



SELEKSI JAMUR ENDOFIT TANAMAN NIPAH (*Nypa fruticans* Wurmb.) DAN UJI ANTAGONISME TERHADAP *Ganoderma boninense* Pat. PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG KELAPA SAWIT SERTA IDENTIFIKASINYA

Arifah Hasnita Surya¹, Muhammad Ali¹, Yunel Venita¹

¹ Universitas Riau

Korespondensi: arifah.nita.ah@gmail.com

Diterima : 08 April 2022
Disetujui : 12 Agustus 2022
Diterbitkan : 31 Agustus 2022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi dan mendapatkan isolat jamur endofit dari tanaman nipah (*Nypa fruticans*) yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang (BPB) pada tanaman kelapa sawit secara *in vitro* serta mengidentifikasinya hingga tingkat genus. Penelitian dilakukan di Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Riau dimulai dari November 2020 hingga Februari 2021. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metoda eksplorasi (isolasi dan pemurnian jamur endofit tanaman nipah), observasi (uji hipovirulensi isolat jamur endofit tanaman nipah, uji hiperparasitisme jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* dan identifikasi isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis terhadap *G. boninense*) dan eksperimen (uji daya antagonis jamur endofit tanaman nipah terhadap *G. boninense*, uji diameter dan kecepatan tumbuh koloni isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*). Data karakteristik makroskopis, hipovirulensi, hiperparasitisme dan identifikasi jamur endofit antagonis tinggi disajikan secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Data antagonism, diameter pertumbuhan dan laju pertumbuhan jamur yang berdaya antagonis tinggi dianalisis dengan analisis ragam dan untuk membandingkan rata-rata perlakuan dilanjutkan dengan uji *duncan's new multiple range test* (DNMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian diperoleh 20 isolat, dimana 14 isolat adalah jamur yang bersifat hipovirulen dan 6 isolat bersifat virulen. 6 isolat memiliki nilai daya antagonis lebih tinggi terhadap *G. boninense*. Isolat N₁₇ (jamur endofit asal daun tanaman nipah) yang memiliki nilai antagonis tertinggi dan berpotensi sebagai agens hayati yaitu 71,33% dengan diameter kecepatan tumbuh 89,75 mm serta 24,48 mm.hari⁻¹. Tipe interaksi hiperparasitisme masing-masing jamur endofit tanaman nipah berbeda-beda yaitu penempelan (N₇), pelilitan (N₁₇ dan N₁₄), penjeratan (N₈) dan lisis (N₅ dan N₁₆). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa isolat N₇ termasuk kedalam genus *Aspergillus* sp., isolat N₈ termasuk kedalam genus *Gliocladium* sp. dan 4 isolat lain yaitu N₅, N₁₄, N₁₆ dan N₁₇ belum teridentifikasi.

Kata Kunci : Seleksi, antagonisme, tanaman nipah, jamur endofit, *G. boninense*

ABSTRACT

*This study aimed to select and obtain isolates of endophytic fungi from nipa palm (*Nypa fruticans*) which have high antagonistic activity against *G. boninense* which causes stem rot*



disease (BPB) in oil palm plantations in vitro and to find them at the genus level. The research was conducted at the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Riau University from November 2020 until Februari 2021. This study used explorative methods (isolation and purification of endophytic fungi from sugar palm plants), experiments (antagonism, diameter and growth rate of higher antagonistic endophytic fungi) and observation (hypovirulence, hyperparasitism and identification of higher antagonistic endophytic fungi). Data of macroscopic characteristics, hypovirulence, hyperparasitism and identification of higher antagonistic endophytic fungi were presented descriptively in the form of tables and figures. Data of antagonism, diameter and growth rate of higher antagonistic endophytic fungi were analyzed using analysis of variance and to compare the means between the treatments were analyze with DNMRT at 5% level. The results found 20 isolates, 14 isolates were hypovirulent and 6 isolates were virulent. Isolate N₁₇ (from the leaf tissue) had the highest antagonicity (71,33%). The largest diameter and highest growth rate of endophytic fungi were isolate N₅ (from the root tissue) (89.75 mm and 24.48 mm.day⁻¹). Hyperparasitic interaction of the higher antagonistic endophytic fungi are attachment (N₇), entanglement (N₁₇ and N₁₄), entrapment (N₈) and lysis (N₅ and N₁₆). The results showed that isolates N₇ belongs to the genus *Aspergillus*, isolates N₅ belongs to the genus *Aerobasidium*, isolates N₈ belongs to the genus *Gliocladium* and 3 other isolates, namely N₁₄, N₁₆ and N₁₇ have not been identified.

Keywords : Selection, antagonicity, nipah plants, Endophytic fungi, *G. boninense*

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang penting di Indonesia. Produk utama kelapa sawit adalah minyak nabati yang banyak digunakan dalam industri maupun rumah tangga yang mempunyai nilai ekonomis cukup tinggi (Ulfah *et al.*, 2018). Tingginya nilai ekonomis dan peranannya terhadap sektor perkebunan menyebabkan tanaman kelapa sawit banyak dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia termasuk di Provinsi Riau. Luas lahan kelapa sawit di Provinsi Riau terus mengalami peningkatan, namun produktivitasnya tidak meningkatkan luasnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kondisi tanah yang kurang subur, teknik budidaya yang kurang baik, bahan tanam yang tidak memenuhi kriteria dan adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti hama, penyakit dan gulma. Penyakit utama yang terdapat pada tanaman kelapa sawit adalah penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh jamur patogen *Ganoderma boninense*

Penyakit ini sudah banyak ditemukan di beberapa daerah seperti di Sumatera Utara, Lampung dan Riau. *G. boninense* menyerang melalui kontak akar antara tanaman sakit dengan tanaman sehat, selanjutnya akan muncul gejala internal berupa busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit. Serangan *G. boninense* dapat menyebabkan kematian tanaman



kelapa sawit. Pengendalian yang telah banyak dilakukan yaitu secara kultur teknis, penggunaan fungisida sintesis dan pemanfaatan agens hayati dari tanaman yang terserang *G. boninense*. Hal ini belum cukup efektif untuk mengendalikan *G. boninense*. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain untuk mengendalikan *G. boninense* yaitu dengan menggunakan jamur endofit yang berasal dari tanaman berbeda namun masih termasuk ke dalam famili yang sama (Palmae) yaitu tanaman nipah.

Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi dan mendapatkan isolat jamur endofit yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* penyebab penyakit BPB pada tanaman kelapa sawit secara *in vitro* dan mengidentifikasinya hingga tingkat genus.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Riau Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan dimulai pada bulan November 2020 hingga Februari 2021.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akar, batang, dan daun tanaman nipah yang sehat dan berusia sekitar 3-5 tahun yang diambil dari Desa Tanjung Datuk Kecamatan Siak Kecil, Kabupaten Bengkalis, air, alkohol 70%, aquades steril, amoksilin, benih mentimun, kertas HVS, kertas saring *Whatman*, kantong plastik, kertas milimeter, kertas tisu gulung, kapas, kertas label, spiritus, *potato dextrose agar*/PDA (komposisi dan cara pembuatan dapat dilihat pada Lampiran 1), plastik wrap dan isolat *Ganoderma boninense* dari koleksi pribadi Dr. Ir. Fifi Puspita, M.P.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, parang, meteran, cawan petri berdiameter 9 cm, oven, *autoclave*, lampu bunsen, korek api, *cork borer* berdiameter 5 mm, pisau, mikroskop binokuler, kaca objek, kaca penutup, gelas ukur, tabung reaksi, *laminar air flow cabinet* (LAFC), pipet tetes, batang pengaduk, spatula, pinset, *scalpel*, jarum *ose*, *test tube* ukuran 10 ml, *hand sprayer*, erlenmeyer 500 ml, gelas piala 1000 ml, inkubator, kulkas, mistar, timbangan analitik, kompor gas, buku, kamera, dan alat tulis.



