

ISOLASI BAKTERI *PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBAKTERIA* (PGPR) LOKAL DARI ENDOFIT AKAR TANAMAN KELAPA SAWIT DAN UJI ANTAGONIS TERHADAP PENYAKIT JAMUR AKAR PUTIH

Hilwa Walida, Bahrum Azis, Yudi Triyanto dan Dede Suhendra

Program Studi Agroteknologi Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Labuhanbatu

Jln. SM. Raja No 126 A Aek Tapa Labuhanbatu Sumatera Utara

Email : hw2191@gmail.com

ABSTRACT

White root fungus disease has become the most damaging root disease in rubber trees in both Africa and Asia that supplies 98% of rubber products to the world market. Chemical control by using pesticide was a common root control of white root fungus. PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) could be one of the solutions in biological control of environmentally to against white root fungi. The aims of this study were to obtain isolates of local PGPR bacteria from the root endophytes of oil palm trees, to know the morphological characteristics of local PGPR isolates from root endophytes of oil palm plants, and to know the potential of biological control agents against white root fungus disease. This research was conducted by using descriptive analysis method. The results showed that there were 9 bacterial isolates from the root endophytes of oil palm plants with different macroscopic morphological characteristic and there were 9 isolates able to inhibit the growth of white root fungus with the biggest potential was A5 isolate.

Keywords : PGPR, Root Endophytes of Palm Oil Plant, Rigidoporus microporus

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karet merupakan komoditas perkebunan yang memiliki peran besar dalam perekonomian Indonesia dengan hasil utama lateks yang digunakan terutama sebagai bahan baku industri karet (Janudianto *et al.*, 2013). Pasar dunia terhadap karet alam semakin meningkat, namun kebutuhan yang diinginkan seringkali tidak dapat dipenuhi oleh produksi yang tersedia yang diantaranya karena keberadaan pertanaman karet yang tidak produktif akibat mengalami kerusakan (Dinas Perkebunan Provinsi Jambi, 2012).

Secara umum rendahnya produktivitas karet di Indonesia disebabkan oleh umur tanaman karet yang telah tua dan adanya organisme pengganggu tanaman (OPT). Penyakit akar merupakan penyakit yang dapat

menyebabkan kematian tanaman dan dapat menimbulkan kerusakan parah. Penyakit Jamur Akar Putih (JAP) disebabkan oleh *R. lignosus* merupakan penyakit paling merusak, diikuti penyakit akar merah yang disebabkan oleh *G. Pseudoferrum* dan *P. Noxius*. Kehilangan hasil yang disebabkan penyakit akar putih lebih besar dibandingkan dengan hama dan penyakit lain di berbagai negara penghasil karet seperti India, Indonesia, Malaysia, Srilanka, Thailand, Afrika Barat dan Afrika Tengah (Kaewchai *et al.*, 2010).

Penyakit JAP telah banyak dilaporkan menimbulkan kerugian pada pertanaman karet dan dapat menjadi penyebab menurunnya produksi karet dengan kehilangan hasil mencapai 3-5% pada perkebunan rakyat (Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, 2014).

Rahayu *et al.* (2006) melaporkan bahwa intensitas serangan penyakit JAP pada tanaman karet belum menghasilkan di kebun komersial Sumatera Utara sebesar 0,8%.

JAP menginfeksi tanaman karet ini sejak di pembibitan sampai tanaman menghasilkan. Berbagai upaya pengendalian penyakit tersebut telah dilakukan dengan cara kimiawi, kultur teknis dan penggunaan agen hayati, tetapi belum mampu mengendalikan penyakit ini. Hal ini karena JAP merupakan penyakit tular tanah (*soil borne disease*) sehingga tidak mudah dalam pengendaliannya. Soesanto (2008) mengemukakan bahwa pengendalian patogen tular tanah sering dilakukan dengan menggunakan pestisida sintetis. Pestisida sintetis selain tidak spesifik terhadap spesies patogen tular tanah, juga tidak mampu pengendalian patogen yang mempunyai struktur pertahanan diri.

Pengendalian hayati dengan pemanfaatan mikroorganisme antagonis merupakan alternatif yang saat ini banyak diteliti dan digunakan sebagai pengendalian penyakit tanaman. Agrios (2005) menjelaskan bahwa pengendalian hayati merupakan perlindungan tanaman dari patogen termasuk penyebaran mikroorganisme antagonis pada saat setelah atau sebelum terjadinya infeksi patogen.

