

ABSTRAK

RIO ARYANTO. Uji Antagonis Berbagai Agens Hayati untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Tanaman Kelapa Sawit Secara In Vitro (dibawah bimbingan Bapak **LA MUDI**)

Penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit disebabkan oleh cendawan *Ganoderma boninense* yang paling banyak merusak dan sulit dikendalikan sehingga menyebabkan kerugian. Guna menanggulangi kehilangan hasil akibat patogen tersebut, maka dapat dilakukan dengan penggunaan agens hayati berupa rizobakteri dan *Trichoderma* sp. yang lebih ramah lingkungan dan mampu berperan dalam mengendalikan penyakit sekaligus meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh patogen *G. boninense* pada tanaman kelapa sawit secara in vitro menggunakan berbagai agens hayati.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agronomi Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2024, meliputi persiapan, pelaksanaan dan penyusunan laporan. Penelitian ini menggunakan perlakuan agens hayati berupa rizobakteri dan *Trichoderma* sp. Penelitian menggunakan rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan yaitu 3 isolat rizobakteri dan 3 isolat *Trichoderma* sp. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan (18 cawan petri). Variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu persentase daya hambat yang diamati selama 7 hari. Data hasil pengamatan ditabulasi dan dianalisis menggunakan rata-rata sederhana.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. dan rizobakteri mampu mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh patogen *G. boninense* secara invitro. Daya hambat patogen *G. boninense* tertinggi diperoleh pada perlakuan *Trichoderma* sp. isolat TE2 sebesar 49.59% dan daya hambat terendah diperoleh pada perlakuan rizobakteri isolat S05 sebesar 40.29%.

Kata Kunci: Busuk Pangkal Batang, *G. boninense*, Rizobakteri dan *Trichoderma* sp.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Syarat Tumbuh Tanaman Kelapa sawit	5
B. Karakteristik <i>Ganoderma boninense</i>	6
C. Karakteristik Agens Hayati dan Peranannya	7
III. METODE PENELITIAN	10
A. Tempat dan Waktu	10
B. Alat dan Bahan	10
C. Prosedur Kerja	10
D. Analisis Data	15
IV. Hasil Dan Pembahasan	16
A. Hasil	16
B. Pembahasan	22
V. Kesimpulan Dan Saran	26
A. Kesimpulan.....	26
B. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	32

I. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi unggulan di Indonesia. Produk utama dari tanaman kelapa sawit yaitu berupa minyak sawit dan minyak inti sawit, yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan menjadi salah satu penyumbang devisa yang terbesar dibandingkan dengan komoditas perkebunan lainnya (Fauzi dkk., 2012). Minyak kelapa sawit juga menghasilkan berbagai produk turunan yang kaya manfaat sehingga dapat dimanfaatkan pada berbagai industri, mulai dari industri makanan, farmasi hingga industri kosmetik. Bahkan, limbahnya pun dapat dimanfaatkan untuk industri mebel, oleokimia hingga pakan ternak.

Kelapa sawit di Kalimantan Timur (Kaltim) juga merupakan salah satu komoditi perkebunan utama dan juga merupakan sumber pendapatan terbesar dari sektor perkebunan. Namun, dalam budidaya kelapa sawit masih terkendala dengan adanya penyakit yang mempengaruhi produksi tanaman. Salah satu penyakit yang sering menyerang perkebunan kelapa sawit yaitu penyakit busuk pangkal batang. Penyakit busuk pangkal batang disebabkan oleh cendawan patogen *Ganoderma boninense* yang paling banyak merusak dan sulit dikendalikan sehingga menyebabkan kerugian (Priwiratama dkk., 2014).

G. boninense adalah organisme eukariotik yang digolongkan kedalam kelompok cendawan sejati. Dinding sel *Ganoderma* terdiri atas kitin, tapi selnya tidak memiliki klorofil. *Ganoderma* mendapat makanan secara heterotrof yaitu mengambil makanan dari bahan organik disekitar tempat tumbuhnya. Patogen ini tidak hanya menyerang tanaman tua tetapi juga

tanaman muda. Cendawan patogen *G. boninense* berkembang dengan menghentikan pertumbuhan dan adanya pembusukan pada pangkal batang kelapa sawit (Bharudin *et al.*, 2022). Umumnya gejala yang ditimbulkan akibat serangan patogen *G. boninense* adalah terhambatnya pertumbuhan serta daun berubah warna menjadi lebih pucat seperti kekurangan air dan unsur hara (Elfina dkk., 2015). Gejala awal pada tanaman muda ditandai dari tanaman bagian daun terbawah mengalami nekrosis dan lama kelamaan mengering. Sedangkan pada tanaman dewasa, semua pelepah dan daun berubah warna menjadi pucat yang lama kelamaan mengering dan lebih lanjut tanaman akan mati (Saragih *et al.*, 2021).

