

# **Aktivitas Antifungi Ekstrak Akar Mahoni terhadap Isolat *Botryodiplodia theobromae* Pat. Penyebab Mati Pucuk pada Bibit Jabon (*Antifungal Activity of Mahogany Root Extracts against Botryodiplodia theobromae* Pat. Isolate Causing Dieback on Jabon Seedling)**

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

<sup>1</sup> Departemen Biokimia Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor, Kampus Dramaga, Bogor 16680

<sup>2</sup> Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Kampus Dramaga, Bogor 16680

<sup>3</sup> Peneliti Balai Penelitian Teknologi Agroforestry Kementerian Kehutanan, Ciamis

\*Penulis korespondensi: syamsulfalah7053@gmail.com

## **Abstract**

Dieback on jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.) seedling caused by fungi *Botryodiplodia theobromae* Pat. decreased seedling's quality and nurseries economic benefits. The control of dieback pathogen on jabon seedling used biofungicide from plant extract have not been studied intensively nowadays. Mahogany (*Swietenia macrophylla* King.) is one of the promising medicinal plants in Indonesia but its utilization as a biofungicide specially for controlling the dieback on jabon seedling has not been reported. This research aimed to examine the antifungal activities of mahogany root extracts against *B.theobromae* isolate causing dieback on jabon seedling in vitro. The poisoned food technique was used in assay of the antifungal activities of mahogany root extract. The result showed that mahogany root extract has antifungal activities against *B.theobromae* with the highest effective growth inhibition was the metanol solvent on 50% concentration level. Microscopical examination showed the inhibition of mycelium growth was caused by the changes on hyphae morphology and growth direction which were beads formation and curling.

**Keywords:** antifungal, *Botryodiplodia theobromae*, jabon, mahogany root

## **Abstrak**

Penyakit mati pucuk pada bibit jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.) yang disebabkan oleh fungi *Botryodiplodia theobromae* telah menurunkan kualitas bibit dan merugikan para pegiat persemaian. Saat ini pengendalian penyakit mati pucuk pada bibit jabon menggunakan fungisida dari ekstrak tanaman masih sangat minim. Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) merupakan salah satu potensi tumbuhan obat Indonesia yang ketersediaannya melimpah namun potensinya sebagai fungisida nabati khususnya dalam mengendalikan penyakit mati pucuk pada bibit jabon belum diketahui. Penelitian ini bertujuan mengukur aktivitas antifungi ekstrak akar mahoni secara *in vitro* terhadap isolat *B. theobromae* penyebab mati pucuk pada bibit jabon. Pengukuran aktivitas antifungi ekstrak akar mahoni dilakukan melalui teknik peracunan makanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara *in vitro* ekstrak akar mahoni bersifat antifungi *B. theobromae* dengan nilai penghambatan pertumbuhan isolat tertinggi efektif dihasilkan oleh ekstrak metanol akar pada taraf konsentrasi 50%. Penghambatan pertumbuhan isolat disebabkan oleh morfologi hifa yang abnormal berupa bentuk manik-manik dan perubahan arah pertumbuhan hifa yang melingkar.

**Kata kunci:** akar mahoni, antifungi, *Botryodiplodia theobromae*, jabon.

## Pendahuluan

Penyakit mati pucuk pada bibit Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.) telah menurunkan kualitas bibit dan merugikan para pegiat budidaya jabon. Jabon saat ini menjadi komoditi hasil 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 & Lemmens 1993). Selain itu jabon banyak digunakan sebagai tanaman penghijauan dan rehabilitasi lahan bekas tambang. Hal ini disebabkan jabon memiliki sifat yang relatif adaptif pada berbagai kondisi tempat tumbuh (Krisnawati *et al.* 2011).

Patogen primer penyakit mati pucuk pada bibit jabon adalah fungi *Botryodiplodia theobromae* Pat. dengan tingkat kejadian penyakit mati pucuk pada bibit jabon di Bogor mencapai 15%. Gejala awal yang muncul pada bibit berupa nekrotik pada batang yang bergerak secara vertikal menuju daun kemudian pucuk, mengakibatkan batang membusuk, daun menguning dan pucuk mati (Aisah 2014). Fungi *B. theobromae* tergolong kelompok fungi anamorfik dan menjadi patogen penyakit tanaman berkayu khususnya di daerah tropis (Ellis *et al.* 2007).

