

**PENGARUH SITRONELAL SERAI WANGI (*Cymbopogon winterianus* Linn)
TERHADAP PENEKANAN SERANGAN *Colletotrichum* sp.
PADA TANAMAN BAWANG DAUN (*Allium fistulosum* L.)**

Ria Kurniasih¹⁾, Syamsuddin Djauhari¹⁾, Anton Muhibuddin¹⁾, Edi Priyo Utomo²⁾

¹⁾ Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan,
Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

²⁾ Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia

ABSTRACT

This research was to determine the effect of citronellal of lemongrass (*Cymbopogon winterianus* Linn.) toward the decreasing of *Colletotrichum* sp. attack on welsh onion (*Allium fistulosum* L.). Citronellal was isolated from lemongrass oil by reduced pressure fractional distillation. The experiment of activity of citronellal as antifungal was conducted by Completely Randomized Design (LSD) both *in vitro* or *in vivo*, both “food poisoning” and “evaporation” method. The result of the experiment showed distillate fraction was collected at 40⁰C and 20 mmHg with purity 70,60% has an inhibitory percentage *in vitro* at 36.30% for “food poisoning” method and at 9,63% for “evaporation” method. Conclusion of the research is the higher concentration of citronellal can decrease *Colletotrichum* sp. attack.

Keywords: Citronellal, *Colletotrichum* sp., welsh onion

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sitronelal serai wangi (*Cymbopogon winterianus* Linn.) terhadap penekanan serangan *Colletotrichum* sp. pada tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.). Pada penelitian ini pemisahan senyawa sitronelal serai wangi dilakukan dengan cara destilasi fraksinasi pengurangan tekanan. Pengujian aktivitas sitronelal sebagai anti jamur dilakukan berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) baik *in vitro* maupun *in vivo*. Aktivitas penghambatan *in vitro* dilakukan dengan 2 metode yaitu peracunan makanan dan penguapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil destilasi fraksinasi sitronelal pada suhu 40⁰C dan tekanan 20 mmHg dengan kemurnian 70,60%. Persentase penghambatan pada pengujian *in vitro* metode peracunan makanan sebesar 36,30% sedangkan pada metode penguapan sebesar 9,63%. Berdasarkan pengujian secara *in vivo* disimpulkan bahwa semakin besar pemberian konsentrasi sitronelal pada bawang daun maka intensitas serangan *colletotrichum* sp. akan semakin kecil.

Kata kunci: Sitronelal, *Colletotrichum* sp., bawang daun

PENDAHULUAN

Bawang daun (*Allium fistulosum* L.) adalah tanaman jenis sayuran daun bahan bumbu dapur dan pencampur sayur mayur yang banyak digunakan di Indonesia. Salah satu kendala yang penting dalam

usaha meningkatkan produksi bawang daun yaitu adanya serangan penyakit antraknose yang disebabkan oleh patogen *Colletotrichum* sp. Disentra produksi bawang di Jawa, penyakit ini dikenal dengan nama penyakit “otomatis” karena tanaman yang terserang bisa mati

mendadak. Penyakit tersebut menyebabkan kerusakan 20,15% (Nurjanani, 2011).

Menurut Ganjewala (2009) *Cymbopogon* minyak esensial dan konstituen mengandung senyawa citral (campuran geranial dan neral), geraniol, sitronelol, senyawa sitronelal, piperitone, linalool, elemol, 1,8-cineole, limonene, geraniol, β -caryophyllene, metil heptenone, geranyl asetat dan geranyl telah diketahui dapat berperan sebagai antibakteri, antijamur, antiyeast, insektisida dan penolak serangga dalam jangka waktu yang lama. Nurmansyah (2010) menyatakan bahwa senyawa sitronelal merupakan salah satu komponen utama dalam minyak serai wangi dengan sifat anti jamur yang tinggi. Senyawa sitronelal termasuk kelompok terpenoid yang tergolong monoterpen yang mampu menekan pertumbuhan jamur patogen. Senyawa-senyawa ini dapat menghambat proses metabolisme jamur sehingga akan mengganggu pertumbuhan jamur (Knobloch *et al.*, 1989).

