

**STUDI PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK
BABANDOTAN (*Ageratum conyzoides* L.) KERING DAN
SEGAR TERHADAP *Erwinia carotovora* Jones PENYEBAB
PENYAKIT BUSUK LUNAK PADA WORTEL**

SKRIPSI

Oleh:

IMAN DWI CAHYO



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT
TUMBUHAN
MALANG
2008**

**STUDI PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK
BABANDOTAN (*Ageratum conyzoides* L.) KERING DAN SEGAR
TERHADAP *Erwinia carotovora* Jones PENYEBAB
PENYAKIT BUSUK LUNAK PADA WORTEL**

Oleh:

IMAN DWI CAHYO

NIM: 0410460022

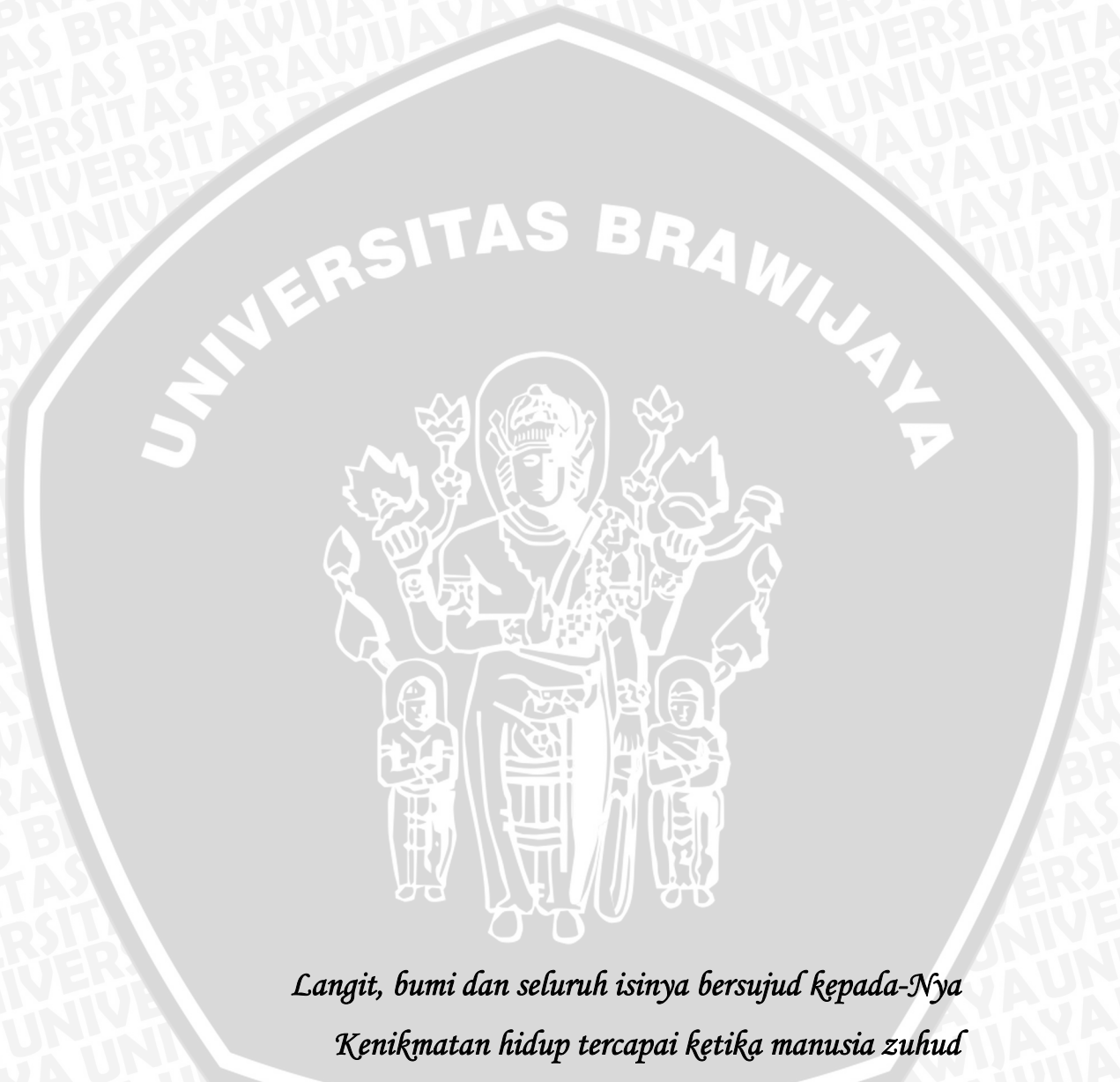
**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2008**



