

JURNAL METAMORFOSA
Journal of Biological Sciences
ISSN: 2302-5697
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

Kemampuan Antagonis Cendawan Endofit terhadap *Rhizoctonia* sp. Penyebab Penyakit Busuk Akar Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) secara *In Vitro*

The Antagonist Power of Endofit Mushroom *Rhizoctonia* sp the Cause of Spoiled Root Disease of Zorgum (*Sorghum bicolor* L.) in Vitro Manner

Aloysius Rusae*, Bernadina Metboki, Blasius Atini
Fakultas Pertanian Universitas Timor
Email: alorusae@yahoo.com

INTISARI

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) adalah tanaman serealia yang potensial untuk dibudidayakan dan dikembangkan, pada daerah-daerah marginal. Keunggulan sorgum terletak pada daya adaptasi agroekologi yang luas dan tahan terhadap kekeringan. Komoditi ini memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, sehingga sangat baik untuk digunakan sebagai sumber bahan pangan maupun pakan ternak alternatif. *Rhizoctonia* sp. Penyebab penyakit busuk akar merupakan salah satu patogen penting pada tanaman sorgum. Patogen ini dapat bertahan hidup di dalam tanah dan dapat pula bertahan hidup pada biji. Pemanfaatan agens biokontrol memiliki daya antagonis terhadap patogen dan tidak berpengaruh terhadap jasad bukan sasaran. The use of biocontrol agents has antagonistic power to pathogens and does not affect the body not the target. Mikroorganisme yang bersimbiosis dengan tanaman sorgum berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan dan biokontrol. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis cendawan endofit yang bersimbiosis pada beberapa varietas sorgum dan melakukan uji antagonis terhadap *Rhizoctonia* sp penyebab busuk akar. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yakni pengambilan sampel pada beberapa varietas sorgum (lokal merah, lokal putih dan numbu di desa Naiola kecamatan Bikomi Selatan, Isolasi dan identifikasi, pengamatan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Timor dan uji antgonis terhadap *Rhizoctonia* sp. Hasil eksplorasi pada varietas lokal merah ditemukan 7 isolat diantaranya *Aspergillus* sp.1, *Aspergillus* sp.2, *Aspergillus* sp.3, *Fusarium* sp.1, *Fusarium* sp. 2, *Trichoderma* sp.1, *Trichoderma* sp.2. Cendawan endofit yang ditemukan pada varietas lokal Putih adalah *Aspergillus* sp.2, *Aspergillus* sp.3, *Fusarium* sp.1, dan *Trichoderma* sp.2. Cendawan yang terdapat pada varietas numbu adalah. *Fusarium* sp. 2 , *Aspergillus* sp.2 dan *Trichoderma* sp.1. Cendawan endofit dari akar tanaman sorgum terdapat 3 genus yakni *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp dan *Trichoderma* sp. *Trichoderma* sp 1. yang memiliki sifat antagonis dengan presentase hambatan 20,1%.

Kata kunci: *Cendawan endofit, Antagonis, varietas, sorgum. Rhizoctonia* sp.

ABSTRACT

Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) is a serelia plant which is potential to becultivated and grown in marginal areas. The advantages of sorghum lie in its extensive agroecological adaptability and resistance to drought. This commodity has a high nutrient content, so it is very good to be used as a source of food and alternative animal feed. *Rhizoctonia* sp. The cause of root rot is one of the important pathogens in sorghum plants. These pathogens can survive in the soil and can also survive in seeds. Microorganism that developed symbiosis with Zorgum is useful for growth stimulation and biocontrol. The objectives of the researcha re toidentify endofit mushroom that developed symbiosis on some

