

Volume 8 No 2 Tahun 2020



Jurnal Biotek

Jln. H. M. Yasin Limpo No. 36 Romangpolong, Samata, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan Website:
<http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/biotek/index>

POTENSI JAMUR ASAL UMBI TANAMAN TERNA TAHUNAN SEBAGAI PENGENDALI *Ganoderma boninense* PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG PADA KELAPA SAWIT

Muthia Amalia Cendrawati
Universitas Sriwijaya
e-mail: muthiaamaliac@gmail.com

Suwandi
Universitas Sriwijaya
e-mail: suwandi.saleh@gmail.com

Siti Herlinda
Universitas Sriwijaya
e-mail: sitiherlinda@unsri.ac.id

Suparman
Universitas Sriwijaya
e-mail: suparmanshk@gmail.com

Abstrak

Sektor perkebunan kelapa sawit menjadi salah satu penyumbang devisa negara terbesar di Indonesia. Adanya serangan dari jamur akar merah oleh *Ganoderma boninense* menyebabkan terjadinya penyakit busuk pangkal batang (BPB) pada kelapa sawit sehingga menyebabkan kerugian yang cukup besar. Hingga saat ini, penyakit ini belum dapat dikendalikan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian mengenai pengendalian penyakit BPB pada kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan agens hayati yang dieksplorasi dan diisolasi dari tiga jenis umbi tanaman terna tahunan yaitu garut (*Maranta arundinacea*), ganyong (*Canna indica*) dan talas belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) dalam mengendalikan *G. boninense*. Sebanyak 24 isolat dengan rincian 11 isolat dari umbi garut, 9 isolat dari umbi ganyong dan 4 isolat dari umbi talas belitung telah diuji antagonisme secara dual culture pada media Malt Extract Agar (MEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat dari umbi talas belitung memiliki daya antagonis lebih tinggi dibanding dari garut dan ganyong. Tiga isolat yang menunjukkan aktifitas antagonisme tertinggi adalah TLRF3, Gyt5, dan TLTF8 yaitu semuanya dari genus *Trichoderma*. Jamur endofit yang diujikan berpotensi untuk menjadi agens hayati untuk mengendalikan penyakit BPB (Busuk Pangkal Batang) pada kelapa sawit.

Kata Kunci: *Ganoderma boninense*, jamur endofit, kelapa sawit, uji antagonis

Abstract

The oil palm plantation sector is one of the largest foreign exchange earners in Indonesia. The attack of red root fungus by *Ganoderma boninense* causes stem rot disease (BPB) in oil palms, causing potential losses. Until now, this disease has not been controlled. Therefore, research is needed for controlling BPB disease in oil palm. This study aims to determine the ability of the biological agents explored and isolated from three types of annual herbaceous tubers, namely garut (*Maranta arundinacea*), ganyong (*Canna indica*), and talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) in controlling *G. boninense*. A total of 24 isolates, 11 isolates from garut tubers, 9 isolates from ganyong tubers, and 4 isolates from Belitung tubers were tested for the antagonism in dual culture on Malt Extract Agar (MEA) media. The results showed that the isolates from Belitung tubers had higher antagonism than garut and ganyong. Three isolates that showed the highest antagonistic activity were TLRF3, Gyf5, and TLTF8, all of which were from the genus *Trichoderma*. Endophytic fungi tested have the potential to be biological agents to control BPB (Rot Pangkal Batang) disease in oil palm.

Keywords: antagonistic assay, endophytic fungi, *Ganoderma boninense*, oil palm

PENDAHULUAN

Produsen kelapa sawit terbesar di dunia adalah Indonesia dan Malaysia. Lebih dari 50% kebutuhan minyak nabati di dunia bersumber dari minyak kelapa sawit (Kementerian Pertanian, 2014). Kelapa sawit menjadi salah satu tanaman perkebunan paling penting karena dapat menghasilkan CPO (*Crude Palm Oil*) atau minyak kelapa sawit dan inti sawit sehingga menjadikan kelapa sawit sebagai sumber penghasil devisa nonmigas bagi Indonesia. Hal ini, menyebabkan pemerintah Indonesia terus berupaya meningkatkan produktivitas dari prospek minyak kelapa sawit dan produk turunannya (Parmadean, 2017).