Menurut Anggraeni dan Lelana (2011), fungi *Botryodiplodia* 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* Kuntze.), bercak daun pada bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk.), bledok pada nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.), penyakit batang pada

gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) dan bercak daun pada skubung (*Macaranga gigantea* Muell.). Selain itu, di dunia fungi *B. theobromae* telah menjadi patogen mati pucuk pada beberapa tanaman budidaya antara lain *Albizia falcataria* (Sharma & Shankaran 1988), *Mangifera indica* (Khanzada *et al.* 2004, Ismail *et al.* 2012), *Pinus taeda* dan *P. elliotii* (Cillier *et al.* 1993), *Grevillia robusta* (Njugana 2011), *Syzygium cordatum* (Pavlic *et al.* 2007), *Pouteria sapota* (Pedraza *et al.* 2013), aprikot dan persik (Li *et al.* 1995), *Theobroma cacao* (Semangun 2000, Kannan *et al.* 2010), *Citrus* spp. (Alam *et al.* 2001, Salamiah *et al.* 2008), *Annona squamosa* dan *A. cherimola* (Haggag & Nofal 2006), *Prunus* spp. (Shah *et al.* 2010) dan *Vitis vinifera* (Torres *et al.* 2008, Al-Saadon *et al.* 2012).

Pemanfaatan ekstrak tanaman sebagai agen pengendali penyakit tanaman pada tataran aplikasi masih sangat minim termasuk pada kegiatan pengendalian penyakit mati pucuk pada bibit jabon yang hingga saat ini masih menggunakan fungisida sintetik. Pemanfaatan fungisida nabati dalam pengendalian penyakit mati pucuk belum dilakukan disebabkan kurangnya informasi tentang potensi fungisida nabati, padahal potensi tumbuhan obat di Indonesia sangat tinggi yang kemungkinan berpotensi pula sebagai bahan baku fungisida nabati, salah satunya adalah mahoni (*Swietenia macrophylla* King.). Beberapa bagian mahoni diketahui secara ilmiah memiliki sifat farmakologi sebagai obat seperti antifungi, antidiabetes, antimutagenik, antibakteri, antihepatitis C, antivirus, antitumor, antikanker, antioksidan, inflammasi (Eid *et al.* 2013). Adapun bagian mahoni yang telah diketahui bersifat antifungi khususnya terhadap

fungi patogen penyakit pada manusia antara lain daun (Tan *et al.* 2009), kulit batang (Dewanjee *et al.* 2007) dan biji (Maiti *et al.* 2007). Sementara itu pemanfaatan bagian akar mahoni sebagai fungsida nabati belum banyak diketahui terutama potensinya dalam mengendalikan penyakit mati pucuk pada bibit jabon. Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas antifungi ekstrak akar mahoni terhadap pertumbuhan isolat *B. theobromae* secara *in vitro*.

## Bahan dan Metode

### Penyiapan patogen dan uji virulensi

Isolat *B. theobromae* yang berasal dari koleksi Laboratorium Patologi Hutan IPB diremajakan pada media kultur agar *potatoes sucrose agar* (PSA) dan 1000 ml aquades selektif yang mengandung antibiotik kloramfenikol 250 mg l<sup>-1</sup>. Pemilihan PSA sebagai media kultur didasarkan pada hasil uji pendahuluan dan merujuk pada Alam *et al.* (2001). PSA dibuat dari 200 g kentang, 20 g sukrosa, dan 20 g agar. Sebelum isolat patogen digunakan pada uji bioaktivitas ekstrak akar mahoni, uji virulensi patogen dilakukan terlebih dahulu pada bibit jabon berumur 4 bulan dengan metode inokulasi blok agar tempel yang mengacu pada Michailides (1991). Hasil uji virulensi patogen menunjukkan bahwa isolat *B. theobromae* menyebabkan gejala mati pucuk hingga kematian bibit setelah 10 hari sejak inokulasi (HSI) yang menunjukkan bahwa isolat patogen masih memiliki virulensi yang tinggi.