varieties of sorgum and to make an antagonis test on *Rhizoctonia* sp, the cause of spoiled root disease. This research is conducted in several streas: firstly, take the sample of same varieties of sorgum lokal merah, lokal putih, and numbu in Naiola in Kecamatan Bikomi Selatan while the isolation and identification are held in Faculty of Agrociture of University of Timor and secendly, do antagonist test on *Rhizoctonia* sp. The study on lokal merah variety has found 7 izolats: *Aspergillus* sp 1, *Aspergillus* sp 2, *Aspergillus* sp 3, *Fusarium* sp 1, *Fusarium* sp 2, *Trichoderma* sp 2. Mushroom endofits found in lokal putih variety are *Aspergillus* sp.2, *Aspergillus* sp.3, *Fusarium* sp.1, dan *Trichoderma* sp.2. Mushrooms on numbu variety are *Fusarium* sp. 2, *Aspergillus* sp.2 dan *Trichoderma* sp.1. Endofit Mushroom from the root of sorgum has 3 genus *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp dan *Trichoderma* sp. *Trichoderma* sp 1 has 20,1 % antagonist character.

Key words: *Endofit mushroom, Antagonis, Sorgum variety, Rhizoctonia* sp

PENDAHULUAN

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) adalah tanaman serealia yang potensial untuk dibudidayakan dan dikembangkan, khususnya pada daerah-daerah marginal dan kering di Indonesia seperti di Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU). Keunggulan sorgum terletak pada daya adaptasi agroekologi yang luas dan tahan terhadap kekeringan. Tanaman sorgum memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, sehingga sangat baik untuk digunakan sebagai sumber bahan pangan maupun pakan ternak alternatif. Tanaman sorgum pernah menjadi bahan makanan pokok bagi masyarakat TTU sebelum tergantikan oleh beras meskipun ada beberapa daerah yang masih mengkonsumsi sorgum sebagai bahan makanan pokok. Biasanya ditanam secara tumpang sari dengan tanaman pangan lainnya.

Produksi sorgum masih sangat rendah, khususnya di tingkat petani di TTU hanya berkisar 1 t/ha per musim tanam (BPS TTU, 2014). Salah satu faktor penyebab rendahnya produksi tanaman sorgum adalah adanya serangan hama dan penyakit. Penyakit yang disebabkan oleh cendawan yang paling dominan dan sangat merugikan pada tanaman sorgum.

Rhizoctonia sp. penyebab penyakit busuk akar merupakan salah satu patogen penting pada tanaman sorgum. Patogen ini dapat bertahan hidup di dalam tanah dalam bentuk sklerotium atau miselium dorman dan dapat pula bertahan hidup pada biji. Infeksi tanaman terjadi pada fase pertumbuhan, saat benih tumbuh, maupun fase pasca tumbuh yang mengakibatkan

tanaman berwarna kuning, kerdil, layu dan mati (Agrios, 1997).

Petani di daerah ini masih bergantung pada pestisida sintetik dalam mengendalikan penyakit tanaman. Namun pengendalian secara kimia dianggap cukup mahal dan penggunaan pestisida sintetik dalam jangka panjang dipercaya dapat menimbulkan efek samping yang merugikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Ismail dan Tenrirawe, 2010).

Oleh karena itu, penggunaan agens hayati perlu dikembangkan, terutama untuk patogen penyebab busuk akar. Keuntungan penggunaan agen hayati antara lain agen hayati mudah ditemukan pada tanah, berkembang biak dengan cepat, mempunyai daya antagonis terhadap mikroorganisme lain, selalu ada dalam tanah selama bahan organik masih tersedia, aman bagi lingkungan, murah, tidak mengeluarkan toksin dan efektifitasnya dapat bertahan cukup lama (Basuki dan Situmorang, 1994).

Keanekaragaman mikroorganisme sangat penting untuk dikaji lebih dalam, salah satunya yaitu keanekaragaman cendawan endofit pada akar tanaman sorgum. Menurut Prihatiningtyas (2006) mikroorganisme yang paling banyak ditemukan yaitu cendawan dan mikroorganisme ini mempunyai hubungan simbiosis mutualisme, yaitu sebuah bentuk hubungan yang saling menguntungkan. Mikroba endofit dapat memperoleh nutrisi untuk melengkapi siklus hidupnya dari tumbuhan inangnya, sebaliknya tumbuhan inang memperoleh proteksi terhadap patogen tumbuhan dari senyawa yang dihasilkan mikroba endofit. Cendawan endofit merupakan

chendawan yang hidup di dalam jaringan tanaman salah satunya yaitu dalam jaringan akar. Clay (1988) menyebutkan bahwa cendawan endofit terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan, seperti daun, bunga, ranting ataupun akar tumbuhan. Cendawan ini menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotika.