Berdasarkan penelitian Nurmansyah (2010) bahwa pada konsentrasi 750 ppm, minyak seraiwangi mampu menghambat pertumbuhan diameter koloni *Phytophthora palmivora* 75,95% dan biomassa koloni 82,61%. Sedangkan senyawa sitronelal pada konsentrasi yang sama mampu menghambat pertumbuhan diameter koloni lebih baik (yakni 78,88%) dan biomassa koloni 88,41%. Senyawa volatil dari minyak serai wangi pada dosis 0,1 ml dan fraksi sitronellal 0,075 ml/cawan petri mampu menghambat pertumbuhan diameter jamur *P. Palmivora* 100%.

Pemanfaatan senyawa sitronelal minyak atsiri serai wangi merupakan alternatif pengendalian penyakit antraknose pada tanaman bawang daun yang ramah lingkungan saat ini. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan melihat pengaruh senyawa sitronelal seraiwangi

terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknose pada bawang daun.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Organik Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Laboratorium Mikologi dan Screen house jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian mulai dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan Juni 2014.

Pemisahan Sitronelal dengan Destilasi Fraksinasi Minyak Atsiri

Minyak atsiri serai wangi didapat dari hasil destilasi uap daun serai wangi di Unit Penyulingan milik Universitas Brawijaya (Proyek PHKI Tema C) di desa Kesamben Kabupaten Blitar. Minyak atsiri serai wangi dipisahkan komponen senyawanya melalui proses fraksinasi vakum sehingga didapatkan fraksi-fraksi berupa destilat. Setiap destilat dianalisis menggunakan GC tipe hp 9850 dengan kolom HP5. Adanya jenis komponen dalam minyak sebelum dan sesudah pemisahan dengan destilasi fraksi dianalisis menggunakan GCMS mer Shimadzu QP-2010S dengan kolom kapiler Rtx5ms, gas pembawa helium pada kecepatan 1ml/detik. Suhu injektor 300⁰C dan suhu kolom terprogram 50-250⁰C pada kecepatan 5⁰/menit.

Pembuatan Formula Inhibitor

Formula inhibitor dibuat berdasarkan kajian secara *in silico* (tidak untuk dipublikasikan) interaksi enzim polimerase dari *Colletotichum* sp. dengan molekul sitronelal sebagai inhibitor. Kajian ini dihasilkan nilai IC₅₀ secara teoritik, yakni sebesar 7 ppm. Selanjutnya dibuat seri larutan sitronelal dalam pelarut air yang mengandung Tween 80% dengan konsentrasi 0.4; 2.0; 7.0; 12.0 dan 17.00 ppm.

Persiapan dan Perbanyakan Isolat Jamur *Colletotrichum* sp.

Jamur *Colletotrichum* sp. yang digunakan berasal dari daun tanaman bawang daun yang terserang antraknose yang diperoleh dari lahan milik petani di Desa Pendem kec. Karangploso, Malang. Daun yang terinfeksi dipotong dengan ukuran 1 cm, sehingga potongan mengandung jaringan yang sakit dan jaringan yang sehat. Potongan tersebut dimasukkan ke dalam khlorox (NaOCl 2%) selama 1 menit, dimasukkan dalam larutan sterilisasi permukaan alkohol 70% selama 1 menit. Potongan dibilas dengan aquades dan ditiriskan diatas *tissue* steril sampai kering lalu potongan daun ditanam pada media PDA. Isolat kemudian diinkubasi pada suhu 25-30°C selama 5-7 hari atau sampai jamur tumbuh memenuhi cawan petri (*full plate*) (Muhibuddin *et al.*, 2011). Pemurnian biakan jamur dilakukan dengan cara memotong sebagian miselium jamur dan dipindahkan secara aseptis menggunakan jarum ose kedalam media PDA baru. Biakan jamur yang telah murni kemudian diamati secara makroskopis dan mikroskopis untuk proses identifikasi. Koloni jamur yang tumbuh pada media PDA diisolasi dan diletakkan di atas gelas objek steril yang ditetesi aquades steril dan ditutup dengan gelas penutup, diinkubasi 4 hari. Kemudian diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x untuk diidentifikasi. Pada uji Postulat Koch jamur *Colletotrichum* sp. dalam biakan murni diinokulasikan pada tanaman bawang daun dengan cara disemprot menggunakan suspensi konidia dan menimbulkan penyakit, selanjutnya patogen dari gejala penyakit yang muncul dari hasil inokulasi harus dapat diisolasi kembali pada biakan murni.