Mikroorganisme menguntungkan sangat melimpah jumlahnya, baik yang berada di sekitar perakaran (rizosfer) maupun jaringan tanaman (endofit). Tistama & Nugroho (2007) mengemukakan bahwa pada lapisan rizosfer di perkebunan karet mengandung mikroorganisme sebagai biofungisida dan biofertilizer yang berpotensi dalam peningkatan produktivitas karet. Selain rizosfer, mikroorganisme endofit juga berperan penting dalam pengendalian penyakit tanaman, yaitu bersifat induksi ketahanan.

Penelitian mengenai isolasi bakteri yang dapat dijadikan agen hayati

pengendali JAP di Labuhan Batu masih sangat terbatas. Oleh karena itu perlu diteliti mengenai isolat bakteri PGPR lokal dari endofit akar tanaman kelapa sawit yang berpotensi sebagai agen hayati pengendali penyakit jamur akar putih.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian untuk mendapatkan isolat bakteri PGPR lokal dari endofit akar tanaman kelapa sawit dan yang potensial sebagai agen hayati pengendali penyakit jamur akar putih.

1.3 Kegunaan penelitian

Kegunaan penelitian sebagai bahan informasi bagi peneliti lain mengenai potensi isolat bakteri PGPR lokal dari endofit akar tanaman kelapa sawit sebagai pengendali penyakit jamur akar putih.

METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Isolat Bakteri

Bakteri diisolasi dari sampel akar tanaman kelapa sawit PTPN 3 Aek Nabara Labuhanbatu, Sumatera Utara Indonesia.

2.2 Isolasi PGPR Endofit dari Akar Tanaman Kelapa Sawit

Akar tanaman kelapa sawit dipotong dan dicuci dengan air mengalir, kemudian dikeringanginkan. Sebanyak 1 g akar diambil dan disterilisasi permukaan dengan alkohol 70% selama 30 detik, kemudian dicelupkan dalam larutan NaOCl 2% selama 2 menit, dan selanjutnya dicelup ke dalam air steril. Sebelum penggerusan, akar tanaman kelapa sawit dioleskan pada petridish berisi media *Nutrient Agar* (sebagai kontrol). Jika bakteri tumbuh pada kontrol, maka perlu diidentifikasi bakteri yang akan tumbuh sebagai bakteri endofit menggunakan penanda bakteri pada kontrol.

Akar dipindahkan ke dalam mortal dan digerus dan ditambahkan 9 ml akuades steril. Sebanyak 1 ml ekstrak akar dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang

berisi 9 ml akuades steril, kemudian dikocok hingga homogen, selanjutnya diambil 1 ml ekstrak dan diencerkan secara seri hingga pengenceran 10^{-4} . Selanjutnya 0,1 ml suspensi diinkubasi pada medium NA selama 24 jam pada suhu kamar. Masing-masing koloni yang tumbuh dijadikan sebagai kultur murni.

2.3 Karakterisasi Morfologi Isolat

Morfologi isolat bakteri selanjutnya diamati pada kultur isolat yang telah dimurnikan. Pengamatan yang dilakukan meliputi bentuk, elevasi, tepian, warna koloni, tipe Gram dan bentuk sel bakteri.

2.4 Uji Antagonis Terhadap Jamur Akar Putih

Isolat PGPR bakteri yang sudah murni diuji antagonis terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus lignosus*) dengan menanam jamur akar putih di salah satu sisi cawan petri yang berisi media PDA dan di sisi yang berlawanan ditanam satu jarum ose isolat bakteri yang telah dimurnikan. Pertumbuhan JAP dibandingkan dengan kontrol selama 4 hari.