Penyakit busuk pangkal batang (BPB) merupakan penyakit paling penting dan destruktif pada perkebunan kelapa sawit baik di Indonesia maupun di Malaysia. Penyakit ini disebabkan oleh serangan jamur *Ganoderma boninense*. Patogen ini dapat menyerang pada kelapa sawit muda maupun tua. Pada tekstur tanah yang berpasir, laju infeksi penyakit BPB terjadi semakin cepat (Susanto, Prasetyo, Priwiratama, Wening & Suriyanto, 2013). Di kawasan Asia Tenggara, penyakit ini menjadi penyakit pada tanaman kelapa sawit yang paling merusak (Idris, Rusli, Sundram & Norman, 2016).

Terdapat enam provinsi di Indonesia yang telah dilaporkan terserang penyakit BPB, yaitu Aceh, Bengkulu, Kalimantan Tengah, Riau, Sumatera Utara dan Sumatera Barat. Sedangkan di Sulawesi dan Papua, dilaporkan bahwa terjadi serangan penyakit BPB pada daerah pengembangan baru kelapa sawit pada tanaman generasi pertama (Kementerian Pertanian, 2012).

Insidensi penyakit BPB yang tinggi awalnya hanya dijumpai pada perkebunan kelapa sawit generasi kedua (dua kali tanam ulang). Akan tetapi sekarang insidensi penyakit ini sudah sangat tinggi jika dibandingkan dengan beberapa dasawarsa lalu (Prasteyo & Susanto, 2016). Oleh karena itu, perkebunan kelapa sawit yang memiliki kriteria endemis *Ganoderma* rentan mengalami kerugian yang cukup besar.

Faktor yang menyebabkan sulitnya pengendalian penyakit ini adalah sistem perkebunan kelapa sawit yang bersifat monokultur (hanya ditanami satu jenis tanaman saja) serta patogennya yang mempunyai kisaran inang yang luas. Hingga saat ini, pengendalian penyakit busuk pangkal batang yang paling efisien adalah menggunakan pengendalian penyakit secara terpadu, seperti penggunaan varietas kelapa sawit yang tahan terhadap *Ganoderma*, pengendalian secara kultur teknis, pengendalian dengan menggunakan agens hayati, bahkan jika diperlukan, digunakan pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan fungisida (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2016). Struktur khusus yang dimiliki *G. boninense* seperti spora istirahat (klamidiospora) dan *pseudosklerotia* mampu membuat *G. boninense* memiliki kemampuan untuk bertahan serta menginfeksi tanaman target (Rashid, Rakib, Bong, Khairulmazmi & Idris, 2014)

Penggunaan pestisida kimia merupakan pengendalian yang umum dilakukan di Indonesia. Pestisida kimia dianggap lebih responsif terhadap pengendalian patogen. Akan tetapi penggunaan pestisida kimia membawa banyak dampak buruk pada ekosistem pertanian, sehingga diperlukan adanya pengendalian yang sifatnya lebih ramah lingkungan (Wati, Yafizham & Fuskhah, 2020). Dalam Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), pemerintah telah menerapkan praktek budidaya pertanian yang ramah lingkungan atau disebut juga *Good Agricultural Practices* (GAP) atau *Best Management Practices* (BMP) yang menggunakan agen hayati dalam pengendalian OPT, di samping kebijakan lainnya (Kementerian Pertanian, 2014).