### Penyiapan ekstrak tanaman

Sampel akar mahoni dikeringudarkan selama satu bulan, kemudian dijadikan serbuk berukuran 40-60 mesh menggunakan alat *Willey Mill*. Proses ekstraksi dilakukan dengan teknik

maserasi menggunakan dua pelarut yaitu metanol dan air panas yang mengacu pada Maiti *et al.* (2007) dan Falah *et al.* (2010). Proses ekstraksi metanol dilakukan dengan cara merendam 500 g serbuk akar mahoni dalam larutan metanol dengan perbandingan 1:3 (v/v) selama 3x24 jam sehingga diperoleh ekstrak metanol. Selama proses perendaman, pengadukan dilakukan menggunakan pengaduk kaca. Pemisahan cairan ekstrak dari residu dilakukan dengan penyaringan menggunakan kertas saring. Ekstrak metanol dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator* hingga diperoleh ekstrak pekat, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 40 °C. Proses ekstraksi dengan pelarut air panas dilakukan dengan cara sebanyak 500 g serbuk akar mahoni dilarutkan dengan aquades pada erlenmeyer 2000 ml dengan perbandingan 1:3 (v/v), kemudian dipanaskan dalam *waterbath* pada suhu 100 °C selama 4 jam. Cairan ekstrak disaring dengan kain empat lapis, kemudian cairan ekstrak yang diperoleh dijadikan serbuk dengan alat *vacuum pan evaporator* pada suhu 60 °C.

Sediaan ekstrak akar mahoni (EM) yang akan digunakan dalam setiap pengujian dibuat dengan cara melarutkan sebanyak 5000 mg EM dalam 100 ml aquades hingga homogen dengan steril panas menggunakan *stirrer* selama 15 menit. Khusus untuk EM dengan pelarut metanol, pembuatan sediaan disterilisasi dengan menambahkan sebanyak 5 ml metanol terlebih dahulu sebelum ditambahkan aquades, sedangkan sterilisasi EM dari pelarut air panas dilakukan pada *autoclave* dengan suhu 121 °C tekanan 1 atm selama 15 menit (Achmad & Suryana 2009).

## Uji aktivitas antifungi

Uji aktivitas antifungi EM terhadap pertumbuhan isolat *B. theobromae* dilakukan secara *in vitro* melalui teknik peracunan makanan yang mengacu pada Achmad dan Suryana (2009). Rancangan penelitian yang digunakan ialah rancangan acak lengkap dengan sepuluh perlakuan EM dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diberikan berupa konsentrasi EM dengan pelarut air panas (EAM) dan pelarut metanol (EMM) pada taraf masing-masing 0, 5, 10, 25, dan 50% (Sangeetha *et al.* 2013). Penyiapan konsentrasi ekstrak dilakukan dengan cara mencampur EM dengan media kultur PSA steril (v/v) sesuai konsentrasi yaitu sebanyak 0,0; 0,5; 1,0; 2,5; dan 5,0 ml EM dicampurkan dengan 10,0; 9,5; 9,0; 7,5; dan 5,0 ml PSA untuk menghasilkan media padat nutrisi teracuni EM pada konsentrasi 0, 5, 10, 25, dan 50%.

Semua proses penyiapan media kultur uji dilakukan secara steril pada *laminar air flow cabinet*. Parameter uji yang diukur adalah diameter koloni miselium setiap periode 12 jam dan pengukuran dihentikan pada saat koloni miselium perlakuan kontrol memenuhi seluruh permukaan cawan petri. Nilai efikasi EM terhadap pertumbuhan isolat dihitung dengan rumus penghambatan pertumbuhan isolat yang mengacu pada Dubey *et al.* (2009).

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

dengan P = Penghambatan pertumbuhan (%), C = Diameter radial koloni kontrol (mm), T = Diameter radial koloni perlakuan (mm).

## Pengamatan mikroskopis

Pengamatan mikroskopis dilakukan untuk mengetahui karakteristik morfologi hifa *B. theobromae* pada setiap perlakuan. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop cahaya pada gelas preparat yang ditambahkan aquades.

## Analisis data

Hasil uji *in vitro* dilakukan analisis ragam dan jika pengaruhnya nyata maka dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan pada taraf uji 5%. Nilai persentase penghambatan secara *in vitro* diukur dengan kategorisasi efektivitas mengacu pada Sangoyomi (2004) dalam Okigbo dan Emeka (2010) yaitu penghambatan  $\leq 0\%$  = tidak efektif; penghambatan  $> 0-20\%$  = efektivitas rendah; penghambatan  $> 20-50\%$  = efektivitas sedang; penghambatan  $> 50\% - < 100\%$  = efektif, penghambatan  $100\%$  = efektivitas sangat tinggi.

