang bersimbiosis dalam jaringan tanaman, khususnya pada sel korteks dan xilem akar. Mereka mampu mengubah nitrogen atmosfer (N_2) menjadi amonium (NH_4^+) yang dapat diserap tanaman, serta menghasilkan senyawa pemacu pertumbuhan seperti Indole Acetic Acid (IAA) dan giberelin yang merangsang perkembangan akar dan pertumbuhan vegetatif tanaman. Bakteri penambat nitrogen dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu simbiotik (seperti *Rhizobium* dan *Bradyrhizobium*) dan non-simbiotik (seperti *Azospirillum* dan *Azotobacter*) (Afnaini, 1987).

Bakteri penambat nitrogen non-simbiotik, seperti *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp., memiliki potensi besar untuk dikembangkan karena dapat hidup bebas di tanah tanpa tergantung pada tanaman inang tertentu. *Azotobacter* sp. dikenal sebagai bakteri aerobik yang

mampu menambat nitrogen dari udara dan banyak ditemukan pada tanah dengan pH netral hingga basa (5,9–8,4), terutama di daerah rizosfer. Namun, keberadaannya sangat jarang pada tanah masam, seperti yang umum ditemukan pada Ultisol (Holt et al., 1994). Sementara itu, *Azospirillum* sp. merupakan bakteri yang juga mampu menghasilkan senyawa pengatur tumbuh seperti IAA, auksin, giberelin, dan senyawa mirip sitokinin, yang bermanfaat bagi pembentukan akar lateral dan penyerapan nutrisi (Rusmana, 1994). Penelitian oleh Hidayati (2005) menunjukkan bahwa penggunaan *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. mampu meningkatkan efisiensi pemupukan serta pertumbuhan bibit karet secara signifikan.

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan manfaat mikroorganisme seperti *Azotobacter* dan *Azospirillum* dalam budidaya karet, kajian yang secara khusus mengeksplorasi populasi mikroba tanah pada rizosfer tanaman karet di Sumatra Utara masih sangat terbatas. Padahal, wilayah ini merupakan sentra perkebunan karet dengan karakteristik tanah Ultisol yang masam dan miskin hara, sehingga memerlukan pendekatan mikrobiologis yang sesuai dengan kondisi lokal. Minimnya data spesifik mengenai komposisi dan dinamika bakteri tanah di zona rizosfer menyebabkan strategi pengembangan pupuk hayati belum berbasis ekosistem setempat. Oleh karena itu, kajian literatur yang mendalam sangat diperlukan untuk mengidentifikasi potensi mikroorganisme lokal sebagai agen pupuk hayati yang adaptif dan efektif bagi budidaya karet di Sumatra Utara.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji populasi bakteri tanah pada rizosfer tanaman karet melalui studi literatur. Fokus utama kajian diarahkan pada karakterisasi jenis-jenis bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat, faktor-faktor yang memengaruhi keberadaan dan aktivitasnya di tanah, serta potensi aplikasinya dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pemupukan pada tanaman karet, khususnya di wilayah Sumatra Utara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*library research*) untuk mengkaji populasi bakteri tanah pada rizosfer tanaman karet (*Hevea brasiliensis*), dengan fokus pada mikroorganisme yang berperan dalam penambatan nitrogen dan pelarutan fosfat. Data sekunder dikumpulkan dari berbagai sumber ilmiah yang relevan, terdiri atas 20 artikel jurnal nasional dan internasional yang dipublikasikan antara tahun 2000 hingga 2024, serta 5 buku dan laporan penelitian yang mendukung konteks agronomi dan mikrobiologi tanah. Sumber-sumber tersebut diperoleh melalui basis data ilmiah seperti Google Scholar, ScienceDirect, dan Garuda Ristekbrin, dengan kriteria inklusi mencakup kesesuaian topik (mikroba tanah, rizosfer, tanaman karet), kualitas publikasi (*peer-reviewed*), serta keterbaruan dan relevansi terhadap agroekosistem Sumatra Utara.

