

ISOLASI DAN PENAPISAN CENDAWAN ENDOFIT AKAR ASAL RHIZOSFER TALAS BENENG (*Xanthosoma undipes* K.Koch)

Rida Oktorida Khastini

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
E-mail: rida.khastini@untirta.ac.id

Abstrak

Kebutuhan pangan nasional dapat dilakukan upaya diversifikasi pangan yaitu pemanfaatan kelompok umbi-umbian seperti Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K.Koch) yang merupakan salah satu jenis flora umbi-umbian khas Provinsi Banten. Produktivitas talas beneng dapat ditingkatkan yaitu salah satunya dengan menggunakan pupuk hayati mengandung mikroorganisme hidup yang bermanfaat. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan melakukan penapisan terhadap cendawan endofit akar asal rhizosfer talas beneng sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai pupuk hayati untuk meningkatkan produktivitas talas beneng. Sebanyak 19 isolat cendawan berhasil diisolasi melalui teknik isolasi langsung dan pengumpanan. Hasil identifikasi menunjukkan jenis cendawan dari genus *Acremonium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, dan beberapa isolat yang belum teridentifikasi. Berdasarkan hasil penapisan diperoleh sebanyak 12 isolat merupakan cendawan endofit akar dan 5 isolat merupakan cendawan parasit akar.

Kata Kunci: Cendawan endofit akar, talas beneng, rhizosfer

Abstract

*Diversification of national food supplies is a necessary by the utilization of tubers such as Talas Beneng, which is one of the typical flora of Banten Province. Talas Beneng productivity can be increased by using biological fertilizers which contains living microorganisms. The objective of this research was to isolate, and screen the endophytic fungi from talas beneng rhizosphere for developing a good quality of biofertilizer in the further. A total of nineteen fungus isolates were successfully isolated by direct and baiting methods. Identification result showed that the fungi were from genera *Acremonium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, and several isolates that have not been identified. Screening result showed that about twelve and five isolates were identified as root endophytic fungi and parasitic fungi respectively.*

Key words: Root endophytic fungi, talas beneng, rhizosphere

PENDAHULUAN

Bahan pangan yang dijadikan sumber karbohidrat utama bagi masyarakat Asia didominasi oleh nasi (padi - *Oryza sativa*), tak terkecuali bagi masyarakat Indonesia. Akan tetapi, masalah yang dihadapi saat ini adalah terjadinya peningkatan pertumbuhan penduduk Indonesia yang tidak seiring dengan peningkatan sawah atau ladang lahan pertanian untuk memproduksi padi, sehingga dapat berakibat tidak terpenuhinya kebutuhan karbohidrat bagi masyarakat. Kondisi demikian mendorong dilakukannya program diversifikasi pangan untuk menunjang kecukupan pangan nasional.

Diversifikasi pangan di Indonesia dimaksudkan agar konsumsi makanan masyarakat Indonesia tidak hanya bergantung dan terfokus pada nasi. Indonesia sebagai negara tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati memiliki ragam hasil pertanian yang dapat menjadi sumber makanan pokok penunjang karbohidrat seperti sagu, ubi, jagung, dan talas. Diversifikasi pangan dapat pula berperan sebagai cara dalam memenuhi kebutuhan gizi di masyarakat, sehingga nutrisi bervariasi dan seimbang. Untuk mencukupi kebutuhan pangan nasional, program diversifikasi pangan perlu diiringi dengan upaya peningkatan produktivitas budidaya pangan dengan pemanfaatan teknologi. Upaya-upaya tersebut akan lebih optimal jika diikuti dengan pemberdayaan potensi berbagai daerah di seluruh Indonesia.

