

“Digitalisasi Pertanian Menuju Kebangkitan Ekonomi Kreatif”

Aplikasi Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Keberhasilan Okulasi Bibit Tanaman Karet

Umi Hidayati

Unit Riset Bogor-Getas, Pusat Penelitian Karet, Jl. Pattimura Km.6 Salatiga

Email: umihidayati123@gmail.com

Abstrak

Bakteri endofit telah diperoleh dari tanaman karet yang telah dikarakterisasi memiliki kemampuan dalam fiksasi N₂ dan menghasilkan hormon untuk memacu pertumbuhan bibit tanaman karet. Bakteri endofit dapat dicampur dalam bentuk kultur campuran, dengan harapan bisa saling melengkapi peranan masing-masing. Kultur campuran bakteri endofit dapat memberikan manfaat lebih dibandingkan aplikasi tunggal pada bibit tanaman karet yaitu untuk meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman karet. Tiga kultur campuran yang digunakan yaitu kultur campuran 1 *Brachy bacterium paraconglomeratum* LPD74 dan *Providencia vermicola* KPA38, kultur campuran 2 *Bacillus cereus* KPD6, *Pseudomonas aeruginosa* KPA32, dan *Brachy bacterium paraconglomeratum* LPD74, serta kultur campuran 3 merupakan gabungan antara kultur campuran 1 dan 2. Tujuan penelitian adalah : (1) aplikasi pupuk hayati cair dapat meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman karet, dan (2) aplikasi pupuk hayati cair dapat meningkatkan keberhasilan okulasi bibit tanaman karet. Penelitian dilakukan di lapang dengan Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Percobaan terdiri dari 2 faktor yaitu faktor 1 pupuk hayati cair (biofertilizer) terdiri dari 5 perlakuan : (1) tanpa pupuk hayati cair K0 (Kontrol), (2) aplikasi pupuk hayati cair K1, (3) aplikasi pupuk hayati cair K2, (4) aplikasi pupuk hayati cair K3, dan (5) aplikasi pupuk hayati cair komersial K4, sedangkan faktor 2 stadia kecambah karet pada saat penanaman di polibeg yang terdiri dari 4 perlakuan : (1) stadia mentis S1, (2) stadia bintang S2, (3) stadia pancing S3, dan (4) stadia jarum S4. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman dan keberhasilan okulasi. Klon yang digunakan untuk okulasi IRR 112. Hasil pengamatan parameter tinggi tanaman dan diameter batang pada perlakuan aplikasi pupuk hayati cair K1 memberikan hasil tertinggi. Tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan aplikasi pupuk hayati cair K1 dengan stadia bintang (S2) yaitu 75.5 cm. Diameter batang terbesar pada perlakuan aplikasi pupuk hayati cair K1 dengan stadia mentis (S1) yaitu 8.53mm. Panjang akar terpanjang pada perlakuan aplikasi pupuk hayati cair K3 dengan stadium pancing (S3) yaitu 50.75 cm. Sedangkan keberhasilan okulasi pada perlakuan pupuk hayati cair K1 K2 K3 memberikan prosentase hasil okulasi lebih tinggi daripada K0 (kontrol) dan K4 (produk komersial) yaitu K1 92%, K2 91%, dan K3 90%.

Kata kunci : bakteri endofit, bibit tanaman karet, pupuk hayati cair

Pendahuluan

Tanaman karet merupakan komoditas perkebunan yang berpotensi dikembangkan secara luas. Salah satu upaya untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman karet dengan pemanfaatan mikrob. Beberapa mikrob memiliki kemampuan sebagai pemacu pertumbuhan dengan menghasilkan zat pemacu tumbuh seperti auksin, giberelin, dan sitokinin. Selain itu mikrob juga memiliki kemampuan sebagai agen biokontrol, untuk bioremediasi, penghasil metabolit sekunder, dan lain-lain. Beberapa penelitian memperoleh hasil bahwa mikrob memiliki manfaat dengan berbagai kemampuan yang dimilikinya, misalnya kemampuan menghasilkan hormon, agen hayati (biokontrol, mikrob untuk bioremediasi, dan lain-lain. Karakterisasi mikrob yang diperoleh sebagai usaha seleksi untuk memperoleh mikrob terbaik yang bermanfaat untuk perkebunan karet.