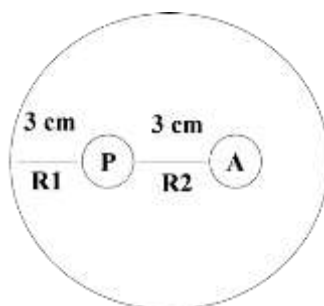
Penggunaan tanaman terna diketahui dapat menekan penyakit Jamur Akar Putih dan juga dapat berpotensi bersifat antagonis terhadap *G. boninense* (Yulianti, Suwandi dan Nurhayati, 2017). Pengujian tanaman terna secara *in vitro* terhadap *G. boninense* ini juga telah dilakukan oleh Rahmadhani (2020), hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan eksudat dari umbi tanaman terna seperti garut, ganyong dan talas dapat menghambat pertumbuhan miselium *G. boninense*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan tanaman terna serta mikroorganisme yang berasosiasi dengan tanaman terna tersebut sebagai salah satu cara untuk mengendalikan *G. boninense*. Sehingga penggunaan tanaman terna yang mengandung agensia hayati dapat dijadikan salah

satu pengendalian penyakit BPB yang disebabkan oleh Jamur Akar Merah (JAM) atau *G. boninense*

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Fitopatologi Universitas Sriwijaya. Isolat patogen uji yang digunakan adalah *G. boninense* koleksi laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Sedangkan 24 isolat jamur antagonis yang telah diisolasi dan dieksplorasi dari tiga jenis umbi tanaman terna tahunan, yaitu garut, ganyong dan talas belitung. Peremajaan isolat serta pengujian antagonis menggunakan media *Malt Extract Agar* (MEA) 2%. Selanjutnya, dilakukan persiapan inokulum isolat uji dimana isolat jamur patogen dan antagonis dibiakkan pada media MEA serta diinkubasi pada suhu ruang (27 °C) selama 5 hari. Biakan jamur yang telah tumbuh kemudian diambil menggunakan *cork borer* berdiameter ± 5 mm.

Uji antagonis dilakukan secara *dual culture*, yaitu dengan cara meletakkan kedua potongan *disk* (patogen dan antagonis) ke dalam satu *petri dish* berukuran 9 cm. Pada masing-masing biakan patogen dan antagonis diletakkan dengan pemberian jarak 3 cm satu sama lain dari tepi horizontal *petri dish*. Penelitian ini menggunakan 3 ulangan. Skema uji antagonis secara *dual culture* ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Uji *dual culture*

Pengukuran daya hambat atau uji antagonisme isolat uji dilakukan pada hari ke-8 dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PIRG = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

PIRG = Persentase hambatan pertumbuhan jamur antagonis (%)

R1 = Jari-jari koloni *G. boninense* yang menjauhi koloni jamur kandidat antagonis

R2 = Jari-jari koloni *G. boninense* yang mendekati koloni jamur kandidat antagonis