Pemanfaatan agens biokontrol seperti *Trichoderma* spp. dilaporkan memiliki banyak keunggulan diantaranya aman, tidak terakumulasi dalam rantai makanan, dan tidak berpengaruh terhadap jasad bukan sasaran (Nurhayati, 2011; Octriana, 2011; Susanti, 2015; Waluyo, 2004). Untuk itu dianggap perlu untuk melakukan suatu Kajian mengenai cendawan endofit dalam jaringan akar tanaman sorgum sejauh ini belum pernah dilakukan dan mengetahui potensi antagonis cendawan endofit terhadap *Rhizoctonia* sp., penyebab penyakit busuk akar tanaman sorgum.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel

Sampel endofit diambil dari jaringan akar sorgum beberapa varietas yakni lokal merah, lokal putih dan numbu di desa Naiola kecamatan Bikomi Selatan, sampel tersebut dimasukkan dalam plastik steril, kemudian dibawa ke Laboratorium Fakultas Pertanian untuk dilakukan isolasi dan identifikasi cendawan endofit.

Isolasi Cendawan Endofit

Isolasi cendawan endofit menggunakan metode Rodrigues (1994). Sampel akar dipotong sepanjang ± 1 cm. Potongan sampel di sterilkan dengan cara dicuci ke dalam larutan NaClO 5% selama 1 menit dan selanjutnya direndam alkohol 70% selama 1 menit diulang 2 kali. Setelah itu dibilas dengan aquades 1 menit dan diulang 3 kali, lalu potongan sampel dikeringkan diatas tissue steril. Kemudian setelah kering potongan sampel ditanam ke media PDA didalam cawan petri. Pada aquades bilasan terakhir diambil 1 ml dan dituang ke dalam media PDA yang baru untuk digunakan sebagai control, jika pada

media kontrol tumbuh cendawan, maka sampel isolasi akar di media bukan merupakan cendawan endofit.

Pengamatan dan Identifikasi

Isolat cendawan endofit yang dimurnikan, diamati secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil pengamatan digunakan untuk identifikasi berdasarkan panduan buku identifikasi *Fungi and food Spoilage* (Pitt and Hocking, 1960) dan buku Pengenalan Kapang Tropik Umum (Gandjar, 1999).

Analisis Data Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman digunakan untuk menghitung keanekaragaman cendawan endofit akar sorgum pada varietas lokal merah, lokal putih dan Numbu. Merujuk pada Shnnon dan Odunum 1993.

Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman digunakan untuk mengukur keseimbangan komunitas. Hal ini didasarkan pada ukuran kesamaan jumlah individu antar spesies dalam suatu komunitas. Merujuk pada (Ludwig and Reynold, 1988).

Uji Antagonis

Uji antagonis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara *In-vitro*, dimana setiap perlakuan diulang 3 kali. Pengujian isolat menggunakan metode oposisi langsung (Mejia et al., 2008) yaitu pengujian berlawanan antara cendawan *Rhizoctonia* sp. dan cendawan endofit secara berhadapan langsung dengan jarak 3 cm dalam cawan petri 9 cm berisi media PDA. Presentase daya hambat jamur antagonis dapat diketahui melalui petumbuhan koloni yang dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan:

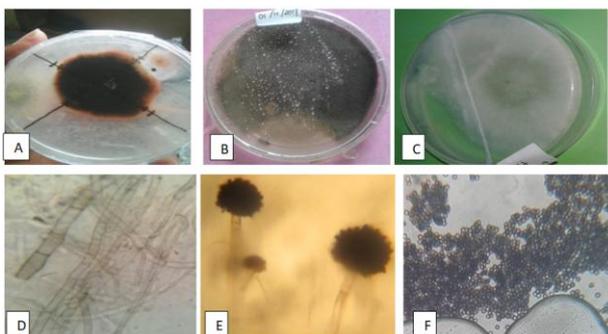
- I = Presentase penghambatan
- R1 = Jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya berlawanan dengan cendawan endofit.
- R2 = Jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya mendekati koloni cendawan antagonis.