Katakanlah hai Muhammad: "Aku hanya menganjurkan kepadanya satu hal saja, yaitu berdirilah karena Allah berdua-dua atau bersendiri-sendiri, kemudian berpikirlah!" (QS 34: 36)



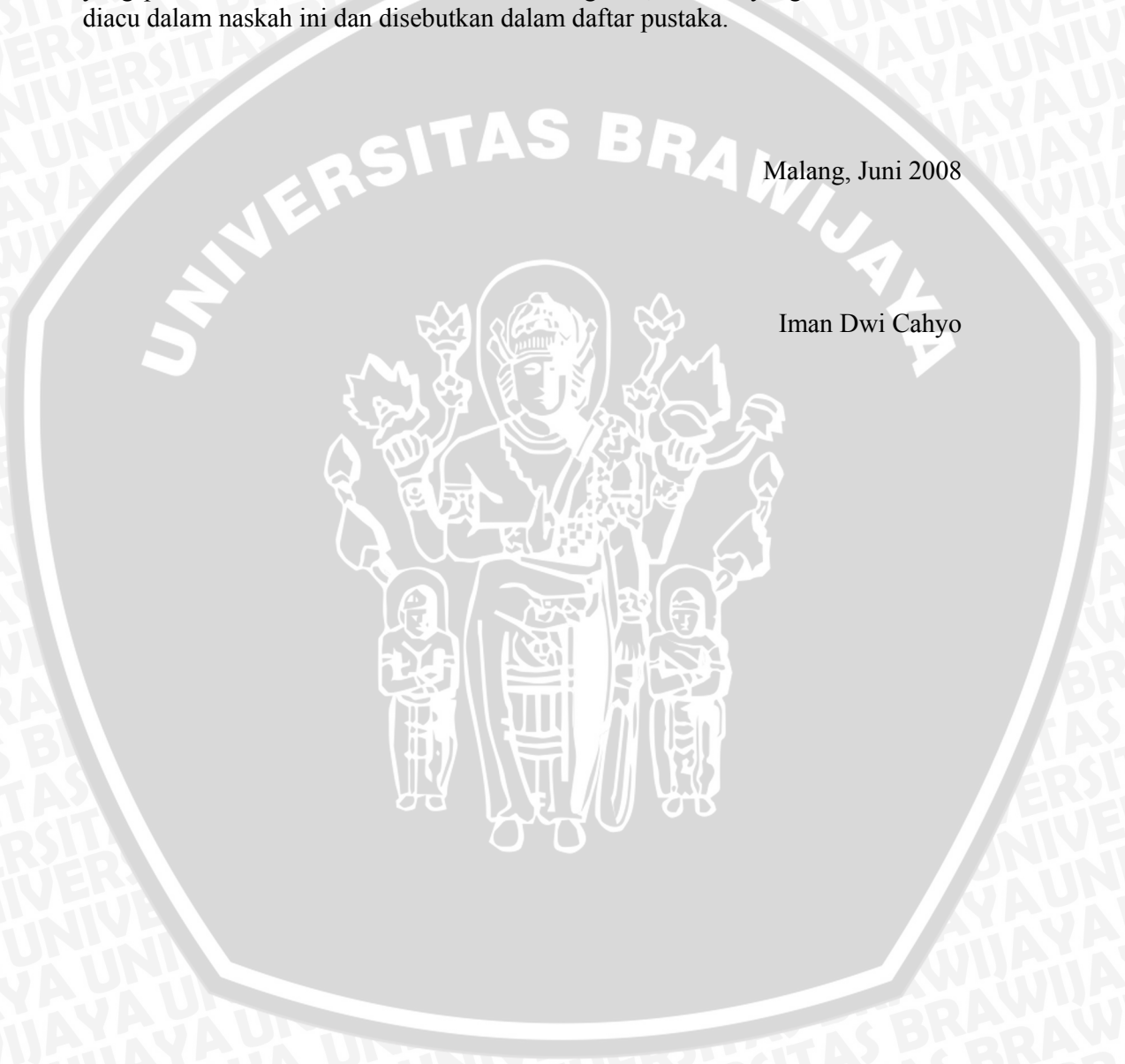
*Langit, bumi dan seluruh isinya bersujud kepada-Nya
Kenikmatan hidup tercapai ketika manusia zuhud
Kupersembahkan skripsi ini kepada kedua orang tuaku, keluargaku
Serta seluruh umat*