Persentase daya hambat dikelompokkan menjadi 4 kategori, yaitu

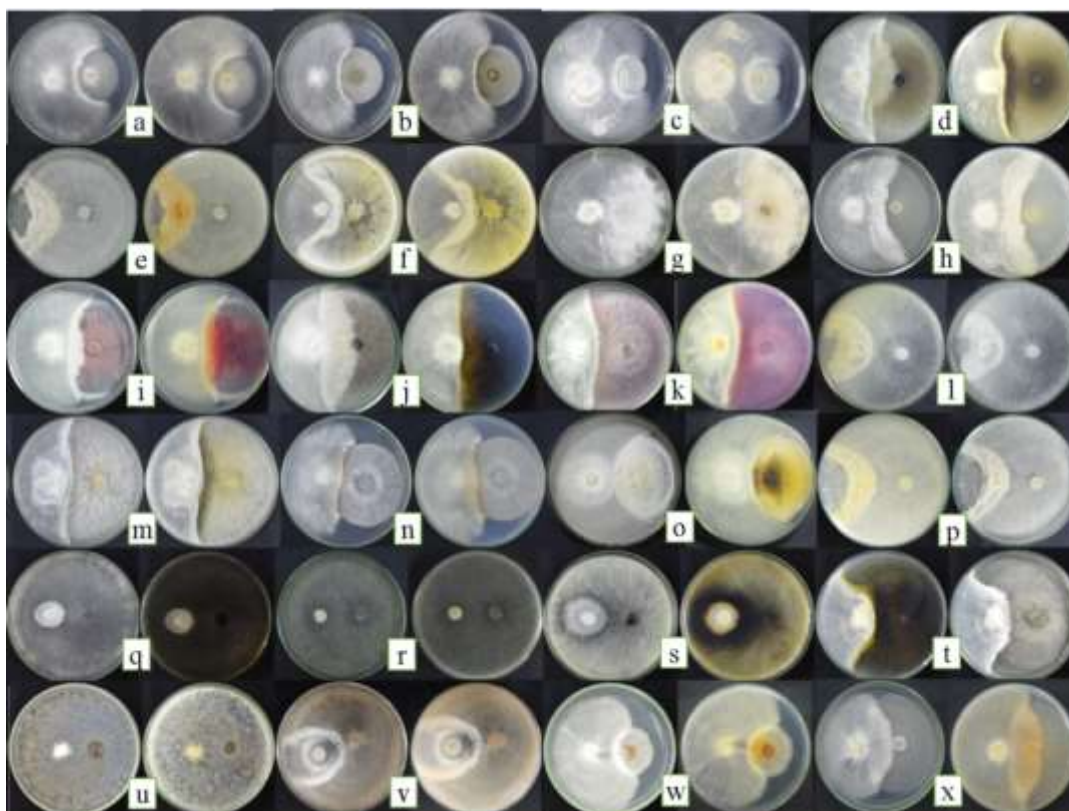
(1) 1-25% = rendah

- (2) 26-50% = sedang
- (3) 51-75% = tinggi
- (4) 76-100% = sangat tinggi (Zivkovic *et al.*, 2010).

Isolat uji yang mempunyai daya hambat lebih dari 70% terpilih sebagai jamur antagonis (Amaria, Taufiq & Harni, 2013). Pengelompokan mekanisme antagonisme dilihat dari jamur yang lebih cepat memenuhi *petri dish*, jika jamur antagonis lebih cepat memenuhi *petri dish* maka tergolong mekanisme kompetisi. Jika terdapat zona kosong (hambat) atau perubahan warna pada media maka tergolong mekanisme antibiosis (Farida., 1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap isolat jamur yang telah diuji memiliki kemampuan dalam menghambat *G. boninense*. Persentase hambatan pada setiap isolat uji berbeda-beda.



Gambar 2. Uji Antagonis Jamur Asal Umbi Tanaman Terna Tahunan Terhadap *Ganoderma boninense*. (a) Gr3a, (b) Gr18d, (c) Gr16b, (d) Gr28b, (e) Gr11c, (f) Gr28d, (g) Gr3b, (h) Gr11b, (i) Gr6d, (j) Gr19b, (k) Gytf1, (l) Gyr1a, (m) Gyt3e, (n) Gyrf1, (o) Gyr3, (p) Gyt5a, (q) TLRF3, (r) TLTF8, (s) TLTF3, (t) TLTF6, (u) Gytf5, (v) Gr21, (w) Gyrf4, dan (x) Gyt3a

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya hambat tertinggi dihasilkan oleh jamur asal umbi talas belitung dan daya hambat terendah ditunjukkan oleh jamur asal umbi garut sebagaimana pada tabel 1.

Tabel 1. Daya Hambat Uji Antagonis Jamur Asal Umbi Tanaman Ternak Tahunan Terhadap *Ganoderma boninense*