PEMBAHASAN

Hasil isolasi dari akar tanaman sorgum sehat terdapat 12 isolat cendawan endofit. Pengambilan sampel dari 3 varietas yakni varietas lokal merah, lokal putih dan numbu, dimana terdapat 3 genus cendawan endofit:

1. *Aspergillus* sp

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis, isolat *Aspergillus* sp dikelompokkan menjadi 3 spesies. *Aspergillus* spesies 1 Koloni berwarna hitam sebalik koloni berwarna hitam pucat, pada spesies 2 warna koloni hijau berkembang menjadi kehitaman sedangkan Spesies 3 koloni berwarna putih berkembang menjadi kuning lama kelamaan menjadi coklat kehitaman. Pada hari ke-4 koloni memenuhi cawan petri. Secara umum pertumbuhan sangat cepat pada medium PDA. Hifa cendawan ini bersekat, hialin dan menjadi kuning kecoklatan sejalan dengan pertambahan umur. Konidiofor bersekat dan tidak bercabang, pembentukan konidia mulai pada hari ke-4 dan semakin banyak dengan bertambahnya waktu. Konidium coklat sampai kehitaman, berbentuk bulat, dan berkelompok. Beberapa koloni *Aspergillus* memiliki ciri bertepung dengan permukaan hijau tua keabu-abuan dan hitam (Simenguk 2016).



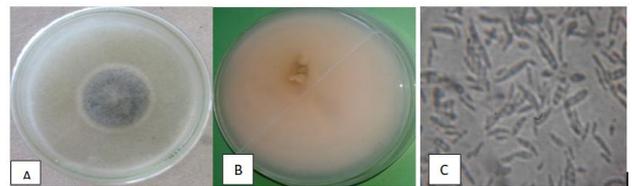
Gambar 1. Bentuk koloni dan morfologi *Aspergillus* (A) koloni *Aspergillus* sp.1 (B) Koloni *Aspergillus* sp.2 (C) Koloni *Aspergillus* sp.3 pada media PDA, (D) Hifa (E) konidiafor dan (F) konidia

Menurut Gandjar et al. (1999) melaporkan diameter koloni jamur *Aspergillus* sp. pada medium PDA dapat mencapai 4-5 cm dalam 7 hari. Lapisan konidia yang lebat berwarna

coklat tua hingga hitam. Kepala konidia berbentuk bulat, dinding konidiofor tipis berwarna putih dapat juga berwarna kecoklatan.

2. *Fusarium* sp

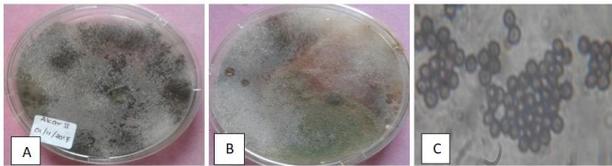
Berdasarkan pengamatan makroskopis dan mikroskopis cendawan ini terbagi menjadi dua spesies. Spesies 1, warna koloni mula-mula berwarna putih kemerahan berkembang menjadi coklat kehitaman dan akhirnya menjadi hitam. Pada spesies 2 miselium seperti kapas awalnya berwarna merah keunguan akhirnya menjadi coklat kehitaman. Ciri konidia berbentuk oval, terdiri dari 3-7 septa berwarna hialin bagian tengahnya membesar, kedua ujung konidia tumpul serta hifanya bersepta. Menurut Semangun (2004), bahwa *Fusarium* sp. memiliki struktur yang terdiri dari mikronidium dan makronidium. Konidiofor bercabang-cabang dan makro konidium berbentuk sabit, bertangkai kecil, sering kali berpasangan.