Proses analisis dilakukan secara deskriptif-kualitatif melalui tahapan identifikasi, kategorisasi, dan perbandingan temuan antar literatur. Pertama, setiap sumber dianalisis untuk mengidentifikasi jenis bakteri tanah yang dominan, seperti *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan mikrob pelarut fosfat (MPF). Kedua, data diklasifikasikan berdasarkan kondisi agroekosistem tempat penelitian dilakukan, meliputi jenis tanah (misalnya Ultisol), pH tanah, ketinggian, dan jenis vegetasi. Ketiga, dilakukan perbandingan antara hasil temuan dari berbagai lokasi, dengan tujuan untuk menemukan pola umum maupun variasi lokal dalam komposisi dan aktivitas mikroba rizosfer tanaman karet.

Hasil analisis ini digunakan untuk menyusun sintesis mengenai potensi pemanfaatan mikroorganisme tanah sebagai pupuk hayati berbasis ekosistem lokal. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi

mikrobiologis rizofe karet dan relevansinya dalam pengembangan pertanian berkelanjutan, khususnya di wilayah Sumatra Utara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Bakteri

Populasi bakteri tanah merupakan salah satu indikator kesehatan ekosistem tanah, terutama di sekitar rizofe tanaman karet. Bakteri tanah memiliki peran penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, mempercepat dekomposisi bahan organik, serta meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Keberagaman dan jumlah populasi bakteri tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jenis tanah, ketersediaan bahan organik, kelembaban, pH, dan aktivitas mikroorganisme lainnya. Studi literatur menunjukkan bahwa rizofe tanaman karet dapat menjadi habitat bagi berbagai jenis bakteri menguntungkan, seperti *Rhizobium*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas*, yang berkontribusi dalam fiksasi nitrogen dan pengendalian hayati terhadap patogen tanaman. Selain bakteri menguntungkan, beberapa jenis bakteri patogen juga ditemukan dalam ekosistem tanah, seperti *Ralstonia solanacearum* yang dapat menyebabkan penyakit layu pada tanaman. Oleh karena itu, memahami dinamika populasi bakteri tanah pada berbagai kondisi rizofe tanaman karet menjadi penting dalam upaya meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanaman karet di Sumatra Utara.

Menurut Van Vuurde dan Recuenco dalam Firmansah (2008) menyatakan bahwa setiap tanaman tingkat tinggi memiliki beberapa bakteri endofit. Bakteri endofit mampu menghasilkan metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi antara tanaman inang dengan mikroba endofit. Bakteri endofit telah diisolasi dari berbagai tanaman, seperti tanaman obat, atau tanaman agronomi sehingga ada peluang untuk menggali potensi bakteri endofitik pada tanaman perkebunan seperti karet.

Populasi bakteri paling tinggi diduga karena adanya perlakuan yang diberikan yakni pemupukan dan pemberian bahan amelioran. Hal ini disebabkan oleh bahan aktif dari pupuk yang memiliki volatilitas rendah dan bersifat non-polar sehingga lebih sulit terabsorpsi oleh akar tanaman dan lebih banyak terurai di daerah rizofe. Akibatnya, hasil penguraian tersebut lebih banyak dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber nitrogen dan karbon (Ngawit, 2011). Faktor lain yang mempengaruhi aktivitas dan populasi bakteri antara lain kualitas dan kuantitas kandungan bahan organik tanah, pH, ketersediaan oksigen, temperatur, kultivar tanaman, musim, kelembaban, pupuk anorganik, dan adanya zat penghambat (Oyewole et al., 2012).

Rizofe Tanah

Tanah merupakan habitat bagi organisme dari yang berukuran mikro (bakteri, cendawan, nematode) hingga mikroorganisme yang berukuran makro (cacing, predator). Masing-masing dari mikroorganisme ini memiliki peran yang penting dalam siklus yang terjadi di dalam tanah. Selain itu tanah juga merupakan tempat tumbuh tanaman. Sehingga antara tanaman dengan organisme dalam tanah terjadi suatu hubungan saling ketergantungan yang sangat erat. Oleh karena itu populasi organisme tanah ditentukan oleh kualitas vegetasi di atasnya.