| No | Isolat Uji | Asal Umbi | Mekanisme Antagonisme | | Persentase Hambatan (%) |
|----|------------|-----------|-----------------------|-----------|-------------------------|
| | | | Antibiosis | Kompetisi | |
| a | Gr3a | Garut | - | - | 25,2 |
| b | Gr18d | Garut | - | - | 25,5 |
| c | Gr16b | Garut | - | - | 23,2 |
| d | Gr28b | Garut | √ | √ | 60,4 |
| e | Gr11c | Garut | √ | √ | 67,5 |
| f | Gr28d | Garut | - | √ | 61,1 |
| g | Gr3b | Garut | - | - | 50,0 |
| h | Gr11b | Garut | - | - | 13,3 |
| i | Gr6d | Garut | √ | - | 48,5 |
| j | Gr19b | Garut | - | √ | 63,7 |
| k | Gytf1 | Ganyong | - | √ | 66,8 |
| l | Gyr1a | Ganyong | - | √ | 71,2 |
| m | Gyt3e | Ganyong | √ | √ | 66,0 |
| n | Gyrf1 | Ganyong | √ | - | 56,3 |
| o | Gyr3 | Ganyong | - | - | 42,8 |
| p | Gyt5a | Ganyong | √ | √ | 70,9 |
| q | TLRF3 | Talas | - | √ | 90,3 |
| r | TLTF8 | Talas | - | √ | 98,8 |
| s | TLTF3 | Talas | √ | √ | 87,5 |
| t | TLTF6 | Talas | √ | √ | 65,5 |
| u | Gytf5 | Ganyong | - | √ | 96,3 |
| v | Gr21 | Garut | - | √ | 78,1 |
| w | Gyrf4 | Ganyong | √ | - | 26,6 |
| x | Gyt3a | Ganyong | - | - | 36,6 |

Keterangan:

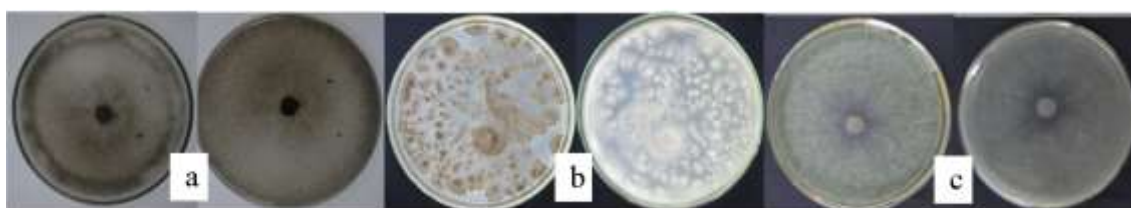
√ = ada

- = tidak ada

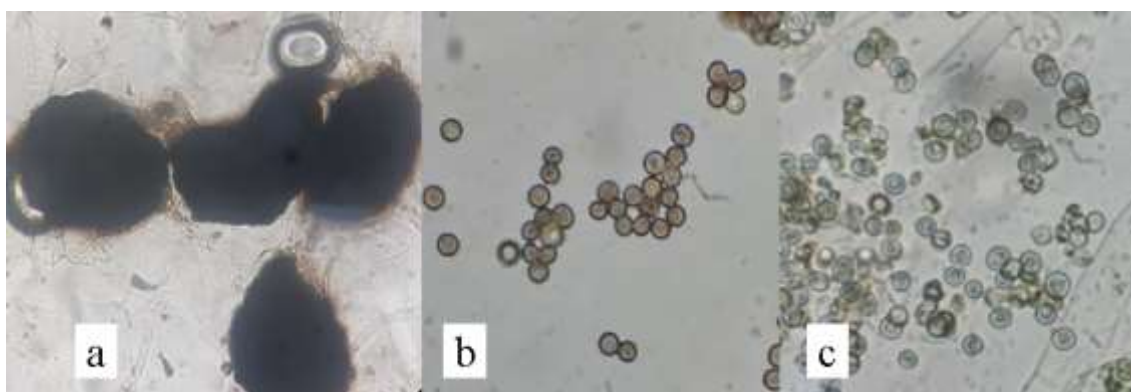
Suatu organisme dapat digolongkan sebagai agens pengendali hayati jika organisme tersebut dapat tumbuh pada kondisi yang tidak dikehendaki organisme lain, menghambat pertumbuhan dan perkembangan organisme lain (Muslim, 2019). Isolat uji dengan kriteria daya hambat tinggi pada penelitian ini adalah isolat antagonis yang pertumbuhan koloninya lebih cepat dibanding koloni patogen sehingga menyebabkan perkembangan koloni patogen mengalami penghambatan. Dengan memiliki kecepatan tumbuh yang cepat, jamur antagonis dapat mengungguli jamur patogen dalam penguasaan nutrisi dan ruang sehingga pertumbuhan patogen menjadi terhambat (Sari & Setiawanto, 2015).