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juni 2008

Iman Dwi Cahyo



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Proposal Skripsi : Studi Pengujian Aktivitas Antibakteri Babandotan (*Ageratum conyzoides* L.) Kering dan Segar terhadap *Erwinia carotovora* Jones Penyebab Penyakit Busuk Lunak pada Wortel

Nama Mahasiswa : Iman Dwi Cahyo
NIM : 0410460022
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pertama

Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Ch. Sv.
NIP. 130 345 922

Kedua

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, M.S
NIP. 130 809 516

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya**

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, M.S
NIP. 130 936 225

Tanggal persetujuan:.....



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Ir. Ludji Pantja Astuti, M.S
NIP. 131 573 966

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun S.
NIP. 130 531 881

Penguji III

Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Ch. Sy.
NIP. 130 345 922

Penguji IV

Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, M.S
NIP. 130 809 516

Tanggal lulus:.....



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya dan tidak ada hambatan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, para keluarga, sahabat, dan umatnya.

Penelitian ini berjudul ” Studi Pengujian Aktivitas Antibakteri Babandotan (*Ageratum conyzoides* L.) Kering dan Segar terhadap *Erwinia carotovora* Jones Penyebab Penyakit Busuk Lunak pada Wortel”. Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk meneliti aktivitas antibakteri babandotan terhadap bakteri *E. carotovora* serta untuk memenuhi tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu dalam pembuatan proposal penelitian ini, khususnya kepada Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Chailani Syamsidi, dan Prof. Dr. Ir Abdul Latief Abadi, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan dalam pembuatan skripsi ini, Prof. Dr. Ir. Ika Rochdjatun S. dan Ir. Ludji Pantja Astuti M.S selaku dosen penguju yang telah memberikan saran demi perbaikan skripsi ini, tidak lupa kepada jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah memberikan fasilitas penelitian berupa Laboratorium, alat serta bahan penelitian.

Disadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu saran, kritik dan masukan yang konstruktif penulis harapkan dari pembaca budiman untuk perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri pada khususnya dan pada pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, Juni 2008

Hormat Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 20 Agustus 1985 di Desa Winongan Lor Kecamatan Winongan Kabupaten Pasuruan dengan ayah bernama Sudiono dan Ibu Wariati.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri Winongan Lor 1 tahun 1997, Madrasah Ibtidaiyah Mambaul Huda Tahun 1999, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Negeri 1 Winongan tahun 2000, dan menyelesaikan studi di SMUN 2 Pasuruan tahun 2003. Penulis pada tahun 2004 melanjutkan studi di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SPMB.

Selama menempuh pendidikan di Perguruan Tinggi, penulis pernah menjadi asisten praktikum Dasar Perlindungan Tanaman pada tahun 2005-2006 dan praktikum Mikrobiologi pada tahun 2007. Penulis menjadi salah satu pengurus di organisasi antara lain di Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) sebagai Ketua Departemen Litbang tahun 2005-2006, Korps Sukarela (KSR) sebagai Staff Litbang tahun 2005-2006, Himpunan Mahasiswa Islam (HMI) sebagai Departemen Litbang tahun 2006-2007 dan Wakil Sekretaris Umum Bidang Litbang tahun 2007-2008, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM Fakultas Pertanian) sebagai Menteri Luar Negeri tahun 2007-2008.

