

# PENGARUH MEDIA KULTUR DAN EKSTRAK BIJI MAHONI TERHADAP PERTUMBUHAN ISOLAT *Botryodiplodia* sp. PENYEBAB MATI PUCUK PADA BIBIT JABON

*Influence of Culture Medium and Mahogany Seed Extract on The Growth of Botryodiplodia sp. Isolate Causing Dieback on Jabon Seedling*

Aji Winara<sup>1</sup>, Achmad<sup>2</sup> dan Syamsul Falah<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Balai Penelitian Teknologi Agroforestry, Badan Litbang Kehutanan Kementerian Kehutanan,

<sup>2)</sup> Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB,

<sup>3)</sup> Departemen Biokimia, Fakultas MIPA IPB.

## ABSTRACT

Dieback on jabon seedling caused by fungi *Botryodiplodia* sp. decreased seedlings' quality and nurseries economic benefits. Less studies on the control of dieback pathogen on jabon seedling used biofungicide from plant extract have been reported nowadays. Mahogany is one of the promising medicinal plants in Indonesia and has potential as an biofungicide. This research aimed to estimate the growth of *Botryodiplodia* sp. isolate on some culture medium and inhibition by mahogany seed extract. The poisoned food technique was used to test the efficacy of mahogany seed extract on the isolate growth. The result showed that potatoes sucrose and potatoes dextrose medium most suitable for mycelium growth of the *Botryodiplodia* sp. isolate. The mahogany seed hot water extract inhibited the growth of *Botryodiplodia* sp. isolate with the highest growth inhibition was 41.85-59.90% at 50% extract. Microscopical examination showed the inhibition of mycelium growth was caused by the changes on hyphae morphology and growth direction which were shrinking and curling due to the cell wall degradation.

**Keywords :** *Botryodiplodia* sp., inhibition, mahogany seed extract, medium.

## PENDAHULUAN

Penyakit mati pucuk pada bibit jabon (*Anthocephalus cadamba*) telah menurunkan kualitas bibit dan merugikan para pegiat budidaya jabon, padahal jabon saat ini menjadi komoditi hutan tanaman khususnya sebagai penyedia bahan baku kayu lapis, papan partikel, papan semen, papan blok, pulp dan kertas, kayu kontruksi ringan, bahan baku kerajinan, perahu, batang korek api, batang sumpit dan pensil (Soerianegara dan Lemmens 1993). Patogen primer penyakit mati pucuk pada bibit jabon adalah fungi *Botryodiplodia* sp. dengan tingkat patogenisitas yang tinggi hingga menimbulkan kematian pada bibit (Aisah 2014).

Fungi *Botryodiplodia* sp. tergolong kelompok fungi tidak sempurna dan menjadi patogen penyakit tanaman berkayu khususnya di daerah tropis (Ellis *et al.* 2007). Menurut Anggraeni dan Lelana (2011), fungi *Botryodiplodia* sp. dilaporkan menjadi patogen pada beberapa tanaman kehutanan di Indonesia antara lain menyebabkan bercak daun pada pulai (*Alstonia* sp.), busuk akar pada meranti (*Shorea* sp.), bercak daun pada merbau (*Intsia bijuga*), bercak daun pada bakau (*Rhizophora mucronata*), bledok pada nyamplung (*Calophyllum inophyllum*), penyakit batang pada gaharu (*Aquilaria malaccensis*) dan bercak daun pada skubung (*Macaranga gigantea*).

Saat ini pengendalian penyakit mati pucuk pada bibit jabon masih menggunakan fungisida sintetik padahal

potensi tumbuhan obat di Indonesia sangat tinggi dan potensial dikembangkan sebagai fungisida nabati, salah satunya adalah biji mahoni (*Swietenia macrophylla*). Sifat farmakologi biji mahoni sebagai tumbuhan obat telah banyak dikaji antara lain bersifat antifungi (Maiti *et al.* 2007), antibakteri (Maiti *et al.* 2007; Nour *et al.* 2011; Suliman *et al.* 2013), antimalaria dan antibabesia (Murnigsih *et al.* 2005), antiinflamatori (Guevera *et al.* 1996; Chen *et al.* 2010), antikanker (Goh dan Kadir 2011), antitumor dan antimutagenik (Guevera *et al.* 1996).