Provinsi Banten merupakan salah satu Provinsi di Indonesia yang memiliki keragaman hayati flora yang tinggi. Keragaman hayati ini didukung oleh adanya bentang alam dan kondisi berbagai tipe ekosistem yang terdapat di wilayah tersebut. Ekosistem di Provinsi Banten terdiri dari ekosistem perairan yaitu laut, dan pesisir pantai serta ekosistem darat (Kemenhut, 2013). Salah satu potensi tanaman penghasil karbohidrat yang dapat tumbuh dan dimanfaatkan oleh masyarakat di Banten adalah kelompok umbi-umbian seperti talas. Talas Banten (*Xanthosoma undipes*) merupakan salah satu jenis flora umbi-umbian khas Provinsi Banten yang memiliki prospek sebagai bahan pangan pokok dan fungsional. Talas ini dikenal juga sebagai Talas Beneng (besar dan *koneng*) sesuai dengan morfologinya yaitu umbinya berukuran besar dan berwarna kuning. Kelurahan Juhut di Kabupaten Pandeglang mempunyai potensi besar sebagai penghasil umbi talas. Saat ini Pemda Banten tengah gencar dalam membudidayakan talas beneng agar menjadi salah satu komoditi bahan pangan penghasil karbohidrat

sehingga dapat menguatkan dan mengurangi kerawanan terhadap ketahanan pangan (BPTP Banten, 2015).

Mengingat besarnya potensi talas beneng sebagai salah satu komoditas penghasil karbohidrat, maka diperlukan suatu usaha budidaya yang intensif untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Teknik budidaya talas relatif mudah dan biaya produksi usaha tani relatif rendah. Hal ini dapat dijangkau oleh petani kecil yang tidak mempunyai lahan luas dengan modal yang relatif lebih rendah. Meskipun begitu, berdasarkan hasil observasi awal, sistem budidaya talas beneng yang dilakukan oleh masyarakat di Kelurahan Juhut belum terprogram dengan baik dan teratur. Budidaya yang dilakukan masih bersifat konvensional dan tidak intensif, terlihat dari banyaknya masyarakat yang hanya menanam talas tersebut di tepi kebun sekitar rumahnya. Jika dilakukan pemupukan, jenis pupuk yang digunakan adalah pupuk kimia yang harganya relatif mahal.

Peningkatan produksi tanaman pertanian khususnya talas beneng, dapat dilakukan melalui proses budidaya yang intensif, salah satunya ialah melibatkan proses pemupukan. Selain pupuk buatan (pupuk kimia), pupuk biologis (pupuk hayati) dapat menjadi alternatif bagi petani untuk melakukan proses pemupukan. Penggunaan pupuk buatan selain mahal berpengaruh negatif dan menimbulkan kerusakan lingkungan. Berbeda dengan penggunaan pupuk hayati, selain lebih murah juga ramah terhadap lingkungan. Produktivitas hasil pertanian akan meningkat dan berkelanjutan melalui efisiensi pemupukan dengan aplikasi pupuk hayati yang bermutu dan unggul.