## Hasil dan Pembahasan

### Aktivitas antifungi

Hasil uji menunjukkan bahwa EM memiliki sifat antifungi *B. theobromae* baik ekstrak dengan pelarut metanol maupun pelarut air yang ditunjukkan dengan adanya penghambatan pertumbuhan radial isolat *B. theobromae* secara *in vitro* (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa bagian metabolit sekunder akar mahoni memiliki sifat yang sama dengan bagian lainnya yang bersifat antifungi seperti bagian daun, biji, dan kulit batang meskipun diujikan pada patogen fungi yang berbeda.

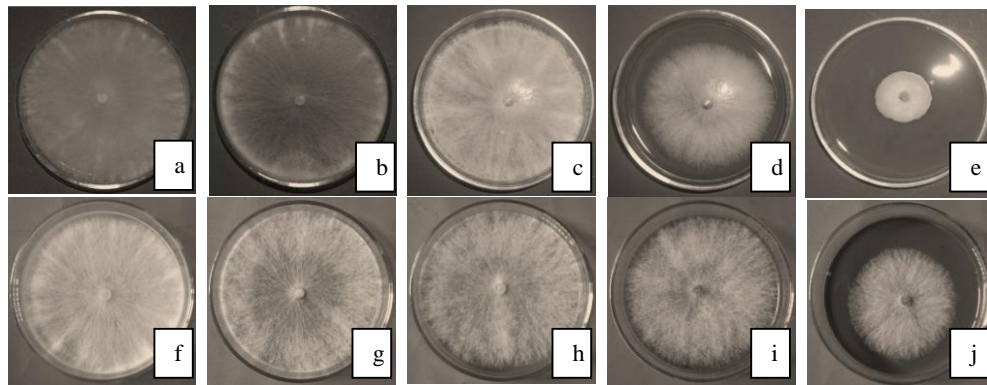
Gambar 2 menunjukkan nilai penghambatan EM terhadap pertumbuhan isolat *B. theobromae* yang berbeda antar kedua jenis pelarut dengan nilai penghambatan tertinggi ditunjukkan oleh EMM pada taraf perlakuan ekstrak 50%.

Sementara itu pengaruh EAM menunjukkan nilai penghambatan yang lebih kecil dan berbeda nyata dengan pengaruh EMM. Adanya perbedaan nilai penghambatan pertumbuhan isolat akibat EM dengan pelarut yang berbeda senada dengan hasil penelitian Maiti *et al.* (2007) bahwa ekstrak metanol biji mahoni memberikan pengaruh penghambatan yang lebih besar terhadap pertumbuhan fungi secara *in vitro* dibandingkan dengan ekstrak biji mahoni dengan pelarut air. Demikian pula hasil penelitian Kagale *et al.* (2004) bahwa ekstrak *Datura metel* dengan pelarut metanol lebih toksik 10-35% terhadap pertumbuhan *Rhizoctonia solani* secara *in vitro* dibandingkan ekstrak tanaman yang sama dengan pelarut air.

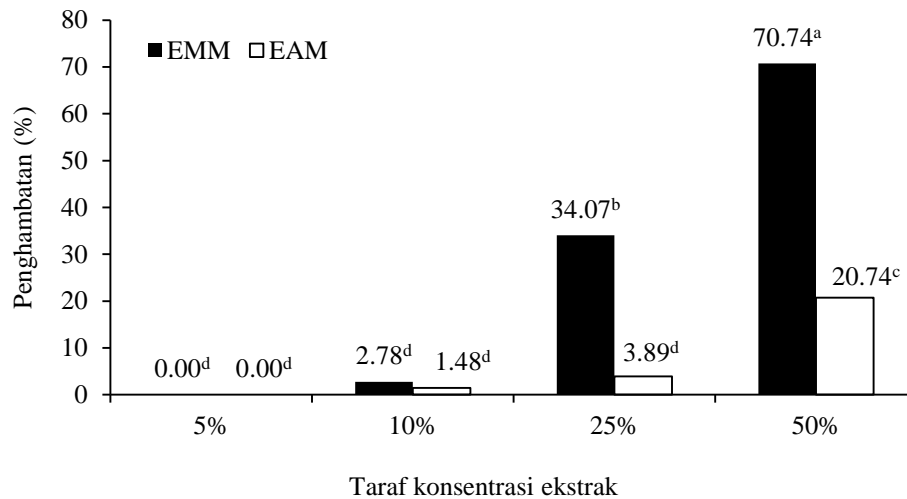
Perbedaan pengaruh antar jenis pelarut kemungkinan berkaitan dengan tingkat kepolaran pelarut yang digunakan, sehingga senyawa yang terekstrak akan berbeda. Metanol mengandung pelarut polar dan beberapa semipolar, sedangkan air merupakan pelarut yang polar