Pemanfaatan biji mahoni sebagai insektisida telah dilaporkan bersifat racun perut (*antifeedant*) bagi serangga seperti bersifat racun bagi serangga *Spodoptera frugiperda*, *Acalymna vittarum*, *Artemia salina* (Mikolajczak dan Reed 1987; Mootoo *et al.* 1999). Namun hingga saat ini pemanfaatan biji mahoni sebagai fungisida dalam pengendalian penyakit tanaman baik dalam skala penelitian maupun praktek belum banyak dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur pertumbuhan isolat *Botryodiplodia* sp. pada berbagai media kultur dan bioaktivitasnya terhadap ekstrak biji mahoni secara *in vitro*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan antara lain isolat *Botryodiplodia* sp., bibit jabon berumur 4 bulan,

PDA (*Potatoes Dextrose Agar*) Difco™, PSA (*Potatoes Sucrose Agar*; 200 gr kentang, 20 gr sukrosa, 20 gr agar dan 1000 ml aquades), antibiotik kloramfenikol, simplisia biji mahoni dan aquades. Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain mikroskop cahaya, *vacuum pan evaporator*, *water bath*, *laminar air flow*, *autoclave*, mistar ukur dan beberapa peralatan laboratorium lainnya.

## Prosedur Penelitian

### 1. Penyiapan Isolat dan Uji Virulensi Patogen

Isolat *Botryodiplodia* sp. diperoleh dari Laboratorium Patologi Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Peremajaan isolat dilakukan pada media selektif PDA dan PSA (mengandung antibiotik kloramfenikol). Sedangkan uji virulensi isolat dilakukan terhadap bibit jabon berumur 4 bulan dengan teknik inokulasi blok agar tempel. Hasil uji virulensi menunjukkan bahwa isolat *Botryodiplodia* sp. masih memiliki virulensi yang tinggi dan dapat menyebabkan gejala mati pucuk hingga kematian bibit setelah 10 hari sejak inokulasi.

### 2. Penyiapan Ekstrak Mahoni

Sampel biji mahoni diperoleh dari tegakan benih mahoni berumur ±40 tahun yang berada di Hutan Penelitian Balai Penelitian Teknologi Agroforestry Kementerian Kehutanan di Kabupaten Ciamis Jawa Barat. Pengumpulan sampel mahoni dilakukan pada bulan September 2013.

Ekstraksi sampel biji mahoni dilakukan dengan teknik maserasi menggunakan pelarut air panas mengacu pada Falah *et al.* (2010). Stok Ekstrak Biji Mahoni (EM) yang digunakan dalam pengujian dibuat pada konsentrasi EM 50 mg ml<sup>-1</sup> dengan cara sebanyak 5.0 g masing-masing EM dilarutkan dengan 100 ml aquades steril panas kemudian dilakukan sterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121 °C selama 15 menit.

## Uji Pengaruh Media Kultur

Uji pengaruh media kultur terhadap pertumbuhan miselium isolat *Botryodiplodia* sp. dilakukan pada media kultur padat dan cair selektif antara lain PDA, PSA, MEA (*Malt Extract Agar*), PDB (*Potatoes Dextrose Broth*), PSB (*Potatoes Sucrose Broth*) dan MEB (*Malt Extract Broth*). Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan untuk media padat serta lima ulangan untuk media cair. Peubah yang diamati antara lain diameter koloni miselium pada media padat dan bobot kering biomassa miselium pada media cair.