Oleh karena itu, guna menanggulangi perkembangan patogen dan dampak kehilangan hasil akibat cendawan tersebut maka dapat dilakukan dengan penggunaan agens hayati yang lebih ramah lingkungan dan mampu berperan dalam mengendalikan penyakit sekaligus meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Agens hayati atau agens biokontrol merupakan organisme yang berinteraksi dengan komponen segitiga penyakit untuk mengelola penyakit (Junaid *et al.*, 2013). Agens hayati yang banyak digunakan dan efektif mengendalikan penyakit sekaligus meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman yaitu dari golongan rizobakteri dan *Tricoderma* sp.

Rizobakteri merupakan bakteri penghuni rizosfer yang hidup dan berasosiasi dengan akar tanaman tanpa menyebabkan penyakit dan mampu memacu pertumbuhan tanaman (Shaikh *et al.*, 2018; Sutariati *et al.*, 2020). Rizobakteri dilaporkan mampu melarutkan fosfat, memfiksasi nitrogen dan mampu menghasilkan hormon tumbuh berupa IAA (Kurniawan and Chuang,

2021; Uzma *et al.*, 2022). Aplikasi rizobakteri pratanam maupun setelah tanam dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Muhidin *et al.*, 2020; Mudi *et al.*, 2021; Nawaz *et al.*, 2021).

Penelitian lain juga melaporkan bahwa, penggunaan rizobakteri efektif mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Márquez *et al.*, 2020; Hapsah *et al.*, 2022). Hal ini disebabkan karena rizobakteri mampu menghasilkan enzim atau senyawa yang berperan sebagai agens pengendali hayati. Harni dan Amaria (2012) melaporkan bahwa penggunaan agens hayati bakteri kitinolitik memiliki kemampuan antagonis dalam menekan penyakit tanaman, sekaligus mampu memacu pertumbuhan tanaman lada di banding dengan tanpa aplikasi agens hayati. Hasil penelitian Sherly (2018), melaporkan bahwa rizobakteri mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense* secara invitro dengan persentase daya hambat pada media PDA 37.5%, media PDY 40% dan media campuran 60% dan mampu menghasilkan enzim kitinase.

Selain dari golongan rizobakteri, agens hayati yang banyak digunakan dalam pengendalian penyakit tanaman adalah *Trichoderma* sp. Cendawan *Trichoderma* sp. dilaporkan mampu melakukan parasitasi, melepaskan senyawa antibiotik yang bersifat toxic bagi jamur patogen, serta produksi enzim hidrolisis yang berperan dalam aktivitas biokontrol penyakit tanaman (Sudantha *et al.*, 2020). Percobaan terdahulu melaporkan bahwa *Trichoderma* sp. mampu mengendalikan penyakit busuk akar yang disebabkan oleh *Fusarium solani* pada tanaman olive (Ben *et al.*, 2017); penyakit busuk batang pada tanaman jagung yang disebabkan oleh *F. graminearum* (Saravanakumar *et al.*, 2017), penyakit busuk putih pada

bawang merah yang disebabkan oleh *Sclerotium cepivorum* (Elshahawy *et al.*, 2017) dan penyakit layu Fusarium pada bawang merah (Sudantha *et al.*, 2020).

Berdasarkan penelitian Mahmud dkk. (2020) menunjukkan bahwa uji antagonis *T. virens* dengan *G. boninense* secara invitro memiliki daya hambat 73.5%. Keuntungan menggunakan *Trichoderma* sp. yaitu pertumbuhannya cepat dan mudah dibiakkan serta mampu berkompetisi dengan patogen. Cendawan *Trichoderma* sp. menghasilkan metabolit sekunder yang mampu menekan pertumbuhan jamur patogen. Alkyl pyrones merupakan salah satu metabolit sekunder yang dihasilkan *Trichoderma* sp. (Berlian dkk., 2013). Fitriani *et al.* (2019) menyatakan bahwa simbiosis mutualisme antara cendawan biokontrol dengan inang dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan inang terhadap patogen.