menyebabkan senyawa kimia yang terekstrak berbeda. Hal ini dibuktikan oleh Tan *et al.* (2009), bahwa terdapat perbedaan total senyawa fenol, tannin dan flavonoid serta sifat antifungi yang dihasilkan dari ekstrak daun mahoni dengan pelarut yang berbeda tingkat kepolarannya. Ayyappadhas *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak daun mahoni dengan pelarut yang berbeda menghasilkan kandungan saponin, flavonoid, tanin, alkaloid, antrakuinon, dan terpenoid yang berbeda serta aktivitas antibakteri dan antifungi yang berbeda pula.

Berdasarkan kriteria efektivitas fungisida, maka EMM efektif dalam menghambat pertumbuhan isolat *B. theobromae*, sedangkan EAM bersifat kurang efektif. Efektivitas penghambatan pertumbuhan fungi secara *in vitro* akibat peracunan nutrisi oleh metabolit sekunder tanaman dapat bersifat fungisida atau fungistatik bergantung pada nilai dan stabilitas penghambatan.



Gambar 1 Pertumbuhan koloni miselium *B. theobromae* pada berbagai taraf konsentrasi ekstrak akar mahoni. Huruf a-e menunjukkan EMM dengan taraf a. konsentrasi 0% (kontrol), b. 5%, c. 10%, d. 25% dan e. 50%. Huruf f sampai dengan j menunjukkan EAM dengan taraf f. konsentrasi 0% (kontrol), g. 5%, h. 10%, i. 25% dan j. 50%.



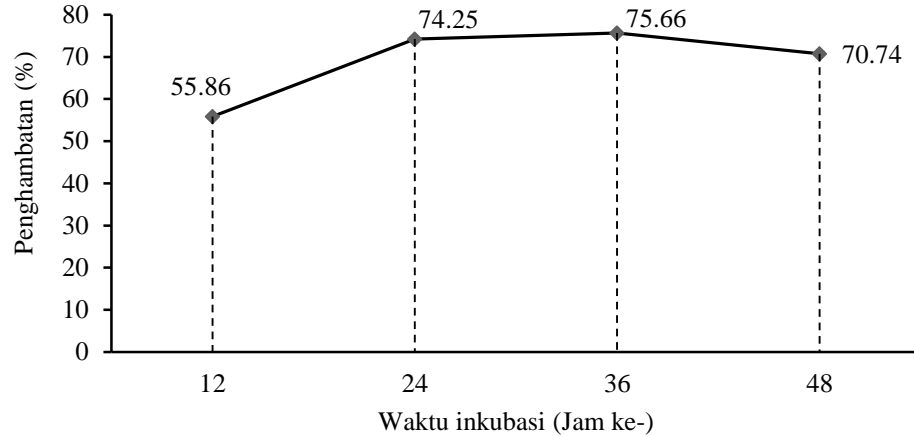
Gambar 2 Pengaruh taraf konsentrasi ekstrak akar mahoni terhadap penghambatan pertumbuhan radial miselium isolat *B.theobromae*. EMM (■), EAM (□). Huruf-huruf di atas balok data menunjukkan perbandingan nilai tengah antar perlakuan berdasarkan uji selang berganda Duncan pada taraf nyata 0,05.

