

Eksplorasi Cendawan Rizosfer Asal Taman Hutan Raya Sultan Adam yang Berpotensi Sebagai Antagonis untuk Mengendalikan Jamur Akar Putih (*Rigidoporus Lignosus*)

Elfirdha Anas Mufidah*, Yusriadi Marsuni, Dewi Fitriyanti

Prodi Proteksi Tanaman Jurusan HPT Fakultas Pertanian ULM

Corresponden Author : *elfirdhaelf@gmail.com

Received: 02 April 2021; Accepted: 28 April 2021; Published: 04 Mei 2021

ABSTRACT

Rigidoporus lignosus or what we often call the White Root Fungus is a major disease that is very detrimental to rubber plants spreads through the soil (soil-borne disease), *R. lignosus* is transmitted through the roots of diseased plants and basidiospores which are carried through the wind causing tree death and production losses the big one. Previous research has reported that the trico bio fungicide or biological control can control white root fungus. This study aims to obtain germplasm in the soil of Taman Raya Sultan Adam Mandiangin (Tahura), namely the antagonistic fungi and to find out the rhizosphere fungi from tahura that have the potential to suppress the growth of *R. lignosus* in vitro. This study used an antagonistic test against the pathogen *R. lignosus* with 1 factor of RAL and was repeated 3 times. The results of this study showed that 6 fungi in the rhizosphere were able to suppress the growth of *R. lignosus* in vitro from 10 obtained. Based on the percentage of inhibitory power > 50% and the ability of space competition, *Trichoderma* spp. amounting to (66.00%).

Key words: *Rigidoporus lignosus*, identification, antagonistic fungi

ABSTRAK

Rigidoporus lignosus atau yang sering kita sebut Jamur Akar Putih adalah penyakit utama yang sangat merugikan pada tanaman karet, menyebar melalui tanah (penyakit tular tanah), *R. lignosus* menular melalui akar tanaman sakit dan *basidiospora* yang dibawa melalu angin yang menyebabkan pohon mati dan kerugian produksi yang besar. Penelitian sebelumnya melaporkan biofungisida trico atau pengendalian hayati mampu mengendalikan Jamur Akar Putih. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan plasma nutfah pada tanah Taman Raya Sultan Adam Mandiangin (Tahura) yaitu cendawan antagonis dan mengetahui cendawan rizosfer asal tahura yang berpotensi dalam menekan pertumbuhan *R. lignosus* secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan uji antagonis terhadap patogen *R. lignosus* dengan RAL 1 faktor dan diulang 3 kali. Hasil penelitian ini menunjukkan 6 cendawan pada rizosfer mampu menekan pertumbuhan *R. lignosus* secara *in vitro* dari 10 yang didapat. Berdasarkan persentase daya hambat >50% dan kemampuan kompetisi ruang di dapat isolat uji *Trichoderma* spp. sebesar (66.00%).

Kata kunci : *Rigidoporus lignosus*, Identifikasi, Cendawan Antagonis

Pendahuluan

Ekosistem tanah tersusun atas berbagai komponen organisme sebagai penyusunnya (Breure, 2004). Seperti mikro dan misofauna (protozoa, nematoda dan mites) (Widyati, 2013). Mikroorganisme tanah berperan sebagai pengendali biologi, bersimbiosis dengan akar, antagonis patogen sehingga dapat memperbaiki,

meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanaman (Breure, 2004). Mikroorganisme melakukan banyak aktivitas yang berhubungan dengan sesama mikroorganisme lain seperti kemampuan membuat bahan organik menjadi bahan anorganik seperti pada serasah.