Gambar 2. Bentuk koloni dan morfologi *Fusarium* sp (A) koloni *Fusarium* sp.1 (B) Koloni *Fusarium* sp.2 ((C) konidia

3. *Trichoderma* sp

Berdasarkan pengamatan ciri makroskopis dan mikroskopis Cendawan ini terdiri dari dua spesies. Spesies 1 koloni berwarna putih bertambahnya waktu menjadi coklat kehitaman dan akhirnya menjadi hitam. Spesies 2 pada awal koloni berwarna hijau muda dan berkembang menjadi hijau tua. Rata-rata koloni tumbuh penuh mencapai pinggiran cawan petri dalam waktu 5 hari. Hifa hialin bersekat dan konidium berbentuk oval. Menurut Semangun (1996), *Trichoderma* sp. memiliki konidiofor bercabang cabang teratur, tidak membentuk berkas, konidium jorong, bersel satu, dalam kelompok-kelompok kecil terminal, kelompok konidium berwarna hijau bir.



Gambar 3. Bentuk koloni dan morfologi *Trichoderma sp* (A) koloni *Trichoderma sp.1* (B) Kolonii *Trichoderma sp2* (C) konidi

Indeks Keanekaragaman dan Keseragaman

Berdasarkan pengamatan terdapat 12 isolat cendawan endofit pada ke-3 varietas. Cendawan endofit pada varietas lokal merah berjumlah 5 spesies, pada lokal putih 4 spesies dan numbu terdapat 3 spesies (tabel1). Hal ini menunjukkan jenis varietas sorgum mempengaruhi tingkat keanekaragaman cendawan endofit dalam jaringan akar tanaman sorgum. Tingkat keanekaragaman cendawan endofit dipengaruhi oleh beberapa faktor. Suganda et al. (2007) menyebutkan bahwa jenis tanaman inang, lokasi dan bagian tanaman dapat mempengaruhi keberadaan cendawan endofit.

Tabel 1. Hasil isolasi dan identifikasi cendawan patogen pada akar sorgum.

Cendawan	Num- bu	Lokal Putih	Lokal Merah	Jum- lah
<i>Aspergillus sp.1</i>			1	1
<i>Aspergillus sp.2</i>	1	1		2
<i>Aspergillus sp.3</i>		1	1	2
<i>Fusarium sp.1</i>		1	1	2
<i>Fusarium sp.2</i>	1			1
<i>Trichoderma sp.1</i>	1		1	2
<i>Trichoderma sp.2</i>		1	1	2
jumlah				12

Cendawan endofit yang bersimbiosis dengan akar tanaman sorgum lokal merah lebih tinggi dari varietas yang lain. Varietas lokal merah menjadi relung ekologi yang cocok untuk beberapa cendawan tersebut. Lagi pula tanaman sorgum lokal merah adalah tanaman lokal daerah. ini menyebabkan cendawan tersebut sudah beradaptasi. Sesuai dengan Petrini (1992), yang menyebutkan bahwa kelimpahan dan keragaman cendawan endofit dalam mengkolonisasi inang dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya perbedaan varietas inang tanaman, lokasi pengambilan sampel, curah hujan serta aspek budidayanya. Tingginya

keanekaragaman cendawan endofit pada sorgum lokal merah mempengaruhi pertumbuhan dan hasil. Hal tersebut dapat terjadi karena cendawan endofit memberikan interaksi yang positif bagi tanaman inang. Varietas Numbu adalah varietas introduksi, cendawan lokal belum beradaptasi dengan varietas tersebut.

Hasil perhitungan indeks keseragaman cendawan endofit akar sorgum pada ke -3 varietas sorgum dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman cendawan endofit pada varietas lokal merah lebih tinggi dari kedua varietas lainnya. Hal ini berdasarkan perhitungan diperoleh total indeks keanekaragaman cendawan endofit pada varietas lokal merah sebesar 1,035 sedangkan lokal putih dan Numbu masing-masing sebesar 0,828 dan 0,621. Varietas lokal merah memiliki tingkat keseragaman yang tinggi dibandingkan dengan dua varietas lainnya (tabel 2). Menurut Odum (1993) bahwa indeks keseragaman menunjukkan kelimpahan mikroorganisme yang hampir seragam dan merata antar jenis, semakin tinggi nilai keseragaman, menunjukkan bahwa komunitas tersebut stabil.