Salah satu mikrob yang bermanfaat adalah bakteri endofit yang dieksplorasi dari tanaman karet. Bakteri endofit adalah bakteri yang berada dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Hallmann *et al.* (1997) mendefinisikan bakteri endofit adalah bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman, dapat diisolasi melalui sterilisasi permukaan jaringan tanaman tersebut.

Bakteri endofit memiliki kemampuan untuk hidup dalam jaringan tanaman dan mampu menghasilkan hormon tumbuh dan mampu memfiksasi N_2 yang bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman karet. Bakteri endofit telah diperoleh dari tanaman karet yang telah dikarakterisasi memiliki kemampuan dalam fiksasi N_2 dan menghasilkan hormon untuk memacu pertumbuhan bibit tanaman karet. Bakteri endofit dapat dicampur dalam bentuk kultur campuran, sehingga bisa saling melengkapi peranan masing-masing. Kultur campuran bakteri endofit dapat memberikan manfaat lebih dibandingkan aplikasi tunggal pada bibit tanaman karet sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman karet. Penelitian dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi pupuk hayati untuk meningkatkan pertumbuhan dan keberhasilan okulasi bibit tanaman karet.

Perkebunan karet di Indonesia sebagian besar adalah perkebunan karet rakyat, dimana penyiapan bibit kurang optimal, terutama dalam hal mutu bibit, masih ada yang belum menggunakan bibit klonal dan juga penyiapan bibit yang masih konvensional. Sedangkan penggunaan bibit yang berkualitas merupakan keharusan untuk perkebunan karet. Bibit karet merupakan investasi yang memiliki dampaknya terhadap produktivitas dan efisiensi perkebunan karet. Perbanyak tanaman karet masih dilakukan dengan okulasi, dimana untuk

mendapatkan bibit okulasi yang berkualitas diperlukan ketersediaan biji anjuran untuk batang bawah dan mata dari entres (Balai Penelitian Sembawa, 2003). Penggunaan biji karet yang bermutu baik sesuai anjuran untuk keperluan batang bawah adalah mutlak karena hasil penelitian menunjukkan bahwa batang bawah berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi lateks (Siagian, 2000). Pertumbuhan batang bawah yang baik akan mempercepat menempelnya mata okulasi dan mempercepat proses penyembuhan luka sayatan okulasi (Munthe dan Manurung, 2002). Pengaruh negatif batang bawah yang tidak sesuai dengan batang atas di duga dapat menurunkan produksi karet 20 % - 40 % (Siagian *et al.* 1996). Pentingnya bibit tanaman karet memberikan peluang untuk upaya meningkatkan keberhasilan okulasi dengan memperpanjang jumlah hari okulasi melalui okulasi pada saat daun muda. Keberhasilan okulasi pada saat daun muda sangat rendah (10-20%).

Tanaman karet sendiri telah ditanam secara luas yang menandakan kemampuan beradaptasi dengan kondisi lingkungan. Tanaman karet menyimpan potensi mikrob yang potensial yang dapat mendukung untuk pemacu pertumbuhan tanaman karet dan sebagai agen biokontrol penyakit pada tanaman karet. Sehingga salah satu upaya meningkatkan keberhasilan okulasi dan kualitas bibit karet dapat dilakukan dengan aplikasi kultur campuran bakteri endofit. Kultur campuran merupakan gabungan beberapa bakteri endofit yang kompatibel.

Hallmann *et al.* (1997) mendefinisikan bakteri endofit adalah bakteri yang hidup dalam jaringan tanaman, dapat diisolasi melalui sterilisasi permukaan jaringan tanaman tersebut. Bakteri endofit tersebut diketahui dari genus *Burkholderia*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, dan *Microbacterium*. Bakteri endofit tersebut dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi dan menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan (Bacon and Hinton, 2007). Selanjutnya bakteri endofit akan memberikan keuntungan pada tanaman dengan menghasilkan hormon tumbuh dan sebagai agen pengendali hayati (Praca *et al.*, 2012). Bashan dan Bashan (2005) menyatakan bahwa PGPB meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Hormon pemacu tumbuh terdiri dari lima golongan yaitu auksin, giberelin, sitokinin, asam absisat, dan etilen (Wattimena, 1987). Beberapa hormon pemacu tumbuh seperti IAA, GA3, BA telah dicoba untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kecepatan pemulihan kulit pada bidang sadap, produksi karet kering, dan kadar karet kering, hasil penelitian menunjukkan pemakaian IAA mempercepat pertumbuhan jumlah pembuluh lateks, tebal kulit dan meningkatkan produksi berat kering (Siagian *et al.*, 1985). Lestari (2017) memperoleh 5 isolat potensial bakteri endofit WL01, WL02, WL03, WL04, dan WL05 dari akar tanaman karet.