Berdasarkan keunggulan tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian Uji Antagonis Berbagai Agens Hayati untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Tanaman Kelapa Sawit Secara Invitro guna mengatasi permasalahan tanaman kelapa sawit di Kalimantan Timur.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan patogen *G. boninense* pada tanaman kelapa sawit secara invitro menggunakan berbagai agens hayati. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu agar diperoleh pengendalian penyakit penyebab busuk pangkal batang yang disebabkan *G. boninense* pada tanaman kelapa sawit secara invitro dengan menggunakan berbagai agens hayati dan diharapkan dapat digunakan sebagai agens pengendali hayati penyakit busuk pangkal batang tanaman kelapa sawit di lapangan.

AFTAR PUSTAKA

- Affandi, M., Ni'matuzahroh., Agus. 2001. Diversitas dan Visualisasi Karakter Jamur yang Berasosiasi dengan Proses Degradasi Serasah Di Lingkungan Mangrove. *Jurnal Penelitian Medika Eksakta*, Vol. 2 No. 1 April 2001: 52 – 53.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology Third Edition*. Elsevier Academic Press. USA.
- Ariani, D, H., Aidawati, N., dan adriani, d, e., 2020. Uji Efektivitas Rizobakteria Dalam Menghambat Perkembangan Penyakit Hawar Pelepah Daun (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) Pada Padi Secara In Vitro. *J. EnviroScienteae*, 16(1), 44-48.
- Azzamy. 2015. Pengertian dan Fungsi PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobakteri*). Available at: <http://mitalom.com/pengertiandan-fungsi-pgpr-plant-growthpromotingRhizobakteri/>. (Diakses pada tanggal 10 Maret 2023).
- Balouiri M, M Sadiki, and SK Ibensouda. 2016. *Methods for In Vitro Evaluating Antimicrobial Activity: A review. Journal of Pharmaceutical Analysis* 6, 71-9.
- Bechtaoui, N., Raklami, A., Tahiri, A., Benidire, L., El Alaoui, A., Meddich, A., Göttfert, M. & Oufdou, K. 2019. *Characterization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Their Benefits on Growth and Phosphate Nutrition of Faba 8 Bean and Wheat. The Company of Biologists Ltd Biology Open*, 8, 1-8. doi:10.1242/bio.043968.
- Ben, M., Lopez, D., Triki, A., Khouaja, A., Chaar, H., Fumanal, B., Gousset-dupont, A., Bonhomme, L., Label, P., Goupil, P., Ribeiro, S., Pujade-renaud, V., Julien, J., & Auguin, D. 2017. *Beneficial Effect of Trichoderma harzianum strain Ths97 in Biocontrolling Fusarium solani Causal Agent of Root Rot Disease in Olive Trees. Biological Control*, 110(April), 70–78.
- Berlian, I., Setyawan, B. dan Hadi, H. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaretan*, 32(2), 74.
- Bharudin, I., Wahab, A.F.F.A., Samad, M.A.A., Yie, N.X., Zairun, M.A., Bakar, F.D.A. dan Murad, S.M.A., 2022. *Review Update on the Life Cycle, Plant-Microbe Interaction, Genomics, Detection, and Control Strategies of the Oil Palm Pathogen Ganoderma boninense. Biology*, 11, 251.
- Dendang, I., 2015. Uji Antagonisme *Trichoderma* Spp. Terhadap *Ganoderma* sp. yang Menyerang Tanaman Sengon Secara In-Vitro. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 4(2), 147-156. DOI: <http://dx.doi.org/10.18330/jwallacea.2015.vol4iss2pp147-156>.