Jumlah populasi mikroba di rizosfer sangat beragam, semakin banyak tumbuhan yang hidup

di hutan, banyak pula jenis mikroorganisme yang terdapat didalamnya seperti bakteri dan cendawan. Tanah hutan primer dengan kerapatan lebih rendah dibandingkan dengan tanah pertanian, sehingga dapat hal ini dapat mempengaruhi porositas dan aktivitas organisme di dalamnya (Mahendra *et al.*, 2017). Samudra *et al.*, (2013) menyatakan indeks keanekaragaman suatu misofauna serasah dan tanah dipengaruhi oleh keberagaman vegetasi yang ada pada permukaan tanah. Mikroba yang membantu tumbuh kembangnya tumbuhan, misalnya *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *Trichoderma*, *Pseudomonas fluorescens*, mikroba pelarut fosfat, dan kelompok mikroba *lignocellulolytic* (Varma *et al.*, 2004).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Amaria *et al.* (2013) 3 cendawan antagonis yang mempunyai daya hambat tinggi >70% yaitu *Trichoderma harzianum* dan *Paecilomyces lilacinus*, sedangkan pada *T. viridae* 85%. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang eksplorasi jenis cendawan apa saja yang ada pada rizosfer pertanaman Taman Hutan Raya Sultan Adam karena belum pernah dilakukan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 1 perlakuan dengan 3 kali ulangan, sehingga total perlakuan keseluruhan adalah 30. Adapun perlakuan tersebut terdiri dari:

K_0 = Kontrol (*R. lignosus*)

MH₁ = Cendawan antagonis 1 dengan *R. lignosus*

MH₂ = Cendawan antagonis 2 dengan *R. lignosus*

MH₃ = Cendawan antagonis 3 dengan *R. lignosus*

MH₄ = Cendawan antagonis 4 dengan *R. lignosus*

MH₅ = Cendawan antagonis 5 dengan *R. lignosus*

PN₁ = Cendawan antagonis 6 dengan *R. lignosus*

PN₂ = Cendawan antagonis 7 dengan *R. lignosus*

PN₃ = Cendawan antagonis 8 dengan *R. lignosus*

PN₄ = Cendawan antagonis 9 dengan *R. lignosus*

PN₅ = Cendawan antagonis 10 dengan *R. lignosus*

Persiapan Penelitian

Penelitian ini akan diawali dengan pengambilan sampel tanah rizosfer tanaman sehat asal Tahura Sultan Adam Mandiangin, Cempaka, Kota Banjarbaru dan dilanjutkan dengan kegiatan isolasi, uji antagonis dan identifikasi di Laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada 2 jenis tanaman sehat. Setiap jenis diambil 5 tanaman dengan 4 titik sesuai arah mata angin pada tiap tanaman. Kedalaman tanah yang diambil yaitu 1-15 cm dan setiap titik diambil sekitar 30 gram.

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi Alat

Peralatan yang terbuat dari kaca dicuci hingga bersih dan dikeringkan, kemudian alat tersebut dibungkus menggunakan kertas. Alat yang memiliki mulut tabung seperti tabung reaksi dan botol kaca disumbat kapas, kemudian dibungkus kertas, selanjutnya di sterilisasi kering menggunakan oven dengan suhu 170°C selama 1 jam.

Pembuatan Media Martin Agar (*Rose Bengal Agar*)

Bahan yang digunakan dalam pembuatan media martin agar adalah 5 gram pepton, 10 gram dextrose, 1 gram potassium phosphate, 0,50 gram magnesium sulfate, 5% *Rose Bengal*. 10 gram Chloramphenicol dan 15 gram agar. Media Martin Agar (*Rose Bengal Agar*) adalah media umum untuk menumbuhkan cendawan.

Pembuatan Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat media PDA adalah 200 gram kentang, 20 gram dextrose, 20 gram agar dan air aquades 1 liter. Untuk cara pembuatan media PDA adalah: kupas dan cuci bersih kentang hingga bersih, potong dadu kentang dan rebus dengan 700 ml aquades, jika dirasa kentang sudah empuk, saring kentang. Selanjutnya larutkan agar dan dextrose kedalam 300 ml aquades, aduk hingga merata dan campur larutan tersebut kedalam ekstrak kentang dan dididihkan kembali, jika volume air berkurang

tambahkan aquades hingga volume mencapai 1 liter. Setelah masukan larutan PDA kedalam botol kaca dan tutup dengan *aluminium foil* dan balut menggunakan *cling wrap*. Lalu sterilisasikan dengan autoklaf pada tekanan 15 Psi dengan suhu 121°C selama 30 menit.

