

**DERIVATIF LIMONOID DARI *Clausena excavata* SEBAGAI BIOFUNGISIDA
TERHADAP CENDAWAN PATOGEN TANAMAN**

Muhaimin*

*Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan PMIPA FKIP Universitas Jambi, Kampus Pinang Masak,
Jambi 36361, Indonesia*

**e-mail : muhaimin_73@yahoo.de*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas senyawa limonoid dari *Clausena excavata* terhadap cendawan-cendawan patogen tanaman. Penelitian ini meliputi isolasi limonoid dari *C. excavata*, pembuatan media pengujian cendawan, pembiakan cendawan uji, dan pengujian aktivitas anticendawan. Aktivitas anticendawan senyawa limonoid diuji terhadap cendawan patogen tanaman menggunakan media PDA (Potato Dextrose Agar) pada suhu kamar, dan dilakukan pengamatan selama 7 hari. Aktivitas anticendawan secara invitro dilakukan dengan metode sumur difusi agar dan metode difusi agar. Pada penelitian ini, satu senyawa limonoid telah diisolasi dari *C. excavata* yaitu Clausenolida-1-etil eter. Clausenolida-1-etil eter berupa kristal putih dengan titik leleh 168-169°C. Uji aktivitas anticendawan Clausenolida-1-etil eter dari *C. excavata* terhadap beberapa cendawan patogen tanaman menunjukkan bahwa pada empat konsentrasi yang berbeda (5, 10, 15 dan 20 ppm), Clausenolida-1-etil eter adalah zat anticendawan yang ampuh karena memiliki aktivitas yang kuat dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. Hasil pengujian inkubasi selama 7 hari menunjukkan bahwa Clausenolida-1-etil eter 5 ppm bisa menghambat pertumbuhan koloni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan *Ganoderma boninense* sampai 55,5% dan 50%. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam pemanfaatan tumbuhan Indonesia sebagai sumber senyawa bioaktif dan anticendawan alami.

Kata kunci : *Clausena excavata*, limonoid, Clausenolida-1-etil eter, aktivitas anticendawan, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Ganoderma boninense*

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the activity of limonoid compound from *Clausena excavata* against plant pathogenic fungus. This research consist of isolation of limonoid from *C. excavata*, preparation of testing culture media, proliferation of fungus, and antifungal activity test. Antifungal activity of limonoid was studied against plant pathogenic fungus using PDA (Potato Dextrose Agar) as testing culture media at room temperature, and were monitored for 7 days. The invitro antifungal activity was performed by agar well diffusion and agar diffusion methods. In this research, one limonoid compound had been isolated from *C. excavata* which is called Clausenolide-1-ethyl ether. The isolated Clausenolide-1-ethyl ether was white crystal with melting point of 168-169°C. The antifungal activity test of Clausenolide-1-ethyl ether from *C. excavata* to several plant pathogenic fungus showed that at four different concentrations (5, 10, 15 and 20 ppm), Clausenolide-1-ethyl ether was a potent antifungal agent because it had a strong activity in inhibiting the *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and *Ganoderma boninense* growth. The 7 days incubation test result showed that 5 ppm Clausenolide-1-ethyl ether could inhibit the *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* and *Ganoderma boninense* colonies growth until 55,5% and 50%, respectively. The results of this study are expected to provide benefits in utilization of Indonesian plants as source of bioactive compounds and natural antifungal.

Key words: *Clausena excavata*, limonoid, Clausenolide-1-ethyl ether, antifungal activity, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Ganoderma boninense*

PENDAHULUAN

Penyakit tanaman yang disebabkan oleh cendawan merupakan masalah penting bagi petani di Indonesia. Petani mengeluarkan dana yang cukup besar setiap tahunnya untuk menanggulangi tanamannya dari serangan cendawan. Cendawan ini menyerang bagian apa saja dari tanaman seperti akar, batang, daun, buah, umbi, biji dan lain-lain.^{5,8} Selama ini para petani dalam membasmi cendawan menggunakan fungisida sintetis dengan berbagai macam merk yang dijual dipasaran. Pemakaian fungisida sintetis secara terus-menerus selain membunuh cendawan, juga dapat mempercepat timbulnya ras-ras patogen yang resisten. Selain itu, fungisida sintetis dapat menyebabkan keracunan terhadap manusia sebagai pemakainya dan residunya bisa menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan.^{2,4)} Berkaitan dengan hal tersebut telah mendorong para peneliti untuk mencari alternatif dan pengembangan untuk pengendalian cendawan patogen tanaman yang bukan berasal dari sintetis. Salah satunya berasal dari produk alami seperti tumbuh-tumbuhan.