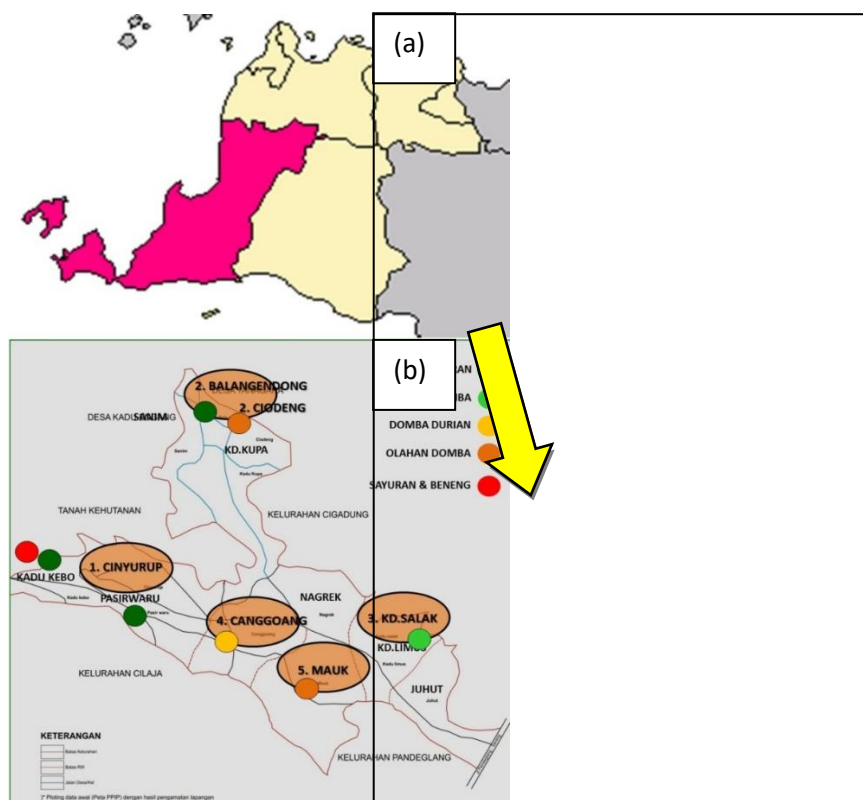
Komponen habitat alam, termasuk mikroba potensial seperti cendawan endofit akar mempunyai peran dan fungsi penting dalam peningkatan pertumbuhan tanaman di dalam sistem pertanian yang ramah lingkungan. Kelompok mikroorganisme tersebut berperan dalam fiksasi dan pelarut hara, dekomposisi bahan organik, mineralisasi senyawa organik, serta proses nitrifikasi maupun denitrifikasi menjadikan nutrisi tersedia bagi tanaman, Cendawan endofit akar hidup dan mengkolonisasi jaringan akar tanaman dan keberadaannya tidak mengganggu pertumbuhan maupun perkembangan tanaman inangnya. Berkaitan dengan peranannya pada tanaman, berbagai penelitian membuktikan bahwa mekanisme yang dilakukan oleh cendawan endofit akar agar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman inang adalah melalui mekanisme peningkatan penyerapan nutrisi melalui struktur yang dibentuk cendawan tersebut atau dengan

diproduksinya hormon pengatur tumbuh seperti IAA (Usuki & Narisawa, 2007; Rommert *et al.*, 2002, Khan *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan melakukan penapisan terhadap cendawan endofit akar asal rhizosfer talas beneng sehingga kedepannya dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai pupuk hayati untuk meningkatkan produktivitas talas beneng.

METODOLOGI PENELITIAN

Penentuan Lokasi dan Pengambilan Sampel

Cuplikan sampel akar dan rhizosfer tanah Talas Beneng yang berasal dari Kelurahan Juhut, Kecamatan Karang Tanjung, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten (Gambar 1) diambil sebanyak tiga kali ulangan dengan membuat garis transek sepanjang 300 m. Plot berbentuk bujur sangkar berukuran 10 x 10 m² dibuat pada masing-masing transek (Leksono & Firdaus, 2008). Sampel yang dikoleksi berupa potongan akar talas beneng dan rhizosfer tanah sedalam 20 cm dari permukaan tanah, dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi keterangan.



Gambar 1 Peta (a) Kabupaten Pandeglang Banten dan (b) Kelurahan Juhut [Sumber: BPTP Banten, 2015]

Isolasi cendawan endofit akar

Cendawan endofit akar diisolasi dengan 2 metode yaitu isolasi secara langsung dan Teknik pengumpanan (*Baiting method*). Akar tanaman talas beneng yang telah diambil, dicuci menggunakan air mengalir dan dipotong dengan ukuran panjang 1 cm. Akar kemudian disterilisasi permukaannya, direndam dalam alkohol 70% (v/v) selama 1 menit dan NaOCl 0.1% (v/v) selama 15 menit dan dibilas dengan air steril sebanyak 3 kali. Akar kemudian dikeringkan. Selanjutnya potongan akar ditempatkan dalam media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang mengandung antibiotik kloramfenikol 500 mg/l dan *rose bengal* 1% (b/v) untuk menghindari pertumbuhan atau kontaminan bakteri. Media tersebut diinkubasikan pada suhu ruang selama 7 hari. Miselium cendawan yang tumbuh selanjutnya dimurnikan sampai didapatkan isolat murni.