Menurut Muslim (2019), mekanisme antagonisme terbagi menjadi tiga mekanisme yaitu; (1) kompetisi: perebutan nutrisi, ruang dan beberapa faktor pertumbuhan pada dua atau lebih organisme, (2) antibiosis dan lisis: mikroorganisme yang mampu menghambat dan menyebabkan kerusakan dengan menggunakan metabolit seperti antibiotik, (3) mikoparasit atau hiperparasit, terjadi ketika terdapat kontak antara mikroorganisme hiperparasit dengan mikroorganisme lain sebagai inangnya.

Dilihat dari koloni dan konidiana, tiga isolat jamur yang memiliki daya hambat tertinggi (TLRF3, Gyt5, dan TLTF8) semuanya tergolong dalam genus *Trichoderma* (Barnett dan Hunter, 1998).



Gambar 3. Koloni isolat jamur, (a) TLRF3, (b) Gyt5, dan (c) TLTF8



Gambar 4. Konidia isolat jamur, (a) TLRF3, (b) Gyt5, dan (c) TLTF8

Genus *Trichoderma* ini merupakan genus jamur yang memiliki sifat antagonis terhadap banyak patogen tumbuhan dengan mekanisme antagonisme antibiosis, kompetisi dan mikoparasitisme (Purwandriya, 2016). *Trichoderma* memiliki daya hambat yang relatif sangat cepat, yaitu 2 hari untuk menghambat pertumbuhan *G. boninense* (Sembiring, Dibisono & Dharmansyah, 2017).

Pemberian suspensi *Trichoderma virens* endofit dapat menghambat munculnya gejala awal penyakit BPB serta dapat menyebabkan peningkatan ketahanan tanaman (Halimah & Puspita 2017). *G. boninense* yang diuji secara *dual culture* dengan *Trichoderma* spp mengalami pertumbuhan diameter yang lebih lambat. Hal ini disebabkan oleh kemampuan *Trichoderma* spp dalam mendegradasi dinding sel patogen *G. boninense* secara enzimatik, menggunakan enzim kitinase, glukukanase dan protease (Afandi, Sitepu & Lisawita 2017).

Faktor yang menyebabkan terjadinya proses mekanisme antagonisme dengan cara kompetisi yaitu karena adanya dua atau lebih mikroorganisme yang membutuhkan makanan serta tempat yang terbatas persediannya, hal ini pula yang terjadi pada *Trichoderma*. Pertumbuhan *Trichoderma* yang relatif cepat menyebabkan pertumbuhan patogen terhambat, sehingga *Trichoderma* dapat berkompetisi untuk mendapatkan ruang serta nutrisi (Karim, Rahmiati & Fauziah, 2020)

Salah satu faktor penyebab terjadinya perbedaan daya hambat atau antagonisme pada masing-masing spesies *Trichoderma* adalah terdapatnya korelasi antara produksi senyawa antibiotik yang dihasilkan masing-masing spesies *Trichoderma* dengan kemampuan antagonismenya. Produksi jenis antibiotik yang sama namun dengan kadar yang berbeda pada beberapa spesies *Trichoderma* (Ningsih, Hastuti & Listyorini, 2016). Struktur hifa pada patogen akan mengalami perubahan akibat proses antibiotik melalui mekanisme antibiotik yang diakibatkan oleh *Trichoderma*.

Tidak terdapat zona hambat (kosong) yang membatasi miselium jamur kandidat antagonis dan patogen pada penelitian ini di semua perlakuan. Namun, terdapat adanya perubahan warna pada medium yang mengindikasikan terdapatnya mekanisme antibiosis pada uji *dual culture* yang dilakukan. Isolat TLTF3 merupakan isolat yang mempunyai dua mekanisme antagonis yaitu antibiosis dan kompetisi disertai daya hambat yang tinggi yaitu 87,55%. Menurut Berlian, Setyawan & Hadi (2013), hal-hal yang diduga menghasilkan senyawa antibiotik atau alkaloid atau hasil metabolit atau toksin yang dihasilkan oleh satu mikroorganisme merupakan mekanisme antagonisme secara antibiosis.