Tumbuhan yang telah lama digunakan sebagai fungisida alami adalah tumbuhan marga *Clausena sp* yang memiliki beberapa jenis spesies tersebar dipelosok seluruh Indonesia. Diantara

spesiesnya yang sangat bermanfaat dan telah lama dipergunakan oleh masyarakat secara tradisional untuk pengobatan dan fungisidal adalah *Clausena anisata*, *Clausena excavata* dan *Clausena lansium*.^{1,3,6} Berdasarkan hasil skrining fitokimia, diketahui tiga jenis *Clausena* tersebut mengandung komponen metabolit sekunder yang dominan adalah kumarin, limonoid dan alkaloid. Hasil penelusuran kandungan kimia dari ketiga spesies tersebut, sudah berhasil diisolasi dan diidentifikasi kandungan kimia utamanya yaitu dua senyawa kumarin dari *Clausena lansium*, dua senyawa limonoid dari *Clausena anisata* dan masing-masing satu senyawa kumarin dan limonoid dari *Clausena excavata*.^{6,7,9} Pengujian pendahuluan terhadap ekstrak kasar dari masing-masing asal senyawa-senyawa tersebut menunjukkan keaktifan anticendawan terhadap cendawan karat (*Uredinales*).⁶

Berdasarkan kegunaannya secara tradisional, kandungan kimia utama dan uji pendahuluan sebagai anticendawan serta studi literatur tentang hubungan antara struktur dan golongan keaktifan suatu senyawa, diperkirakan senyawa-senyawa limonoid dari *Clausena sp* tersebut memiliki keaktifan sebagai anticendawan terhadap salah satu atau lebih cendawan-cendawan patogen tanaman dan berpeluang besar untuk mendapatkan

senyawa bioaktif anti cendawan alami sebagai bahan aktif biofungisida.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan tumbuhan yang digunakan adalah bagian kulit batang dan kulit akar dari *Clausena excavata* yang dikumpulkan dari kawasan hutan Kerinci Sebelat, Jambi. Cendawan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah : *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Phytophthora infestans*, *Colletotrichum capsici*, *Penicillium digitatum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium roefsi* dan *Ganoderma boninense*.

Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi dan kromatografi adalah pelarut-pelarut *p.a* (*pro analysis*) dan pelarut-pelarut teknis yang sudah didestilasi yaitu ; *n*-heksan, benzen, dietil eter, metilen klorida, aseton, etil asetat dan metanol. Larutan jenuh $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 1,5\%$ dalam H_2SO_4 2 N dan reagen Dragendorf digunakan sebagai penampak noda. Kromatografi cair vakum dengan silika gel Merck 60 GF₂₅₄, kromatografi grafitasi dengan silika gel Merck 60 (230 – 400 mesh), dan analisis kemurnian senyawa dengan kromatografi lapis tipis pada pelat yang berlapis silika gel Merck 60 GF₂₅₄, 0,25 mm akan dilakukan sesuai prosedur standar. Pengujian aktivitas anticendawan

menggunakan media Potato Dekstrosa Agar (PDA).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas yang biasa digunakan di laboratorium kimia organik dan laboratorium mikrobiologi serta ditunjang dengan peralatan lainnya seperti alat-alat untuk ekstraksi, pengisat gasing vakum, kromatografi kolom vakum dan kromatografi kolom gravitasi. Penentuan titik leleh akan dilakukan dengan Fisher John *melting point apparatus*, untuk penentuan struktur kimia senyawa yang prospektif sebagai anti cendawan diperlukan spektroskopi UV-Vis dan IR.