Pengambilan Sampel Tanah dari Tahura Sultan Adam

Isolasi Cendawan Antagonis

Isolasi cendawan antagonis rizosfer pada tanah tanaman sehat menggunakan metode pengenceran. Sampel tanah yang telah diambil secepatnya diisolasi di Laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Sampel tanah yang sudah dianggap mewakili setiap sisi tanaman sehat dicampur dan ditimbang sebanyak 10 gram lalu dimasukan kedalam botol kaca berukuran 250 ml, setelah itu tambahkan aquades sebanyak 90 ml, tutup dengan *aluminium foil* dan balut dengan *cling wrap*. Homogenkan dengan orbital shaker selama 30 menit dengan kecepatan 150 rpm. Setelah itu ambil 0,1 ml suspensi larutan tersebut dan masukan kedalam tabung reaksi, didalamnya sudah berisi 9 ml air aquades steril setelah itu vortex hingga homogen. Setiap tabung reaksi yang berisi 9 ml air steril adalah pengenceran 10⁻¹ dan 10⁻². Lakukan pengenceran dengan aquades steril sampai pengenceran ke 10⁻². Pengenceran diatas tersebut diambil 0,1 ml suspensi dan di sebarakan pada media martin agar. Ratakan dengan segitiga perata sampai kesat dan inkubasikan pada ruang selama 7 hari. Amati pertumbuhan isolat setiap hari.

Pemurnian Calon Cendawan Antagonis

Pemurnian calon cendawan antagonis dilakukan didalam LAF dengan menumbuhkan kembali cendawan yang telah diinkubasi selama 7 hari kedalam media PDA. Pemurnian dilakukan dengan mengambil setiap koloni cendawan yang dianggap berbeda (laju tumbuh, warna dan bentuk) setelah dilakukan pemurnian maka akan didapatkan isolat cendawan murni. Penentuan calon cendawan antagonis akan diambil berdasarkan kriteria seperti lajunya pertumbuhan calon cendawan, warna yang menarik atau berbeda dan bentuk.

Isolasi Patogen (*R. lignosus*)

Sampel patogen Jamur Akar Putih (*R. lignosus*) berasal dari perkebunan karet Desa Kampung Pulau Kelurahan Jangkung RT. 07 Kecamatan Tanjung Kabupaten Tabalong. Lokasi tersebut diketahui terserang JAP sebanyak 60%. Isolasi patogen dilakukan dengan mengisolasi bagian tubuh buah patogen pada tanaman karet yang terserang JAP. Proses isolasi tersebut yaitu dengan mengambil tubuh buah patogen JAP yang terdapat pada akar tanaman karet dengan pinset, gunting steril, dicelupkan dengan alkohol 70% beberapa saat dan lakukan pencelukan sebanyak 3 kali pada aquades steril, diamkan sesaat pada tisu steril dan letakan pada media PDA. Inkubasi selama kurang lebih 7 hari, lalu pemurnian dilakukan di dalam *laminar air flow* (LAF), dengan menumbuhkan kembali patogen yang telah diinkubasi selama kurang lebih 7 hari kedalam media PDA.

Uji Antagonis

Isolat cendawan diambil menggunakan *cock borer* lalu diletakan sejajar bersampingan dengan jarak 3 cm dari bibir cawan petri. Isolat diinkubasi selama 7 hari dan diamati setiap hari, lalu dilakukan penghitungan besarnya pengaruh persentase hambatan antagonis dengan menggunakan rumus seperti (Dharmaputra *et al.*, 1999).

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

Keterangan:

P = Penghambatan pertumbuhan.

R1 = Jari-jari koloni patogen yang pertumbuhannya menjauhi dengan antagonis.

R2 = Jari-jari koloni patogen yang tumbuh mendekati antagonis.

Identifikasi Cendawan Antagonis

Identifikasi cendawan dilakukan secara mikroskopis dan makroskopis. Identifikasi dilakukan berdasarkan buku Illustrated Genera Of Imperfect Fungi (Barnett dan Hunter, 1972).

Analisis Data




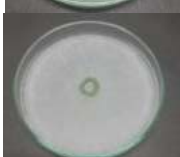

Uji antagonis terhadap patogen *R. lignosus* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 faktor, yaitu dengan 1 agens antagonis, dilakukan sebanyak calon cendawan antagonis dengan 3 ulangan. Dilanjutkan uji kehomogenan dengan uji Barlett, apabila data tidak homogen akan dilakukan transformasi dan apabila data homogen dilanjutkan dengan analisis ragam (ANOVA). Apabila data berbeda nyata maka akan dilanjutkan uji nilai tengah (DMRT).