### Stabilitas pengaruh ekstrak

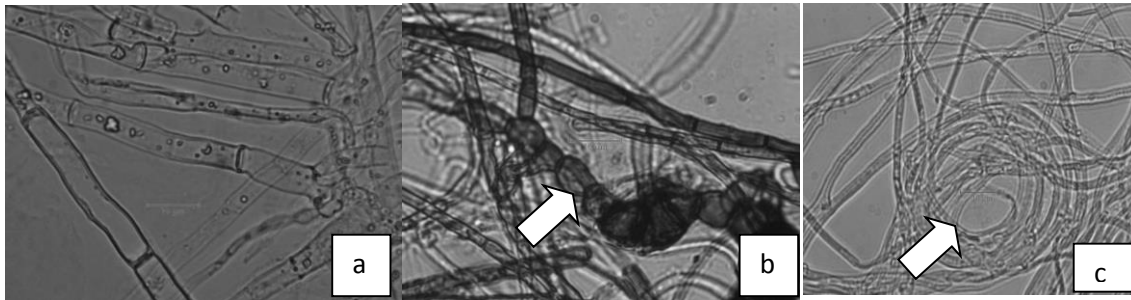
Gambar 3 menunjukkan hasil pengamatan pengaruh EMM pada taraf konsentrasi 50% dalam menghambat pertumbuhan radial isolat *B. theobromae* secara berulang dalam periode 12 jam. Pengaruh EMM bersifat stabil selama periode pengamatan yang ditunjukkan dengan pengaruh nilai penghambatan seiring dengan waktu inkubasi bersifat tidak berbeda nyata secara statistik. Nilai penghambatan tertinggi EMM berada pada periode waktu pengamatan jam ke-36 yaitu sebesar 75,66%, kemudian mengalami penurunan pada jam ke-48 menjadi 70,74% meskipun secara statistik mengalami penurunan yang tidak signifikan. Secara umum sejak waktu inkubasi jam ke-12, pengaruh EMM terhadap pertumbuhan isolat *B. theobromae* masih di atas 50% hingga akhir pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa sejak awal periode pengamatan, EMM efektif dalam menghambat pertumbuhan isolat atau dalam arti lain secara *in vitro* EMM potensial sebagai bahan fungisida dalam mengendalikan

patogen *B. theobromae* penyebab mati pucuk pada bibit jabon meskipun perlu uji lanjut pada tingkatan *in planta* dan uji fitotoksisitas.

Hasil pengamatan mikroskopis terhadap isolat *B. theobromae* yang mendapatkan perlakuan menunjukkan adanya perubahan morfologi hifa menjadi tidak normal yaitu berupa hifa yang berbentuk manik-manik dan penyimpangan arah pertumbuhan menjadi melingkar (Gambar 4). Bentuk hifa isolat yang tidak normal merupakan efek dari racun yang dikeluarkan oleh EMM sehingga pertumbuhan hifa menjadi terhambat. Adanya morfologi hifa yang tidak normal mengkonfirmasi penyebab penghambatan pertumbuhan radial isolat *B. theobromae* akibat EMM sebagaimana menurut Hu *et al.* (2003) bahwa perubahan morfologi hifa patogen yang tidak normal akibat media kultur yang mengalami peracunan oleh metabolit sekunder tanaman dapat berupa pembengkakan, berbentuk manik-manik, pertumbuhan yang melingkar dan berlebihan.



Gambar 3 Pengaruh taraf konsentrasi 50% ekstrak metanol akar mahoni terhadap penghambatan pertumbuhan radial miselium isolat *B. theobromae*.



Gambar 4 Morfologi hifa *B. theobromae* secara mikroskopis : a. normal, b. berbentuk manik-manik, c. perubahan arah pertumbuhan (melingkar). Tanda panah menunjukkan letak morfologi hifa yang tidak normal.

Bentuk hifa tidak normal berupa bentuk manik-manik akibat ekstrak tanaman terjadi pula pada hifa *Colletotrichum lagenarium* patogen antraknosa pada kukumbar akibat ekstrak *Cinnamomum camphora* (L.) sebagaimana dilaporkan oleh Chan dan Dai (2012), sedangkan bentuk hifa yang tidak normal berupa perubahan arah pertumbuhan hifa yang melingkar terjadi pula pada pertumbuhan *Ganoderma* sp. akibat metabolit sekunder dari ekstrak kulit *Acacia mangium* sebagaimana dilaporkan oleh

Yuniarti (2010). Informasi mengenai kandungan metabolit sekunder akar mahoni belum diketahui, namun secara umum kandungan utama mahoni adalah limonoid yang merupakan turunan dari terpenoid (Moghadamtousi *et al.* 2013).

### Kesimpulan

Ekstrak akar mahoni memiliki aktivitas antifungi *B. theobromae* secara *in vitro* dan efektif dalam menghambat pertumbuhan isolat patogen dengan nilai penghambatan tertinggi dihasilkan oleh

ekstrak dengan pelarut metanol pada taraf konsentrasi ekstrak 50%.