Proses uji dilakukan dengan cara menanam isolat *Botryodiplodia* sp. berumur 7 hari dengan diameter 6 mm pada media cawan petri (diameter 9 cm) dan botol selai yang berisi media kultur selektif. Pengamatan pertumbuhan radial miselium dilakukan selama masa inkubasi hingga salah satu media kultur padat dipenuhi oleh koloni miselium patogen. Sedangkan proses inkubasi isolat pada media kultur cair dilakukan selama 10 hari. Pengukuran bobot biomassa miselium dilakukan terhadap berat koloni miselium pada media kultur cair setelah masa inkubasi selesai dengan cara menyaring miselium dengan

kertas saring dan miselium yang tersaring dioven pada suhu 60°C selama 24 jam. Bobot kering biomassa miselium dihitung dengan cara mengurangi bobot kering biomassa miselium pada kertas saring setelah dioven dengan bobot kering kertas saring setelah dioven.

## Bioaktivitas Ekstrak Biji Mahoni

Uji bioaktivitas EM terhadap isolat *Botryodiplodia* sp. dilakukan secara *in vitro* dengan rancangan penelitian berupa RAL *in time* dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Metode yang digunakan adalah teknik peracunan makanan mengacu pada Achmad dan Suryana (2009), pada cawan petri berdiameter 9 cm dengan media kultur PSA sebagai sumber nutrisi isolat. Perlakuan yang diberikan adalah berupa konsentrasi EM pada berbagai taraf antara lain taraf 0% (Kontrol), 5%, 10%, 25% dan 50%. Teknik penentuan komposisi taraf perlakuan mengacu pada Sangeetha *et al.* (2013), dengan cara sebanyak 0 ml, 0.5 ml, 1.0 ml, 2.5 ml dan 5.0 ml EM dicampurkan dengan 10.0 ml, 9.5 ml, 9.0 ml, 7.5 ml, dan 5.0 ml PSA untuk mendapatkan taraf konsentrasi perlakuan 0%, 5%, 10%, 25% dan 50%. Peubah yang diamati adalah diameter koloni miselium setiap periode 12 jam hingga koloni pada perlakuan kontrol memenuhi cawan petri. Selanjutnya nilai penghambatan EM terhadap pertumbuhan isolat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P (\%) = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Keterangan : P = Persentase penghambatan (%); C = Rataan diameter koloni kontrol (mm); T = Rataan diameter koloni perlakuan (mm).

## Pengamatan Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis isolat *Botryodiplodia* sp. dilakukan untuk mengetahui karakteristik morfologi hifa pada semua perlakuan. Pengamatan morfologi hifa setiap perlakuan dilakukan dengan mikroskop cahaya pada gelas preparat yang ditambahkan dengan aquades.

## Analisis Data

Analisis ragam dilakukan terhadap data hasil uji *in vitro* pertumbuhan isolat *Botryodiplodia* sp. pada berbagai media kultur dan efikasi EM terhadap pertumbuhan miselium pada taraf uji 5% dan jika pengaruh perlakuan bersifat nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Isolat pada Media Kultur

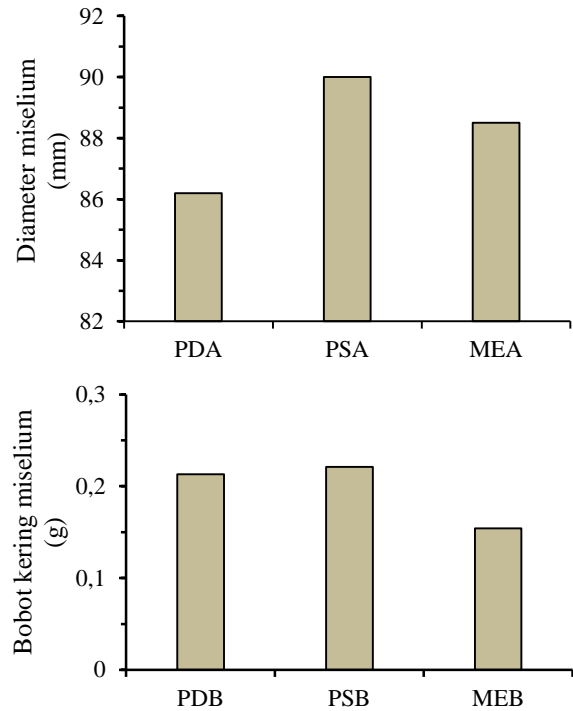
Pertumbuhan isolat *Botryodiplodia* sp. pada tiga jenis media kultur padat (PDA, PSA dan MEA) secara umum menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan (Gambar 1). Pertumbuhan miselium *Botryodiplodia* sp. pada ketiga jenis media kultur tersebut tergolong cepat dengan rata-rata pertumbuhan diameter radial sebesar 1.724 mm/jam (PDA), 1.800