Prosedur Kerja

1. Sterilisasi alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan pada percobaan disterilkan menurut cara yang sesuai untuk masing-masing alat, yaitu :

1. Alat-alat gelas serta alat-alat lain yang tahan pemanasan disterilkan dengan autoklaf bersuhu 121 °C selama 15 menit. Setelah selesai dikeringkan dalam lemari pengering.
2. Media pembiakan cendawan (PDA), akuades, dan larutan NaOCl 1% disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit.
3. Pengerjaan aseptis dilakukan di *laminar air flow cabinet*, yang sebelumnya dibersihkan dengan larutan

NaOCl dan disterilkan dengan lampu UV yang dinyalakan 2 jam sebelum lemari digunakan.

2. Perbanyak Senyawa Limonoid dari *Clausena excavata*

Sebanyak masing-masing 10 kg serbuk kering kulit batang dan 10 kg serbuk kering kulit akar dari *Clausena excavata* disiapkan. Selanjutnya, masing-masing cuplikan bahan tumbuhan tersebut dimaserasi dengan pelarut *n*-heksan dan ampasnya dimaserasi dengan metanol sebanyak 15 L selama 3 x 24 jam. Kemudian terhadap ekstrak metanol awal tersebut dilakukan pemisahan untuk senyawa-senyawa golongan alkaloid menggunakan asam sitrat 3% dan dilanjutkan dengan ekstraksi menggunakan etil asetat. Bagian residunya dipartisi dengan pelarut benzen, metilen klorida, dan etil asetat. Isolasi senyawa limonoid dimulai dari masing-masing ekstrak melalui teknik-teknik kromatografi, yaitu kromatografi vakum cair, kromatografi gravitasi, kromatotron dan kromatografi tekan. Penentuan struktur kimia senyawa limonoid menggunakan spektroskopi UV-Vis, IR, NMR dan MS.

3. Pembuatan larutan uji

Larutan uji (senyawa limonoid) yang akan digunakan terlebih dahulu dipisahkan dengan cara diuapkan di atas

penangas air dengan suhu tidak lebih dari 50 °C.

4. Pembuatan stok dan inokulum cendawan

Masing-masing cendawan dibiakkan pada media PDA pada cawan petri dan diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam. Biakan cendawan yang telah berumur 7 x 24 jam di simpan dengan dibiakkan pada media yang sesuai dalam tabung reaksi dengan media agar miring. Media yang digunakan untuk masing-masing cendawan diupayakan sedemikian rupa agar tidak menurun virulensinya.

5. Pembuatan Media Biakan Cendawan

Media Potato Dekstroza Agar (PDA), dapat dibuat sesuai dengan komposisi masing-masing zatnya sebagai berikut :

- Potatoes : 200 g
- Dekstroza : 20 g
- Agar : 15 g
- Akuades : 1000 ml

Media ini dibuat dan dimasukkan ke Erlenmeyer 250 ml dan disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121 °C (15 psi) selama 15 menit.

6. Pengujian Secara *in vitro*

• Pengujian dengan Metode Sumur

1. Media biakan pada petri dibuat dengan menuangkan 10 ml media steril yang

telah dicairkan (suhu 45 °C) pada cawan petri steril. Senyawa limonoid diuji aktivitas anti cendawannya terhadap tujuh jenis sampel cendawan patogen tanaman *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (penyebab layu pada tomat), *Phytophthora infestans* (penyebab hawar daun pada kentang dan tomat), *Colletotrichum capsici* (penyebab antraknosa pada cabai), *Penicillium digitatum* (penyebab kapang kelabu (*grey mould*) pada buah jeruk), *Rhizoctonia solani* (penyebab hawar pada pelepah daun padi), *Sclerotium roefsi* (penyebab busuk pada kacang tanah) dan *Ganoderma boninense* (penyebab busuk pangkal batang kelapa sawit) dengan memasukkannya sebanyak 20 µL ke dalam sumur yang telah dibuat pada media biakan dalam cawan petri steril, dengan menggunakan lima jenis variasi konsentrasi yaitu 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm yang ditetapkan melalui pengujian orientasi. Setiap pengujian dilakukan lima kali pengulangan. Adanya hambatan terhadap pertumbuhan cendawan terlihat sebagai daerah atau zona kosong di sekeliling sumur. Zona hambatan yang terbentuk diukur dengan jangka sorong.