### Daftar Pustaka

- Achmad, Suryana I. 2009. Pengujian aktivitas ekstrak daun sirih (*Piper betle* Linn.) terhadap *Rhizoctonia* sp. secara *in vitro*. *Bul Littro*. 20(01):92-98.
- Aisah AR. 2014. Identifikasi dan patogenisitas cendawan penyebab primer penyakit mati pucuk pada bibit jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb). Miq). [Tesis]. Bogor: Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Alam MS, Begum MF, Sarkar MA, Islam MR. 2001. Effect of temperature, light and media on growth, sporulation, formation of pigments and pycnidia of *Botryodiplodia theobromae* Pat. *Pakistan J Biol Sci*. 4(10):1224-1227.
- Al-Saadon AH, Ameen MKM, Al-Rubaie EMA. 2012. Histopathology of grapevine inoculated with *Lasiodiplodia theobromae*. *Basrah J Agric Sci*. 25(1):1-12.
- Anggraeni I, Lelana NI. 2011. *Diagnosis Penyakit Tanaman Hutan*. Haneda NF, Rahayu S, editor. Bogor: Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan.
- Ayyappadhas R, Jestin C, Kenneth N, Dayana N, Dhanalekshmi UM. 2012. Preliminary studies on antimicrobial activity of *Swietenia macrophylla* leaf extract. *Int J Pharm Sci Rev Res*. 16(2):1-4.
- Chan Y, Dai G. 2012. Antifungal activity of plant extracts against *Colletotrichum lagenarium*, the causal agent of anthracnose in cucumber. *J Sci Food Agric*. 92:1937-1943. Doi: 10.1002/jsfa.5565.
- Cillier AJ, Swart WJ, Wingfield MJ. 1993. A review of *Lasiodiplodia theobromae* with particular reference to each occurrence on coniferous seeds. *South African For J*. 166:47-52.
- Dewanjee S, Kundu M, Maiti A, Majumdar R, Majumdar A, Mandal SC. 2007. *In vitro* evaluation of antimicrobial activity of crude extract from plants *Diospyros peregrina*, *Coccinia grandis* and *Swietenia macrophylla*. *Trop J Pharm Res*. 6(3):773-778.
- Dubey R, Kumar H, Pandey R. 2009. Fungitoxic effect of neem extracts on growth and sclerotial survival of *Macrophomina phaseolina* in vitro. *J Am Sci*. 5:17-24.
- Eid AMM, El-Marzugi NA, El-Enshasy HA. 2013. A review on the phytopharmacological effect of *Swietenia macrophylla*. *Int J Pharm Pharm Sci*. 5(3):47-53.
- Ellis D, Davis S, Alexiou H, Handke R, Bartley R. 2007. *Description of Medical Fungi*. 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 Res J*. 1(2):89-94.
- Haggag WM, Nofal MA. 2006. Improving the biological control of *Botryodiplodia* disease on some *Annona* cultivar using single or multi-bioagent in Egypt. *Biol Control*. 38:341-349. Doi:10.1016/j.biocontrol.2006.02.010.
- 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. Dalam buku: *Plant-Derived Antimycotics :Current Trend and Future Prospects*. Rai M, Mares D (Edt.). New York: Food Product Press.
- Ismail AM, Cirvilleri G, Polizzi G, Crous W, Groenewald JZ, Lombard L. 2012. *Lasiodiplodia* species associated with dieback disease of Mango (*Mangifera indica*) in Egypt. *Aust Plant Pathol.* 41:649–660. Doi:10.1007/s13313-012-0163-1
- Kagale S, Marimuthu T, Thayumanavan B, Nandakumar R, Samiyappan R. 2004. Antimicrobial activity and induction of systematic resistance in rice by leaf extract of *Datura metel* against *Rhizoctonia solani* and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Phys Mol Plant Pathol.* 65:91-100. Doi: 10.1016/j.pmpp.2004.11.008.
- Kannan C, Karthik M, Priya K. 2010. *Lasiodiplodia theobromae* causes a damaging dieback of Cocoa in India. *Plant Pathol.* 59:410. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2009.02192.x.
- Khanzada MA, Lodhi AM, Shahzad S. 2004. Pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* and *Fusarium solani* on Mango. *Pak J Bot.* 36(1):181-189.
- Krisnawati H, Kallio M, Kanninen M. 2011. *Anthocephalus cadamba* Miq., *Ecology, Silviculture dan Productivity*. Bogor: CIFOR.
- Li HY, Cao RB, Mu YT. 1995. In vitro inhibition of *Botryosphaeria dothidea* and *Lasiodiplodia theobromae*, and chemical control of Gummosis disease of Japanese apricot and peach trees in Zhejiang Province, China. *Crop Protect.* 14(3):187-191.
- 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 J Pharm Therapeutics.* 6(1):99-102.
- Mbenoun M, Zeutsa EHM, Samuels G, Amougou, Nyasse S. 2008. Dieback due to *Lasiodiplodia theobromae*, a new constant to cocoa production in Cameroon. *Plant Pathol.* 57:381. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2007.017555.x
- Michailides TJ. 1991. Pathogenicity, distribution, sources of inoculum and infection courts of *Botryosphaeria dothidea* on Pistachio. *Phytopathology.* 81(5):566-571.
- Moghadamtousi SZ, Goh BH, Chan CK, Shabab T, Kadir HA. 2013. Biological activities and phytochemicals of *Swietenia macrophylla* King. *Molecules.* 18:10465-10483. Doi:10.3390/molecules180910465.
- Njugana JW. 2011. Stem cancer and dieback disease on *Grivellea robusta* Cun. Ex. RBr. Distribution, causes, and implications in agroforestry system in Kenya [Disertation]. Uppsala (SE): Swedish University of Agricultural Science.
- Okigbo RN, Emeka AN. 2010. Biological control of rot-inducing fungi of Water Yam (*Dioscorea alata*) with *Trichoderma harzianum*, *Pseudomonas syringae* and *Pseudomonas chlororaphis*. *J Stored Prod Postharvest Res.* 1(2):18-23.
- Pavlic D, Slipper B, Coutinho TA, Wingfield MJ. 2007. *Botryosphaeriaceae* occurring on native *Syzigium cordatum* in South Africa and their potential threat to *Eucalyptus*. *Plant Pathol.* 56:624-636. Doi: 10.1111/j.1365-3059.2007.01608.x