Pada penelitian Mahmud, Romantis & Zam (2020), *Trichoderma virens* mampu mempengaruhi pembesaran batang pada tanaman melalui peranannya sebagai PGPF (*Plant Growth Promoting Fungi*) serta mampu menghambat perkembangan *Ganoderma boninense* dalam melakukan penetrasi ke dalam akar tanaman. Adapun hal-hal yang dapat mempengaruhi persentase zona hambat yang terbentuk oleh *Trichoderma* adalah interaksi dan jumlah enzim yang dihasilkan, komposisi medium, umur biakan, serta waktu inkubasi. Hal ini dapat memberikan gambaran mengenai perbedaan masing-masing isolat dalam menghambat pertumbuhan patogen (Suanda & Ratnadi, 2015)

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh informasi tentang kemampuan isolat jamur yang berasal dari tiga jenis umbi tanaman terna tahunan (garut, ganyong dan talas belitung) dalam menghambat pertumbuhan jamur akar merah atau *G. boninense* penyebab BPB kelapa sawit. Selain itu, potensi jamur endofit ini dapat menjadi informasi awal yang bermanfaat dalam pengembangan penelitian mengenai pengendalian hayati.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga isolat jamur yang memiliki daya hambat tertinggi dengan daya penghambatan >90% dengan mekanisme antagonisme secara kompetisi dan antibiosis. Dilihat dari koloni dan bentuk konidianya, tiga isolat jamur tersebut merupakan jamur dari genus *Trichoderma*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, M.M., Sitepu, S.F., & Lisnawita. (2017). Potensi *Trichoderma* spp. Asal Rizosfer Tanaman Kelapa Sawit Sebagai Agens Antagonis Terhadap *Ganoderma* sp. Secara *In Vitro*. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 5 (2): 469-473. <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/agroekoteknologi/article/view/15539>
- Amaria, W., Taufiq, E., & Harni, R. (2013). Seleksi dan Identifikasi Jamur Antagonis Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus microporus*) Pada Tanaman Karet. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 4 (1): 55-64. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/bultri/article/view/2380>
- Barnett, H.L., Hunter, B. (1998). *Illustrated genera Of Imperfect Fungi*. The American Phytopathological Society St. Paul. Columbia
- Berlian, I., Setyawan, B, H., Hadi. (2013). Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaratan*, 32 (2): 74-82. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v32i2.39>
- Farida, S. 1992. Penggunaan Jamur Saprob Tanah Untuk Mengendalikan *Fusarium oxysporum* Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculenta*). *J. IPM*, 2 (1):24-29
- Halimah, N. & Puspita, F. (2017). Induksi Ketahanan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* jacq.) dengan Agen Penginduksi Berbeda Jamur *Trichoderma virens* Endofit Terhadap Serangan Penyakit Busuk Batang Atas. *Jurnal Agrikultura*, 4 (2): 126-133. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/17006>
- Idris, A.S., Rusli, M.H., Sundram, S. & Norman, K. (2016). *Some latest R&D on Ganoderma Diseases Of Oil Palm in Malaysia*. Paper Presented at the Sixth IOPRI-MPOB International Seminar: Current Research and Management of Pests, Ganoderma, and Pollination in Oil Palm for Higher Productivity, Medan.
- Karim, A., Rahmiati., Fauziah, I. (2020). Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* terhadap *Fusarium oxysporum* Secara *In Vitro*. *Jurnal Biosains*, 6(1):18-22. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/biosains/article/view/16839/0>
- Kementerian Pertanian. (2012). Sawit Indonesia. <http://ditjenbun.deptan.go.id/>. Diakses 18 November 2020.
- Kementerian Pertanian. (2014). Devisa Eksplor Kelapa Sawit Capai 250 Trilyun. (<https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=1663>, di akses pada 27 September 2020)