Rizofe adalah lapisan tanah yang berhubungan dengan area perakaran tanaman. Keberadaan penghuni rizofe mempunyai jumlah yang lebih besar dibandingkan lapisan tanah lainnya (Simatupang, 2008). Keberadaan mikroorganisme tersebut ada yang berfungsi sebagai pemacu kesuburan tanaman serta berfungsi sebagai agens antagonis terhadap patogen tular tanah. Patogen tular tanah banyak menyerang tanaman hortikultura salah

satunya adalah tanaman tomat, dalam budidaya tanaman tomat tidak lepas dari adanya serangan patogen *F. oxysporum* adanya serangan tersebut menyebabkan tidak maksimalnya

produktivitas tanaman tomat. *F. oxysporum* dapat menyebar melalui tanah dan mampu bertahan hidup di dalam tanah tanpa adanya inang (Huda, 2010). Cendawan ini dapat mengakibatkan layu dan busuk pada tanaman. *F. oxysporum* mempunyai inang yang sangat banyak yaitu mulai dari tanaman semusim hingga tanaman tahunan (Semangun et al., 2004).

Mikroorganisme antagonis mempunyai potensi untuk digunakan sebagai pengendalian hayati. Mikroorganisme menguntungkan salah satunya bersifat antagonis sangat banyak jumlahnya, baik yang hidupnya disekitaran perakaran (rizosfer) maupun jaringan tanaman (endofit). Khususnya cendawan mempunyai potensi untuk digunakan dalam mengendalikan patogen tular tanah (Amaria & Harni R, 2013). Mikroorganisme dalam tanah khususnya rizosfer, mempunyai manfaat yang besar bagi pertumbuhan tanaman dan dapat berperan sebagai agen hayati. Namun kehidupan mikroorganisme dalam tanah sering mendapat tekanan sehingga jumlah mikroorganisme dalam tanah berkurang karena adanya perlakuan yang berlebihan oleh para petani (Hamzah, 2018).

Tanaman Karet (*Hevea Brasiliensis*)

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan salah satu tanaman perkebunan utama di Indonesia, termasuk di Sumatra Utara. Tanaman ini memiliki sistem perakaran yang kompleks dan mampu membentuk interaksi dengan berbagai mikroorganisme tanah, termasuk bakteri menguntungkan. Bakteri baik yang ditemukan di rizofeora tanaman karet memiliki berbagai manfaat bagi pertumbuhan tanaman. Beberapa kelompok bakteri yang berperan penting antara lain bakteri pelarut fosfat seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas*, yang membantu meningkatkan ketersediaan fosfat dalam tanah sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman. Bakteri penambat nitrogen seperti *Rhizobium* dan *Azospirillum* mampu mengikat nitrogen dari udara dan menyediakannya bagi tanaman, mengurangi ketergantungan pada pupuk nitrogen buatan. Beberapa bakteri seperti *Pseudomonas fluorescens* dan *Azotobacter* dapat menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman seperti auksin dan giberelin yang membantu perkembangan akar dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres lingkungan. Selain itu, bakteri antagonis patogen seperti *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas putida* memiliki sifat biokontrol yang dapat menekan perkembangan patogen tanah seperti jamur dan bakteri penyebab penyakit tanaman.

Tanaman karet adalah salah satu tanaman yang rentan terkena fungi atau penyakit namun adanya bakteri yang berpotensi sebagai antifungi, bakteri endofit dapat ditemui pada bagian tanaman seperti akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Berbagai penelitian menunjukkan peran penting dari endofit, yaitu mengurangi kerusakan penyakit (Resti et al., 2013), meningkatkan penyerapan mineral oleh tanaman (D.P et al., 2013), meningkatkan pertumbuhan tanaman (Hidayati et al., 2014), toleransi terhadap NaCl (Gayathri, 2013) dan mempengaruhi mekanisme pertahanan tumbuhan karena memiliki senyawa antibakteri dan senyawa metabolit sekunder (Pratiwi, 2015). Berikut adalah tabel Jenis dan Peran Bakteri pada Rizosfer Tanaman Karet:

Tabel 1. Jenis dan Peran Bakteri pada Rizosfer Tanaman Karet

Jenis Bakteri	Peran	Sumber	Kondisi Lahan
<i>Azotobacter</i> sp.	Penambat N non-simbiotik, penghasil IAA	Holt et al., 1994	pH netral – basa (5,9 – 8,4)
<i>Azospirillum</i> sp.	Penambat N, penghasil auksin dan giberelin	Rusmana, 1994	Tanah tropis, zona rizosfer
<i>Rhizobium</i> sp.	Penambat N simbiotik	Afnaini, 1987	Tanah pertanian, asosiasi dengan legum
<i>Bacillus</i> sp.	Pelarut fosfat, pengendali hayati	Simatupang, 2008	Ultisol, zona akar

Kevin Praizer Pasaribu, Populasi Bakteri Tanah Pada Berbagai Rizofe Tanaman Karet (*Hevea Brasiliensis*) di Sumatra Utara

Pseudomonas sp.	Pelarat fosfat, pengendali patogen	Simatupang, 2008	Zona perakaran
Pseudomonas fluorescens	Produksi hormon pertumbuhan (auksin, giberelin)	Mallinowski et al., 2000	Tanah tropis, akar tanaman
Bacillus subtilis	Biokontrol patogen tanah	Amaria et al., 2013	Tanah kaya bahan organik
Pseudomonas putida	Biokontrol patogen dan penghasil metabolit sekunder	Pratiwi, 2015	Jaringan tanaman (endofit)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, diketahui bahwa rizosfer tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan habitat penting bagi berbagai jenis bakteri tanah yang memiliki peran krusial dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Keberadaan bakteri penambat nitrogen seperti *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Rhizobium*, serta bakteri pelarut fosfat seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas*, menunjukkan potensi besar mikroorganisme tanah sebagai agen pupuk hayati alami. Bakteri-bakteri ini tidak hanya menyediakan unsur hara esensial seperti nitrogen dan fosfor, tetapi juga menghasilkan senyawa pemacu tumbuh (IAA, giberelin) dan memiliki kemampuan sebagai agen biokontrol terhadap patogen tanah.

Kondisi lingkungan seperti jenis tanah (khususnya Ultisol), pH, bahan organik, dan aktivitas akar tanaman sangat memengaruhi populasi dan aktivitas bakteri di zona rizosfer. Di Sumatra Utara yang didominasi oleh tanah masam dan kurang subur, potensi pemanfaatan mikroba tanah lokal belum tergalai secara optimal. Padahal, adaptasi mikroorganisme terhadap kondisi agroekosistem lokal sangat menentukan efektivitasnya sebagai pupuk hayati. Oleh karena itu, penting dilakukan eksplorasi mikroba spesifik yang cocok dengan karakteristik tanah dan iklim daerah tersebut untuk mendukung keberlanjutan budidaya karet secara ekologis dan ekonomis.

Secara keseluruhan, pemanfaatan mikroorganisme tanah dalam sistem pertanian karet berpotensi menjadi solusi jangka panjang dalam mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia, memperbaiki struktur dan kesuburan tanah, serta meningkatkan produktivitas tanaman. Kajian ini menegaskan bahwa pendekatan berbasis ekosistem lokal melalui identifikasi dan pemanfaatan mikroba rizosfer dapat menjadi fondasi penting dalam pengembangan pertanian berkelanjutan di wilayah tropis seperti Sumatra Utara. Penelitian lanjutan berbasis isolasi mikroba lokal dan uji efektivitasnya di lapangan sangat direkomendasikan untuk mendukung inovasi pupuk hayati yang adaptif dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnaini. (1987). *Pengaruh beberapa sumber inokulan bakteri rhizobium terhadap pembentukan bintil akar, pertumbuhan, dan produksi tanaman kedelai (Glycine max L. Merr.)*. Fakultas Pertanian, Universitas Andalas.
- Amaria, W., & Harni R, T. E. (2013). Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih *Rigidoporus microporus* pada tanaman karet. *Buletin Ristri*, 4(1), 55–64.
- D.P, M., G.A, A., & D.P, B. (2013). *Leaf Endophyte Newtlyphodium coenophialium Modifies Mineral up take in Tall Fescue*. *Plant Soil*.227:115-126.
- Firmansah, R. (2008). *Effectiveness of endophyte and phylloplen bacteria of Mucuna pruriens Linn leaves in promoting plant growth and suppressing leaf spot disease (Cercospora sp.) on peanut (Arachis hypogaea L.* <http://www.docstoc.com/docs/232453>.
- Gayathri. (2013). Isolation of Endophytic Bacteria from Mangoes, Bananas and Sugarcane for Their Biological Activities. *Asian Journal Research in Biological and Pharmaceutical Science*.1(1):19-27.
- Hamzah, N. (2018). Inventarisasi jenis jenis cendawan pada rhizosfer pertanaman padi. *Jurnal Galung Tropika*, 7(1), 11–21.