Metoda Penelitian

Penelitian ini menggunakan metoda eksploratif (isolasi dan pemurnian jamur tanaman nipah), observasi (uji hipovirulensi isolat jamur tanaman nipah, uji hiperparasitisme jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* dan identifikasi isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis terhadap *G. boninense*) dan eksperimen (uji daya antagonis jamur endofit tanaman nipah terhadap *G. boninense*, uji pertumbuhan koloni isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*)

Penentuan lahan tanaman nipah

Lahan tanaman nipah dipilih dari Desa Tanjung Datuk Kecamatan Siak Kecil Kabupaten Bengkalis. Lahan tanaman nipah dipilih secara *purposive sampling* karena pada lokasi tersebut terdapat lahan tanaman nipah yang relatif terluas yaitu 1500 m² dan berumur 3-5 tahun serta terlihat ada tanaman nipah yang sehat diantara tanaman yang sakit

Isolasi dan pemurnian jamur tanaman nipah

Isolasi jamur nipah menggunakan teknik penanaman (*plating*) langsung berdasarkan penelitian Ilyas (2006) dan pemurnian jamur nipah menggunakan teknik propagasi koloni Alexopoulos *et al.* (1996). Isolasi jamur dari sampel tanaman nipah dilakukan dengan mencuci organ akar, batang dan permukaan daun dengan air mengalir agar terhindar dari kotoran dan kontaminasi jamur. Sampel akar, batang dan daun dipotong dengan ukuran 1 cm x 1 cm sebanyak 4 potong setiap sampel. Potongan jaringan sampel disterilkan dengan cara direndam ke dalam alkohol 70% selama 2 menit dan kemudian dibilas dengan aquades steril selama 1 menit dan diulang sebanyak 2 kali. Potongan sampel dikeringkan pada kertas tisu steril dan diletakkan dengan sedikit ditekan pada media PDA steril di dalam cawan petri. Isolat tersebut kemudian diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar selama 7 hari.

Pemurnian jamur tanaman nipah dilakukan menumbuhkan koloni-koloni jamur tanaman nipah yang terlihat berbeda secara karakteristik makroskopisnya (warna, tekstur dan bentuk koloni). Koloni jamur yang telah dipisahkan kemudian dipindahkan pada medium PDA steril dalam cawan petri. Isolat tersebut diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar selama 7 hari.

Peremajaan isolat *G. boninense*

Isolat Jamur *G. boninense* diperoleh dari koleksi pribadi Dr. Ir Fifi Puspita MP *G. boninense* diremajakan dengan cara PDA yang ditumbuhi jamur patogen *G. boninense*



dipotong dengan menggunakan *cork borer* steril yang berdiameter 5 mm. Isolat *G. boninense* dipindahkan pada medium PDA steril dalam cawan petri. Isolat tersebut diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar (28°C) selama 7 hari (Rianti *et al.*, 2010).

Uji hipovirulensi isolat jamur endofit tanaman nipah

Uji hipovirulensi menggunakan teknik yang dikembangkan oleh Worosuryani (2005). Uji hipovirulensi menggunakan benih mentimun sebagai tanaman indikator. Benih mentimun direndam dengan air hangat (37°C) selama 30 menit. Benih mentimun didesinfeksi dengan cara direndam dalam alkohol 70% selama 1 menit dan direndam kembali dalam larutan sodium *hypochlorite* 0,5 % selama 30 detik. Benih lalu dibilas dengan aquades steril sebanyak 2 kali. Benih mentimun dikecambahkan di dalam cawan petri yang dialasi kertas saring yang telah dilembabkan terlebih dahulu dan diinkubasi selama 2 hari pada suhu kamar. Bibit mentimun yang tumbuh di dalam cawan dipindahkan ke dalam *test tube* yang berisi media agar 2% dan diinkubasi kembali di dalam inkubator pada suhu kamar.

Isolat jamur endofit yang diuji adalah yang berumur 3 hari. Biakan tersebut diambil dengan menggunakan *cork borer* steril berdiameter 5 mm, lalu diletakan pada bagian tengah hipokotil bibit mentimun berumur 2 hari dengan menggunakan jarum ose steril dan diinkubasi selama 14 hari. Pengamatan dilakukan selama 14 hari inkubasi dengan melihat gejala bercak pada bibit mentimun. Isolat jamur endofit dikategorikan hipovirulen jika nilai *disease severity index* (DSI) < 2.

Pengamatan uji hipovirulensi dilakukan dengan mengamati indeks keparahan penyakit (*Disease Severity Index*/(DSI) pada bibit mentimun berdasarkan skor dari Cardoso dan Echandi *cit.* Villa Juan-Abgona *et al.* (1996) (pada Tabel 1) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DSI = \frac{\sum N}{Z}$$

Keterangan:

DSI = Indeks keparahan penyakit

N = Nilai tingkat keparahan penyakit masing-masing bibit mentimun

Z = Jumlah bibit mentimun yang diamati

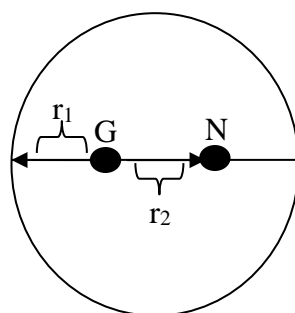
Tabel 1. Skala keparahan penyakit pada bibit mentimun dalam uji hipovirulensi

Skala	Keterangan
0	Sehat dan tidak ada infeksi penyakit
1	Satu atau dua bercak coklat muda <0,25 cm
2	Bercak coklat muda <0,5 cm dan area kebasahan <10% pada hipokotil
3	Bercak coklat muda sampai tua >1,0 cm dan kemudian bergabung dengan bercak lainnya dan daerah kebasahan $10\% < X < 100\%$ pada hipokotil (daun masih segar dan putih)
4	Hipokotil rebah daun layu dan mati

3.3.3 Uji daya antagonis jamur endofit tanaman nipah terhadap *G. boninense*

Penelitian dilaksanakan secara eksperimen menggunakan teknik biakan ganda (*dual culture*) mengacu pada penelitian Yusriani (2019) yang disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian terdiri dari 20 isolat hasil isolasi jamur endofit tanaman nipah dengan 3 ulangan sehingga diperoleh 60 unit percobaan. Uji daya antagonis jamur endofit tanaman nipah dilakukan dengan menggunakan masing-masing isolat jamur endofit dan jamur *G. boninense* yang ditumbuhkan di dalam satu cawan petri. Koloni jamur *G. boninense* dan setiap isolat jamur endofit yang berada pada media PDA di dalam cawan petri masing-masing dipotong dengan *cork borer* steril berdiameter 5 mm, dan diletakkan pada media PDA di dalam satu cawan petri dengan jarak masing-masing 3 cm. Isolat jamur tersebut diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar selama 7 hari.