2.5 Metode Analisis

Data isolat, karakteristik morfologi dan potensinya terhadap jamur akar putih dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikroorganisme endofit adalah mikroorganisme seperti bakteri (termasuk aktinomisetes) atau jamur yang seluruh atau sebagian siklus hidupnya berada dalam dan diantaranya jaringan tanaman yang sehat, dan tanpa menyebabkan adanya gejala penyakit yang jelas (Tan & Zou, 2001). Endofit ini terdapat pada hampir semua bagian tanaman vaskular, baik di akar, batang daun atau bunga. Istilah endofit digunakan untuk menunjukkan adanya kolonisasi mikroba di dalam jaringan tanaman tetapi tidak

memberikan efek patogenik terhadap tanaman inangnya (Zinniel *et al.*, 2002).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan mengisolasi bakteri dari endofit akar tanaman kelapa sawit yang diinkubasikan pada suhu 28°C dan pH 7 diperoleh 9 isolat koloni bakteri dengan karakteristik morfologi makroskopis yang berbeda (Tabel 3.1).

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap bentuk morfologi koloni bakteri maka dapat diketahui bahwa sebagian besar isolat dari penelitian ini berbentuk bundar, memiliki bentuk elevasi koloni yang cembung dengan bentuk tepian koloni yang licin, dan sebagian besar berwarna putih.

Tabel 3.1. Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri Dari Endofit Akar Tanaman Kelapa Sawit.

Isolat Bakteri	Karakterisasi Morfologi Koloni			
	Bentuk	Elevasi	Tepian	Warna
A ₁	Bundar	Cembung	Licin	Coklat
A ₂	Bundar	Seperti Tetesan	Licin	Putih
A ₃	Rhizoid	Seperti Tombol	Bercabang	Cream
A ₄	Berbenang-Benang	Tumbuh Kedalam Medium	Berlekuk	Putih
A ₅	Bundar Dengan Tepian Menyebar	Timbul	Berombak	Putih
A ₆	Bundar	Datar	Licin	Putih
A ₇	Konsentris	Cembung	Berombak	Putih
A ₈	Bundar	Cembung	Licin	Cream
A ₉	Bundar	Datar	Berlekuk	Coklat

Cappuccino & Sherman (1987) menyebutkan bahwa beberapa parameter morfologi yang dapat digunakan adalah morfologi koloni yang tumbuh dalam medium pertumbuhan dan morfologi sel yang dapat diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran tertentu. Parameter morfologi koloni sel dalam medium pertumbuhan yang diamati berupa

warna, bentuk, ukuran dan letak koloni dalam medium.

Berdasarkan penelitian Afizar & Parlina (2017) didapatkan 15 isolat bakteri endofit dari asal akar kopi dan terdapat 6 isolat bakteri endofit yang dikarakterisasi secara morfologi yang berpotensi mengendalikan penyakit jamur akar putih. Syahputri (2018) memperoleh 13 isolat bakteri dari endofit rumput angin (*Spinifex littoreus* (Burm F. Merr) dan terdapat 5 isolat lebih mampu menghambat pertumbuhan *Rhizoctonia solani* pada tanaman jagung. Isolat bakteri endofit dapat mengurangi intensitas penyakit sebesar 80% dibandingkan dengan kontrol dan isolat JYP04 memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mengurangi intensitas penyakit.

Berdasarkan hasil penelitian Pitasari & Ali (2018), dapat diketahui bahwa hasil isolasi dan purifikasi bakteri endofit dari tanaman bawang merah didapatkan 9 isolat bakteri yang berbeda berdasarkan warna dan bentuk koloninya, 5 isolat mempunyai daya antagonis tinggi terhadap jamur *Alternaria porri* Ellis Cif. Hasil uji hipersensitif terhadap 9 isolat bakteri endofit menunjukkan 1 isolat positif hiper sensitif yaitu isolat akar-2 sehingga bersifat patogenik dan tidak berpotensi untuk digunakan sebagai agen pengendali hayati, sedangkan 8 isolat lainnya termasuk 5 isolat bakteri endofit dengan daya antagonis tinggi bersifat negati hipersensitif sehingga bersifat non-patogenik dan berpotensi untuk digunakan sebagai agen hayati.

Salah satu cara yang masih diperlukan dalam taksonomi bakteri menurut Campbell *et al.* (2000) diantaranya adalah pewarnaan Gram, cara ini digunakan untuk memisahkan anggota-anggota domain Bakteria ke dalam dua kelompok berdasarkan dinding selnya. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang lebih sederhana, dengan jumlah peptidoglikan yang relatif banyak. Dinding sel bakteri gram-negatif memiliki

peptidoglikan yang lebih sedikit dan secara struktural lebih kompleks.