Tabel 2. Analisis data cendawan endofit akar sorgum

No	Varietas	Nilai Indeks		∑ Genus	∑ Spesies
		H	E		
1	Lokal Merah	1,035	0,416	3	5
2	Lokal Putih	0,828	0,333	3	4
3	Numbu	0,621	0,249	3	3

Uji Antagonis

Dari ketiga genus cendawan endofit yang berhasil diisolasi kemudian dilakukan uji lanjut untuk mengetahui sifat antagonisme koloni yang tumbuh dikenali dari hasil *dual culture assay*. Hasil pengujian kemampuan antagonis menunjukkan bahwa dari ke 12 isolat yang diuji hanya 1 isolat saja yang bersifat antagonis dengan presentase daya hambat 20,1%. (tabel 3). Cendawan endofit akar sehat tanaman sorgum dari penelitian ini dapat menghambat

Rhizoctonia sp. mulai dari 3 sampai dengan 6 HSI (Hari setelah Inokulasi) (Gambar 4). Mekanisme cendawan antagonis sebagai agen pengendali hayati penyakit tanaman secara umum dibagi menjadi tiga macam yaitu kompetisi terhadap tempat tumbuh dan nutrisi, parasitisme, antibiotik dan lisis (Baker and Cook, 1982)

Tabel 3. Kemampuan antagonis cendawan endofit terhadap *Rhizoctonia* sp

Cendawan Endofit	Daya Hambat (%)	Antagonis*
<i>Aspergillus</i> sp.1	0,00	-
<i>Aspergillus</i> sp.2	0,00	-
<i>Aspergillus</i> sp.3	0,00	-
<i>Fusarium</i> sp.1	0,00	-
<i>Fusarium</i> sp.2	0,00	-
<i>Trichoderma</i> sp.1	20,1	+
<i>Trichoderma</i> sp.2	0,00	-

*-, tidak memiliki kemampuan antagonis; +, memiliki kemampuan antagonis

Genus *Trichoderma* merupakan cendawan nonmikrobia yang dapat ditemukan hampir di semua macam tanah dan semua habitat. *Trichoderma* sp. tumbuh sangat baik dan berlimpah di dalam tanah di sekitar perakaran yang sehat dan bermanfaat dengan menyerang patogen yang ada disekitar perakaran yang sehat dan bermanfaat dengan menyerang patogen yang ada disekitar perakaran tanaman (Subba-Rao 1986 dalam Prabowo *et al.* 2006, Wijaya 2002).



Gambar 4. Perkembangan pertumbuhan cendawan dalam uji *Dual Culture* (A) 3 Hari Setelah Inokulasi; (B) 5 Hari Setelah Inokulasi (C). 7 Hari Setelah Inokulasi

Miselium *Trichoderma* dalam uji antagonis terhadap *Rhizoctonia* sp. belum memenuhi ruang uji pada hari terakhir pengamatan. Hal ini diduga disebabkan adanya persaingan ruang tumbuh dan nutrisi. Persaingan terjadi ketika

terdapat dua mikroorganisme atau lebih yang secara langsung memerlukan sumber nutrisi yang sama (Soesanto 2008, Raka 2006). Persaingan yang terlihat di ruang uji antagonis antara *Trichoderma* sp. dan *Rhizoctonia* sp. disebabkan adanya kebutuhan cendawan-cendawan tersebut akan nutrisi yang terkandung di dalam media uji antagonis untuk keberlangsungan hidupnya. Miselium *Trichoderma* sp. cenderung lebih luas dibandingkan miselium *Rhizoctonia* sp. diduga karena adanya kemampuan *Trichoderma* sp. untuk menghasilkan asam organik tertentu yang tidak dapat dimanfaatkan *Rhizoctonia* sp. serta adanya kemampuan dari *Trichoderma* sp. untuk menghasilkan metabolit sekunder berupa antibiotika yang menghambat perkecambahan spora cendawan *Rhizoctonia* sp. (Soesanto 2008, Suwahyono, 2000).