Penyiapan Inokulum dan Inokulasi

Pembuatan inokulum jamur *Colletotrichum* sp. dilakukan dengan

membuat suspensi, yaitu 10 ml aquades steril ditambahkan pada media biakan jamur *Colletotrichum* sp. yang berumur 7 hari di cawan dan diambil dengan menggunakan jarum ose untuk melepaskan konidianya dari media tumbuh. Jumlah konidia per mililiter dihitung menggunakan *haemocytometer* dan dibuat sampai pada konsentrasi 10⁶ konidia/ml. Rumus yang digunakan untuk menghitung konsentrasi konidia per mililiter menurut Prasetyowati (2003) sebagai berikut:

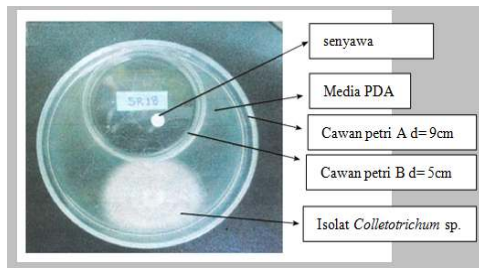
$$K = \frac{K \times d}{n \times 0,25} \times 10^6 \text{ konidia/ml}$$

- K = jumlah konidia/ml larutan
 T = total konidia dalam semua kotak contoh
 d = faktor pengenceran
 n = jumlah semua kotak contoh yang dihitung
 0,25 = koreksi

Pengujian Senyawa Sitronelal Serai Wangi secara *in vitro* terhadap Pertumbuhan *Colletotrichum* sp. pada Cawan Petri

Metode pertama yang digunakan pada pengujian secara *in vitro* yaitu dengan peracunan makanan (*poisoned food technique*). Menurut Chaelani (2011) metode peracunan makanan yaitu metode yang digunakan dengan cara meracuni pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. melalui media tumbuh PDA yang dicampur dengan senyawa sitronelal. Aplikasi dengan menuangkan media PDA cair yang telah mengandung senyawa sitronelal dengan berbagai konsentrasi sebanyak 10 ml dalam cawan petri dan didiamkan sampai media padat atau mendingin. Selanjutnya isolat murni *Colletotrichum* sp. berdiameter 0,6 cm ditumbuhkan pada media PDA tersebut, kemudian diinkubasi selama 7 hari. Pada pengujian *in vitro* metode penguapan menurut Istianto dan Eliza (2009) yaitu

dengan cara menyiapkan dua macam cawan petri yang berbeda ukuran yaitu cawan petri berdiameter 9 cm (A) dan 5 cm (B). Cawan petri B diletakkan kedalam cawan petri A dan selanjutnya media PDA sebanyak 10 ml dituang kedalam cawan petri A. senyawa sitronelal yang telah diteteskan pada kertas saring berdiameter 1mm sesuai dengan pelakuan diletakkan kedalam cawan petri B. Tanam isolat *Colletotrichum* sp. berdiameter 0,6 cm kedalam media PDA.



Gambar 1. Metode Penguapan

Pengujian Senyawa Sitronelal Minyak Atsiri Serai Wangi secara *in vivo* terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum* sp. pada Tanaman Bawang Daun

Penanaman dan Pemeliharaan

Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah steril dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1 yang dimasukkan dalam polybag 5 kg. Bibit bawang daun berupa anakan yang berumur 2 bulan, sebagian akarnya dibuang, sepertiga bagian tanaman dari ujungnya dipotong. Tiap lubang tanam ditanami satu bibit bawang daun secara tegak dengan jarak tanam yaitu 20 cm x 20 cm pada kedalaman 10 cm. Penanaman dilakukan saat pagi atau sore hari, bibit bawang daun akan tumbuh merata pada umur 7-15 hari setelah tanam. Penyiraman dilakukan pada pagi atau sore hari setiap hari. pemberian pupuk SP36 1,28 mg/tanaman dan KCl 0,64 mg/tanaman yang dicampur merata pada tanah dan diberikan bersama-sama pada saat

tanaman berumur 2 minggu setelah tanam. Pemberian pupuk ZA 1,92 mg/tanaman dilakukan bersamaan dengan kegiatan penyulaman.