Pewarnaan Gram dan spora dapat dilakukan dalam uji sifat sitologi suatu bakteri. Prinsip pewarnaan Gram adalah kemampuan dinding sel terhadap zat warna dasar (kristal violet) setelah pencucian alkohol 96%. Bakteri Gram positif terlihat berwarna ungu karena dinding selnya mengikat kristal violet lebih kuat, sedangkan sel Gram negatif mengandung lebih banyak lipid sehingga pori-pori mudah membesar dan kristal violet mudah larut saat pencucian alkohol (Pelczar & Chan, 2008).

Berdasarkan pengamatan pewarnaan Gram yang telah dilakukan pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 7 isolat bakteri bertipe gram positif dan hanya 2 isolat yang bertipe gram negatif dimana 8 isolat berbentuk basil sedangkan 1 berbentuk kokus (Tabel 3.2).

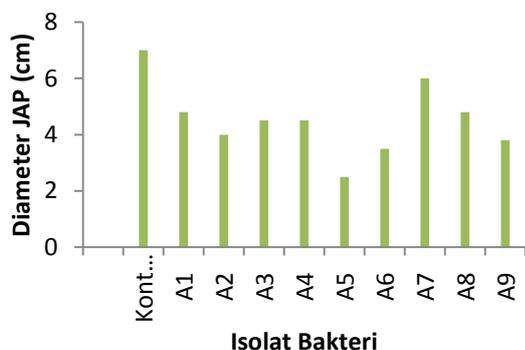
Tabel 3.2. Karakteristik Mikroskopis Isolat Sel Bakteri

Isolat bakteri	Tipe Gram	Bentuk sel
A1	+	Basil
A2	+	Basil
A3	-	Basil
A4	+	Basil
A5	+	Kokus
A6	+	Basil
A7	+	Basil
A8	-	Basil
A9	+	Basil

Bakteri endofit merupakan bakteri yang dapat diisolasi dari jaringan tanaman yang steril atau diekstraksi dari jaringan tanaman bagian dalam. Secara khusus, bakteri masuk ke jaringan melalui jaringan yang berkecambah, akar, stomata, maupun jaringan yang rusak. Bakteri endofit yang hidup pada jaringan tanaman dapat

berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan resistensi tanaman dari berbagai macam patogen dengan cara memproduksi zat antibiotik. Endofit juga memproduksi metabolit sekunder yang sangat penting bagi tumbuhan (Juwita, 2010). Bakteri endofit hidup di dalam jaringan vascular tumbuhan tanpa menyebabkan efek negatif. Hubungan simbiosis mutualisme antara bakteri dan tumbuhan memungkinkan bakteri menghasilkan senyawa bioaktif yang sama seperti terkandung di dalam tumbuhan inangnya (Barbara & Christine, 2006).

Berdasarkan hasil uji antagonis bakteri dari endofit akar tanaman kelapa sawit terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) didapatkan 9 isolat bakteri yang mampu menghambat pertumbuhan jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*). Hal tersebut diindikasikan dari pertumbuhan diameter jamur akar putih yang lebih kecil dari pada kontrol. Pertumbuhan setiap jamur akar putih memiliki diameter yang berbeda-beda dan selanjutnya dibandingkan dengan kontrol yang berdiameter sebesar 7 cm.



Gambar 3.1. Diameter Jamur Akar Putih

Berdasarkan Gambar 3.1 diketahui bahwa pertumbuhan jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) paling kecil adalah yang diujiantagoniskan dengan isolat A₅ dimana diameter sebesar 2.5 cm, dan pertumbuhan jamur akar putih dengan diameter paling besar adalah yang diujiantagoniskan dengan isolat bakteri A₇ yaitu sebesar 6 cm. Berdasarkan besar diameter pertumbuhan jamur akar putih

dapat diketahui bahwa yang memiliki potensi sebagai agen pengendali jamur akar putih ada 9 isolat yang secara berurutan dituliskan sebagai berikut A₅ (2,5 cm), A₆ (3,5 cm), A₉ (3,8 cm), A₂ (4 cm), A₃ (4,5 cm), A₄ (4,5 cm), A₁ (4,8cm), A₈ (4.8 cm), A₇(6 cm).