Penulis aktif dalam penulisan ilmiah yang diadakan baik oleh Universitas Brawijaya maupun DIKTI. Prestasi yang pernah diraih antara lain: Juara III LKTM Bidang Lingkungan Hidup Tahun 2005 tingkat Nasional, Juara II LKTM Bidang Seni Tahun 2006 tingkat Nasional, Finalis Indofood Riset Nugraha tahun 2007, Juara I LKTM Bidang IPA Tingkat Universitas Brawijaya Tahun 2007, Juara I LKTM Bidang IPA Tingkat Wilayah C Tahun 2007, Juara II LKTM Bidang IPA PIMNAS XX Tahun 2007, Juara II Mahasiswa Berprestasi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Tahun 2007, dan Finalis Kompetisi Pemikiran Kritis Mahasiswa (KPKM) tingkat Nasional tahun 2008.

RINGKASAN

Iman Dwi Cahyo. 0410460022. Studi Pengujian Aktivitas Antibakteri Ekstrak Babandotan (*Ageratum conyzoides* L.) Kering dan Segar terhadap *Erwinia carotovora* Jones. Penyebab Penyakit Busuk Lunak pada Wortel. Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Siti Rasminah Ch. Sy., Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS

Salah satu marga dari kerajaan bakteri yang menjadi patogen penting pada buah dan sayur adalah *Erwinia* khususnya penyebab penyakit busuk lunak. Penyakit busuk lunak disebabkan oleh bakteri *Erwinia carotovora* yang banyak menyerang sayur dan buah-buahan yang berkadar air tinggi serta menyebabkan kerusakan hingga mencapai 100% sehingga memerlukan upaya pengendalian.

Babandotan merupakan tanaman yang mengandung senyawa kimia yang berperan sebagai aktivitas antibakteri yaitu *hydroalcoholic extract (HAE)*, flavonoid, kloroform, eter, asam-asam amino esensial 0,02%-0,16% yang berpotensi sebagai antibakteri pada *E. carotovora*.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui sifat antibakteri babandotan terhadap *E. carotovora* serta untuk mengetahui perbedaan daya hambat antara ekstrak babandotan segar dan kering terhadap *E. carotovora*.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana menggunakan 8 perlakuan yaitu kontrol (aquades steril), perbandingan (streptomisin), sampel 40 µg/ml ekstrak babandotan segar, sampel 84 µg/ml ekstrak babandotan segar, sampel 120 µg/ml ekstrak babandotan segar, sampel 40 µg/ml ekstrak babandotan kering, sampel 84 µg/ml ekstrak babandotan kering, sampel 120 µg/ml ekstrak babandotan kering, dan diulang sebanyak 3 kali.

Pengujian dimulai dengan menuang media NA bersuhu 60⁰ C yang telah diinokulasi dengan bakteri indikator umur 24 jam ke dalam cawan Petri. Cawan Petri diinkubasi pada suhu ruang sampai seluruh agar memadat, kemudian bulatan kertas saring yang telah direndam dengan masing-masing perlakuan diletakkan melingkar di atas media serta diuji sensitivitasnya pada umbi wortel.

Hasil penelitian menunjukkan ekstrak babandotan mempunyai sifat antibakteri terhadap *E. carotovora* yang ditunjukkan dengan adanya daya hambat pada media buatan nutrisi agar pada Petri dish jika dibandingkan kontrol. Ekstrak babandotan kering atau segar mempunyai kemampuan daya hambat terhadap *E. carotovora*; ekstrak babandotan kering mempunyai daya hambat 3 kali lebih baik dibandingkan ekstrak babandotan segar pada konsentrasi tertinggi, selain dibandingkan dengan streptomisin.

SUMMARY

Iman Dwi Cahyo. 0410460022. The Study of Antibacterial Testing on Extracts of Billy Goat Weed (*Ageratum conyzoides* L.) in Dry and Fresh Condition to *Erwinia carotovora* Jones Caused Soft Rot Disease on Carrot. Supervised by Prof. Dr. Siti Rasminah Ch. Sy. and Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, M.S.