Uji antagonis jamur endofit nipah terhadap *G. boninense* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Uji antagonis jamur endofit nipah terhadap *G. boninense*. G = Jamur *G. boninense*, N = Jamur endofit nipah, r_1 = Jari-jari koloni *G. boninense* yang menjauhi jamur endofit tanaman nipah dan r_2 = Jari-jari koloni *G. boninense* yang mendekati jamur endofit tanaman nipah.

Persentase daya antagonis dihitung dengan rumus oleh Fokema (1973) dalam Skidmore (1976) sebagai berikut:

$$P = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan:

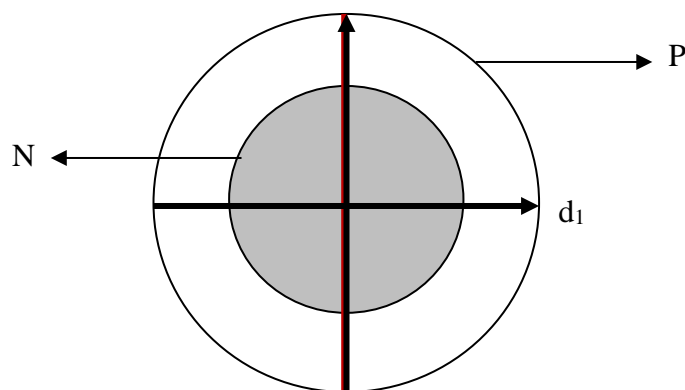
P = Persentase daya hambat (%)

r₁ = Jari-jari koloni *G. boninense* yang menjauhi jamur endofit nipah (mm)

r₂ = Jari-jari koloni *G. boninense* yang mendekati jamur endofit nipah (mm)

Uji pertumbuhan koloni isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*

Uji pertumbuhan koloni jamur endofit tanaman nipah dilakukan secara eksperimen. Penelitian dilaksanakan berdasarkan susunan rancangan acak lengkap (RAL) dan dianalisis secara sidik ragam yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Perlakuan pada penelitian ini yaitu 6 isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi (T) dengan daya hambat (>50%) (Shofiana *et al.*, 2013). Masing-masing koloni isolat jamur endofit nipah dipotong dengan *cork borer* berdiameter 5 mm dan diletakkan di bagian tengah pada media PDA steril di dalam cawan petri. Isolat tersebut diinkubasi di dalam inkubator pada suhu kamar hingga salah satu isolat jamur endofit tanaman nipah memenuhi cawan petri. Cara mengukur diameter koloni jamur endofit nipah berdasarkan (Gambar 2) dan rumus berikut:



Gambar 2. Pengukuran diameter koloni jamur endofit tanaman nipah. d_1 = diameter cawan petri secara horizontal, d_2 = diameter cawan petri secara vertikal, P = cawan petri dan N = isolat jamur endofit tanaman nipah

Perhitungan diameter koloni ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$D = \frac{d_1 + d_2}{2}$$



Keterangan:

D = Diameter jamur

d₁ = Diameter horizontal jamur endofit tanaman nipah

d₂ = Diameter vertikal jamur endofit tanaman nipah

Kecepatan pertumbuhan dari masing-masing jamur endofit tanaman nipah dilakukan dengan mengukur kecepatan harian pertumbuhan koloni jamur tersebut, lalu dihitung rata-rata kecepatan pertumbuhannya. Perhitungan kecepatan pertumbuhan koloni jamur endofit tanaman nipah dilakukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$V = D_{(n+1)} - D_n$$

Keterangan :

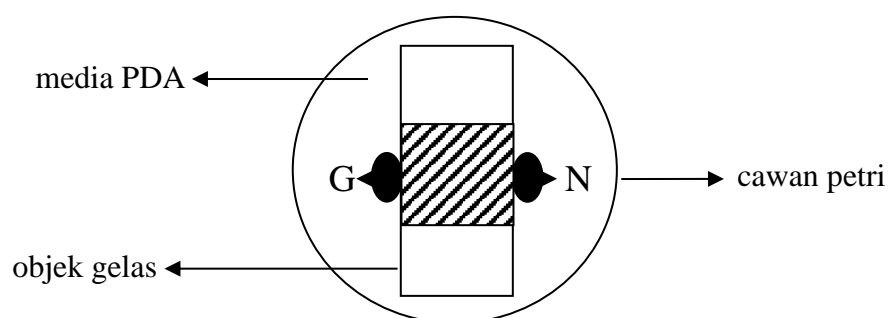
V = Kecepatan pertumbuhan jamur endofit tanaman nipah

D_n = Diameter jamur pada hari ke n

D_{n+1} = Diameter jamur pada hari ke n+1

Uji hiperparasitisme jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*

Uji hiperparasitisme dilakukan berdasarkan teknik Hutabalian *et al.* (2015). Uji hiperparasitisme menggunakan 6 isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi (>50%) terhadap isolat jamur *G. boninense*. Uji hiperparasitisme dilakukan terhadap isolat-isolat jamur yang memiliki daya antagonis tinggi dengan menggunakan teknik *slide culture*.



Gambar 3. Uji hiperparasitisme isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*. G = isolat jamur *G. boninense* dan N = isolat jamur endofit tanaman nipah



Identifikasi isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*.

Identifikasi dilakukan terhadap 6 isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi yang berumur 7 hari setelah inkubasi terhadap *G. boninense*. Identifikasi dilakukan berdasarkan buku Barnett dan Hunter (1972), dan (Watanabe, 1973). Identifikasi dilakukan dengan mengamati morfologi koloni jamur secara makroskopis (bentuk, warna dan pola penyebaran miselium) dan mikroskopis (bentuk spora/konidia, sporangiofor/konidiofor dan hifa). Pengamatan morfologi jamur dilakukan terhadap koloni jamur endofit tanaman nipah yang ditumbuhkan pada medium PDA yang berumur 3-7 hari setelah inkubasi.

Tipe interaksi hiperparasitisme isolat-isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*

Pengamatan tipe hiperparasitisme isolat-isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi dilakukan pada saat hifa jamur endofit tanaman nipah berkontak dengan hifa jamur *G. boninense*. Pengamatan dilakukan dengan memotong media PDA yang ditumbuhi jamur dengan *scalpel* dan mengambil kaca objek yang ditumbuhi jamur dari dalam cawan petri. Kaca objek tersebut diamati menggunakan mikroskop untuk mengetahui interaksi yang terjadi (penempelan, pelilitan atau penghancuran hifa) antara jamur endofit dan jamur patogen *G. boninense* di mikroskop pada perbesaran 100 x.

Analisis Data

Data-data yang diperoleh dari hasil pengamatan karakteristik makroskopis jamur endofit tanaman nipah, indeks keparahan penyakit jamur endofit tanaman nipah, tipe interaksi jamur endofit tanaman nipah terhadap *G. boninense* dan karakteristik morfologi jamur endofit tanaman nipah secara makroskopis dan mikroskopis disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel grafik dan gambar.