- Elfina, Y., Ali, M. dan Delfina., 2015. Penggunaan Biofungisida Pelet *Trichoderma harzianum* pada Pembibitan Awal Kelapa Sawit. *J. Agrotek. Trop*, 4(1), 30–37.
- Elshahawy, I. E., Saied, N., & Morsy, A. 2017. *Biocontrol of Onion White Rot by Application of Trichoderma Species Formulated on Wheat Bran Powder. Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 5408(January), 1–17.
- Ferreira FV, Musumeci MA. *Trichoderma as Biological Control Agent: Scope and Prospects to Improve Efficacy. World J Microbiol Biotechnol*. 2021 Apr 26;37(5):90. doi: 10.1007/s11274-021-03058-7. PMID: 33899136.
- Fitriani, F., Mardina, V., Fadhliani, F., & Baiduri, N. . 2022. Aktivitas *Ganoderma boninense* sebagai Biofungisida Terhadap Cendawan Patogen *Aspergillus flavus* pada Benih Padi Lokal, Aceh. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 7(3), 183–188. <https://doi.org/10.24002/biota.v7i3.2563>.
- Fitriani, M. L., Wiyono, S., & Sinaga, M. S. 2019. Potensi Kolonisasi Mikoriza Arbuskular dan Cendawan Endofit dan Kemampuannya dalam Pengendalian Layu Fusarium pada Bawang Merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 15(November), 228–238.
- Hapsah, S., Yusnizar, Nura, K.S. Kaloko, F. Reza, & Firdaus. 2022. *Bio-priming of Aceh local Chili Seeds In the Effort to Increase Production And Begomo Virus Resistance. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 951 (2022) 012081. doi:10.1088/1755-1315/951/1/012081.
- Hartanto, H. 2011. *Sukses Besar Budiadaya Kelapa Sawit*. Citra Media Publishing. Yogyakarta.
- Josephine, R. & Thomas, J. 2019. *16S Microbial Phylogeny of Multifunctional Plantgrowth-Promoting Rhizobacteria from the Rhizosphere of Maize (Zea mays L.) for Agricultural Soil Fortification. BioTechnologia*, 100(2), 143-154. DOI: <https://doi.org/10.5114/bta.2019.85324>.
- Junaid, J.M., Dar, N.A., Bhat, T.A., Bhat, A.H. and Bhat, M.A. 2013. *Commercial Biocontrol Agents and Their Mechanism of Action in the Management of Plant Pathogens. J. Mod. Plant Anim. Sci*. 1 43.
- Karmakar, P., SenGupta, K., Das, P., Bhattacharya, S.G., Saha, A.K. 2021. *Biocontrol and Plant Growth Promoting Potential of Trichoderma yunnanense. Vegetos* 34, 928–936. <https://doi.org/10.1007/s42535-021-00253-7>.
- Karthikeyan, M., Bhaskaran, R., athiyazhagan, S. And Velazhahan, R. 2007. *Influence of Phylloplane Colonizing Biocontrol Agents on the Black Spot of Rose Caused by Diplocarpon rosae. Journal of Plant Interactions*, 2(4), 225-231.

- Khaeruni, A., Wijayanto, T., Darmansyah, Arini, R., Sutariati, G.A.K. 2019. *Antagonistic Activity of Indigenous Endophytic Bacteria from Cocoa Plants Against Phytophthora palmivora Bult the Cause of Black Pod Rot Disease in Cocoa*. *Bioscience Research*. 16(1): 272–280.
- Kurniawan, A. & Chuang, H-W. 2021. *Rhizobacterial Bacillus mycoides functions in stimulating the Antioxidant Defence System and Multiple Phytohormone Signalling Pathways to Regulate Plant Growth and Stress Tolerance*. *Journal of Applied Microbiology*, 00, 1–15. <https://doi.org/10.1111/jam.15252><https://doi.org/10.1111/LAM.13602>.
- Lahlali, R, Ezrari, S., Radouane, N., Kenfaoui, J., Esmaeel, Q., El Hamss, H., Belabess, Z. and Barka E.A. 2022. *Biological Control of Plant Pathogens: a Global Perspectiv*. *Microorganisms* 10, no. 3: 596. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030596>.
- Mahmud, Y., Romantis, C. dan Zam, S.I., 2020. Efektivitas *Trichoderma virens* dalam Mengendalikan *Ganoderma boninense* di Pre Nursery Kelapa Sawit pada Medium Gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 11.
- Márquez, R., E.L. Blanco, & Y. Aranguren. 2020. *Bacillus Strain Selection With Plant Growth-Promoting Mechanisms as Potential Elicitors Of Systemic Resistance to Gray Mold in Pepper Plants*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 7(8), 1913-1922. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.015>.
- Mohd-Hilmi, T.M.I.S., Jamlos, M.F., Omar, A.F., Dzaharudin, F., Chalermwisutkul S., Akkaraekthalin, P. 2021. *Ganoderma boninense Disease Detection by Near-Infrared Spectroscopy Classification: A Review*. *Sensors (Basel)*. Apr 27;21(9):3052. doi: 10.3390/s21093052. PMID: 33925576; PMCID: PMC8123893.
- Mudi, L., Muhidin, Rakian, T.C., Sutariati, G.A.K., Leomo, S., & Yusuf, D.N. 2021. *Effectivity of Pseudomonas fluorescens TBT214 in Increasing Soybean Seed Quality In Different Seed Vigor*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 807 (2021) 042069. doi:10.1088/1755-1315/807/4/042069.
- Muhidin, E. Syam'un, Kaimuddin, Y. Musa, G.R. Sadimantara, S. Leomo, G.A.K. Sutariati, D.N. Yusuf, & T.C. Rakian. 2020. *Effect Dual Inoculation of Azotobacter and Azospirillum on The Productive Trait Upland Red Rice Cultivar*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, 1, 575. DOI; 10.1088/1755-1315/575/1/012093.
- Nawaz, H., N. Hussain, N. Ahmed, H. Rehman, & J. Alam. 2021. *Efficiency of Seed Bio-Priming Technique for Healthy Mungbean Productivity Under Terminal Drought Stress*. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(1), 87-99. Doi: 10.1016/S2095-3119(20)63184-7.