Soft rot disease on carrot is serious disease caused by *Erwinia carotovora*. This species belong one of bacterial genus. Crop losses by disease up to 100% in epidemic area, unfortunately until now. They are no effective control to reduce the disease.

The purpose of research was to control the disease by used component of antibacterial. The component as antibacterial in this research was extracted Billy goat weed (*Ageratum conyzoides* L). Antibacterial material component from this plant was contain *Hydroalcoholic extract* (HAE), flavonoid, cloroform, eter, amino acids 0,02%-0,16% so it is potential for using as antibacterial activities.

The research were conducted in laboratory by used simple complete randomized design with 8 treatment, there are control (sterile aquabidesh); comparer (Streptomycin); 40 µg/ml of fresh Billy goat weed extract; 84 µg/ml of fresh Billy goat weed extract; 120 µg/ml of fresh Billy goat weed extract; 40 µg/ml of dry Billy goat weed extract, 84 µg/ml of dry Billy goat weed extract; 120 µg/ml of dry Billy goat weed extract, it's treatments repeated 3 times.

The test began with added NA medium at 60⁰ C was inoculated with indicator bacterial after 24 hour in the Petri dish. Incubate Petri dish at room temperature until solid, then placed circle blooter papers was soaked with all treatments around at medium, also sensitivity test on carrot tuber.

The result of the research showed that Billy goat weed extract have antibacterial activity to *E. carotovora*. The bacterial growth (*E. carotovora*) at nutrient agar in Petri dish reduced by this antibacterial than control; in dry material of Billy goat weed or in fresh material of Billy goat weed could inhabited this bacterial, about in condition dry material could inhabited bacterial growth 3 times than fresh Billy goat weed extract in high concentration, equal to streptomycin concentration.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
RIWAYAT HIDUP	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Hipotesis.....	2
1.5 Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penyakit Busuk Lunak	4
2.1.1 Klasifikasi Bakteri <i>Erwinia carotovora</i> Jones	4
2.1.2 Morfologi dan Daur Penyakit	4
2.1.3 Gejala Serangan	5
2.1.4 Tanaman Inang.....	5
2.2 Babandotan <i>Ageratum conyzoides</i> L.	6
2.3 Manfaat dan Kandungan Kimia Babandotan	7
2.3.1 Manfaat Babandotan	7
2.3.2 Kandungan Kimia Babandotan	8
2.4 Antibakteri	8
2.4.1 Pengujian Aktivitas Antibakteri	9
2.4.2 Mekanisme Kerja Antibakteri	9
III. METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu	12
3.2 Alat dan Bahan	12