Bakteri endofit memiliki peran masing-masing yang menguntungkan. Bakteri endofit dapat dicampur dalam bentuk kultur campuran, dengan harapan bisa saling melengkapi

peranan masing-masing. Kultur campuran bakteri endofit dapat memberikan manfaat lebih dibandingkan aplikasi tunggal bakteri endofit dengan diaplikasikan pada bibit tanaman karet sehingga meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman karet.

Metode

Penelitian dilakukan di laboratorium proteksi tanaman dan laboratorium tanah, dan pengujian lapang di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sembawa.

Kultur campuran 1 terdiri 2 bakteri endofit yaitu *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74 dan *Providencia vermicola* KPA38, sedangkan kultur campuran 2 terdiri 3 bakteri endofit yaitu *Bacillus cereus* KPD6, *Pseudomonas aeruginosa* KPA32, dan *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74. Kultur campuran 3 merupakan gabungan dari kultur campuran 1 dan 2 terdiri dari 4 bakteri endofit yaitu *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74, *Providencia vermicola* KPA38, *Bacillus cereus* KPD6, dan *Pseudomonas aeruginosa* KPA32.

Penelitian ini dilakukan di lapang dengan Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Percobaan terdiri dari 2 faktor yaitu faktor 1 pupuk hayati cair (biofertilizer) terdiri 5 perlakuan : (1) tanpa pupuk hayati cair K0, (2) aplikasi pupuk hayati cair K1, (3) aplikasi pupuk hayati cair K2, (4) aplikasi pupuk hayati cair K3, dan (5) aplikasi pupuk hayati cair komersial K4, sedangkan faktor 2 stadia kecambah karet terdiri 4 perlakuan : (1) stadia mentis S1, (2) stadia bintang S2, (3) stadia pancing S3, dan (4) stadia jarum S4. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan tanaman, keberhasilan okulasi. Pengamatan pertumbuhan tanaman terdiri dari tinggi tanaman dan diameter batang.

Hasil dan Pembahasan

Empat bakteri endofit dibuat dalam tiga kultur campuran meliputi kultur campuran 1 terdiri 2 spesies bakteri yaitu *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74 dan *Providencia vermicola* KPA38. Kultur campuran 2 terdiri 3 spesies bakteri yaitu *Bacillus cereus* KPD6, *Pseudomonas aeruginosa* KPA32, dan *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74. Kultur campuran 3 terdiri 4 spesies bakteri yaitu *Bacillus cereus* KPD6, *Pseudomonas aeruginosa* KPA32, *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74, dan *Providencia vermicola* KPA38.

Pupuk hayati cair digunakan untuk inkubasi biji berdasarkan 4 stadia kecambah karet, selanjutnya ditanam di polibeg di lapang, dipelihara dan diamati. Hasil pengamatan meliputi

tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, dan keberhasilan okulasi seperti Tabel 1 sampai dengan Tabel 4.

Hasil pengamatan parameter tinggi tanaman dan diameter batang pada perlakuan aplikasi pupuk hayati cair K1 memberikan hasil tertinggi. Tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan aplikasi pupuk hayati cair K1 dengan stadia bintang (S2) yaitu 75.5 cm. Diameter batang terbesar pada perlakuan aplikasi pupuk hayati cair K1 dengan stadia mentis (S1) yaitu 8.53 mm. Panjang akar terpanjang pada perlakuan aplikasi pupuk hayati cair K3 dengan stadium pancing (S3) yaitu 50.75 cm. Sedangkan keberhasilan okulasi pada perlakuan pupuk hayati cair K1 K2 K3 memberikan prosentase hasil okulasi lebih tinggi daripada K0 (kontrol) dan K4 (Produk komersial) yaitu K1 92%, K2 91%, dan K3 90%. Klon yang digunakan untuk okulasi IRR 112.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi pupuk hayati cair dan stadia kecambah terhadap tinggi tanaman (cm) bibit batang bawah tanaman karet.