mm/jam (PSA) dan 1.77 mm/jam (MEA). Meskipun secara statistik pertumbuhan miselium pada ketiga jenis media kultur tidak berbeda nyata, namun pada media kultur PSA menunjukkan tingkat pertumbuhan isolat *Botryodiplodia* sp. yang lebih cepat.

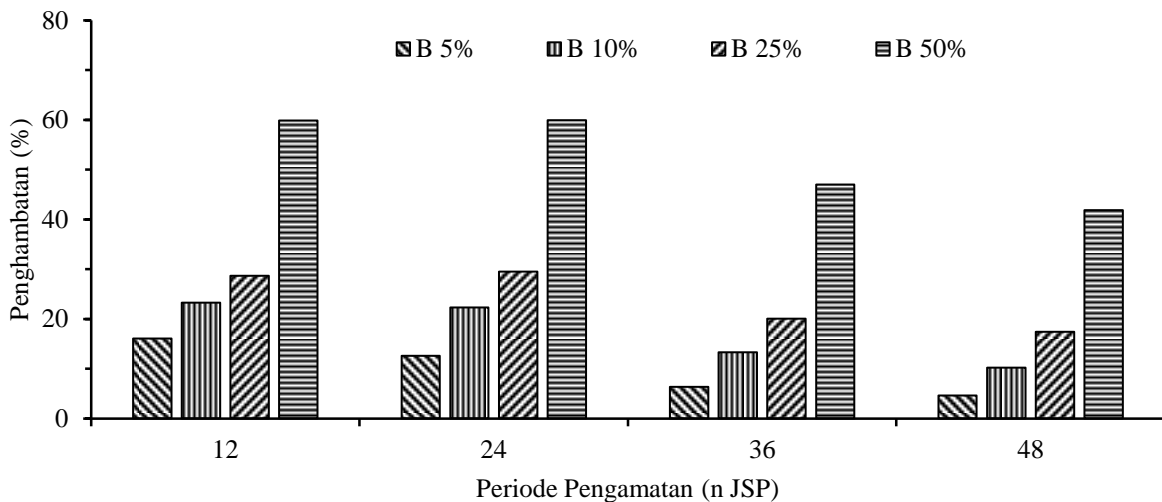
Sementara itu uji pertumbuhan isolat *Botryodiplodia* sp. pada media kultur cair menunjukkan hasil bobot kering miselium yang berbeda nyata secara umum namun terjadi perbedaan antar perlakuan PDB dan PSB dengan MEA (Gambar 1). Meskipun antara PDB dan PSB menunjukkan tidak ada perbedaan pengaruh secara statistik, secara nominal bobot biomassa miselium pada media PSB lebih besar dibandingkan pada PDB.

Berdasarkan pendekatan pengaruh media kultur padat dan cair terhadap pertumbuhan miselium isolat *Botryodiplodia* sp. menunjukkan hasil yang sama untuk media kultur yang mengandung ekstrak kentang yaitu keduanya memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan media kultur dengan sumber nutrisi malt ekstrak. Hal ini senada dengan hasil penelitian Khanzada *et al.* (2006) bahwa isolat *B. theobromae* tumbuh optimum pada media PSA dengan produksi konidia yang sedang, dan hasil penelitian Alam *et al.* (2001) yang menunjukkan bahwa isolat *B. theobromae* tumbuh optimum pada media kultur PDA. Namun adanya fakta pertumbuhan isolat *Botryodiplodia* sp. pada media PSA lebih cepat dan pada media PSB bobot miseliumnya lebih berat dibandingkan PDA dan PDB kemungkinan disebabkan oleh kadar glukosa yang terkandung dalam media kultur PDA dan PDB lebih tinggi dibandingkan pada media PSA dan PSB sebagaimana menurut Alam *et al.* (2001), bahwa kecepatan pertumbuhan radial miselium *B. theobromae*