Calon Cendawan yang didapatkan



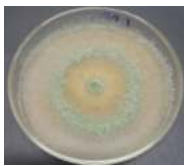


Hasil eksplorasi cendawan antagonis asal Taman Hutan Raya Sultan Adam atau Tahura didapatkan 23 calon cendawan antagonis yang telah berhasil diisolasi dari rizosfer tanaman. Berdasarkan hasil pengamatan secara langsung koloni cendawan antagonis yang telah dimurnikan menyebar secara teratur pada media PDA, beberapa isolat koloni dan medianya berubah warna (Tabel 1). Isolat cendawan tumbuh cukup cepat dalam kurun waktu 3-5 hari mampu menutupi seluruh permukaan cawan petri.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Kriteria calon cendawan antagonis asal Taman Hutan Raya Sultan Adam

Isolat	Laju Tumbuh	Keterangan Isolat	Gambar
MH ₁	Tumbuh lambat pada hari ke 5 memenuhi cawan	Koloni berwarna keputihan, permukaan halus, tipis lembut dan menggunung ke atas	
MH ₂	Pertumbuhan cepat hari ke 3 memenuhi cawan petri	Koloni hijau muda, permukaan halus, berwarna putih lalu kuning dan hijau muda dibagian atas, pada biakan tua terdapat warna kekuningan.	
MH ₃	Pertumbuhan agak lambat 5 hari memenuhi cawan	Berwarna coklat lalu hitam dan pekat. Cendawan ini membuat media mengeras	
MH ₄	Pada hari ke 3 memenuhi cawan	Koloni berwarna putih hijau namun tak banyak hanya sedikit tumbuhnya, permukaan terlihat seperti beludru	
MH ₅	Hari ke 3 memenuhi cawan	koloni berwarna hijau keputihan, berbentuk ring, permukaan halus seperti beludru	

Tabel 1. Lanjutan

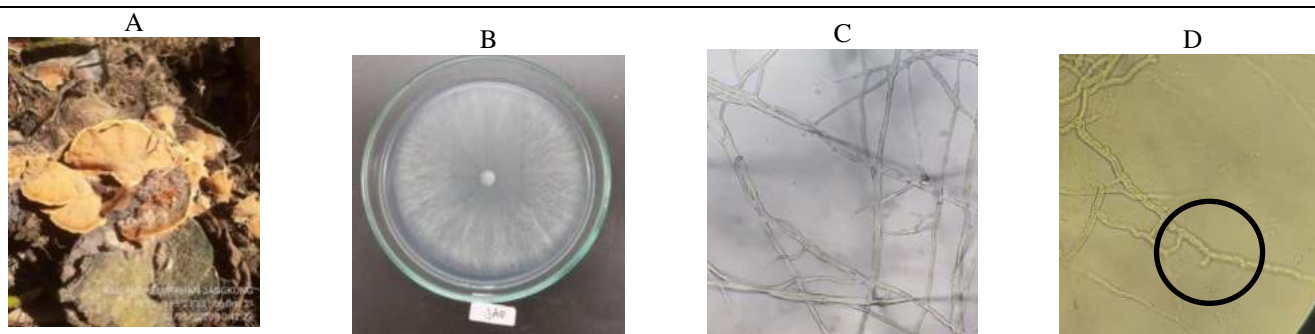
Isolat	Laju Tumbuh	Keterangan Isolat	Gambar
PN ₁	Memenuhi cawan pada hari ke 3	koloni berwarna hijau dan putih, membentuk lingkaran kehijauan, permukaan halus	
PN ₂	Pertumbuhan koloni sangat cepat, pada hari ke 3 memenuhi cawan	Tumbuh koloni berwarna putih lembut seperti kapas dan berubah mengelap pada hari ke 3 menjadi abu-abu tua lalu menghitam.	
PN ₃	Pada hari ke 3 memenuhi cawan	Berwarna putih, setelah itu menguning dan membentuk ring berwarna hijau, cendawan ini mampu mengeluarkan pigmen kekuningan pada media agar	
PN ₄	Hari ke 3 mampu memenuhi cawan	Putih seperti tulang, bentuk konidia merata pada permukaan media agar seperti kapas dan tipis	
PN ₅	Pada hari ke 3 dapat memenuhi cawan	Berwarna Putih setelah itu pada hari ke 2 membentuk lingkaran hijau	