3.3 Pelaksanaan Penelitian	12
3.3.1 Ekstraksi Babandotan	12
3.3.2 Isolasi Patogen	13
3.3.3 Uji Postulat Koch	13
3.3.4 Identifikasi Bakteri	14
3.3.5 Pengujian Aktivitas Antibakteri	16
3.3.5.1 Variabel Pengamatan	17
3.3.6 Uji Sensitivitas Patogen terhadap Antibakteri pada Umbi Wortel	18
3.3.6.1 Variabel Pengamatan	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil	19
4.1.1 Isolasi Bakteri <i>E. carotovora</i> dari Umbi Wortel	19
4.1.2 Hasil Uji Postulat Koch	19
4.2. Hasil Identifikasi Bakteri	20
4.2.1 Pengamatan Morfologi	20
4.2.2 Uji Fisiologi dan Biokimia	20
4.3 Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri pada Media NA	24
4.4 Hasil Uji Sensitivitas Bakteri <i>E. carotovora</i> terhadap Ekstrak Babandotan pada Umbi Wortel	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Gejala Serangan Penyakit Busuk Lunak pada Umbi Wortel	5
2.	Pola Penempatan Sampel Uji di atas Media	17
3.	Isolat Bakteri <i>E. carotovora</i> pada Media <i>Nutrient Agar</i> (NA)	19
4.	Hasil Uji Postulat Koch pada Umbi Wortel Berumur 7 hari Setelah Inokulasi	20
5.	Koloni Bakteri <i>E. carotovora</i> pada Media <i>Nutrient Agar</i> (NA).....	20
6.	Gejala Hipersensitif pada Daun Tembakau yang diinokulasi Bakteri <i>E. carotovora</i>	21
7.	Hasil Pengecatan Gram Masa Bakteri <i>E. carotovora</i>	21
8.	(a) Reaksi Positif pada Media Anaerob yang ditutup <i>Water</i> <i>Agar</i> (b) Reaksi Positif pada Media Anaerob yang tidak ditutup <i>Water Agar</i>	22
9.	Hasil Uji Busuk Lunak.....	22
10.	Pertumbuhan Bakteri <i>E. carotovora</i> pada Media YDC	23
11.	Pertumbuhan Bakteri <i>E. carotovora</i> pada Media Selektif CVP	23
12.	Daya Hambat Ekstrak Babandotan terhadap Bakteri <i>E. carotovora</i>	25
13.	Hasil Uji Antibakteri ekstrak Babandotan terhadap Bakteri <i>E. carotovora</i> pada Media NA.....	26
14.	Masa Inkubasi Bakteri <i>E. carotovora</i> pada Umbi Wortel dengan Pemberian Ekstrak Babandotan Kering.....	27
15.	Umbi wortel yang diinokulasi Bakteri <i>E. carotovora</i> dengan Ekstrak Babandotan pada(a) 3 hsi; (b) 6 hsi (c) 7 hsi.....	28
16.	Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan dari 3 sampai 7 hsi	29

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Hasil Uji Fisiologi dan Biokimia Bakteri <i>E. carotovora</i>	24
2.	Penghambatan Ekstrak Babandotan Kering dan Segar terhadap Pertumbuhan <i>E. carotovora</i> pada Media NA	24
3.	Hasil Uji Sensitivitas Bakteri <i>E. carotovora</i> terhadap Ekstrak Babandotan Kering.....	27

LAMPIRAN

1.	Analisis Ragam Rerata Diameter Hambat Ekstrak Babandotan Kering dan Segar terhadap Bakteri <i>E. Carotovora</i>	34
2.	Analisis Ragam Masa Inkubasi Bakteri <i>E. carotovora</i> pada Umbi Wortel.....	34
3.	Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 3 Setelah Inokulasi	34
4.	Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 4 Setelah Inokulasi	34
5.	Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 5 Setelah Inokulasi	35
6.	Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 6 Setelah Inokulasi	35
7.	Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 7 Setelah Inokulasi	35

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bakteri patogen pada tanaman merupakan agen penyebab penyakit yang penting setelah jamur. Kerugian yang ditimbulkan karena bakteri, umumnya menyebabkan gejala busuk, baik pada tanaman di lapang maupun di tempat penyimpanan, terutama pada produk-produk yang mengandung air seperti buah dan sayur (Abadi, 2003a).

Salah satu marga dari kerajaan bakteri yang menjadi patogen penting pada buah dan sayur adalah *Erwinia* khususnya penyebab penyakit busuk lunak. Penyakit busuk lunak disebabkan oleh bakteri *Erwinia carotovora* yang banyak menyerang sayur dan buah-buahan yang berkadar air tinggi (Anonim, 2005).

Penyakit busuk lunak menyerang berbagai komoditi penting seperti kentang, wortel, seledri, tomat, selada, kailan, caisin, kubis bunga, petsai, sawi hijau, bawang merah, bawang bombai, bawang daun, bawang putih, semangka, tembakau dan ubi-ubian (Anonim, 2005).

Menurut Venneste (1996), penyakit busuk lunak (*soft rot*) di New Zeland pada saat peledakan di lapang menyebabkan kerusakan hingga mencapai 100% dan pada kentang 15-20% di penyimpanan. Pengendalian yang selama ini dilakukan adalah dengan sanitasi, kultur teknis, perlakuan pasca panen khususnya menggunakan pestisida (Semangun, 2000).

Diperlukan suatu usaha pengendalian terhadap penyakit busuk lunak ini guna melindungi dan menyelamatkan hasil komoditas yang berpotensi terinfeksi penyakit ini yang aman, efektif dan efisien.