Stadia	Pupuk Hayati Cair					Rata-rata
	K0	K1	K2	K3	K4	
S1	72,07	64,20	67,63	71,61	59,21	66,94
S2	73,97	75,50	69,97	70,48	64,27	70,84
S3	67,46	69,14	65,71	71,04	56,46	65,59
S4	73,72	62,44	62,59	64,23	60,04	64,60
Rata-rata	71,80	67,82	66,47	69,34	59,99	67,09

Keterangan :

K0: tanpa pupuk hayati cair, K1: aplikasi pupuk hayati cair K1, K2: aplikasi pupuk hayati cair K2, K3: aplikasi pupuk hayati cair K3, K4: aplikasi pupuk hayati cair K4, S1: stadia kecambah karet mentis, S2: stadia kecambah karet bintang, S3: stadia kecambah karet pancing, dan S4: stadia kecambah karet jarum

Tabel 2. Pengaruh aplikasi pupuk hayati cair dan stadia kecambah terhadap diameter tanaman (mm) bibit batang bawah tanaman karet.

Stadia	Pupuk Hayati Cair					Rata-rata
	K0	K1	K2	K3	K4	
S1	7,93	8,53	7,30	7,67	7,04	7,70
S2	8,46	8,27	7,36	7,59	7,17	7,77
S3	8,29	8,02	7,43	7,69	6,15	7,52
S4	7,67	6,82	6,97	6,87	6,63	6,99
Rata-rata	8,09	7,91	7,27	7,45	6,75	7,49

Keterangan :

K0:tanpa pupuk hayati cair, K1:aplikasi pupuk hayati cair K1, K2:aplikasi pupuk hayati cair K2, K3:aplikasi pupuk hayati cair K3, K4:aplikasi pupuk hayati cair K4, S1:stadia kecambah karet mentis, S2:stadia kecambah karet bintang, S3:stadia kecambah karet pancing, dan S4:stadia kecambah karet jarum

Tabel 3. Pengaruh aplikasi pupuk hayati cair dan stadia kecambah terhadap panjang akar tanaman (cm) bibit batang bawah tanaman karet

Stadia	Pupuk Hayati Cair					Rata-rata
	K0	K1	K2	K3	K4	
S1	38,75	27,50	35,00	37,50	42,50	36,25
S2	32,38	33,00	43,50	29,75	38,50	35,43
S3	45,25	36,75	42,00	50,75	34,25	41,80
S4	33,50	42,25	40,00	38,00	29,00	36,55
Rata-rata	37,47	34,88	40,13	39,00	36,06	37,51

Keterangan :

K0: tanpa pupuk hayati cair, K1: aplikasi pupuk hayati cair K1, K2: aplikasi pupuk hayati cair K2, K3: aplikasi pupuk hayati cair K3, K4: aplikasi pupuk hayati cair K4, S1: stadia kecambah karet mentis, S2: stadia kecambah karet bintang, S3: stadia kecambah karet pancing, dan S4: stadia kecambah karet jarum

Tabel 4. Pengaruh aplikasi pupuk hayati cair dan stadia kecambah terhadap keberhasilan okulasi (%) bibit tanaman karet

Stadia	Pupuk Hayati Cair					Rata-rata
	K0	K1	K2	K3	K4	
S1	73	90	100	88	79	85p
S2	85	92	84	89	81	86p
S3	81	96	89	93	100	91p
S4	70	89	91	91	88	85p
Rata-rata	77a	92c	91c	90c	86b	87

Keterangan :

K0: tanpa pupuk hayati cair, K1: aplikasi pupuk hayati cair K1, K2: aplikasi pupuk hayati cair K2, K3: aplikasi pupuk hayati cair K3, K4: aplikasi pupuk hayati cair K4, S1: stadia kecambah karet mentis, S2: stadia kecambah karet bintang, S3: stadia kecambah karet pancing, dan S4: stadia kecambah karet jarum