- Priwiratama, H., Prasetyo, A.E. dan Susanto, A., 2014. Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit Secara Kultur Teknis. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(1), 1–7.
- Pudjiwati, E. H., Zahara, S., & Sartika, D. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri yang Berpotensi Sebagai Agen Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Borneo Saintek*, 2, 1–11.
- Roatti, B. M. Perazzolli, C. Gessler, and I. Pertot. 2013. *Abiotic Stresses Affect Trichoderma harzianum T39-Induced Resistance to Downy Mildew in Grapevine*. *Phytopathology*, 103(12), 2013-1233.
- Rustam, Giyanto, Wiyono, S., Santosa, D.A., & Susanto, S. 2011. Seleksi dan Identifikasi Bakteri Antagonis Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Hawar Pelelah Padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 30, 164-17.
- Saragih, W.S., Purba, E., Lisnawati, L. dan Basyuni, M., 2021. *The Fourier Transform Infrared Spectroscopy from Diplazium esculentum and Rivina humilis Analysis to Reveals the Existence of Necessary Components in Oil Palm Plantations of Ganoderma boninense Control*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(9), 3645–3651.
- Saravanakumar, K., Li, Y., Yu, C., Wang, Q., Wang, M., Sun, J., Gao, X.-J., & Chen, J. 2017. *Effect of Trichoderma harzianum on Maize Rhizosphere Microbiome and Biocontrol Of Fusarium Stalk Rot*. *Scientific Reports*, March, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01680-w>.
- Saylendra, A., Rusbana, T. B. & Herdiani, L. 2015. Uji Antagonis *Pseudomonas* sp. Asal Endofit Perakaran Padi Terhadap Penyakit Blas (*Pyricularia oryzae*) Secara In Vitro. *Agrologia*. 4(2): 83-87.
- Shaikh, S. S., S. J. Wani, and R. Z. Sayyed. 2018. *Impact of Interactions Between Rhizosphere and Rhizobacteria: A Review*. *J. Bacteriol Mycol*. 5(1): 1058.
- Shaikh, S.S., S.J. Wani, and R.Z. Sayyed. 2018. *Impact of interactions between rhizosphere and rhizobacteria: a review*. *Journal of Bacteriology and Mycology*. 5(1), 1058.
- Sherly, Z.S. 2018. Kemampuan Rizobakteri Indigenos Sebagai Agens Antagonis Terhadap *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Secara In Vitro. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Singh, T.B., Sahai, V., Goyal, D., Prasad, M., Yadav, A., Shrivastav, P., Ali, A. & Dantu, P.K. 2020. "Identification, Characterization and Evaluation of Multifaceted Traits of Plant Growth Promoting Rhizobacteria from Soil for Sustainable Approach to Agriculture". *Current Microbiology*, <https://doi.org/10.1007/s00284-020-02165-2>.