Aplikasi Fungisida Nabati

Aplikasi dilakukan dengan cara menyemprot fungisida nabati ke seluruh permukaan daun. Penyemprotan fungisida nabati pada tanaman berumur 15-30 HST (Hari Setelah Tanam) sebanyak 2,5 ml dengan 25 kali semprotan per tanaman, sedangkan pada tanaman yang berumur 31-50 HST penyemprotan dilakukan sebanyak 5 ml dengan 50 kali semprotan. Setiap satu kali semprot mengeluarkan fungisida nabati sebanyak 0,1 ml. Jarak penyemprotan yang digunakan pada tanaman yaitu 10 cm dengan luas permukaan semprotan sebesar 226,865 cm². Pengaplikasian fungisida nabati dilakukan sehari sebelum inokulasi penyakit karena aplikasi fungisida nabati ini dilakukan sebagai kegiatan preventif atau pencegahan terhadap penyakit. Penyemprotan dilakukan dengan interval 7 hari sekali dan berhenti saat tanaman berumur 50 HST (panen).

Penghambatan Pertumbuhan Koloni *Colletotrichum* sp.

Daya hambat dihitung berdasarkan hasil pengukuran diameter koloni jamur *Colletotrichum* sp. Istianto dan eliza (2009) menyatakan penghitungan diameter koloni dilakukan dengan cara membuat garis vertikal dan horizontal berpotongan tepat pada titik tengah koloni jamur di bagian luar alas cawan petri sesuai dengan rumus dan skema dibawah ini:

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

D = diameter koloni jamur

d1 = diameter vertikal koloni jamur yang diamati

d2 = diameter horizontal koloni jamur yang diamati.

Berat Kering (Biomassa) Miselium *Colletotrichum* sp.

Menghitung berat kering (biomassa) miselium jamur digunakan untuk mengetahui terhambatnya pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. oleh senyawa sitronelal minyak atsiri serai wangi melalui bobotnya. Rumus berat kering (biomassa) yaitu:

$$M = m1 - m0$$

M = massa miselium *Colletotrichum* sp.
 m0 = berat kertas saring kosong
 m1 = berat kertas saring + miselia *Colletotrichum* sp.

Persentase Penghambatan

Setelah diketahui diameter koloni pada setiap perlakuan dan ulangan kemudian dihitung persentase penghambatan pertumbuhan koloni dihitung dengan rumus (Nurmansyah, 2010) :

$$P = \frac{K - T}{K} \times 100\%$$

P= Penghambatan pertumbuhan koloni/ daya kendali

K= Diameter koloni/biomassa koloni pada kontrol

T= Diameter koloni/biomassa koloni pada perlakuan

Intensitas Serangan Penyakit

Pengukuran intensitas serangan penyakit dilakukan pada 2-7 minggu setelah inokulasi (MST). Intensitas serangan penyakit diukur dengan rumus Horsfal dan Cowling (1978) dalam Abadi (2003) yaitu:

$$I = \frac{\sum(n.v)}{NZ} \times 100\%$$

I= intensitas serangan penyakit

n = jumlah tanaman dari tiap kategori serangan

v= nilai skor dari tiap tanaman yang terserang

N = jumlah tanaman contoh

Z=skor dari kategori serangan tertinggi

Tabel 1. Skala serangan antraknose *Colletotrichum* sp. (skala kategori serangan)

Skala	Kategori serangan
0	Tidak ada infeksi
1	Luas permukaan daun terserang mencapai 1-20%
2	Luas permukaan daun terserang mencapai 21-40%
3	Luas permukaan daun terserang mencapai 41-60%
4	Luas permukaan daun terserang mencapai 61-80%
5	Luas permukaan daun terserang mencapai 81-100%

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F pada taraf kesalahan 5%. Apabila terdapat beda nyata, lebih lanjut nilai rata-rata akan dibandingkan dengan Uji BNT pada Taraf Kebenaran 95% menggunakan minitab 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

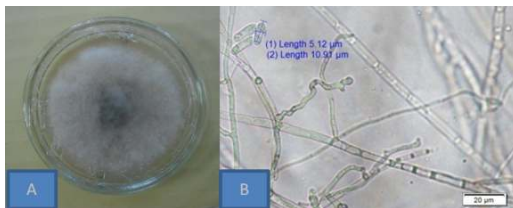
Analisis Senyawa Sitronelal dengan Menggunakan GC-MS