Rigidoporus lignosus (Gambar 2) memiliki percabangan hifa yang banyak dan bersekat, didapatkannya *clamp connection*. Farhana *et al.* (2017) menyatakan pada pengamatan secara mikroskopis cendawan ini mempunyai hifa hialin, bersepta, memiliki sambungan klem (*clamp connection*) dan cabang hifa yang banyak. Isolat biakan murni *R. lignosus* pada media PDA dengan masa inkubasi 3 hari menunjukkan koloni putih membentuk seperti kapas, miselium lembut dan memiliki warna dasar putih. Isolat murni biakan *R. lignosus* memenuhi cawan petri dengan diameter 9 cm sangat cepat yaitu dalam kurun waktu 3 hari. Seperti yang dinyatakan Shofiana *et al.* (2015)

bahwa isolat *R. micropus* memenuhi cawan petri dalam waktu 4 hari pada media PDA.

Hasil Analisis Ragam Persentase Daya Hambat

Pada uji beda nilai tengah menunjukkan bahwa perlakuan dari isolat MH₁, MH₂, PN₄, MH₃, PN₂, MH₄, PN₁ dan MH₅ memiliki kemampuan yang sama dalam menghambat *R. lignosus*. Kode isolat MH₁ memiliki kemampuan yang berbeda nyata dengan isolat PN₅ dan PN₃. PN₅ memiliki kemampuan yang sama dalam menghambat *R. lignosus* terhadap isolat kode MH₂, PN₄, MH₃, PN₂, MH₄, PN₁, MH₅ sedangkan PN₃ memiliki kemampuan yang berbeda nyata dalam menghambat *R. lignosus* dengan semua perlakuan (Tabel 2).



Keterangan : A: Tubuh buah
 B: Isolat murni cendawan pada media PDA
 C: Isolat cendawan patogen diamati secara mikroskopis
 D: Hubungan jepit (*clamp connection*)

Gambar 2. Jamur Akar Putih (*R. lignosus*)

Tabel 2. Hasil uji beda nilai tengah untuk persentase daya hambat >50%

No	Kode	Daya Hambat %
1	MH ₁	43.40 a
2	MH ₂	45.63 ab
3	PN ₄	47.90 ab
4	MH ₃	48.50 ab
5	PN ₂	51.27 ab
6	MH ₄	51.97 ab
7	PN ₁	52.10 ab
8	MH ₅	53.23 ab
9	PN ₅	55.93 b
10	PN ₃	66.00 c

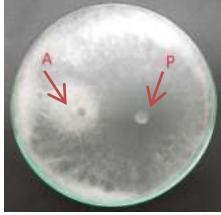

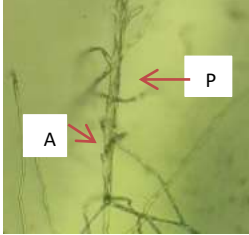

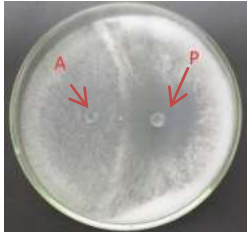
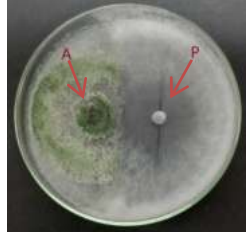
Mekanisme interaksi

Pada pengamatan selama 7 hari yang mana isolat cendawan antagonis dengan cendawan patogen dapat dilihat terjadinya kompetisi ruang dan antibiosis selama masa pengamatan (Tabel 3), pada isolat PN₅ terjadi mekanisme antibiosis seperti adanya jarak berwarna putih bening diantara cendawan antagonis dengan JAP. Hal ini diduga isolat antagonis mengeluarkan senyawa antibiotik (Amaria *et al.*, 2013). Adanya penghambatan pada *R. lignosus* ditandai dengan ditemukan zona penghambatan hal tersebut merupakan indikasi mekanisme antibiotik dan parasitisme (Amaria *et al.*, 2013; Susanti dan Bahar, 2019). Mekanisme interaksi cendawan antagonis asal Tahura menunjukkan adanya variasi