Data-data dari hasil pengamatan daya antagonis jamur endofit tanaman nipah dan pengukuran diameter dan kecepatan pertumbuhan jamur endofit tanaman nipah dianalisis secara sidik ragam rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan aplikasi SAS dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's new multiple range* (DNMRT) pada taraf 5%. Data disajikan dalam bentuk tabel.



Model linier uji antagonis jamur endofit dari tanaman nipah terhadap *G. boninense* adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + N_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Hasil pengamatan dari aplikasi jamur endofit pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

N_i = Pengaruh jamur endofit pada perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Pengaruh galat pada jamur endofit nipah ke-i dan ulangan ke-j

Model linier uji diameter dan kecepatan tumbuh koloni jamur endofit tanaman nipah yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Hasil pengamatan dari aplikasi jamur endofit pada perlakuan ke-i dan Ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

T_i = Pengaruh jamur endofit berdaya antagonis tinggi pada perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Pengaruh galat pada jamur endofit nipah ke-i dan ulangan ke-j

Untuk perbandingan rata-rata nilai tengah antar perlakuan dilakukan uji lanjut dengan *duncan's new multiple range test* (DNMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Keparahan Penyakit (*disease severity index/DSI*) pada Uji Hipovirulensi

Hasil pengamatan indeks keparahan penyakit dari 20 isolat jamur endofit tanaman nipah dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa dari 20 isolat jamur endofit tanaman nipah yang diuji, diperoleh 14 isolat jamur endofit yang memiliki nilai $DSI < 2$ dan 6 isolat memiliki nilai $DSI > 2$. Isolat yang memiliki nilai $DSI < 2$ yaitu $N_1, N_2, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8, N_{10}, N_{12}, N_{14}, N_{15}, N_{16}, N_{17}$ dan N_{20} digolongkan sebagai jamur yang bersifat hipovirulen karena tidak menimbulkan gejala atau gejala bercak sedikit pada tanaman indikator. Isolat yang memiliki nilai $DSI > 2$ yaitu $N_3, N_9, N_{11}, N_{13}, N_{18}$, dan N_{19} digolongkan sebagai jamur yang bersifat virulen atau jamur patogen karena menimbulkan gejala pada tanaman indikator. Nursadin *et al.* (2012) menyatakan bahwa jamur yang bersifat patogen terhadap bibit tanaman secara *in-vitro* memiliki nilai $DSI > 2$. Villa Juan-Abogna *et al.* (1996)

menyatakan bahwa jamur hipovirulen merupakan jamur yang memiliki kemampuan infeksi yang rendah pada tanaman sehingga tidak menyebabkan gejala penyakit. Hal ini juga diperkuat dengan pendapat Worosuryani *et al.* (2005) juga menambahkan isolat yang tidak menyebabkan gejala penyakit atau menunjukkan sedikit gejala ($DSI < 2,0$) pada perkecambahan mentimun dikategorikan sebagai isolat hipovirulen.

Tabel 2. Indeks keparahan penyakit isolat jamur endofit tanaman nipah

Isolat	DSI	Kategori
N ₁	1	Hipovirulen
N ₂	0,67	Hipovirulen
N ₃	4	Virulen
N ₄	0,67	Hipovirulen
N ₅	0	Hipovirulen
N ₆	0,67	Hipovirulen
N ₇	0	Hipovirulen
N ₈	0	Hipovirulen
N ₉	4	Virulen
N ₁₀	0,67	Hipovirulen
N ₁₁	3	Virulen
N ₁₂	0,67	Hipovirulen
N ₁₃	2,67	Virulen
N ₁₄	0	Hipovirulen
N ₁₅	0,67	Hipovirulen
N ₁₆	0	Hipovirulen
N ₁₇	0	Hipovirulen
N ₁₈	2,67	Virulen
N ₁₉	2,33	Virulen
N ₂₀	0	Hipovirulen

Hasil uji hipovirulensi isolat jamur endofit tanaman nipah dapat dilihat pada Gambar 4.





Gambar 4. Hasil uji hipovirulensi jamur endofit tanaman nipah pada bibit mentimun 14 hari setelah inkubasi. N₁, N₂, N₄, N₅, N₆, N₇, N₈, N₁₀, N₁₂, N₁₄, N₁₅, N₁₆, N₁₇ dan N₂₀ merupakan isolat yang memiliki nilai DSI<2 dan N₃, N₉, N₁₁, N₁₃, N₁₈, dan N₁₉ isolat yang memiliki nilai DSI>2.

Daya Antagonis Isolat Jamur Endofit Tanaman Nipah Terhadap *G. boninense*

Empat belas isolat jamur endofit tanaman nipah yang bersifat hipovirulen memberikan daya antagonis yang berpengaruh nyata terhadap *G. boninense* setelah dianalisis ragam. Daya antagonis jamur endofit tanaman nipah terhadap *G. boninense* setelah diuji lanjut dengan uji lanjut DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya antagonis isolat jamur endofit tanaman nipah terhadap *G. boninense* 7 hari setelah inkubasi di medium PDA

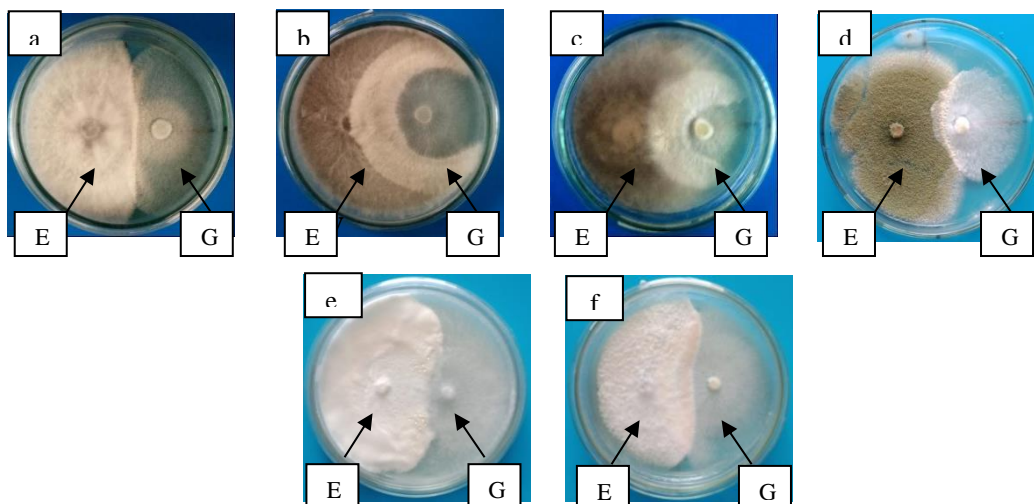
Isolat	Daya Hambat (%)
N ₁₇	71,33 a
N ₅	60,00 ab
N ₁₄	57,67 ab
N ₇	56,33 ab
N ₈	55,67 ab
N ₁₆	54,33 ab
N ₆	45,67 bc
N ₁	45,67 bc
N ₁₀	44,33 bc
N ₂₀	42,33 bc
N ₁₂	28,67 cd
N ₂	20,67 de
N ₁₅	20,33 de
N ₄	13,33 e

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut hasil uji *duncan new multiple range test* (DNMR) pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan Arcsin.