Berdasarkan hasil analisis GC-MS menunjukkan adanya senyawa kimia yang teridentifikasi diantaranya adalah sitronelal (50,39 %), Geraniol (15,36%), dan β-sitronelol (11,82%). Senyawa lain dalam minyak atsiri serai wangi yaitu limonene, cyclohexane, α-terpinolene, linalool, isopulegol, decanal, nerol, butene, citral, citronellyl, neryl acetate, β-elemene, caryophyllene, germacrene, cadinene, dan elemol. Berdasarkan hasil GC terlihat bahwa kandungan senyawa sitronelal dalam minyak atsiri hasil fraksinasi vakum memiliki kemurnian yang lebih besar daripada senyawa sitronelal hasil destilasi. Sebanyak 50 ml minyak atsiri dapat dipisahkan sebanyak 4 ml sitronelal pada fraksi dengan suhu 40⁰C dan tekanan 20 mmHg dengan

kemurnian 76,60% dan berat jenis senyawa sitronelal 0,886 g/ml.

Isolasi dan Identifikasi Jamur *Colletotrichum* sp. Penyebab Penyakit Antraknose pada Tanaman Bawang Daun

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) didapatkan bahwa koloni dari biakan murni jamur *Colletotrichum* sp. pada awal pertumbuhan berwarna putih kemudian koloni semakin lama mengalami perubahan menjadi abu-abu kehitaman dan terus meluas seiring bertambahnya umur koloni. Koloni jamur ini mempunyai tekstur tebal dan permukaan kasar atau tidak rata dan rapat. Koloni jamur *Colletotrichum* sp. memenuhi cawan petri yang berdiameter 9 cm dalam waktu 8 hari. Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa miselium *Colletotrichum* sp. berwarna hialin dan tidak bersekat, berbentuk tabung atau jorong dengan kedua ujungnya tumpul. Panjang konidia berukuran 10,91 μm dan lebar 5,12 μm .



Gambar 2. Jamur *Colletotrichum* sp. yang diisolasi dari daun bawang daun (A) biakan murni pada cawan petri 9 cm berumur 8 hari (B) mikroskopis dengan perbesaran 400x

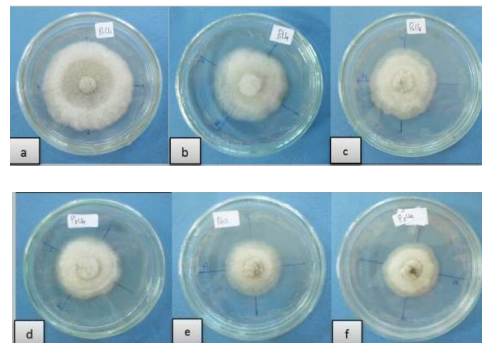
Berdasarkan hasil uji Postulat Koch, terlihat bahwa terdapat bercak putih pada daun yang lama-kelamaan akan berubah menjadi coklat atau coklat kehitaman kemudian terbentuk lekukan sehingga menyebabkan daun melengkung, terkulai,

berputar ataupun patah dan lama kelamaan daun berwarna pucat kemudian kuning dan mati.