Babandotan (*Ageratum conyzoides* Linn.) merupakan tumbuhan liar pengganggu atau biasa disebut gulma, namun keberadaannya selama ini juga dimanfaatkan oleh manusia. Tumbuhan ini digunakan secara luas dalam pengobatan tradisional oleh masyarakat di berbagai belahan dunia. Di Brasil,

kerap kali dipakai untuk mengobati flu, demam, diare, rematik, dan dijadikan tonik. Pusat obat Brasil merekomendasikannya sebagai obat antirematik (Hasim, 2006).

Menurut Okwori *et al.* (2007), babandotan merupakan tanaman yang mengandung senyawa kimia yang berperan sebagai antibakteri. Babandotan diketahui mengandung berbagai senyawa yang penting dibidang medis yakni *hydroalcoholic extract (HAE)*, flavonoid, kloroform, eter, asam-asam amino esensial 0,02%-0,16% (Yamamoto *et al.*, 1991), queretin 1,86 mg/kg, asam gamma glutamat, kumarin asam fumarik, zat antihiperqlikemia dan precocene. Namun dalam hal ini zat yang paling berperan penting sebagai antibakteri adalah *hydroalcoholic extract (HAE)*, flavonoid, eter, asam-asam amino esensial, gamma glutamat, dan queretin (Silva, 1991).

Potensi yang dimiliki oleh babandotan sebagai antibakteri, diharapkan menjadi suatu kajian penelitian yang menarik bila diuji pada patogen tanaman khususnya penyebab penyakit busuk lunak dalam bentuk ekstrak dari tanaman babandotan segar ataupun kering .

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ekstrak babandotan mempunyai sifat antibakteri terhadap *E. carotovora*?
2. Apakah terdapat perbedaan daya hambat antara ekstrak babandotan kering dan segar terhadap *E. carotovora*?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui sifat antibakteri babandotan terhadap *E. carotovora*.
2. Mengetahui perbedaan daya hambat antara ekstrak babandotan kering dan segar terhadap *E. carotovora*.

1.4 Hipotesis

1. Babandotan mempunyai sifat antibakteri terhadap *E. carotovora*.
2. Terdapat perbedaan daya hambat antara ekstrak babandotan kering dan segar terhadap *E. carotovora* pada media NA.

1.5 Manfaat

Memberikan informasi tentang potensi babandotan sebagai antibakteri terhadap *E. carotovora* yang nantinya dapat digunakan menjadi salah satu alternatif pengendalian.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit Busuk Lunak

2.1.1 Klasifikasi Bakteri *Erwinia carotovora* Jones

Goto (1990), mengklasifikasikan bakteri penyakit busuk lunak sebagai berikut:

Kerajaan	: Procaryotae
Divisi	: Gracillicute
Kelas	: Proteobacteria
Suku	: Enterobacteriaceae
Marga	: Erwinia
Jenis	: <i>Erwinia carotovora</i> Jones

2.1.2 Morfologi dan Daur Penyakit

Sel bakteri berbentuk batang, dengan ukuran $(1,5 - 2,0) \times (0,6 - 0,9) \mu$, umumnya membentuk rangkaian sel-sel seperti rantai disebut dengan streptobasil, tidak mempunyai kapsul, dan tidak berspora. Bakteri bergerak dengan menggunakan flagela yang terdapat di sekeliling sel bakteri (flagela peritrichous). Bakteri bersifat Gram negatif (Anonim, 2005).

Suhu optimal untuk perkembangan bakteri $27^{\circ} C$. Pada kondisi suhu rendah dan kelembaban rendah bakteri terhambat pertumbuhannya. Penyebaran melalui tanah, sisa-sisa tanaman di lapangan dan alat pertanian (Anonim, 2005).

Bakteri busuk lunak mempunyai daerah sebaran yang luas hampir di seluruh dunia. Di Indonesia terdapat di Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Sulawesi Selatan (Anonim, 2005).