Tabel 3 menunjukkan bahwa isolat jamur endofit tanaman nipah memiliki daya antagonis yang berbeda-beda dalam menghambat pertumbuhan koloni jamur *G. boninense*. Hal ini disebabkan setiap jamur endofit memiliki mekanisme antagonis yang berbeda-beda. Beberapa mekanisme jamur antagonis dalam mengendalikan patogen yaitu kompetisi ruang tumbuh dan nutrisi, hiperparasit, menghasilkan mikotoksin dan enzim (Sudantha *et al.*, 2007).

Tabel 3 menunjukkan pula bahwa isolat N₁₇, N₅, N₁₄, N₇, N₈ dan N₁₆ memiliki daya antagonis yang tinggi, yaitu >46%. Hal ini menunjukkan bahwa ke-6 isolat jamur endofit tersebut berpotensi untuk dijadikan sebagai agens hayati dalam mengendalikan *G. boninense*. Menurut Hutabalian *et al.* (2015) isolat jamur endofit yang memiliki nilai daya antagonis yaitu >50% berpotensi dijadikan sebagai agens hayati. Sedangkan isolat N₆, N₁, N₁₀, N₂₀, N₁₂, N₂, N₁₅ dan N₄ memiliki nilai antagonis <50% yang berarti ke-8 isolat jamur ini tidak berpotensi untuk dijadikan sebagai agens hayati karena memiliki nilai antagonis yang rendah. Hal ini didukung oleh pernyataan Sunarwati dan Yoza (2010) dalam Soesanto 2013), bahwa jamur antagonis yang memiliki daya hambat 26-50% termasuk golongan jamur yang memiliki kemampuan antagonis yang rendah.

Mekanisme enam isolat jamur endofit yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Daya antagonis isolat-isolat jamur endofit tanaman nipah yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* 7 hari setelah inkubasi di medium PDA. a) isolat N₁₇ b) isolat N₅, c) isolat N₁₄, d) isolat N₇, e) N₁₆ dan f) N₈, E = jamur endofit nipah, G = *G. boninense*

Gambar 5 menunjukkan bahwa koloni jamur endofit tumbuh lebih besar dibandingkan koloni jamur *G. boninense*. Hal ini dikarenakan adanya mekanisme kompetisi ruang tumbuh



dan nutrisi jamur endofit terhadap koloni jamur *G. boninense*. Mekanisme kompetisi merupakan persaingan tumbuh antara jamur antagonis dan jamur patogen uji untuk mendapatkan makanan/nutrisi dan ruang yang ketersediaannya terbatas, semakin cepat pertumbuhan jamur antagonis maka pertumbuhan jamur patogen akan semakin terdesak karena kehabisan ruang tumbuh (Purwantisari *et al.*, 2009).

Gambar 5a, e dan f menunjukkan pertumbuhan koloni jamur endofit lebih besar dibandingkan jamur patogen *G. boninense* sebagai akibatnya miselium jamur patogen terdesak dan tidak mendapatkan ruang yang banyak untuk tumbuh. Hal ini dikarenakan adanya mekanisme kompetisi ruang tumbuh yang disebabkan oleh isolat N₁₇, N₇, N₈ dan N₁₆. Mekanisme kompetisi terjadi karena terdapat 2 mikroorganisme secara langsung memerlukan ruang dan nutrisi yang sama tetapi ketersediaan nutrisi dalam cawan petri sebagai media pertumbuhan sangat terbatas (Soesanto, 2008). Mekanisme antagonis dengan penghambatan pertumbuhan jamur patogen oleh keenam jamur endofit dengan merebut nutrisi dari jamur patogen menjadikan adanya perubahan pada hifa patogen yang akan menyebabkan pertumbuhan patogen terhambat.

Gambar 5b dan 5c menunjukkan pertumbuhan miselium jamur endofit tidak menunjukkan zona penghambatan akan tetapi pertumbuhan miselium jamur endofit berada diatas koloni jamur patogen *G. boninense*. Hal ini diduga isolat jamur N₅, N₈, N₁₆ dan N₁₄ melakukan aktivitas hiperparasitisme terhadap jamur *G. boninense*. Menurut Waluyo (2004), mekanisme hiperparasitisme yang dihasilkan oleh jamur endofit memiliki kemampuan tumbuh lebih cepat sehingga miselium jamur antagonis yang tumbuh di atas miselium jamur patogen.

Gambar 5d menunjukkan pertumbuhan miselium jamur endofit menghasilkan senyawa antibiotik sehingga terdapat zona berwarna merah bata yang menghalangi laju pertumbuhan jamur patogen *G. boninense*. Hal ini didukung oleh pernyataan Maria *et al.* (2005) bahwa cendawan endofit dari genus *Aspergillus* sp. dapat menghasilkan senyawa antibiotik yang bersifat antagonis ditandai dengan adanya zona berwarna merah bata yang dapat menghalangi pertumbuhan miselium jamur patogen.



Diameter Koloni (mm) dan Kecepatan Pertumbuhan (mm/hari) Isolat Jamur Endofit Tanaman Nipah yang Berdaya Antagonis Tinggi

Isolat-isolat jamur endofit yang berdaya antagonis tinggi memiliki diameter dan kecepatan pertumbuhan koloni yang berpengaruh nyata setelah dianalisis ragam. Hasil uji lanjut DNMR pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

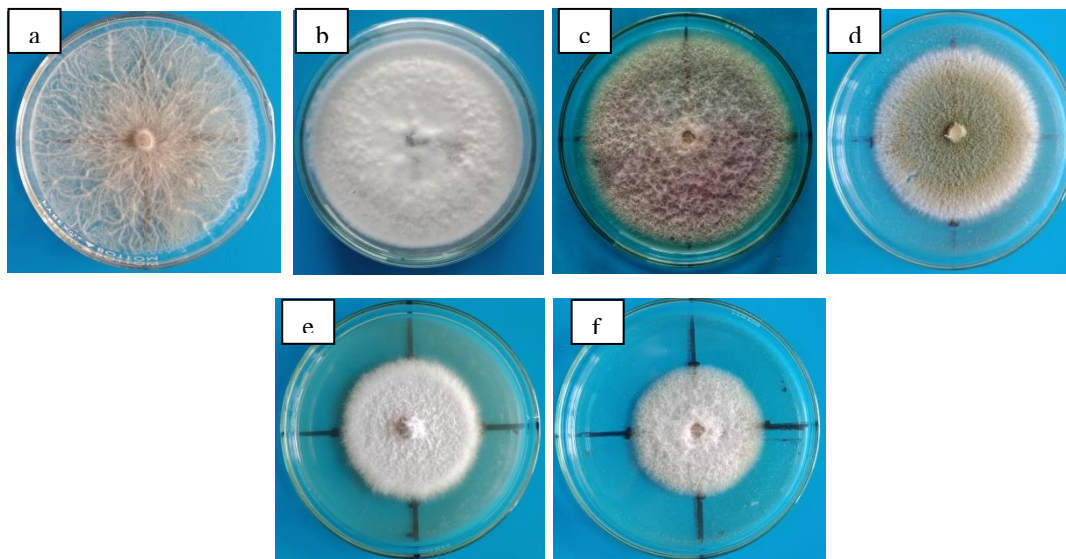
Tabel 4. Diameter dan kecepatan pertumbuhan koloni 6 isolat jamur endofit tanaman nipah yang berdaya antagonis tinggi 4 hari setelah inkubasi di medium PDA

Isolat	Diameter (mm)	Kecepatan Pertumbuhan (mm/hari)
N ₅	89,75 a	24,48 a
N ₁₇	89,38 a	21,21 a
N ₁₄	72,50 b	17,03 b
N ₇	55,88 c	12,37 c
N ₁₆	41,25 d	8,70 d
N ₈	40,00 d	7,62 d

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut hasil uji *duncan new multiple range test* (DNMR) pada taraf 5%.