2. Peubah yang diamati ialah diameter zona hambatan yang terbentuk di

sekeliling koloni cendawan, dan dinyatakan dalam 3 kategori, yaitu :

- Zona hambatan total, yaitu apabila zona hambatan yang terbentuk di sekeliling cakram terlihat jernih dan luas.
- Zona hambatan parsial, yaitu apabila pada zona hambatan yang terbentuk masih memperlihatkan adanya koloni cendawan yang tipis.
- Zona hambatan nol, yaitu apabila tidak ada zona hambatan yang terbentuk di sekeliling cakram.

Pengamatan dilakukan setiap hari hingga hari ke 7.

3. Untuk menguji pengaruh pelarut, dilakukan pengujian blanko yaitu uji aktivitas pelarut yang dimasukkan dalam sumur yang telah dibuat pada media biakan dalam cawan petri steril. Lalu dilakukan uji dengan cara yang sama dengan uji aktivitas isolat terhadap cendawan.

• **Metode Pengujian Umpan Beracun**

Selain dengan metode sumur, kandidat fungisida diuji dengan metode umpan beracun. Pengujian dilakukan dengan mencampur senyawa limonoid ke dalam biakan yang masih cair pada suhu 45 °C. Larutan senyawa ini dibuat lima macam konsentrasi berbeda, setelah itu media yang mengandung isolat uji dituangkan secara aseptis ke dalam cawan

petri steril. Selanjutnya, masing-masing patogen/ cendawan uji (θ 3 mm) dikulturkan di dalam media yang telah mengandung senyawa kandidat fungisida dengan menggunakan ose steril dan diinkubasi pada suhu 27 °C selama 24 jam, untuk *P. infestans* diinkubasikan pada suhu 22 °C. Peubah yang diamati ialah pembesaran diameter koloni cendawan setiap hari, sebagai perlakuan kontrol digunakan media biakan tanpa senyawa kandidat fungisida. Pengamatan dilakukan selama 7 hari.

PEMBAHASAN

1. Isolasi, Pemisahan dan Pemurnian Senyawa Limonoid dari *Clausena excavata*

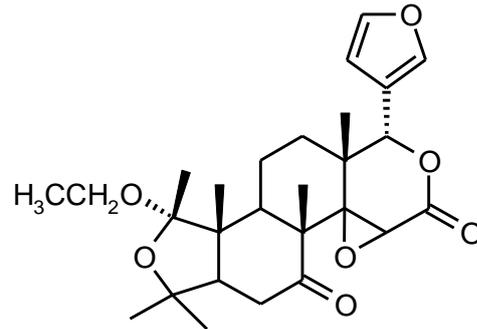
Sebanyak 10 kg bahan segar tumbuhan *Clausena excavata* dimaserasi dengan metanol. Hasil maserasi diperoleh ekstrak metanol pekat. Selanjutnya terhadap ekstrak metanol tersebut dilakukan fraksinasi dengan pelarut *n*-heksan, aseton dan etil asetat. Setelah melalui beberapa proses pemisahan dan pemurnian dari fraksi kloroform (fraksi K) diperoleh senyawa limonoid, yaitu Clausenolida-1-etil eter (60 mg). Clausenolida-1-etil eter diisolasi dari fraksi K.II.2. Data lengkap untuk limonoid hasil isolasi tersebut bisa dilihat pada Tabel 1. Selanjutnya, untuk bentuk kristal dan struktur molekul senyawa dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Data titik leleh, spektrum UV dan IR untuk senyawa limonoid dari *Clausena excavata*

Jenis senyawa	Titik Leleh (°C)		Data Infra merah (cm ⁻¹)		Data UV (nm)	
	Penelitian	Literatur	Penelitian	Literatur	Penelitian	Literatur
Clausenolida-1-etil eter	168-169	168-169	3448; 2992; 1725; 1710; 1656; 1625; 1604; 1573; 1526; 1480; 1397; 1325; 1275; 1222; 1161; 1114; 1085; 980; 873	3445; 2992; 1723; 1708; 1650; 1625; 1600; 1570; 1520; 1480; 1390; 1320; 1275; 1220; 1160; 1115; 1085; 985; 870	220; 235; 255; 282; 328; 343	220; 230; 250; 285; 325; 340