Kultur campuran dari 2 bakteri endofit dan 3 bakteri endofit, memiliki potensi memacu pertumbuhan lebih baik. Pasangan bakteri tersebut saling melengkapi kemampuannya untuk meningkatkan pertumbuhan bibit karet. Penelitian Hidayati *et al.* (2014b) memperoleh 2 pasang kultur campuran yang kompatibel yang mampu meningkatkan pertumbuhan bibit PB 260. Kultur campuran dengan kemampuan yang bagus akan saling mendukung untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Kultur campuran bakteri endofit terdiri atas *Bacillus cereus* KPD6, *Pseudomonas aeruginosa* KPA32, *Brachy bacterium paraconglomeratum* LPD74, dan *Providencia vermicola* KPA38 merupakan bakteri endofit memiliki kemampuan dalam menambat N₂, menghasilkan hormone IAA (Indole Acetic Acid), giberelin, dan sitokinin (zeatin dan kinetin). Hal ini seperti hasil penelitian Khotchanalekha *et.al.* (2020) menyatakan bakteri endofit dari tanaman karet dengan kode isolat AP6A3 menghasilkan fitohormon IAA.

Kemampuan menambat N₂ dari udara yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan ketersediaan Nitrogen untuk tanaman dan berperan penting untuk mendukung pertumbuhan bibit batang bawah tanaman karet. Nitrogen memiliki peranan dalam pembentukan klorofil daun dan protein (Karthikakuttyamma *et al.*, 2000).

Empat bakteri endofit dikombinasikan menjadi kultur campuran. Kultur campuran bakteri endofit memiliki potensi memacu pertumbuhan lebih baik. Pasangan bakteri endofit saling melengkapi kemampuannya untuk meningkatkan pertumbuhan bibit karet dengan menghasilkan hormon IAA, giberelin, dan sitokinin (zeatin dan kinetin), serta kemampuan dalam menambat N₂. Kultur campuran dengan kemampuan yang bagus saling mendukung meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Hidayati *et al.*, 2014 ab).

Kemampuan 4 bakteri endofit menghasilkan hormon IAA berkisar 28.167 - 119 µg ml⁻¹. *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74 memiliki kemampuan menghasilkan hormon IAA yang tertinggi 119 µg ml⁻¹. Mekanisme peningkatan pertumbuhan akibat interaksi bakteri endofit dengan tanaman diantaranya adalah kemampuan bakteri endofit dalam menghasilkan IAA. IAA merupakan sejenis auksin, yang terlibat dalam proses fisiologis dalam pertumbuhan tanaman seperti pemanjangan dan pembelahan sel, dan inisiasi akar (Gravel *et al.*, 2007).

Hasil penelitian Gofar *et al.* (2008) memperoleh dua konsorsium bakteri endofit yang konsisten memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan serapan N₂ tanaman padi. Hasil identifikasi bakteri memperoleh konsorsium I₁ terdiri *Pseudomonas fluorescens*, *Klebsiella pneumoniae* dan *Enterobacter aeruginosa*, sedangkan konsorsium I₂ terdiri dari *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas diminuta*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Burkholderia cepacia*.

Kesimpulan

1. Pembuatan pupuk hayati cair dari kultur campuran bakteri endofit memperoleh 3 jenis pupuk cair yaitu K1 (*Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74 dan *Providencia vermicola* KPA38). K2 (*Bacillus cereus* KPD6, *Pseudomonas aeruginosa* KPA32, dan *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74), dan K3 (*Providencia vermicola* KPA38, *Bacillus cereus* KPD6, *Pseudomonas aeruginosa* KPA32, dan *Brachybacterium paraconglomeratum* LPD74).
2. Aplikasi pupuk hayati cair K3 pada stadia pancing (S3) memberikan pengaruh panjang akar terpanjang bibit tanaman yaitu 50.75 cm

3. Aplikasi pupuk hayati cair K1 memberikan pengaruh peningkatan pertumbuhan bibit tanaman karet dengan diameter 8.53 mm dan tinggi tanaman 75.50 cm.
4. Aplikasi pupuk hayati cair K1 K2 K3 memberikan prosentase hasil okulasi lebih tinggi daripada K0 (kontrol) dan K4 (Produk komersial) yaitu 90% (K3), 91% (K2), dan 92 % (K3).