Pertumbuhan isolat N₅ pada tabel 4 sangat cepat sehingga mampu memenuhi ruang tumbuh pada hari ke-4 setelah inkubasi dan diikuti dengan isolat N₁₇, N₇, N₁₄, N₈ dan N₁₆ pada hari berikutnya. Menurut Soesanto (2008), persaingan nutrisi dan ruang hidup merupakan peran utama pada hampir semua agens hayati. Hal ini didukung oleh pendapat Hutabalian *et al.* (2015) bahwa diameter dan kecepatan tumbuh jamur yang tinggi merupakan salah satu keunggulan dari jamur antagonis untuk menekan pertumbuhan patogen karena mengakibatkan terjadinya persaingan ruang tumbuh dan nutrisi. Amin *et al.* (2011) juga menambahkan menyatakan bahwa diameter dan kecepatan pertumbuhan jamur antagonis yang tinggi mampu mengungguli dalam penguasaan ruang tumbuh sehingga dapat menekan pertumbuhan jamur patogen.

Pertumbuhan isolat-isolat jamur endofit tanaman nipah yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diameter koloni jamur endofit tanaman nipah 4 hari setelah inkubasi di medium PDA. a) isolat N₅, b) isolat N₁₇, c) isolat N₁₄, d) isolat N₇, isolat e) N₁₆ dan f) isolat N₈

Gambar 6 menunjukkan pula diameter dan kecepatan tumbuh masing-masing isolat berbeda-beda pada medium PDA setelah 4 hari inkubasi. Perbedaan diameter dan kecepatan tumbuh koloni 6 isolat jamur endofit diduga karena adanya perbedaan genetik dan karakteristik pertumbuhan dari masing-masing genusnya. Menurut Fety *et al.* (2015), setiap jamur memiliki karakteristik pertumbuhan dan diameter yang berbeda dari setiap genusnya.

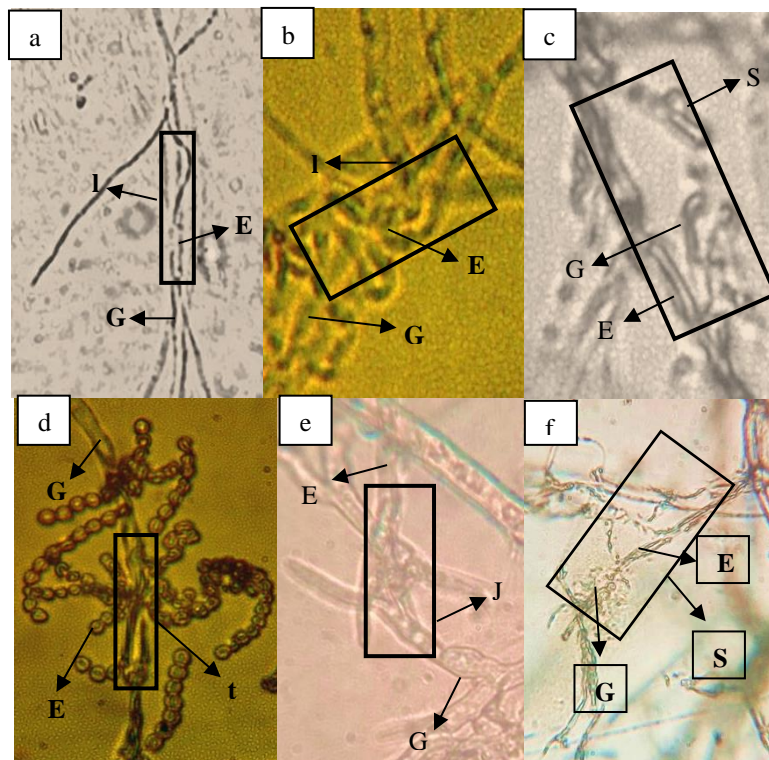
Tipe Interaksi Hiperparasitik Jamur Endofit Tanaman Nipah yang Berdaya Antagonis Tinggi Terhadap *G. boninense*

Jamur endofit tanaman nipah yang berdaya antagonis tinggi memiliki tipe interaksi hiperparasitisme yang berbeda-beda terhadap *G. boninense* berdasarkan hasil uji hiperparasitisme. Tipe-tipe hiperparasitik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tipe-tipe hiperparasitik isolat jamur endofit tanaman nipah terhadap *G. boninense*

Isolat	Tipe hiperparasitik
N ₇	Penempelan
N ₁₇ , N ₁₄	Pelilitan
N ₈	Penjeratan
N ₅ , N ₁₆	Lisis

Hasil uji hiperparasitisme isolat jamur endofit tanaman nipah yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G. boninense* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tipe interaksi hiperparasitisme 6 isolat jamur endofit tanaman nipah yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G.boninense*. a) isolat N₁₇, b) isolat N₅, c) isolat N₁₄, d) isolat N₇, e) isolat N₈, e) isolat N₁₆, G = *G. boninense*, E = hifa jamur endofit, t = penempelan, l = pelilitan, J = penjeratan, S = lisis

Tabel 5 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa jamur endofit tanaman nipah memiliki tipe hiperparasitik yang berbeda-beda terhadap jamur *G. boninense*. Hal ini diduga karena adanya tahapan hiperparasitisme dan masa inkubasi yang berbeda-beda dari masing-masing genusnya. Tipe hiperparasitik yang terjadi pada masing-masing isolat yaitu penempelan (N₇), pelilitan (N₁₇ dan N₁₄), penjeratan (N₈) dan lisis (N₅ dan N₁₆). Secara alami agens hayati dapat memiliki satu atau lebih mekanisme untuk menekan pertumbuhan patogen. Kecepatan pertumbuhan jamur antagonis merupakan indikator mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi dengan patogen. Semakin cepat pertumbuhan jamur antagonis maka semakin efektif menekan pertumbuhan patogen (Amaria *et al.*, 2015).

Isolat N₇ (Gambar 7d) menunjukkan tipe interaksi hiperparasitisme berupa penempelan yang dilakukan oleh hifa jamur endofit tanaman nipah terhadap hifa jamur patogen *G. boninense*. Penempelan merupakan mekanisme hiperparasitisme yang dilakukan pada proses awal sebelum melakukan penetrasi hifa dan masuk ke dalam sel. Dolakatabadi *et al.* (2012) menyatakan bahwa jamur endofit membentuk struktur berupa kait di sekitar hifa patogen sebelum penetrasi, atau kadang-kadang bisa untuk langsung masuk dengan cara



merusak dinding sel, mengganggu metabolisme sel mikroba, menghambat sintesis sel mikroba, mengganggu permeabilitas membran sel mikroba, menghambat sintesis protein dan asam nukleat sel mikroba. sehingga terjadi proses vakuolasi dan lisis pada hifa *G.boninense*.