Selain berasosiasi dengan tanaman inang, cendawan endofit ini dapat juga bersifat *soil borne*, saprofitik dan dapat bertahan hidup pada tanah. Cendawan ini dapat diisolasi dengan menggunakan teknik pengumpanan menumbuhkan tanaman inang menggunakan media rhizosfir. Tanaman inang yang digunakan adalah *Centrosema pubescens*. Biji *Centrosema pubescens* disterilisasi permukaan. Benih ditumbuhkan dalam medium zeolit steril selama 1 minggu dan dipindahkan ke dalam medium pengkayaan berupa campuran zeolit steril dan rhizosfer tanah 20% (v/v). Tanaman dipelihara selama 2 bulan dengan cara disiram dengan akuades steril sampai mencapai kapasitas lapang dan dipupuk dengan HyponexTM sebanyak 2 kali/minggu. Setelah 2 bulan penanaman, akar tanaman dipanen dan diisolasi dengan cara sama seperti metode isolasi langsung. Isolat dimurnikan dan diremajakan menggunakan media PDA.

Penapisan Cendawan Endofit Akar

Isolat cendawan yang berasal dari akar talas beneng hasil isolasi secara langsung atau melalui teknik pengayaan perlu diseleksi lebih lanjut sifat patogenisitasnya, untuk memastikan apakah isolat cendawan tersebut benar-benar tidak menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inang. Cendawan endofit diperbanyak dengan menggunakan 100 mL media cair dekstroza kentang (kentang 200 g L⁻¹, dekstroza 20 g L⁻¹) yang diinkubasi dalam suhu ruang dengan diberi aerasi menggunakan *rotary shaker* 130 rpm selama 14 hari. Miselium dipisahkan dengan menggunakan kertas saring kemudian diinokulasikan pada sistem perakaran benih tanaman

Centrosema pubescens yang dikecambahkan secara aseptik. Selanjutnya benih-benih tersebut dipindahkan pada media tumbuh pembibitan dalam polibag (diameter 20 cm) dan dipelihara sampai 2 bulan setelah inokulasi. Pengamatan dilakukan pada respon tanaman yang diinokulasi isolat cendawan dibandingkan dengan tanaman kontrol yang tidak diinokulasi. Parameter tanaman meliputi biomassa tanaman dan profil kesehatan tanaman. Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) sebanyak 5 ulangan. Data selanjutnya diolah menggunakan program SAS versi 6.12 dan diuji lanjut menggunakan uji Perbandingan Ganda Duncan. Model linier rancangan penelitian adalah sebagai berikut (Mattjik & Sumertajaya 2000):

$$Y_{ijkl} = \mu + \delta_{ijk} + (\alpha\beta)_i + \beta_j$$

Ket:

Y_{ijkl} : nilai respon tanaman taraf ke-i, jenis cendawan taraf ke-j, ulangan ke-k dan waktu pengamatan ke-k