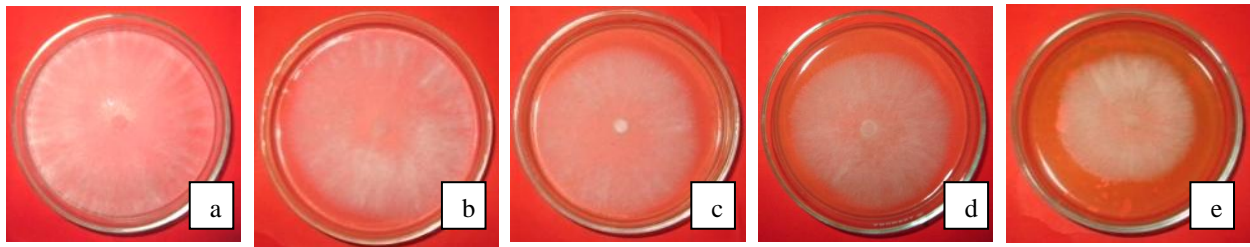
menurun seiring dengan bertambahnya kadar glukosa pada media kultur.



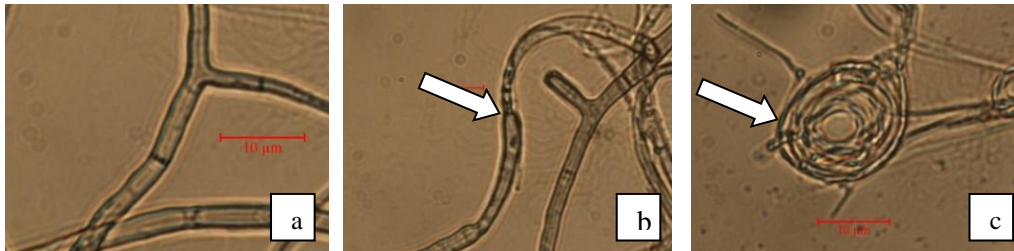
Gambar 1. Pertumbuhan rata-rata diameter radial dan bobot kering miselium isolat *Botryodiplodia* sp. pada media kultur.



Gambar 2 Pengaruh berbagai taraf konsentrasi ekstrak air panas biji mahoni terhadap penghambatan pertumbuhan radial miselium isolat *Botryodiplodia* sp. Huruf-huruf di atas balok data menunjukkan pembandingan nilai tengah antar perlakuan berdasarkan uji duncan pada taraf nyata 0.05 dan pengelompokkan berdasarkan periode waktu pengamatan.



Gambar 3 Pertumbuhan koloni miselium isolat *B. theobromae* pada berbagai taraf konsentrasi ekstrak air panas biji mahoni pada jam ke-48: a. konsentrasi 0% (Kontrol), b. konsentrasi 5%, c. konsentrasi 10%, d. konsentrasi 25% dan e. konsentrasi 50%.



Gambar 4 Morfoologi hifa isolat *Botryodiplodia* sp. dalam kondisi normal (a) dan mengalami morfologi berupa kerutan (b) dan perubahan arah pertumbuhan (tanda panah) (perbesaran 400x).

### Bioaktivitas Ekstrak Biji Mahoni

Hasil uji bioaktivitas ekstrak air panas biji mahoni terhadap isolat *Botryodiplodia* sp. menunjukkan adanya pengaruh yang nyata perlakuan EM terhadap penghambatan pertumbuhan miselium *Botryodiplodia* sp. secara *in vitro*. Hal ini menunjukkan bahwa EM memiliki sifat antifungi *Botryodiplodia* sp. dan senada dengan hasil penelitian Maiti *et al.* (2007) yang menunjukkan bahwa ekstrak biji mahoni dengan pelarut air memiliki sifat antifungi yaitu mampu menghambat pertumbuhan fungi patogen *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, *A. flavus* dan *Cryptococcus albidus* secara *in vitro*.