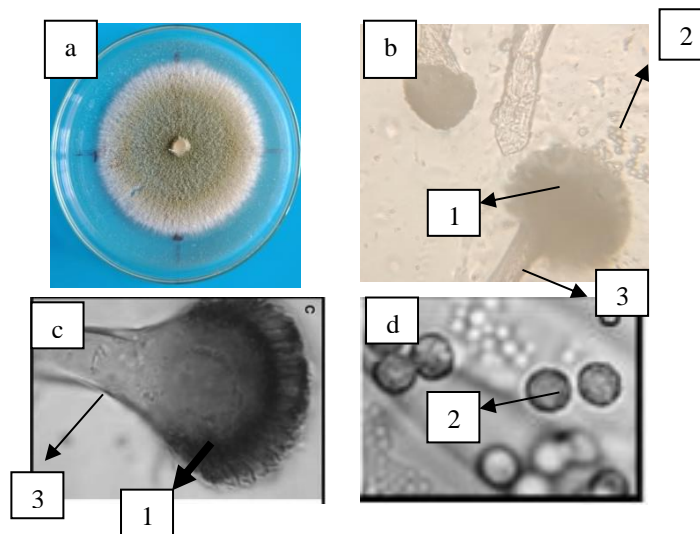
Isolat N₁₇ dan N₁₄ (Gambar 7a dan 7c) menunjukkan tipe interaksi hiperparstitisme berupa pelilitan. Pelilitan merupakan proses lanjutan dari penempelan. Pelilitan terhadap hifa jamur patogen *G. boninense* menyebabkan hifa tersebut tidak dapat berkembang karena pergerakannya terhambat oleh hifa dari jamur endofit. Hal ini didukung oleh pendapat Kurnia *et al.* (2014) bahwa hifa antagonis yang menjerat hifa patogen akan menyebabkan hifa patogen tidak berkembang sehingga pertumbuhannya akan terhenti.

Isolat N₈ menunjukkan tipe interaksi hiperparstitisme berupa penjeratan. Penjeratan merupakan proses lanjutan dari pelilitan. Penjeratan terhadap hifa *G. boninense* menyebabkan hifa tersebut tidak dapat berkembang. Hal ini didukung oleh pendapat Kurnia *et al.* (2014) bahwa hifa antagonis yang menjerat hifa patogen akan menyebabkan hifa patogen tidak berkembang sehingga pertumbuhannya terhenti.

Isolat N₅ dan N₁₆ menunjukkan tipe interaksi hiperparasitisme berupa lisis yang ditandai dengan hifa jamur patogen *G. boninense* yang sudah menipis, kemudian terputus-putus dan akhirnya hancur. Nurzannah *et al.* (2014) menyatakan bahwa mekanisme lisis ditandai dengan berubahnya warna hifa jamur patogen menjadi bening dan jernih serta kosong karena isi dari sel tersebut telah dimanfaatkan oleh jamur endofit sebagai nutrisi untuk tumbuh, lama-kelamaan hifa jamur patogen *G. boninense* tersebut menjadi terputus-putus dan akhirnya hancur.

Identifikasi isolat jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*.

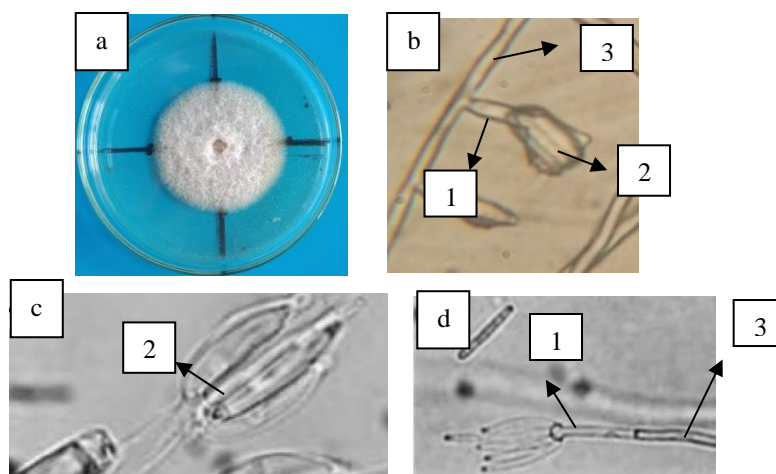
Hasil pengamatan karakteristik makroskopis dan mikroskopis terhadap isolat N₇ dapat dilihat pada Gambar 8. Gambar 8a menunjukkan bahwa isolat N₇ memiliki miselium berwarna hijau kekuningan dengan tepi berwarna putih, permukaannya sedikit kasar dan arah penyebaran kesamping. Karakteristik mikroskopis jamur N₇ adalah konidiofor tegak tidak bercabang dan berwarna cokelat, konidia berbentuk bulat dan berwarna hijau muda dengan permukaan yang kasar dan phialid tidak berseptata dan hialin. Berdasarkan pengamatan karakteristik makroskopis dan mikroskopis serta pencocokan dengan beberapa literatur jamur N₇ termasuk ke dalam genus *Aspergillus* sp. sesuai dengan identifikasi dari buku literatur Watanabe (1973).



Gambar 8. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis isolat N₇, a) koloni jamur di medium PDA, b) mikroskopis jamur pada perbesaran 100 x, c) dan d) mikroskopis jamur *Aspergillus* sp menurut Watanabe. 1. Phialide, 2. Konidia, 3. Konidiofor

Watanabe (1973) menyatakan bahwa makroskopis jamur *Aspergillus* sp. berwarna hijau kekuningan dengan pingiran putih jika ditumbuhkan di dalam cawan petri. jamur *Aspergillus* sp. memiliki permukaan konidiofor halus, tegak dan berwarna coklat serta tidak bercabang dengan ukuran 125-130 μm . Konidia berwarna hijau muda dengan permukaan yang kasar berukuran 2,5-2,8 μm dan kepala konidia (vesikel) berbentuk seperti gada (*clavate*) dan bulat. Phialide tunggal yang berkembang dari gada (*clavate*) yang berbentuk bulat.

Hasil pengamatan karakteristik makroskopis dan mikroskopis terhadap isolat N₈ dapat dilihat pada Gambar 9.





Gambar 9. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis isolat N₈, a) koloni jamur di medium PDA, b) mikroskopis jamur pada perbesaran 100 x, 1. Konidiofor, 2. Konidia, 3. Hifa. c) dan d) mikroskopis jamur *Gliocladium* sp. menurut Watanabe, 1. Konidiofor, 2. Kondia, 3. Hifa.

Gambar 9a menunjukkan bahwa isolat N₈ memiliki miselium berwarna putih, permukaannya kasar dan arah penyebaran kesamping. Karakteristik mikroskopis jamur N₈ adalah konidiofor tidak bercabang, konidia berbentuk panjang dengan ujung membulat dan hifa bersepta. Berdasarkan pengamatan karakteristik makroskopis dan mikroskopis serta pencocokan dengan beberapa literatur jamur N₈ termasuk ke dalam genus *Gliocladium* sp. sesuai dengan identifikasi dari buku literatur Watanabe (1973).