- Subramaniam, S., Zainudin, N.A.I.M., Aris, A., Hasan, Z.A.E. 2022. *Role of Trichoderma in Plant Growth Promotion*. In: Amaresan, N., Sankaranarayanan, A., Dwivedi, M.K., Druzhinina, I.S. (eds) *Advances in Trichoderma Biology for Agricultural Applications*. Fungal Biology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91650-3_9.
- Sulistyo, Bambang. 2010. *Budidaya Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Sunarko. 2013. *Budidaya Kelapa Sawit di Berbagai Jenis Lahan*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Survira, F. 2022. Uji Antagonis Cendawan Rhizosfer Tanaman Sawit Dalam Mengendalikan Patogen *Ganoderma Boninense* Secara In Vitro. *Jurnal Agrotan*, 8(2): 10-12.
- Susanto, A., Prasetyo, A. E., Priwiratama, H., Wening, S. & Surianto., 2013. *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Batang Atas Kelapa Sawit. *J Fitopatol Indones.*, 9(4), p. 123–126.
- Sutariati, G. A. K., N. M. Rahni, L. Mudi, Nurlina, Hamriani, D. N. Yusuf, Muhidin, & Zahrima. 2020. *Isolation and Screening Test of Indigenous Endophytic Bacteria From Areca Nut Rhizosphere As Plant Growth Promoting Bacteria*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 454(1): 012187 (2020).
- Sutariati, G.A.K., Khaeruni, A., Muhidin, Madiki, A., Rakian, T.C., Mudi, L. & Fadillah, N. 2019. *Seed Biopriming With Indigenous Endophytic Bacteria Isolated From Wakatobi Rocky Soil to Promote The Growth of Onion (Allium ascalonicum L.)*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 260 (2019) 012144. doi:10.1088/1755-1315/260/1/012144.
- Sutariati, G.A.K., Rakian, T.C., Khaeruni, A. & Ratna. 2018. The Potential Of Indigenous Rhizobacteria Isolated From Wakatobi Rocky Soil As Plant Growth Promoting Of Onions. *Bioscience Research*, 15(4), 3755-3761.
- Sutariati, G.A.K., Rakian, T.C., Muhidin, Madiki, A., Aji, C.K., Mudi, L., Khaeruni, A., Wibawa, G.N.A. and Afa, M. 2020a. *Seed Biopriming Using Rhizobacterial Isolated Mixture On Increasing Growth and Yield of Shallots (Allium ascalonicum L.)*. *Advances in Biological Sciences Research*. 13: 66-70.
- Sutariati, G. A. K., Rakian, T. C., Sopacua, N., & Mudi, L., & Haq, M. 2014. Kajian Potensi Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman yang Diisolasi dari Rizosfer Padi Sehat. *Jurnal Agroteknos*, 4(2), 71–77.
- Sutariati, G.A.K. dan Wahab, A. 2012. Karakter Fisiologis dan Kemangkusan Rizobakteri Indigenus Sulawesi Tenggara Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Cabai. *Jurnal Hortikultura*, 22(1), 57-64.

- Tyśkiewicz, R., Nowak, A., Ozimek, E., Jaroszuć-Ścisł, J. 2022. *Trichoderma: The Current Status of Its Application in Agriculture for the Biocontrol of Fungal Phytopathogens and Stimulation of Plant Growth*. *Int J Mol Sci*. 19;23(4):2329. doi: 10.3390/ijms23042329. PMID: 35216444; PMCID: PMC8875981.
- Uzma, M., Iqbal, A. & Hasnain, S. 2022. *Drought Tolerance Induction and Growth Promotion by Indole Acetic Acid Producing Pseudomonas aeruginosa in Vigna radiata*. *PLoS ONE*, 17(2 February). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0262932>.
- Wibowo, R.H., Mubarik, N.R., Rusmanal. & Thenawidjaya, M. 2017. Penapisan dan Identifikasi Bakteri Kitinolitik Penghambat Pertumbuhan *Ganoderma boninense* in Vitro. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(3), 105. <https://doi.org/10.14692/jfi.13.3.105>.
- Yanti, Y., Nurbailis, N., & Rifai, I. 2021. Identifikasi Isolat Rhizobakteria Indigenos Kandidat Agen Biokontrol *Ganoderma boninense* Berdasarkan Sekuen Gen 16S rRNA. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 9(1), 57-63. <https://doi.org/10.25181/jaip.v9i1.1494>.
- Yanti, F. dan Sutanto, A. 2004. Cara Praktis Isolasi Tubuh Buah *Ganoderma boninense* Pada Medium Potato Dextrose Agar (PDA). *Warta PPKS*, 12(3): 11-14.