Dari pernyataan diatas disimpulkan bahwa semua isolat endofit akar tanaman kelapa sawit berpotensi menghambat pertumbuhan jamur akar putih, karena pertumbuhan jamur akar putih yang diuji antagonis dengan isolat endofit akar tanaman kelapa sawit lebih kecil dibandingkan kontrol, meskipun potensinya ada yang besar, sedang dan kecil.

Keberhasilan uji antagonis isolat bakteri terhadap jamur akar putih diketahui dari besar diameter pertumbuhan jamur akar putih yang dibandingkan dengan diameter pertumbuhan jamur akar putih pada kontrol serta dari tebal atau tipisnya hifa jamur akar putih yang terbentuk. Berdasarkan katagori tersebut dapat diketahui bahwa isolat bakteri yang memiliki potensi paling besar menghambat pertumbuhan jamur akar putih adalah A₅ dan A₆, sedangkan isolat bakteri yang memiliki potensi paling kecil adalah A₇.

Pada umumnya jenis agen hayati yang dikembangkan adalah mikroba alami, baik yang hidup sebagai saprofit di dalam tanah, air dan bahan organik, maupun yang hidup di dalam jaringan tanaman (endofit) yang bersifat menghambat pertumbuhan dan berkompetisi dalam ruang dan nutrisi dengan patogen sasaran (Supriadi, 2006).

Bakteri endofit dapat hidup dan berasosiasi dengan jaringan tanaman tanpa menimbulkan kerugian pada tanaman tersebut (Soesanto, 2008). Bakteri endofit memiliki sifat antagonis terhadap patogen tanaman dengan mekanisme antibiosis, kompetisi dan lisis (Hallmann & Berg, 2006). Bakteri endofit dapat menghasilkan enzim kitinase yang berpotensi untuk menghancurkan dinding sel hifa jamur *A. porri* melalui mekanisme lisis. Bakteri endofit yang diisolasi dari akar jagung

dilaporkan memiliki aktivitas antifungi terhadap jamur patogen *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola*, *Bacillus maydis* dan *Cercospora* sp. dengan persentase penghambatan hingga 70% (Zecchin *et al.*, 2014).

Bakteri endofit juga dapat menghasilkan metabolit sekunder sehingga dapat mengendalikan patogen tanaman (Nasiroh *et al.*, 2015). Oleh karena itu, penggunaan bakteri endofit tanaman diharapkan menjadi upaya pengendalian patogen yang lebih efektif. Menurut Hallman (2001) bakteri endofit mampu meningkatkan ketahanan tanaman secara langsung yaitu berfungsi sebagai antagonisme atau mengeluarkan senyawa tertentu pada relung patogen, menginduksi sistem resistensi tanaman, dan meningkatkan toleransi tanaman terhadap tekanan lingkungan biotik. Selain itu, bakteri endofit juga dilaporkan dapat berperan sebagai pelarut fosfat sehingga meningkatkan kesuburan tanaman (Wulandari, 2001).

KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

1. Didapatkan 9 isolat bakteri PGPR lokal dari endofit akar tanaman kelapa sawit.
2. Sebagian besar morfologi isolat koloni bakteri berbentuk bundar, tepian koloni berbentuk licin, elevasi isolat berbentuk cembung dan sebagian besar berwarna putih.
3. Pada pewarnaan Gram menunjukkan bahwa terdapat 7 isolat bakteri bertipe gram positif dan hanya 2 isolat yang bertipe gram negatif serta terdapat 8 isolat yang berbentuk basil (batang) dan 1 isolat yang berbentuk kokus.
4. Terdapat 9 isolat yang berpotensi untuk menghambat pertumbuhan jamur akar putih dengan potensi paling besar adalah isolat A₅.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afizar, Iin P. 2017. *Bakteri Endofit Asal Akar Kopi Dan Potensinya Sebagai Agen Pengendali Penyakit Akar Putih (Rigidoporus microporus)*. Universitas Syiah Kuala.
- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. USA. 922p.
- Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. 2014. *Jamur Akar Putih Penyakit Berbahaya pada Perkebunan Karet*. <http://riau.litbang.pertanian.go.id>. Diakses tanggal 12 Januari 2018
- Barbara JES & B. Christine JC. 2006. *What are Endophytes, In Microbial Root Endophytes*. Springer-Verlag, Berlin.
- Campbell NA, Reece JB and Mitchell LG. 2002. *Biology*, 5th ed. Alih Bahasa: Wasmen Manalu. Erlangga. Jakarta.
- Cappucino JG & Sherman N. 1987. *Microbiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin Cummings Publishing Company Inc. California USA.
- Dinas Perkebunan Provinsi Jambi. 2012. *Statistik Perkebunan Provinsi Jambi 2011*. Tersedia online pada <http://disbun.jambiprov.go.id>. Diakses pada tanggal 15 Januari 2018.
- Hallmann J. 2001. *Plant Interactions with Endophytic Bacteria*. In: Jeger, M.J. & N.J. Spence (Eds) *Biotic Interactions in Plant-Pathogen Associations*, CABI Publishing, Wallingford, United Kingdom, pp 87-119.