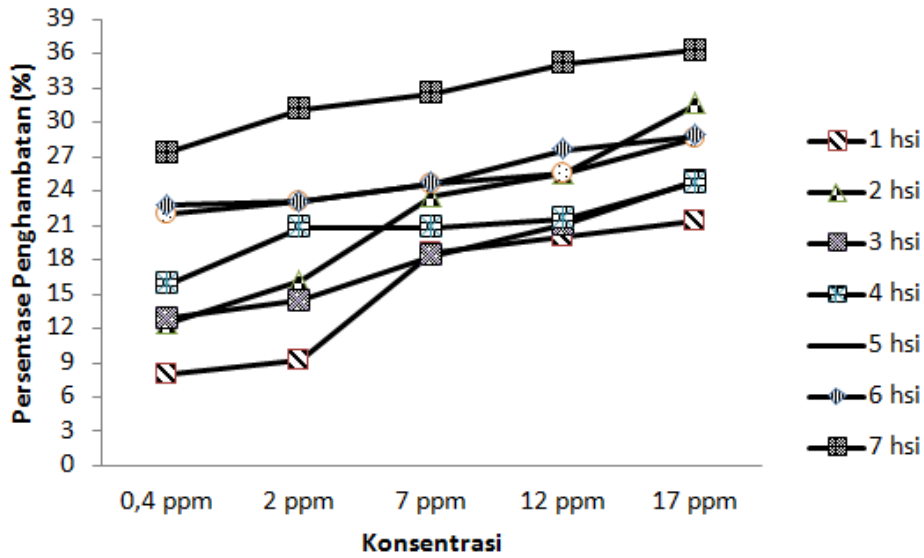


Gambar 3. Gejala antraknose oleh *Colletotrichum* sp. pada uji Postulat Koch

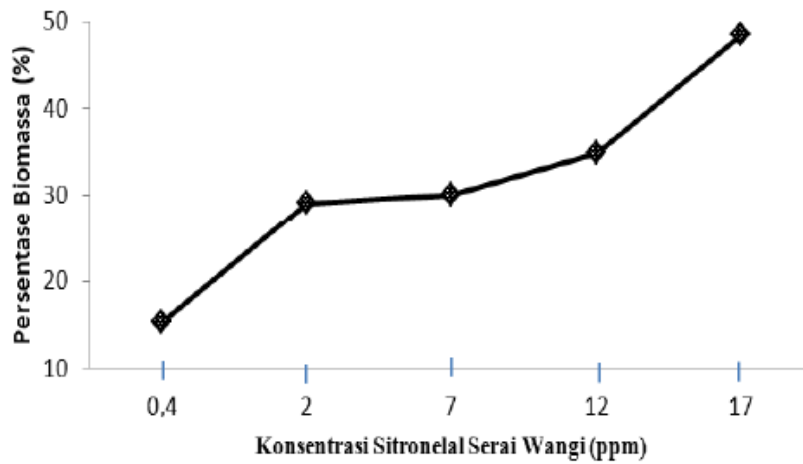
Pengujian Senyawa sitronelal Serai Wangi secara *in vitro* dengan Metode Peracunan Makanan



Gambar 4. Pertumbuhan diameter koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada uji toksisitas senyawa sitronelal secara *in vitro* dalam cawan petri pada akhir pengamatan (hari ke-7) metode peracunan makanan. (a) kontrol (0 ppm), (b) 0.4 ppm, (c) 2 ppm, (d) 7 ppm, (e) 12 ppm, (f) 17 ppm

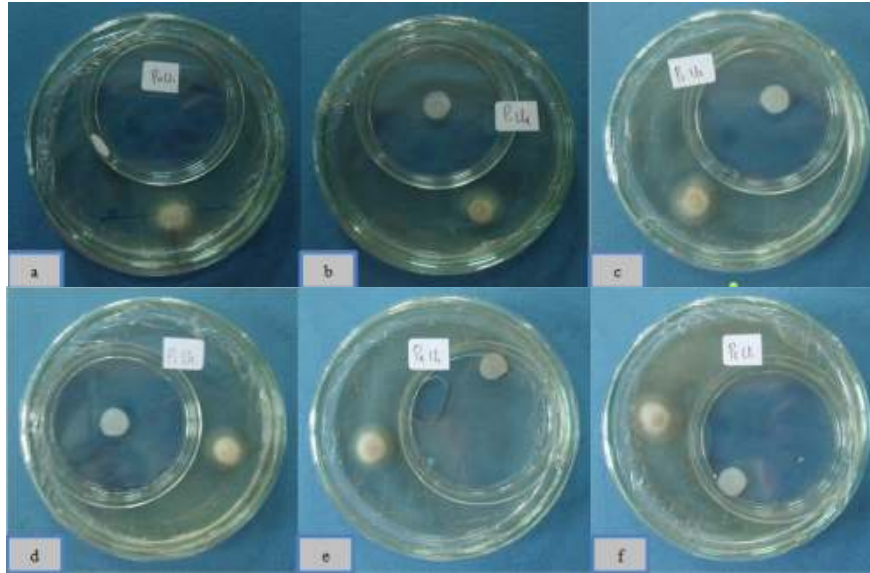


Gambar 5. Persentase penghambatan diameter jamur *Colletotrichum* sp. pada berbagai konsentrasi senyawa sitronelal serai wangi metode peracunan makanan