- Hidayati, U. (2005). Peranan mikroorganismen tanah dalam meningkatkan serapan nitrogen pada berbagai tingkatan ketersediaan air tanah. *Jurnal Penelitian Karet*, 23(2), 156–166.
- Hidayati, U., Iswandi, A. C., Abdul, M., Siswanto, D., & A.S. (2014). Potency of plant growth promoting endophytic bacteria from rubber plant (*Hevea brasiliensis* Mill. Arg.). *Journal of Agronomy*, 13(3), 147–152.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., & Williams, S. T. (1994). *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia. 14. *Warta Perkaratan*, 32(1), 7 – 15.
- Huda, M. (2010). Pengendalian layu fusarium pada tanaman pisang (*Musa Paradisiacal* L.) secara kultur teknis dan hayati. In *Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor*.
- Mardya, I. A., Gusmini, G., & Agustian, A. (2020). Aplikasi Ulang Azospirillum Terseleksi Pada Cabai Merah (*Capsicum annum*, L) Yang Ditanam Pada Ultisol. *Jurnal Solum*, 17(2), 49.
- Ngawit, I. K. da. V. F. A. B. (2011). Uji kemempnan beberapa jenis herbisida terhadap gulma pada tanaman kacang tanah dan dampaknya terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri rhizobium di dalam tanah. *Crop Agro Pertanian*, 4, 27–36.
- Oyewole, O. A., Al-Khalil, S., & Kalajaiye, O. A. (2012). The antimicrobial activities of ethanolic extracts of *Bassella alba* on selected micro-organism. *International Research Journal of Pharmacy*, 3, 71–73.
- Pratiwi, B. E. (2015). *Isolasi dan Skrining Fitokimia Bakteri Endofit dari Daun Rambutan(Nephelium appacum L.) yang Berpotensi sebagai Antibakteri [skripsi]. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*.
- Purwaningsih, S. (2012). Isolasi, populasi dan karakterisasi bakteri pelarut fosfat pada daerah perakaran dan tanah dari Bengkulu, Sumatra. *J. Tek. Ling*, 13, 101–108.
- Resti, Z., Habazar, T., Putra, D. P., & Nasrun. (2013). Skrining dan Identifikasi Isolat Bakteri Endofit untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Daun Daun Bakteri pada Bawang Merah. *Jurnal HPT Tropika*, 13(2), 167–178.
- Rusmana, I. da. D. D. H. (1994). Aktivitas nitrogenase Azospirillum sp. Dan efektivitas simbiotiknya dengan jagung. *Jurnal Hayati*, 1(2), 51–54.
- Semangun, H., Z, Y., T, H., DP, P., & Nasrun. (2004). Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. *Jurnal HPT Tropika*, 13(2), 167–178.
- Simatupang, D. S. (2008). *Berbagai Mikroorganismen Rhizosfer pada Tanaman Pepaya (Carica papaya L.) di Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika (Pkbt) Ipb Desa Ciomas, Kecamatan Pasirkuda, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Widawati, S. S. (2005). Populasi bakteri pelarut fosfat (BPF) di Cikaniki, Gunung Botol, dan Ciptarasa, serta kemampuannya melarutkan P terikat di media Pikovskaya padat. *Biodiversitas*, 7(2), 109–113.