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Kristal Clausenolida-1-etil eter, dan (b) Struktur Molekul Clausenolida-1-etil eter

Dari data titik leleh, data spektrum UV dan IR menunjukkan bahwa pada penelitian ini telah berhasil mengisolasi senyawa limonoid *Clausena excavata*. Hal ini diperkuat oleh data standar, terbukti setelah data hasil penelitian di atas yaitu titik leleh dan λ_{maks} spektrum UV dan IR dibandingkan dengan data literatur menunjukkan kesamaan.

2. Uji Aktivitas Anti Cendawan Patogen Tanaman

Pada penelitian ini, uji aktivitas dilakukan terhadap tujuh jenis cendawan yaitu *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (penyebab layu pada tomat), *Phytophthora infestans* (penyebab hawar daun pada kentang dan tomat), *Colletotrichum capsici* (penyebab antraknosa pada cabai), *Penicillium digitatum* (penyebab kapang kelabu (*grey mould*) pada buah jeruk), *Rhizoctonia solani* (penyebab hawar pada pelepah daun padi), *Sclerotium roefsi* (penyebab busuk pada kacang tanah) dan

Ganoderma boninense (penyebab busuk pangkal batang kelapa sawit). Sebelum dilakukan pengujian aktivitas senyawa limonoid terhadap cendawan-cendawan tersebut, pertama-tama dilakukan pengujian orientasi untuk memilih metode yang tepat antara metode umpan beracun dan metode sumur serta penentuan variasi konsentrasi untuk pengujian. Pada pengujian orientasi senyawa yang diuji hanya Clausenolida-1-etil eter dan konsentrasi yang dipakai 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 dan 20 ppm. Hasilnya menunjukkan metode sumur lebih baik karena senyawa yang diuji aktivitasnya, akan lebih mudah terdifusi di dalam media. Sedangkan untuk konsentrasi yang baik adalah 5, 10, 15 dan 20 ppm, karena konsentrasi lebih kecil dari 5 ppm tidak memiliki aktivitas menghambat cendawan, sedangkan konsentrasi lebih besar dari 20 ppm sudah membahayakan kesehatan manusia jika senyawa ini digunakan dilapangan.

Perlu diketahui pada penelitian ini pelarut yang digunakan adalah kloroform, maka sebelum dilakukan pengujian senyawa limonoid terhadap cendawan patogen tanaman, dilakukan terlebih dulu pengujian aktivitas pelarut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah pelarut mempunyai

aktivitas atau tidak. Ternyata setelah dilakukan pengujian kloroform tidak mempunyai aktivitas anti cendawan patogen tanaman. Hasil uji aktivitas tersebut bisa dilihat pada Gambar 2 berikut:



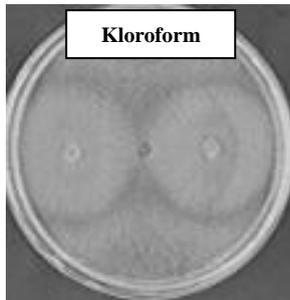
Fusarium oxysporum
f.sp. *lycopersici*,



Phytophthora infestans



Colletotrichum capsici



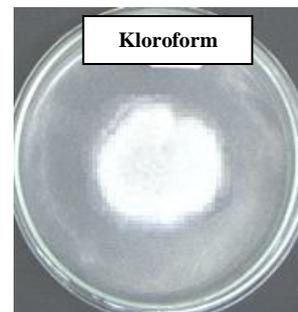
Penicillium digitatum



Rhizoctonia solani



Sclerotium roefsi



Ganoderma boninense

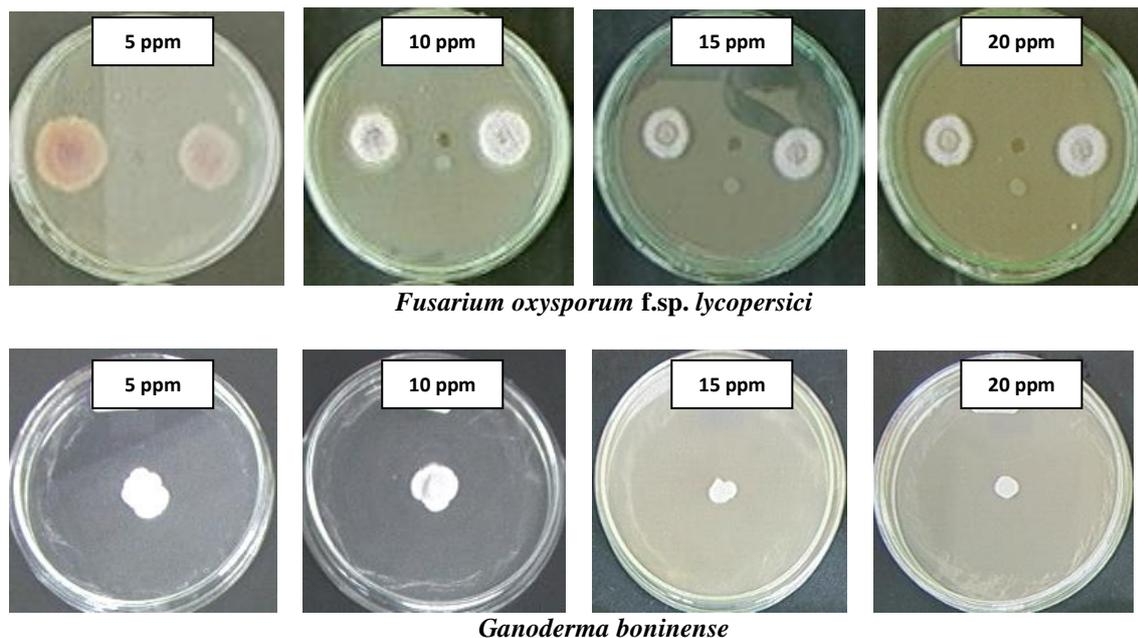
Gambar 2. Hasil pengujian aktivitas anti cendawan, kloroform terhadap beberapa cendawan patogen tanaman (5 hari inkubasi)

Uji Aktivitas Senyawa Limonoid dari *Clausena excavata* Terhadap Cendawan Patogen Tanaman

Pengujian aktivitas Clausenolida-1-etil eter terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Phytophthora infestans*, *Colletotrichum capsici*, *Penicillium digitatum*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium roefsi* dan *Ganoderma boninense* dilakukan dengan mengukur jari-jari pertumbuhan koloni cendawan setiap hari sampai hari kelima inkubasi. Selanjutnya data yang didapat dikonversikan menjadi persentase penghambatan pertumbuhan jari-jari koloni cendawan.

Dari empat macam variasi konsentrasi (5, 10, 15 dan 20 ppm) yang diujikan terhadap cendawan patogen tanaman, ternyata Clausenolida-1-etil eter sangat berpotensi sebagai fungisida hayati karena mempunyai aktivitas yang kuat

dalam menghambat pertumbuhan cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. Hasil uji aktivitas untuk 5 hari inkubasi menunjukkan Senyawa Clausenolida-1-etil eter dengan konsentrasi 5 ppm sudah dapat menghambat pertumbuhan koloni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan *Ganoderma boninense*. Senyawa Clausenolida-1-etil eter dengan konsentrasi 5 ppm memberikan persentase penghambatan terhadap pertumbuhan jari-jari koloni cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (=55,50%) dan *Ganoderma boninense* (=50,00%). Tetapi terhadap cendawan lain daya hambatnya kurang. Hasil uji aktivitas Senyawa Clausenolida-1-etil eter dengan konsentrasi 5 ppm terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan *Ganoderma boninense* dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Hasil pengujian aktivitas anti cendawan Senyawa Clausenolida-1-etil eter terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* dan *Ganoderma boninense* (5 hari inkubasi)

**Persentase Penghambatan
Pertumbuhan Koloni Cendawan oleh
Senyawa Limonoid dari *Clausena
excavata* serta Analisis Statistik**

persentase penghambatan pertumbuhan jari-jari koloni cendawan oleh senyawa limonoid dari *Clausena excavata* untuk 5 kali pengujian (n = 5) dapat dilihat pada Tabel 2.