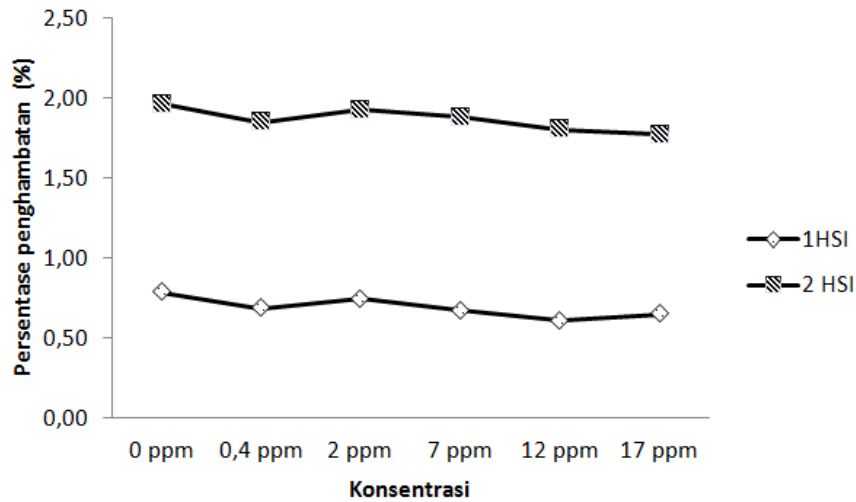


Gambar 6. Persentase penghambatan biomassa miselium jamur *Colletotrichum* sp. oleh senyawa sitronelal serai wangi metode peracunan makanan pada 7 hari setelah inokulasi

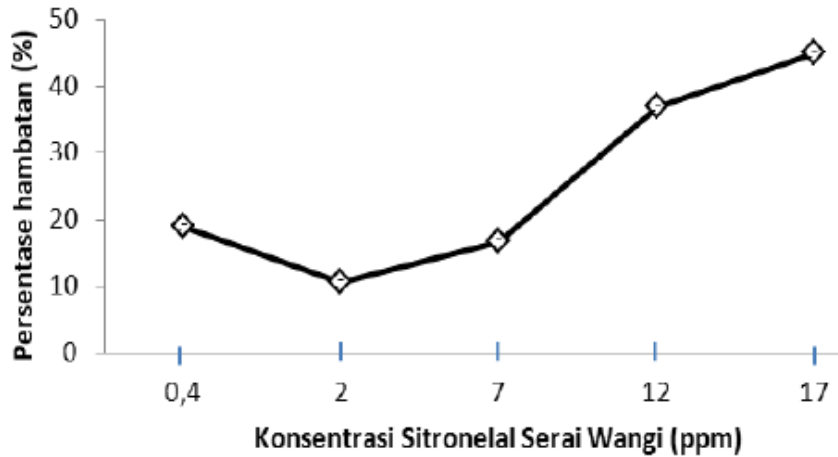
Berdasarkan pengujian secara *in vitro* metode peracunan makanan diperoleh hasil bahwa dengan bertambahnya konsentrasi senyawa sitronelal yang diberikan maka persentase penghambatan pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum* sp. akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan senyawa sitronelal merupakan senyawa terpenoid yang mampu menekan pertumbuhan jamur dengan menghambat proses metabolisme jamur.



Gambar 7. Pertumbuhan diameter koloni jamur *Colletotrichum* sp. pada uji toksisitas senyawa sitronelal secara *in vitro* dalam cawan petri pada akhir pengamatan (hari ke-2) metode penguapan. (a) kontrol (0 ppm), (b) 0.4 ppm, (c) 2 ppm, (d) 7 ppm, (e) 12 ppm, (f) 17 ppm



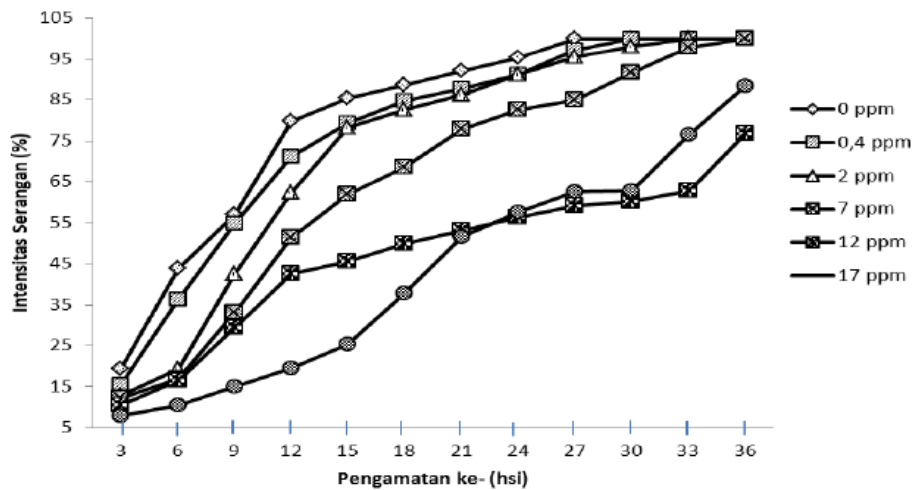
Gambar 8. Persentase penghambatan diameter jamur *Colletotrichum* sp. pada berbagai konsentrasi senyawa sitronelal serai wangi metode penguapan