Watanabe (1973) menyatakan bahwa makroskopis jamur *Gliocladium* sp. berwarna putih dengan arah penyebaran ke samping jika ditumbuhkan di dalam cawan petri. Jamur *Gliocladium* sp. memiliki permukaan hifa bersepta, konidiofor hialin, tegak, bercabang 1-3 kali dengan ukuran $60-25 \times 3.7-7.5 \mu\text{m}$. Kondia berbentuk bulat, berwarna coklat tua, berbentuk katanulat berukuran $12.5-22.5 \mu\text{m}$.

Tabel 6. Hasil identifikasi 6 isolat jamur endofit tanaman nipah yang berdaya antagonis tinggi terhadap *G. boninense*

Isolat	Genus
N ₁₇	Belum teridentifikasi
N ₅	Belum teridentifikasi
N ₁₄	Belum teridentifikasi
N ₇	<i>Aspergillus</i> sp.
N ₈	<i>Gliocladium</i> sp.
N ₁₆	Belum teridentifikasi

KESIMPULAN

1. Hasil penelitian diperoleh 20 isolat yang berasal dari akar, batang dan daun, 14 isolat merupakan jamur yang bersifat hipovirulen sedangkan 6 isolat bersifat virulen.
2. Jamur endofit tanaman nipah yang memiliki daya antagonis tinggi dan berpotensi sebagai agens hayati yaitu isolat N₁₇ dari daun (71,33%), N₅ dari akar (60,00%), N₁₄ dari daun (57,67%), N₇ dari batang (56,33%), N₈ dari batang (55,67%), dan N₁₆ dari daun (54,33%).
3. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa isolat N₇ termasuk ke dalam genus *Aspergillus* sp. Dan isolat N₈ termasuk ke dalam genus *Gliocladium* sp. sedangkan isolat N₅, N₁₆, N₁₇ dan N₁₄ belum teridentifikasi.



REFERENSI

- Alexopoulos, C.J., C.W. Mims and M. Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*. Fourth edition. Canada Press., John Wiley and Sons Inc. Canada.
- Amaria, W., Harni, R., & Samsudin, S. (2015). Evaluasi jamur antagonis dalam menghambat pertumbuhan *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih pada tanaman karet. *J. tanaman industri dan penyegar*, 2(1), 51-60.
- Amin, N., Asman dan A. Thamrin. 2011. Isolasi dan Identifikasi Cendawan Endofit dari Klon Tanaman Kakao Tahan VSD M.05 dan Klon Rentan VSD M.01. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Barnet, H. L and B. B. Hunter. 2000. *Illustrated Genera of Impact Fungi*. Third Edition. Burfress Publishing Company.
- Dolakatabadi, H.K., E.M. Goltapeh, N. Mohammadi, M. Rabiey, N. Rohani, and Varma. Biocontrol Potential of Root Endophytic Fungi and Trichoderma Species Against Fusarium Wilt of Lentil Under in vitro and Greenhouse Conditions. *Journal Agrotech Sci Technology*.14: 407-420.
- Fety, S., Khotimah dan Mukarlina. 2015. Uji antagonis jamur rizosfer isolat lokal terhadap *Phytophthora* sp. yang diisolasi dari batang langsung (*Lansium domesticum* Corr.). *Jurnal Protobiont*. \$(1):218-225.
- Hutabalian, M., M.I. Pinem dan S. Oemry. 2015. Uji antagonisme beberapa jamur saprofit dan endofit dari tanaman pisang terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. cubens di laboratorium. *Jurnal Online Agroteknologi*. 3(2): 687-695.
- Ilyas, M. 2006. Isolasi dan identifikasi kapang pada relung rhizosfer tanah dikawasan cagar alam gunung mutis Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Biodiversitas*. 7(3): 216-220.
- Kurnia, T. A., M. I. Pinem dan S. Oemry. 2014. Penggunaan jamur endofit untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* dan *Alternaria solani* secara *in vitro*. *Jurnal Online Agroteknologi*. 2(4): 1596-1606.
- Maria, G.L., K.R. Sridhar dan N.S. Raviraja. 2005. Antimicrobial and enzyme activity of mangrove endophytic fungi of southwest coast of India. *Journal of Agricultural Technology*. 1: 67-80.
- Nursadin, I., Suswanto dan Supriyanto. 2012. Penapisan jamur antagonis asidofilik lignoselulolitik dari tanah gambut terhadap penyakit layu fusarium. *J. Perkebunan dan Lahan Tropika*. 2 (1): 27-34.
- Nurzannah, S.E, Lisnawati dan D. Bakti. 2014. Potensi Jamur Endofit Asal Cabai Sebagai Agens Hayati Untuk Mengendalikan Layu Fusarium dan Potensinya Sebagai Agens Pengendali Hayati *Colletotricum gloeosporioides*. *J. HPT Tropika*. 14(1): 16-24.



- Purwantisari, S dan R.B. Hastuti. 2009. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. *Jurnal Bioma*. 11(1).
- Rianti, R., S. Khotimah dan Mukarlina. 2010. Uji antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* spp. penyebab penyakit layu pada tanaman cabai. *Jurnal Fitomedika*. 7(2): 3.
- Shofiana, R.S, L. Sulistyowati dan A. Muhibuddin. 2015. Eksploratif jamur endofit dan khamir pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) serta uji potensi antagonismenya terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*). *Jurnal HPT*. Volume 3(1): 75-83.
- Skidmore, A.M. 1976. Interaction in relation to biological control of plant patogen. In C.H. dicision and T.F. preece. *Microbiology of aerial of plant surface*. Academic Press. New York. 507-527.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Soesanto L, E. Mugiastuti, R.F Rahayuniati dan R.S. Dewi. 2013. Uji kesesuaian empat isolat *Trichoderma* spp. dan daya hambat in vitro terhadap beberapa patogen tanaman. *Jurnal HPT Tropika*. 13(2) : 117–123
- Sudantha, I. M. dan A.L. Abadi. 2007. Identifikasi jamur endofit dan mekanisme antagonismenya terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vaniliae* pada tanaman vanili. *Jurnal Agroteksos*. 17(1):23-38.
- Ulfah, K., L.A. Hakim, M.D. Ilham, M. Muliyanto, N.S. Julianti, N. Ariyanti, N. Ramadhanti, R.P. Astuti, R. Nurfaizah, R. Giwangkara, R. Suryani dan Shodik. 2018. Nilai ekonomi tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) untuk rakyat Indonesia. Munich Personal RePEc Archive (MPRA). Universitas Munich. Jerman.
- Villa Juan-abogna, R., N. Katsuno, K. Kageyama and M. Hyakumachi. 1996. Isolation and identification of hypovirulent *Rhizoctonia* spp. from soil. *Journal of Plant Pathology*. 45: 896-904.
- Waluyo. L., 2004. Mikrobiologi Umum. UMM press. Malang
- Watanabe, T. 1973. Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Third edition. CRC Press. Boca raton.
- Worosuryani, C., A. Priyatmojo dan A. Wibowo. 2005. Uji Kemampuan Jamur yang Diisolasi dari Lahan Pasir Sebagai PGPF (Plant Growth Promoting Fungi). Tesis (Tidak dipublikasikan). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Yusriani, M. 2019. Uji Potensi Antagonis Isolat Jamur Endofit dari Tanaman Sagu (*Metroxylon* spp.) terhadap *Ganoderma boninense* Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Riau. Pekanbaru.