Selanjutnya data lengkap tentang

Tabel 2. Hasil Pengamatan Persentase Penghambatan Pertumbuhan Koloni Cendawan oleh Senyawa Limonoid dari *Clausena excavata*

Senyawa	Rataan Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jari-jari Koloni Cendawan (r (%), n = 5)															
	Fusarium				Phytophthora				Colletotrichum				Penicillium			
	Konsentrasi (ppm)				Konsentrasi (ppm)				Konsentrasi (ppm)				Konsentrasi (ppm)			
	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Clausenolida-1-etil eter	55	58	59	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	56	58	60	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	56,5	58	59,5	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	55	58	59,5	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	55	58	59,5	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rata-rata	55,5	58	59,5	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Lanjutan Tabel. 2:

Senyawa	Rataan Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jari-jari Koloni Cendawan (r (%), n = 5)											
	Rhizoctonia				Sclerotium				Ganoderma			
	Konsentrasi (ppm)				Konsentrasi (ppm)				Konsentrasi (ppm)			
	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Clausenolida-1-etil eter	0	0	0	0	0	0	0	0	50	52	55	56
	0	0	0	0	0	0	0	0	50	52	56,5	57
	0	0	0	0	0	0	0	0	51	53	55	59
	0	0	0	0	0	0	0	0	50	53	55	56
	0	0	0	0	0	0	0	0	49	52,5	56	57
Rata-rata	0	0	0	0	0	0	0	0	50	52,5	55,5	57

Dari tabel di atas terlihat bahwa senyawa Clausenolida-1-etil eter 5 ppm paling efektif persentase penghambatannya, karena dapat menghambat pertumbuhan jari-jari koloni cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (=55,50%) dan *Ganoderma boninense* (=50,00%).

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil diisolasi senyawa limonoid Clausenolida-1-etil eter dari *Clausena excavata*.

Pada pengujian aktivitas anti cendawan senyawa Clausenolida-1-etil eter terhadap beberapa cendawan patogen tanaman terlihat bahwa Clausenolida-1-etil eter dengan konsentrasi 5 ppm sangat efektif persentase penghambatannya, karena dapat menghambat pertumbuhan

jari-jari koloni cendawan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (=55,50%) dan *Ganoderma boninense* (=50,00%).

DAFTAR PUSTAKA

1. Chakraborty, A., Saha, C., Podder, G., Chowdhury, B.K., and Bhattacharyya, P., **1995**, Carbazole Alkaloid with Antimicrobial Activity from *Clausena heptaphylla*, *Phytochemistry*, 38: 787-789.
2. Gisi, U., Binder, H., and Rimbach, E., **1985**, Synergistic Interactions of Fungicides with Different Modes of Action, *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 85: 299-306.
3. Heyne, K., **1987**, *Tumbuhan Berguna Indonesia*, Jilid II, Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
4. Joko, P.B., **1994**, *Petunjuk Penggunaan Pestisida*, PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
5. Moore, E., **1996**, *Fundamentals of The Fungi*, Fourth Edition, Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
6. Muhaimin dan Harizon, **2003**, Penelusuran Senyawa Bioaktif dari beberapa Tumbuhan *Clausena sp.*, *Laporan Penelitian - Universitas Jambi*, Jambi.
7. Ngadjui, T.B., Ayafor, J.F., and Sondengam, B.L., **1989**, Limonoids from *Clausena anisata*, *J. Nat. Prod.*, 52: 832-835.
8. Pegg, G.F., **1987**, *Fungal Infection of Plants*, Cambridge University Press, Cambridge.
9. Wu, T.S., Huang, C.S., and Wu, L.P., **1996**, Limonoids and Carbazole Alkaloids from *Clausena excavata* and Their Biological Activity, *Phytochemistry*, 43: 133-135.