μ : rata-rata umum

$(\alpha\beta)_i$: pengaruh interaksi tanaman dengan jenis cendawan

β_j : pengaruh jenis cendawan taraf ke-j

δ_{ijk} : komponen acak perlakuan

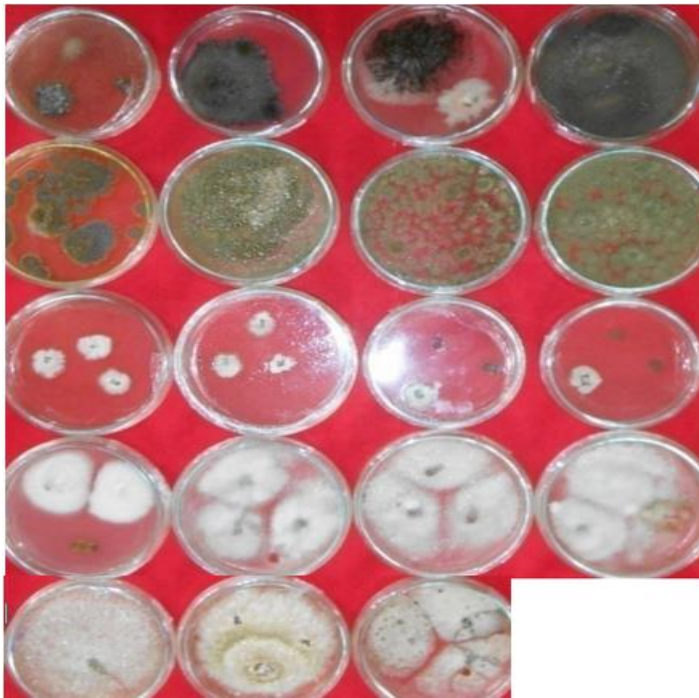
Karakterisasi cendawan endofit akar

Karakter morfologi Isolat cendawan yang telah diisolasi dengan kedua cara tersebut di atas dan tidak menyebabkan gejala penyakit pada tanaman inang kemudian diamati karakter morfologi secara makroskopis dan mikroskopis. Cendawan ditumbuhkan dalam medium OMA (OMA; oatmeal, 10 g L⁻¹; and Bacto agar, 18 g L⁻¹, MgSO₄·7H₂O, 1 g L⁻¹; KH₂PO₄, 1.5 g L⁻¹; and NaNO₃, dan PDA. Karakter yang diamati Secara makroskopis meliputi; warna, tekstur dan permukaan koloni (granular, seperti tepung, menggunung, licin, zonasi, daerah tumbuh, garis-garis radial dan konsentris, warna balik koloni (*reverse color*), dan tetesan eksudat koloni (*exudates drops*). Secara mikroskopis, karakter yang diamati meliputi; ada tidaknya septa pada hifa, pigmentasi hifa, sambungan apit, bentuk dan ornamentasi spora (seksual dan aseksual), bentuk dan ornamentasi tangkai spora, dan lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Cendawan Mutualistik Akar

Sampel yang dikoleksi berupa potongan akar dan rhizosfer tanah sedalam 20 cm dari permukaan tanah diisolasi dan ditumbuhkan dengan menggunakan media OMA dan PDA. Sebanyak 19 isolat cendawan berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari rhizosfer tanaman talas beneng melalui metode isolasi langsung yang diperoleh sebanyak 11 isolat dan melalui metode pengumpanan sebanyak 8 isolat.



Gambar 2 Ragam Koloni Cendawan yang berhasil diisolasi dari rhizosfer talas beneng

Isolat-isolat cendawan tersebut dapat dibedakan berdasarkan morfologi secara makroskopis dan mikroskopis Hasil isolasi cendawan berupa cendawan dari genus *Acremonium*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*, dan beberapa isolat yang belum teridentifikasi. Ragam koloni cendawan yang berhasil diisolasi dapat dilihat pada Gambar 2. Ragam koloni yang tumbuh memiliki koloni dengan ragam yaitu putih sampai berwarna kegelapan. Ada beberapa isolat yang membentuk garis konsentris pada koloninya. Sedangkan secara mikroskopis, ditemukan hifa berseptat dan tanpa septat. Sambungan apit tidak ditemukan pada isolat-isolat tersebut. Spora aseksual berupa konidiosopra dan klamidospora terbentuk namun tidak ditemukan spora seksual.

Jumlah cendawan endofit yang diisolasi didominasi pada organ akar. Hal ini sesuai dengan penelitian Paul *et al.* (2007) yang melaporkan bagian organ tanaman yang paling tinggi terkolonisasi cendawan adalah akar jika dibandingkan dengan daun dan batang tanaman. Jaringan akar tanaman menyediakan habitat dan nutrisi bagi beragam komunitas mikroorganisme, termasuk cendawan endofit. Selain itu, beragam cendawan endofit banyak mengkolonisasi akar tanaman, terutama kelompok endofit berseptata gelap (Schadt *et al.* 2001) dan dapat pula mengkolonisasi akar tanaman yang tidak bisa dikolonisasi oleh cendawan mikoriza arbuskula (Liu *et al.*, 2017).

Mekanisme interaksi tumbuhan dan cendawan dapat dilakukan melalui 2 cara yaitu sebagai parasit atau mutualis dan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Sinclair & Cerkauskas, (1996), cendawan endofit hidup pada jaringan tumbuhan dan tidak menyebabkan penyakit pada tumbuhan tersebut bahkan melakukan simbiosis mutualisme yang saling menguntungkan dengan tumbuhan inangnya.