KESIMPULAN

Cendawan endofit dari akar tanaman sorgum terdapat 3 genus yakni *Aspergillus* sp, *Fusarium* sp dan *Trichoderma* sp. *Trichoderma* sp 1. yang memiliki sifat antagonis terhadap *Rhizoctonia* penyebab busuk akar pada tanaman sorgum dengan presentase hambatan 20,1 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian didanai oleh kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Melalui Pusat Studi Lahan Kering Fakultas Pertanian Universitas Timor.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, GN. 1997. *Plant Pathology* Fourth Edition Academic Press. New York
- BPS TTU. 2014. *Timor Tengah Utara Dalam Angka*. BPS TTU. Kefamenanu.
- Benhamou N, Garand C. 2001. Cytological analysis of defense-related mechanisms induced in pea root tissues in response to colonization by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. *Phytopathology*. 91(8):730–740.
- Clay, K. 1988. Fungal Endophytes of Grasses : A Defensive Mutualism Between Plants and Fungi. *Ecology*. 69 (1) : 10-16

- Effendi, B. S. 2009. Strategi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Padi dalam Perspektif Praktek Pertanian yang Baik (Good Agricultural Practices). Pengembangan Inovasi Pertanian. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi. Subang. 2(1) : 65-78
- Gandjar, I., Robert, A. S., Karin van den T. V., Aryanti, O., Iman, S. 1999. *Pengenalan kapang tropik umum*. Penerbit Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. ISBN 979-461-289-8
- Ludwig, J. A., and J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. John Wiley and Sons, Inc. Canada
- Malinowski DP, Belesky DP. 2000. Adaptations of endophyte-infected cool-season grasses to environmental stresses: mechanisms of drought and mineral stress tolerance. *Crop Sci*. 40(4):923–940.
- Mejia, L.C., Rojas, E.I., Maynard, Z., Van Bael, S., Arnold, A. E., Hebbard, P., Samuels, G.J., Robbins, N., Herre, E.A. (2008). Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* patho-gens. *Biol. Control* 46 (4):14.
- Nurhayati 2011. Penggunaan jamur dan bakteri dalam pengendalian penyakit tanaman secara hayati yang ramah lingkungan. Prosiding Seminar Bidang Ilmu Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat 316-321
- Odum, P. E. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p: 179.
- Octriana L 2011. Potensi Agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytophthora* sp secara in vitro. *Buletin Plasma Nutrafah* 17(2): 138-142
- Pitt, J.I. and A.D. Hocking. 1997. *Fungi and Food Spoilage*. Cambridge: Great Britain at The University Press.
- Petrini, O., T.N Sieber, L Toti dan O. Viret., 1992. Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization In Endophytic Fungi. *Natural Toxins* (1):185-196
- Prihatiningtyas, W. 2006. Mikroba Endofit Sumber Penghasil Antibiotik yang Potensial. (Online). Diunduh dari <http://www.blogspot.com>, fungi endofit tanggal 29 juli 2017
- Rodrigues KF. 1994. The foliar fungal endophytes of the Amazonian palm *Euterpeoleracea*. *Mycologia* 86(3):376-385
- Semangun, H. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Semenguk B. 2016 skripsi eksplorasi dan inventarisasi cendawan entomopatogen yang diisolasi dari pertanaman jagung di beberapa kabupaten/kota provinsi lampung. Fakultas pertanian Universitas Lampung.
- Suganda, Tarkus, N. Istifadah dan Hersanti. 2007. *Jamur Endofit: Keanekaragaman, Kolonisasi dan Peranannya terhadap Berbagai Tanaman Sayuran dan Pangan*. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran.
- Susanti Y, 2015 Pengendalian Hayati Penyakit cendawan akar putih (JAP) pada Tanaman Karet secara In Vitro dengan Menggunakan *Trichoderma* spp Lokal Kabupaten Rokan Hulu.
- Untung, K. 1992. Konsep dan Strategi Pengendalian Hama Terpadu. Makalah Simposium Penerapan PHT. PEI Cabang Bandung. Sukamandi.
- Wahyo 2004. Pengembangan *Trichoderma harzianum* sebagai bahan pengendalian penyakit tanaman. Makalah Pelatihan Pemurnian dan Penstabilan Agens Hayati. Dinas Perkebunan Yogyakarta.