- Pedraza JMT, Aguilera JAM, Diaz CN, Ortiz DT, Monter AV, Mir SGL. 2013. Control of *Lasiodiplodia theobromae*, the causal agent of dieback of sapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq.) H.E. Moore and Stern) grafts in Mexico. *Rev Fitotec Mex.* 36(3):233-238.
- Salamiah, Badruzsaufari, Arsyad M. 2008. Jenis tanaman inang dan masa inkubasi patogen *Botryodiplodia theobromae* Pat. penyebab penyakit kulit diplodia pada jeruk. *JHPT Trop.* 8(2):123-131.
- 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 against crown rot pathogens. *Biol Control.* 64:16-25.
- Semangun H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Shah MD, Verma KS, Singh K, Kaur R. 2010. Morphological, pathological and molecular variability in *Botryodiplodia theobromae* (Botryosphaeriaceae) isolated associated with die-back and bark cancer of pear trees in Punjab, India. *Gen Mol Res.* 9(2):1217-1228.
- Sharma JK, Sankaran KV. 1988. Incidence and severity of *Botryodiplodia* die-back in plantations of *Albizia falcataria* in Kerala, India. *For Ecol Manag.* 24:43-58.
- Soerianegara I, Lemmens RHMJ. 1993. *Plant Resources of South-East Asia. No. 5(1): Timber Trees: Major Commercial Timbers*. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers.
- Tan SK, Osman H, Wong KC, Boey PL, Ibrahim P. 2009. Antimicrobial and antioxidant activities of *Swietenia macrophylla* leaf extract. Research articles. *As J Food Ag-Ind.* 2(02):181-188.
- Torres JRJ. 2008. Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* and *Diplodia seriata*, the causal agents of bot canker disease of grapevines in Mexico. *Plant Dis.* 92:519-529. Doi: 0.1094/PDIS-92-4-0519.
- Yuniarti. 2010. Kajian pemanfaatan ekstrak kulit *Acacia mangium* Wild. sebagai antifungi dan pengujiannya terhadap *Fusarium* sp. dan *Ganoderma* sp. *Sains Terapan Kim.* 4(2):190-198.
- Riwayat naskah:  
Naskah masuk (*received*): 11 Agustus 2014  
Diterima (*accepted*): 15 Oktober 2014