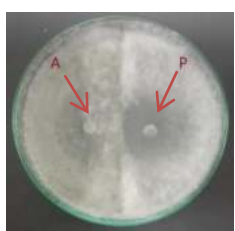


kompetisi ruang cendawan antagonis dengan cendawan patogen yang berbeda-beda (Tabel 3), dapat dilihat bahwa cendawan patogen berada pada sebelah kanan dan cendawan antagonis pada sebelah kiri. Isolat kode MH₁ dan MH₃ dengan masa inkubasi selama 7 hari belum mampu untuk menekan pertumbuhan cendawan patogen yang tumbuh pada cawan petri. Mekanisme parasitisme pada cendawan antagonis dan cendawan patogen dapat dilihat pada (Tabel 3) dimana isolat MH₂ cendawan antagonis memarasit cendawan patogen dengan cara pelilitan atau *hock like* pada hifa cendawan patogen, secara mikroskopis agens antagonis pada MH₂ memiliki memiliki konidiofor yang berbentuk tegak dan bercabang vertikal.

Berdasarkan hasil pengamatan dari eksplorasi, pemurnian, pemilihan calon cendawan antagonis dan identifikasi diperoleh 10 agens antagonis yaitu adanya 2 macam genus cendawan: *Trichoderma* spp, *Aspergillus* sp. dan ada 3 cendawan belum teridentifikasi (Tabel 4). 10 cendawan tersebut melalui uji antagonis dengan *R. lignosus* asal lahan perkebunan karet Desa Kampung Pulau Kelurahan Jangkung RT. 07 Kecamatan Tanjung, Kabupaten Tabalong.

Tabel 3. Mekanisme Interaksi

No	Isolat	Bentuk Interaksi			Interaksi pada Media
		Kompetisi Ruang	Antibiosis	Parasitisme	
1	MH ₁	-	-	-	
2	MH ₂	-	-	+	
					
3	MH ₃	-	-	-	
4	MH ₄	+	-	-	
5	MH ₅	+	-	-	

Tabel 3. Lanjutan


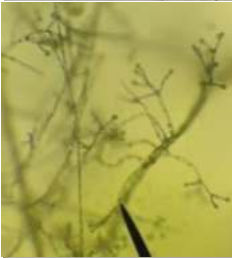

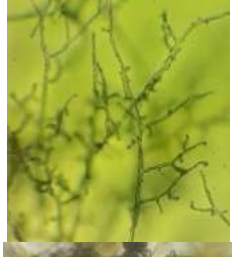

No	Isolat	Bentuk Interaksi			Interaksi pada Media
		Kompetisi Ruang	Antibiosis	Parasitisme	
6	PN ₁	-	+	-	
7	PN ₂	+	-	-	
8	PN ₃	-	-	-	
9	PN ₄	+	-	-	
10	PN ₅	+	+	-	
11	Kontrol				

Keterangan: A : Cendawan antagonis, P: Patogen *R. lignosus*, - : Tidak ditemukanya mekanisme interaksi
 + : Ditemukan adanya mekanisme interaksi





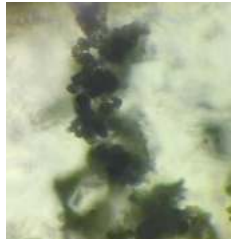
Pada (Tabel 3) isolat dengan kode MH₁, MH₂, MH₃, PN₁, dan PN₃ belum mampu untuk menekan pertumbuhan cendawan patogen yang tumbuh pada cawan petri dalam kompetisi ruang. Sedangkan isolat cendawan MH₄, MH₅, PN₂, PN₄ dan PN₅ mampu menekan cendawan patogen secara kompetisi ruang. Kaewchai dan Soyong (2010) dalam Amaria *et al.* (2013) menyatakan beberapa jenis cendawan yang mampu menekan pertumbuhan dari *R. micropus* yaitu *Aspergillus*

niger, *T. harzianum*, *T. hamatum* dan *Chaetomium cupreum* mampu menghambat perkembangan patogen lebih dari 50%. Pada penelitian kali ini yaitu pada 10 cendawan yang didapatkan adanya 6 cendawan yang mampu menghambat perkembangan patogen >50%, yaitu PN₂ (51.27%), MH₄ (51.07%), PN₁ (52,10%), MH₅ (53.23%), PN₅ (55.93%) dan PN₃ (66.00%).