Berdasarkan hasil uji beda (Gambar 2), perbedaan taraf konsentrasi EM berpengaruh terhadap penghambatan pertumbuhan isolat *Botryodiplodia* sp. yaitu terdapat hubungan yang linier antara peningkatan taraf konsentrasi dengan peningkatan nilai penghambatan atau semakin tinggi taraf konsentrasi EM maka semakin tinggi pula nilai penghambatannya. Taraf konsentrasi EM yang memberikan nilai penghambatan tertinggi adalah taraf konsentrasi 50% dengan nilai penghambatan sebesar 59.90% dan mengalami penurunan setelah waktu inkubasi 48 jam menjadi 41.85%. Hal ini menunjukkan bahwa secara *in vitro* EM pada taraf konsentrasi 50% merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan miselium *Botryodiplodia* sp.

Adanya penghambatan pertumbuhan miselium isolat *Botryodiplodia* sp. kemungkinan disebabkan oleh adanya pengaruh metabolit sekunder yang dimiliki oleh ekstrak biji mahoni. Menurut Moghadamtousi *et al.* (2013) kandungan utama dari biji mahoni adalah limonoid, kumarin, asam pati ester dan steroid. Limonoid diketahui bersifat antifungi sebagaimana telah dilaporkan oleh Govindachari *et al.* (1996), bahwa beberapa senyawa triterpenoid yang tergolong limonoid

dari ekstrak biji mahoni daun kecil (*Swietenia mahagoni*) yaitu *6-acetylswietenine* dan *6-acetyl-3-tygloylswietonolide* efektif dalam menghambat fungsi patogen pada kacang tanah jenis *Puccinia arachidis*.

Sementara itu hasil pengamatan mikroskopis terhadap morfologi hifa isolat *Botryodiplodia* sp. yang mendapatkan perlakuan EM (Gambar 4) menunjukkan adanya bentuk morfologi yang tidak normal yaitu berupa pengerutan hifa dan arah pertumbuhan hifa yang melingkar. Hal seperti itu terjadi pula pada hifa *Fusarium solani* yang mengerut akibat metabolit sekunder dari ekstrak metanol *Terminalia nigrovenulosa* sebagaimana yang dilaporkan oleh Nguyen *et al.* (2013). Sedangkan arah pertumbuhan hifa yang melingkar terjadi pula pada pertumbuhan *Ganoderma* sp. pada media kultur akibat metabolit sekunder dari ekstrak kulit *Acacia mangium* sebagaimana dilaporkan oleh Yuniarti (2010). Menurut Hu *et al.* (2003), perubahan morfologi hifa patogen yang abnormal akibat media kultur yang mengalami peracunan oleh metabolit sekunder tanaman dapat berupa pembengkakan (*swelling*), pertumbuhan yang melingkar (*curling*), berbentuk manik-manik (*bead formation*) dan pertumbuhan yang berlebihan (*Hyperdivergence*).

Kerusakan pada morfologi hifa isolat *Botryodiplodia* sp. berupa pengerutan kemungkinan disebabkan adanya degradasi dinding sel fungi akibat aktivitas enzim kitinase yang diproduksi oleh metabolit sekunder dari ekstrak biji mahoni, sedangkan kitin merupakan penyusun utama dari dinding sel fungi. Hal ini mengacu pada Nguyen *et al.* (2013), bahwa morfologi hifa *F. solani* yang mengalami pengkerutan pada media kultur yang teracuni oleh asam galik dari ekstrak *T. nigrovenulosa* terjadi karena adanya penghambatan sintesis kitin pada dinding sel *F. solani* diakibatkan produksi enzim kitinase oleh asam galik.