Daftar Pustaka

- Bacon, C. W. and D. M. Hinton. 2007. Bacterial endophytes : The endophytic niche, its occupants, and its utility. Di dalam Gnanamanicham SS, editor. Plant-Associated Bacteria. Springer. Netherlands. hlm 155-194.
- Balai Penelitian Sembawa. 2003. Pengelolaan bahan tanam karet. Penerbit Balai Penelitian Sembawa Pusat Penelitian Karet. Palembang. 53 h.
- Bashan, L. E. and Y. Bashan. 2005. Bacteria: Plant growth-promoting soil. Di dalam Hillel D, editor. Encyclopedia of soil in environment vol 1. Oxford (US): Elsevier. hlm 103-115.
- Gofar, N., A. Napoleon, M. U. Harun. 2008. Seleksi kemampuan berbagai konsorsium bakteri endofitik pemacu tumbuh dalam meningkatkan biomassa dan kadar Nitrogen tanaman padi di tanah asal rawa lebak. Di dalam: Pemanfaatan Lahan Basah untuk Pertanian Berkelanjutan dalam Menghadapi Peluang dan Tantangan Krisis Pangan Global. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan; Palembang, 17-18 Des 2008. Palembang: Himpunan Ilmu Tanah Indonesia. hlm 280-288.
- Gravel, V., H. Antoun, and R. J. Tweddell. 2007. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biol Biochem.* 39: 1968-1977.
- Hallmann, J., A. Q. Hallmann, W. F. Mahaffee, and J. W. Kloepper. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can J Microbiol.* 43: 895-914.
- Hidayati, U., I. A. Chaniago, A. Munif, Siswanto, and D. A. Santosa. 2014 a. Potency of Plant Growth Promoting Endophytic Bacteria from Rubber Plants (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.). *J of Agronomy.* 13(3): 147-152.
- Hidayati, U., I. A. Chaniago, A. Munif, Siswanto, dan D. A. Santosa. 2014 b. Potensi Kultur Campuran Bakteri Endofit sebagai Pemacu Pertumbuhan Bibit Tanaman Karet. *Indonesian J Nat Rubb Res* 32 (2). Pusat Penelitian Karet. Bogor. hlm 129-138.
- Karthikakuttyamma, M., M. Joseph, and A. N. S. Nair. 2000. Soil and Nutrition. Di dalam : George PJ, Kuruvilla CK, editor. Natural Rubber, Agromanagement and Crop Processing. Rubber Research Institute of India. Kottayam, India. hlm 170-198.

- Khotchanalekha, K., W. Saksirirat, Ayuttaya SIN, K. Sakai, Y. Tashiro, Y. Okugawa, and S. Tongpim. 2020. Isolation and Selection of Plant Growth Promoting Endophytic Bacteria Associated with Healthy *Hevea brasiliensis* for Use as Plant Growth Promoters in Rubber Seedlings under Salinity Stress. *Chiang Mai J. Sci.* 47(1): 39-40. <http://epg.science.cmu.ac.th/ejournal>.
- Lestari, W. 2017. Isolasi dan uji antifungal bakteri endofit dari akar tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). *Simbiosis* 6(1):48. DOI:10.33373/sim-bio.v6i1.1036.
- Munthe, H. dan A. Manurung. 2002. Pengaruh pemupukan nitrogen dan magnesium terhadap keberhasilan okulasi bibit karet. *Warta Pusat Penelitian Karet* 21 (1-3). Medan. hlm 44-50.
- Praca, L. B., A. C. M. M. Gomez, G. Cabral, E. S. Martins, E. R. Sujii, and R. G. Monnerat. 2012. Endophytic Colonization by Brazilian Strains of *Bacillus thuringiensis* on Cabbage Seedlings Grown in Vitro. *Bt Research* 2012. 3(3): 11-19.
- Siagian, N., G. A. Wattimena, dan S. Solahuddin. 1985. Pemakaian hormon untuk mempercepat pemulihan kulit pulihan tanaman karet. *Buletin Perkaretan* 3(3). Pusat Penelitian Karet. Medan. hlm 67-72.
- Siagian, N., A. Manurung, dan Z. Husny. 1996. Pertumbuhan dan keberhasilan hidup tanaman cangkokan karet pada berbagai kedalaman tanam. *Indonesian J Nat Rubb Res.* 14 (3). Pusat Penelitian Karet. Medan. hlm 276-290.
- Siagian, N. 2000. Aspek produksi, sifat dan penanganan biji karet. *Warta Pusat Penelitian Karet* 19(1-3). Medan. hlm 40-54.
- Wattimena, G. A. 1987. *Zat Pengatur Tumbuh*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.