Penapisan Cendawan Endofit Akar

Berdasarkan proses penapisan dan hasilnya terhadap respon tumbuh dan proses kolonisasi cendawan pada tanaman *Centrosema pubescens* maka dapat diketahui sifat cendawan yaitu parasitik akar atau cendawan endofit akar (Tabel 1). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa cendawan endofit menghabiskan sebagian besar atau seluruh struktur hidupnya berada dalam jaringan tanaman, dan dalam asosiasinya tidak menimbulkan gejala patogen (Baldani *et al.* 1998, Petrini 1991, Wennstrom 1994, Wilson 1995). Mekanisme kolonisasi cendawan pada akar tanaman berdasarkan hasil pengamatan dimulai dengan adanya kontak melalui struktur apresorium dilanjutkan dengan kolonisasi interseluler di dalam korteks yang membentuk struktur percabangan dan koil atau struktur menyerupai klamidospora.

Tabel 1 Penapisan isolat cendawan pada tanaman inang *Centrosema pubescens*

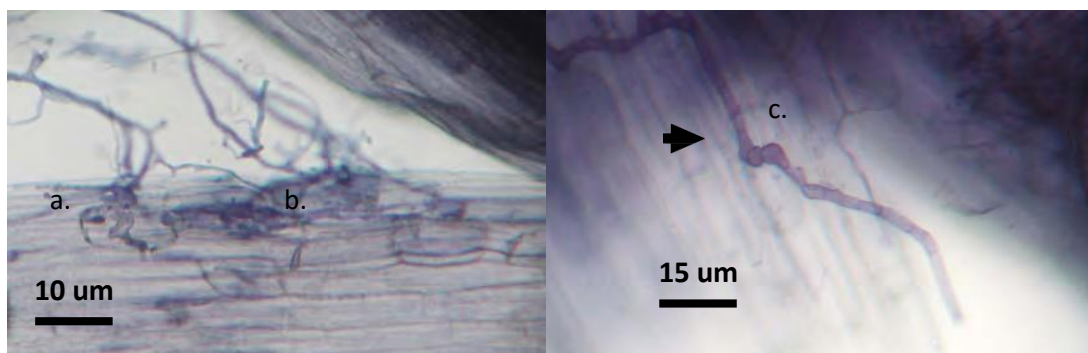
NO	Perlakuan cendawan	BB tajuk	BK tajuk	BB akar	BK akar	% kolonisasi	Sifat simbiosis
	Tanpa inokulasi (K)	0.66de ¹⁾	0.2h3	0.963a	0.19d	0g	-
1	<i>Acremonium</i> sp.	0.41h	0.16h	0.29i	0.14d	36.41c	Parasit akar
2	<i>Aspergillus</i> sp. 1	4.12a	1.70a	1.35cd	0.24bcd	61.48ab	Endofit akar