Disamping adanya pengaruh EM, hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata waktu inkubasi terhadap penghambatan pertumbuhan isolat *Botryodiplodia* sp. yang ditunjukkan dengan nilai penghambatan yang mengalami penurunan seiring dengan waktu (Gambar 2). Fenomena penurunan penghambatan ekstrak tanaman terhadap fungi patogen terjadi pula pada pengaruh ekstrak rimpang kunyit, lengkuas dan kencur terhadap fungi *Phytium* sp. penyebab penyakit lodoh pada bibit tanaman kehutanan sebagaimana dilaporkan Darmawan dan Anggraeni (2012). Fenomena penurunan penghambatan pertumbuhan fungi patogen akibat ekstrak tanaman kemungkinan disebabkan oleh kemampuan fungi isolat *Botryodiplodia* sp. untuk tumbuh kembali setelah mengalami lisis dinding sel akibat metabolit sekunder EM sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Kemampuan hifa fungi patogen untuk tumbuh kembali setelah mengalami lisis dinding sel terjadi pula pada fungi *Ganoderma* sp. akibat ekstrak kulit *A. mangium* sebagaimana menurut Yuniarti (2010).

### SIMPULAN

1. Isolat *Botryodiplodia* sp. tumbuh optimum pada media kultur kentang sukrosa (PSA dan PSB) dan kentang dekstrosa (PDA dan PDB).
2. Ekstrak air panas biji mahoni memiliki aktivitas antifungi terhadap isolat *Botryodiplodia* sp. secara *in vitro* dengan nilai persentase penghambatan pertumbuhan miselium tertinggi dihasilkan pada taraf konsentrasi 50%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Suryana I. 2009. Pengujian aktivitas ekstrak daun sirih (*Piper betle* Linn.) terhadap *Rhizoctonia* sp. secara *in vitro*. *Bul Littro*. 20 (1):92-98.
- Aisah AR. 2014. Identifikasi dan patogenisitas cendawan penyebab primer penyakit mati pucuk pada bibit Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb) Miq) [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Alam MS, Begum MF, Sarkar MA, Islam MR, Alam MS. 2001. Effect of temperature, light and media on growth, sporulation, formation of pigments and pycnidia of *Botryodiplodia theobromae* Pat. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 4(10):1224-1227.
- Anggraeni I, Lelana NI. 2011. *Diagnosis Penyakit Tanaman Hutan*. Haneda NF, Rahayu S (editor). Bogor: Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan.
- Chen JJ, Huang SS, Liao CH, Wei DC, Sung PJ, Wang TC, Cheng MJ. 2010. A new phragmalin-type limonoid and anti-inflammatory constituents from the fruits of *Swietenia macrophylla*. *Food Chemistry*. 120:379-384.
- Darmawan UW, Anggraeni I. 2012. Pengaruh ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.), lengkuas (*Languas galanga* L. Stunz) dan kencur (*Kaemferia galanga* L.) terhadap *Phytium* sp. secara *in vitro*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 9(3):135-140.
- Ellis D, Davis S, Alexiou H, Handke R, Bartley R. 2007. *Description of Medical Fungi*. Second edition. Adelaide: School of Molecular and Biomedical Science University of Adelaide.
- Falah S, Safithri M, Katayama T, Suzuki T. 2010. Hypoglycemic effect of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) bark extracts in alloxan-induced diabetic Rats. *Wood Research Journal*. 1(2):89-94.
- Goh BH, Kadir HA. 2011. *In vitro* cytotoxic potential of *Swietenia macrophylla* King seeds against human carcinoma cell lines. *J Med Plant Res*. 5(8):1395-1404.
- Govindachari TR, Sureshi G, Banumathi B, Masilamani S, Gopalakrishnan G, Kumari GNK. 1999. Antifungal activity of some B,D-Seco limonoids from two meliaceae plants. *Journal of Chemical Ecology*. 25(4):923-933.
- Guevera AP, Apilado A, Sakarai H, Kozuka M, Tokunda H. 1996. Anti-inflammatory, antimutagenicity and antitumor promoting activities of Mahogany seed *Swietenia macrophylla* (Meliaceae). *Phill J of Sc*. 125(4):271-278.
- Hu K, Dong A, Kobayashi H, Iwasaki S, Yao X. 2003. Antifungal agent from tradisional Chinese medicines against rice blast fungus *Pyricularia oryzae* Cavara Pp. 525-549. *On Plant-Derived Antimycotics: Current Trend and Future Prospects*. Rai M, Mares D (Edt.). New York: Food Product Press.
- Khanzada MA, Rajput AQ, Shahzad S. 2006. Effect of medium, temperature, light and inorganic fertilizer on *in vitro* growth and sporulation of *Lasiodiplodia theobromae* Isolated from Mango. *Pak J Bot*. 38 (3):885-889.
- Maiti A, Dewanjee S, Mandal SC, Annadurai S. 2007. Exploration of antimicrobial potential of methanol and water extract of seed of *Swietenia macrophylla* (famili:Meliaceae), to substantiate folklore claim. *Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics*. 6(1):99-102.
- Mikolajczak KL, Reed DK. 1987. Extractives of seeds of the Meliaceae: Effects on *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith), *Acalymma vittatum* (F.) and *Artemia salina* Leach. *Journal of Chemical Ecology*. 13(1):99-111.
- Moghadamtousi SZ, Goh BH, Chan CK, Shabab T, Kadir HA. 2013. Biological activities and phytochemicals of *Swietenia macrophylla* King. [Riview]. *Molecules*. 18:10465-10483. doi:10.3390/molecules180910465.