- Hallmann J and G. Berg. 2006. Plant interaction with endophytic bacteria. In: Jeger, M. J. and N. J. Spencer. (Editors). *Biotic Interaction In Plant Pathogen Associations*. CAB International. pp. 871-19.
- Janudianto A, Prahmono H, Napitupulu dan S. Rahayu. 2013. *Budidaya karet untuk petani skala kecil*. Rubber Cultivation Guide for Small-scale Farmers. Lembar Informasi AgFor 5. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Center (ICRAF) Southeast Asia Regional Program.
- Juwita. 2010. *Potensi bakteri endofit dalam meningkatkan ketahanan tanaman kentang (Solanum tuberosum) terhadap serangan nematoda sista kuning (Globodera rostochiensis)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. Jawa Timur.
- Kwaechai S, Lin FC, Wang HK, Soyong K. 2010. *Characterization of Rigidoporus*. J Agric Tech. 6(2): 289-298.
- Nasiroh U, G. Isnawati dan Trimulyono. 2015. *Aktivitas antifungi Serratia marcescens terhadap Alternaria porri penyebab penyakit bercak ungu secara in vitro*. Jurnal Biologi, 4(1): 13-18.
- Pitasari A, M. Ali. 2018. *Isolasi Dan Uji Antagonis Bakteri Endofit Dari Tanaman Bawang Merah (Allium ascalonicum L.) Terhadap Jamur Alternaria porri Ellis Cif. JOM Faperta Vol 5, No. 1*.
- Pelczar, Michael J, ECS. Chan. 2008. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta. UI Press.
- Rahayu S, Soekiman, dan Sujatno. 2006. *Pengendalian penyakit jamur akar putih pada tanaman karet secara biologi dengan biofungisida triko spp.^{lus}*. Pusat Penelitian Karet. Tersedia online pada <http://sitp.rpn.co.id/uploads/riset/ka> ret. Diakses tanggal 20 Januari 2018.
- Soesanto L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Soesanto L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Supriadi. 2006. *Analisis resiko agen hayati untuk pengendalian patogen tanaman*. J. Litbang Pertanian 25(3):75-80.
- Syahputri, Yuli P. 2018. *Potensi Bakteri Endofit Isolat Rumput Angin (Spinifex littoreus (Burn F.) Merr)*. Universitas Sumatra Utara.
- Tan RX and W. X. Zou (2001). *Endophytes: a Rich Souch of Functional Metabolites*. Nat. Prod. Rep. 18, 448-459.
- Tistama R dan PA. Nograho. 2007. *Mikroba potensial untuk perkebunan karet*. Warta Perkebunan 26(1): 40-51.
- Wulandari S. 2001. *Efektifitas Bakteri Pelarut Fosfat Pseudomonas sp. terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (Glycine max L.) pada Tanah Podsolik Merah Kuning*. Jurnal Natur Indonesia. 4(1): 21-25.
- Zecchin VJS, AC. Ikeda, M. Hungria, D. Adamoski and VK. Cordeiro. 2014. *Identification and characterization of endophytic bacteria from corn (Zea mays L.) roots with biotechnological potential in agriculture*.
- Zinniel DK, P. Lambrecht, NB. Harris, Z.feng, D. Kuczmarski, P. Higley, CA. Ishimaru, A. Arunakumari, RG. Barletta dan AK. Vidaver. 2002. *Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria from Agronomic crops and Prairie Plants*. Appl. Environ. Mikrobiol. 68 : 2198-2208.