- Mahmud, Y., Romantis, C., Zam, S.I. (2020). Efektivitas *Trichoderma virens* Dalam Mengendalikan *Ganoderma boninense* di Pre Nursery Kelapa Sawit Pada Medium Gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 11 (1): 11-16. <http://dx.doi.org/10.24014/ja.v11i1.8751>
- Muslim, A. (2019). *Pengendalian Hayati Patogen Tanaman Dengan Mikroorganisme Antagonis*. Unsri Press.
- Ningsih, H., Hastuti, U.S., & Listyorini, D. (2016). Kajian Antagonis *Trichoderma spp.* Terhadap *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu Pada Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Secara In Vitro. *Proceeding Biology Education Conference*, 13 (1): 814-817. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/5922>.
- Parmadean, M. (2017). *Kupas Tuntas Agribisnis Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Prasetyo, A. E., & Susanto, A. (2016). *Prolonging The Productive Life Of Oil Palms In Ganoderma Endemic Area with Flutriafol*. Paper Presented At The 6th IOPRI-MPOB Int. Seminar: Current Research and Management of Pests, Ganoderma, and Pollination in Oil Palm for Higher Productivity, Medan.
- Purwandriya, F. (2016). Kemampuan *Trichoderma sp.* dalam Menghambat *Curvularia lunata* Penyebab Penyakit Bercak Daun Pada Tanaman Nenas (*Ananas comosus* L Merr). *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. (2016). *Konstruksi Bahan Tanaman Moderat Tahan Ganoderma PPKS*. PPKS note.
- Rahmadhani, T.P. (2020). Kajian Interferensi Tanaman Ternu Tahunan terhadap *Ganoderma boninense* dan Bibit Kelapa Sawit. *Tesis*. Tidak diterbitkan. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Rashid, M., Rakib, M., Bong, C. J., Khairulmazmi, A., & Idris, A.S. (2014). Genetic and Morphological Diversity of *Ganoderma* Species Isolated From Infected Oil Palms (*Elaeis guineensis*). *International Journal of Agriculture & Biology*, 16 (4): 691–699. <https://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2014/20143245161.pdf>
- Sari, W., & Setiawanto, E. (2015). Potensi Cendawan Rhizosfer Pisang Sebagai Agen Hayati Terhadap Cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* Penyebab Penyakit Layu pada Pisang. *Jurnal Agroscience*, 5(2): 37-42. <https://jurnal.unsur.ac.id/agroscience/article/view/112>.
- Sembiring, M., Dibisono, M.Y., & Dharmansyah, H. (2017). Uji Antagonisme Beberapa *Trichoderma sp* Terhadap Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Ganoderma boninense*) Pada Media Padat di Laboratorium.. *Jurnal Agro Estate*, 1 (1): 73-81. <https://ejurnal.stipap.ac.id/index.php/JAE/article/view/63>
- Suanda, I.W & Ratnadi N.W. (2015). Daya Antagonisme *Trichoderma sp* Isolat Lokal Terhadap Jamur Patogen Penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Jurnal EmaSains*, 4 (2): 155-162.
- Susanto, A., Prasetyo, A.E., Priwiratama, H., Wening, S., & Suriyanto. (2013). *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Batang Atas Kelapa Sawit, *Jurnal Fitopatologi*

Indonesia, 9 (4):123–126. <https://doi.org/10.14692/jfi.9.4.123>.

- Wati, V.R., Yafizham., & Fuskah. E. (2020). Pengaruh Solarisasi Tanah dan Pemberian Dosis *Trichoderma harzianum* Dalam Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Pada Cabai (*Capsicum annum* L.). *J. Agro Complex*, 4 (1): 40-49. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/joac/article/view/3298>.
- Yulianti S., Suwandi., & Nurhayati, N. 2017. Kemampuan Tumbuhan Terna Dalam Menekan Potensi Inokulum *Rigidoporus microporus*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13 (3): 81-88. <https://doi.org/10.14692/jfi.13.3.81>.
- Zivkovic, S., S. Stojanovic, S., Ivanovic, Z., Gavrilovic, V., Popovic, T., & Balaz, J. (2010). Screening of Antagonistic Activity of Microorganisms Against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gleosporioides*. *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, 62 (3): 611-623. <https://doi.org/10.2298/ABS1003611Z>.