Gambar 9. Persentase penghambatan biomassa miselium jamur *Colletotrichum* sp. oleh senyawa sitronelal serai wangi metode penguapan pada 2 hari setelah inokulasi

Pada metode penguapan, pemberian sitronelal mampu menekan pertumbuhan koloni jamur *Colletotrichum* sp. karena sitronelal bersifat volatil, namun keefektifan penghambatan pada setiap pemberian konsentrasi yang semakin meningkat tidak stabil terhadap

penghambatan pertumbuhan jamur. Keefektifan yang tidak stabil dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu tekanan udara, suhu, luas permukaan cawan petri yang digunakan untuk meletakkan kertas saring dan kelembaban cawan petri.



Gambar 10. Intensitas serangan jamur *Colletotrichum* sp. pada tanaman bawang daun



Gambar 11. Intensitas serangan jamur *Colletotrichum* sp. pada tanaman bawang daun. (A) kontrol, (B) 0.4 ppm, (C) 2 ppm, (D) 7 ppm, (E) 12 ppm, (F) 17 ppm pada pengamatan 18 hsi.

Pada pengujian secara *in vivo* disimpulkan bahwa dengan bertambahnya konsentrasi sitronelal yang diberikan maka intensitas serangan jamur *Colletotrichum* sp. pada bawang daun akan semakin kecil. Dari data yang diperoleh diketahui bahwa efektivitas maksimuml penghambatan dari sitronelal terjadi pada pengamatan 21 hari setelah inokulasi.

KESIMPULAN

Sitronelal sebagai anti jamur dapat dipisahkan dari minyak serai wangi melalui metode destilasi fraksinasi vakum. Hasil pengujian *in vitro*, metode peracunan makanan memiliki efektivitas yang stabil dibandingkan metode penguapan dalam menekan pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Berdasarkan pengujian *in vivo*, dengan bertambahnya konsentrasi senyawa sitronelal yang diberikan pada bawang daun maka intensitas serangannya akan semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

Abadi, A.L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan 3. Bayumedia Publishing. Malang: hlm. 145
Chaelani, S.R. 2011. Metode Penelitian Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya Press. Malang

Ganjewala, D. 2009. Cymbopogon Essential Oils: Chemical Compositions and Bioactivities. International Journal of Essential Oil Therapeutics Vol.3, 56-65. India

Istianto, M. dan Eliza. 2009. Aktivitas Antijamur Minyak Atsiri terhadap Penyakit Antraknos Buah Pisang di Penyimpanan pada Kondisi Laboratorium. J. Hort. 19(2):192-198

Knobloch, K.A., B. Paul., H. Ilber, Weigand, and W. Weil. 1989. Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oil Components. J. Ess. Oil. 1 : 119-128

Muhibuddin, A., Addina L., Abadi A. L., dan Ahmad A.. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System. Agrivita Vol. 33, No. 22: 111-118

Nurjanani. 2011. Identifikasi Hama dan Penyakit pada Tanaman Bawang Merah di Kabupaten Bone. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Superman: Suara Perlindungan Tanaman, Vol.1., No.4. Hlm. 18

- Nurmansyah. 2010. Efektivitas Minyak Seraiwangi dan Sitronellal terhadap Pertumbuhan Jamur *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao. Kebun Percobaan Laing Solo Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bul. Littro. Vol. 21 No. 1, hlm.43 – 52
- Prasetyowati, A. 2003. Pengaruh Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan *Colletroticum capsisi* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai Besar (*Capcicum annum* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. Hlm 47