NO	Perlakuan cendawan	BB tajuk	BK tajuk	BB akar	BK akar	% kolonisasi	Sifat simbiosis
3	<i>Aspergillus niger</i> 1	4.57a	1.72a	3.94bcd	0.70b	66.80a	Endofit akar
4	<i>Curvularia</i> sp.	0.71gh	0.27gh	0.84def	0.17cd	58.96bc	Endofit akar
5	<i>Fusarium</i> sp.	0.39h	0.15h	0.32ghi	0.12d	36.00be	Parasit akar
6	<i>Paecilomyces</i> sp.	1.27ef	0.49e	0.98ef	0.17bcd	53.42c	Endofit akar
7	<i>Penicillium</i> sp.1	3.14c	1.94c	1.92bc	0.14bcd	56.61bc	Endofit akar
8	<i>Trichoderma</i> sp. 1	1.91e	0.59e	2.14ab	0.19bcd	57.89bc	Endofit akar
9	<i>Aureobasidium</i> sp	0.49h	0.16h	0.19i	0.02d	32.60ef	Parasit akar
10	Isolat 1	0.45h	0.14h	0.37i	0.04d	29.55e	Parasit akar
11	Isolat 2	0.43h	0.15h	0.24i	0.02d	36.82e	Parasit akar
12	Isolat 3	0.40h	0.14h	0.25i	0.02d	38.34d	Parasit akar
13	<i>Aspergillus</i> sp. 2	2.37d	0.81d	1.67de	0.27bc	53.67c	Endofit akar
14	<i>Aspergillus niger</i> 2	3.99b	1.44b	2.58i	0.28b	61.17ab	Endofit akar
15	<i>Penicillium</i> sp. 2	1.94efg	0.34fgh	1.09efghi	1.49bcd	59.51bc	Endofit akar
16	<i>Trichoderma</i> sp.2	1.96ef	0.42efg	1.17efg	1.33bcd	62.78ab	Endofit akar
17	Isolat 4	1.56e	0.58e	1.41efgh	0.24bcd	53.30c	Endofit akar
18	Isolat 5	1.96de	0.64de	1.34def	0.21bcd	57.99bc	Endofit akar
19	Isolat 6	0.42gh	0.14h	0.31i	0.01d	46.98e	Parasit akar
20	Tanpa inokulasi (K)	10.90c	8.33c	0.73c	0.64c	0c	-

Ket: 1) Angka dalam kolom yang sama pada masing-masing kelompok yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan, $P < 0.05$.

BB: Berat Basah

BK: Berat Kering



Gambar 3 Struktur kolonisasi cendawan *A. niger* 1 di dalam akar *Centrosema pubescens*. a. aporesorium, b. hifa internal, c. Struktur yang menyerupai klamidospora

Cendawan *Aspergillus niger* 1 menunjukkan respon tertinggi pada parameter pertumbuhan tanaman *Centrosema pubescens* dibandingkan isolat-isolat cendawan lainnya. Struktur kolonisasi cendawan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3

Cendawan *A. niger* telah lama diketahui sebagai cendawan yang dapat meningkatkan respon pertumbuhan tanaman. Hal ini didukung oleh penelitian Chuang *et al.* (2006) yang menginokulasikan *A. niger* pada tanaman *Brassica chinensis* menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan pada parameter pertumbuhannya. Penelitian Wang *et al.* (2015) menguatkan bahwa *A. niger* dapat dimanfaatkan sebagai agen pupuk hayati dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme pelarutan unsur hara terutama fosfat. Selain itu, pengaruh inokulasi *A. niger* dapat juga memperbaiki penampilan tanaman dengan daun yang berwarna lebih hijau karena kandungan klorofilnya yang lebih tinggi. Penelitian yang dilakukan Zulfitri (2007) menunjukkan inokulasi *A. niger* pada tanaman jarak berpengaruh dalam peningkatan yang signifikan terhadap jumlah klorofil tanaman dibandingkan kontrol. Kandungan klorofil yang tinggi bersinergis dengan kemampuan fotosintesis yang hasilnya langsung terlihat pada peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman

SIMPULAN

Cendawan endofit akar telah berhasil diisolasi dari rhizosfer talas beneng. Penapisan cendawan tersebut dilakukan untuk mengetahui isolat potensial dalam peningkatan pertumbuhan tanaman. *A. niger* yang berhasil diisolasi dari kebun karet merupakan isolat cendawan endofit terbaik. Informasi ini dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan cendawan tersebut sebagai pupuk hayati untuk meningkatkan pertumbuhan talas beneng

DAFTAR PUSTAKA

- Avanzato, M.V. and C.S. Rothrock. (2010). Use of Selective Media and Baiting to Detect and Quantify the Soilborne Plant Pathogen *Thielaviopsis basicola* on Pansy. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2010-0610-01
- Baldani, J.I., Caruso, L., Baldani, V.L.D., Goi, S.R. & Döbereiner, J. (1998). Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biol Biochem* 29:911-922.
- BPTP Banten. (2015). Kisah Sukses Kampung Domba Terpadu. http://banten.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=