Tabel 4. Hasil identifikasi secara mikroskopis 10 cendawan antagonis

No	Isolat	Genus	Gambar secara Mikroskopis
1	MH ₁	Belum teridentifikasi	
2	MH ₂	<i>Trichoderma</i> spp.	
3	MH ₃	Belum teridentifikasi	
4	MH ₄	<i>Trichoderma</i> spp.	
5	MH ₅	<i>Trichoderma</i> spp.	

Tabel 4. Lanjutan

No	Isolat	Genus	Gambar secara Mikroskopis
6	PN ₁	<i>Trichoderma</i> spp.	
7	PN ₂	Belum teridentifikasi	
8	PN ₃	<i>Trichoderma</i> spp.	
9	PN ₄	<i>Aspergillus</i> sp.	
10	PN ₅	<i>Trichoderma</i> spp.	

Kesimpulan

1. Hasil eksplorasi cendawan antagonis asal Taman Hutan Raya Sultan Adam ada 23 isolat asal rizosfer tanaman hutan.
2. Hasil isolat yang didapatkan terdiri dari 6 isolat *Trichoderma* spp, 1 isolat *Aspergillus* sp, dan 3 isolat belum teridentifikasi.

3. Isolat MH₂, MH₄, MH₅, PN₁, PN₂ dan PN₅ berpotensi sebagai agens antagonis untuk *R. lignosus* terlihat dari mekanisme interaksi. Berdasarkan persentase daya hambat >50% pada PN₃, PN₅, MH₅, PN₁, MH₄, PN₂ berpotensi sebagai agens antagonis *R. lignosus*

Daftar Pustaka

- Amaria, W., Taufiq, E dan Harni, R. 2013. Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar Putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Buletin RISTR*, 4(1): 55-64.
- Barnett H. L and Hunter B.B. 1972. Illustrated Genera Of Imperfect Fungi. APS press. 234 p.
- Breure, A. M. 2004. Soil Biodiversity: Measurements, Indicators, Threats and Soil Functions. International Conference. September 15th 17th 2004. Leon Spain.
- Dharmaputra, O. S., Gunawan, A. W., Wulandari, R dan Basuki, T. 1999. Cendawan kontaminan dominan pada bedengan jamur merang dan interaksinya dengan jamur merang secara *in-vitro*. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 4(1): 14-18.
- Farhana, A. H. K. F., Samsul, A. R., B., VuThanh, T. A. and Zakaria, L. 2017. Morphological features of *Rigidoporus microporus* isolated from infected malaysian rubber clones. *Malaysian Journal of Microscopy*. 13: 17-23.
- Mahendra, F., Riniarti, M dan Niswati, A. 2017. Populasi dan keanekaragaman mesofauna serasah dan tanah akibat perubahan tutupan lahan hutan di resort pemerintahan tanaman nasional bukit barisan selatan. *Enviro Scientiae*, 13(2): 128-138.
- Samudra, B. F., Izzati, M., Purnaweni, H. 2013. Kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda tanah di lahan sayuran organik “*Urban Farming*”. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.
- Shofiana, R. S., Sulistyowatis, L. dan Muhibuddin, A. 2015. Eksplorasi jamur endofit dan khamir pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) serta uji potensi antagonismenya terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*). *Jurnal HPT.*, 3(1): 75-83
- Susanti, Y dan Bahar, E. 2019. Uji antagonis *Tricoderma* spp. indigenus terhadap *Rigidoporus lignosus* pada tanaman karet. *Jurnal Sungkai*, 7(1): 115-121
- Widyati, E. 2013b. Pentingnya keragaman fungsional organisme tanah terhadap produktivitas lahan. *Tekno Hutan Tanaman*, 6(1): 29-37.