- Mootoo BS, Ali A, Motilal R, Pingal R, Ramlal A, Khan A, Reynolds WF, McLean S. 1999. Limonoid from *Swietenia macrophylla* and *S. aubrevilleana*. *J Nat Prod.* 62:1514-1517.
- Murnigsih T, Subekti, Matsuura H, Takahashi K, Yamasaki M, Yamato O, Maede Y, Katakura K, Suzuki M, Kobayashi S, Chierul, Yoshihara T. 2005. Evaluation of the inhibitory activities of the extracts of Indonesian Traditional medicinal plants against *Plasmodium falciparum* and *Babesia gibsoni*. *J Vet Med Sci.* 67(8):829-831.
- Nguyen DMC, Seo DJ, Lee HB, Kim IS, Kim KY, Park RD, Jung WJ. 2013. Antifungal activity of gallic acid purified from *Terminalia nigrovenulosa* bark against *Fusarium solani*. *Microbial Pathogenesis.* 56:8-15.
- Nour AH, Nour AH, Jessinta A, Sandanasamy P, Yusoff MM. 2012. Antibacterial activity of different extract of *Swietenia macrophylla* King [internet]. Makalah pada 13<sup>th</sup> Medicinal and aromatic plant seminar 2012 di Hotel Sunway Putra Kuala Lumpur Malaysia, pada tanggal 25-26 September 2012. [Diunduh pada tanggal 16 Nopember 2013]. Tersedia pada: [www.umpir.ump.edu.my](http://www.umpir.ump.edu.my).
- Sangeetha G, Thangavelu R, Rani SU, Muthukumar A. 2013. Antimicrobial activity of medicinal plants and induction of defence related compounds in banana fruits cv. Robusta againts crown rot patogens. *Biological Control.* 64(2013):16-25.
- Soerianegara I, Lemmens RHMJ. 1993. *Plant Resources of South-East Asia. No. 5(1): Timber Trees: Major Commercial Timbers.* Wageningen: Pudoc Scientific Publishers.
- Suliman MB, Nour AH, Yusoff MM, Nour AH, Kuppusamy P, Yuvaraj AR, Addam MS. 2013. Fatty acid composition and antibacterial activity of *Swietenia macrophylla* king seed oil. *Afr J Plant Sci.* 7(7):300-303.
- Yuniarti. 2010. Kajian pemanfaatan ekstrak kulit *Acacia mangium* Wild. Sebagai antifungi dan pengujiannya terhadap *Fusarium* sp. dan *Ganoderma* sp. *Sains dan Terapan Kimia.* 4(2):190-198.