- article&id=373:kampung-ternak-domba-juhut-banten&catid=12:koran&Itemid=12.
- Chuang, C.C., Yu-Lin, K., Chao, C.C. & Chao, W.L. (2006). Solubilization of inorganic phosphates and plant growth promotion by *Aspergillus niger*. *Bio Fertils Soil*: 140-147.
- Kemenhut. (2013). Statistik Kehutanan Indonesia. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Khan, A. L., Gilani, S. A., Waqas, M., Al-Hosni, K., Al-Khiziri, S., Kim, Y. H., Ali, L., Kang, S. M., Asaf, S., Shahzad, R., Hussain, J., Lee, I. J., Al-Harrasi, A. (2017). Endophytes from medicinal plants and their potential for producing indole acetic acid, improving seed germination and mitigating oxidative stress. *Journal of Zhejiang University. Science. B*, 18(2), 125-137
- Leksono, S M. & Firdaus, N. (2008). Analisis vegetasi mangrove di Cagar Alam Pulau Dua Serang sebagai habitat burung. [laporan Penelitian: Hibah Dosen Muda DP2M Ditjen Dikti Depdiknas].
- Liu, H., Li, T., Ding, Y., Yang, Y., & Zhao, Z. (2017) Dark septate endophytes colonizing the roots of 'non-mycorrhizal' plants in a mine tailing pond and in a relatively undisturbed environment, Southwest China, *Journal of Plant Interactions*, 12:1, 264-271, DOI: [10.1080/17429145.2017.1333635](https://doi.org/10.1080/17429145.2017.1333635)
- Mattjik, A.A. & Sumertajaya M. (2000). *Perancangan Percobaan Dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Jilid 1. Bogor: IPB Press.
- Paul, N.C. (2007). Diversity of endophytic fungi of medicinal plants in Korea and their antifungal and plant growth promoting activity. Masters thesis, Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea
- Petrini, O., Sieber, T.N., Toti, L., Viret, O. (1991). Ecology Metabolite Production and Substrate Utilization in Endophytic Fungi. *Natural Toxins* 1:185-196.
- Rommert, A.K., Oros-Sichler, M., Lange, T., Aust, H.J., & Schulz, B. (2002). Growth promoting effect of endophytic colonization of larch seedlings (*Larix decidua*) with *Cryptosporiopsis* sp. and *Phialophora* sp. In: Book of Abstracts, the Seventh International Mycological Congress. P. 309 University of Oslo, Oslo.
- Schadt, C.W., Mullen, R.B., & Schmidt, S.K. (2001). Isolation and phylogenetic identification of a dark-septate fungus associated with the alpine plant *Ranunculus adoneus*. *New Phytologist* 150, 747 – 755
- Sinclair, J.B., & Cerkauskas, R.F. (1996). Latent infection vs. endophytic colonization by fungi. Di dalam : Redlin SC, Carris LM. *Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants : Systematics, Ecology and Evolution*. Aps. Press The American Phytopathological Society St. Paul. Minnesota. 23-29
- Souza, A.R.C.D., Baldoni, D.B., Lima, J., Porto, V., Marcuz, C., Machado, C., Ferraz, R.C., Kuhn, R.C., Jacques, R.J.S., Guedes, J.V.C., Mazutti, M.A. (2017). Selection, isolation, and identification of fungi for bioherbicide production. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48(1):101-108
- Usuki, F., & Narisawa, K. (2007). A mutualistic symbiosis between a dark septate endophytic fungus, *Heteroconium chaetospora*, and a nonmycorrhizal plant, Chinese cabbage. *Mycologia*. 99(2):175-184

- Wang HY, Liu S, Zhai LM, Zhang J, Ren T, Fan B, & Liu H. (2015). Preparation and utilization of phosphate biofertilizers using agricultural waste. *J Integr Agric* 14(1):158-167.
- Wennstrom, A. (1994). Endophyte - the misuse of an old term. *Oikos* 71:535-536.
- Wilson, D. (1995). Endophyte – the evolution of a term, aFnd clarification of its use and definition. *Oikos* 73: 274-276.
- Zulfitri, A. (2007). Pengaruh Cendawan Endofit Akar Dan Mikoriza Arbuskula (CMA) Terhadap Pertumbuhan Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* Linn.) [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.