2.1.3 Gejala Serangan

Gejala awal pada daun terjadi bercak-bercak yang berair yang kemudian membesar dan berwarna coklat (Gambar 1). Pada serangan lanjut daun yang terinfeksi, melunak berlendir dan mengeluarkan bau yang khas, bau tersebut merupakan gas yang dikeluarkan dari hasil fermentasi karbohidrat sayuran (Anonim, 2005).



Gambar 1. Gejala Serangan Penyakit Busuk Lunak pada Umbi Wortel

Tanaman di pesemaian juga dapat diserang bakteri busuk lunak yang dapat menyebabkan kematian dalam waktu relatif singkat. Infeksi bakteri lebih banyak dijumpai di tempat penyimpanan atau pada waktu pengangkutan (pasca panen) dari pada di lapangan. Bakteri busuk lunak merupakan parasit lemah yang dapat melakukan penetrasi pada inangnya hanya melalui luka misalnya pada bercak yang diinfeksi oleh patogen lainnya, luka karena gigitan serangga, atau luka karena alat pertanian yang digunakan untuk memanen sayuran (Anonim, 2005).

Penyakit busuk lunak (*soft rot*) di New Zeland pada saat peledakan di lapang menyebabkan kerusakan hingga mencapai 100% dan pada kentang 15-20% di penyimpanan (Venneste, 1996).

2.1.4 Tanaman inang

Tanaman yang biasanya menjadi inang dari penyakit busuk lunak antara lain: kentang, wortel, seledri, tomat, selada, kailan, caisin, kubis bunga, petsai, sawi hijau, bawang merah, bawang bombai, bawang daun, bawang putih, semangka, tembakau dan ubi-ubian (Anonim, 2005).

2.2 Babandotan (*Ageratum conyzoides* L.)

Ageratum conyzoides L. merupakan tumbuhan yang tergolong dalam suku compositae (asteraceae) dan diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1860. Klasifikasi babandotan adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Asterales
Suku	: Compositae (asteraceae)
Marga	: <i>Ageratum</i>
Jenis	: <i>Ageratum conyzoides</i> L.

Tanaman ini menyebar luas di Indonesia sebagai rumput liar. Tumbuhan ini dapat tumbuh di daerah yang memiliki ketinggian 1 – 2100 m di atas permukaan laut. *A. conyzoides* L. juga tumbuh di sawah, ladang, semak belukar, halaman kebun, tepi jalan, tanggul, dan tepi aliran air. Untuk pengembangbiakannya dapat dilakukan melalui penyebaran biji (Hasim, 2006).

Ageratum conyzoides L. tergolong dalam tanaman semusim, tumbuh tegak atau bagian bawah berbaring, tinggi sekitar 30 – 90 cm, dan bercabang. Daun bertangkai, terletak saling berhadapan dan bersilang (compositae), helaian daun bulat telur dengan pangkal membulat dan ujung runcing, tepi bergerigi, panjang 1-10 cm, lebar 0,5 – 6 cm, kedua permukaan daun berambut panjang dengan kelenjar yang terletak di bawah permukaan daun, berwarna hijau. Bunga majemuk berkumpul 3 atau lebih, berbentuk malai rata yang keluar dari ujung tangkai, berwarna putih. Panjang bonggol bunga 6 – 8 mm dengan tangkai yang berambut. Buah berwarna hitam dan berbentuk kecil. Jika daun telah layu dan membusuk, tumbuhan ini akan mengeluarkan bau yang tidak enak.

A. conyzoides juga memiliki banyak nama yakni untuk nama daerah Sumatera, *A. conyzoides* L. lebih terkenal dengan nama: bandotan, daun tombak, siangit, tombak jantan, siangik kahwa, rumbut tahi ayam, Jawa: babadotan, b.

leutik, babandotan, b. beureum, b. hejo, jukut bau, bandotan, berokan, wedusan, dus wedusan, dus bedusan, tempuyak, tahi anjing, tahi asu, selaseh dandi, si anggit, rumput jalang, babandotan jukut bau, dan ki bau. Sulawesi: dawet, lawet, rukut manooe, rukut weru, sopi. Sedangkan untuk naman asing yakni Sheng hong ji (Cina), bulak manok (Tagalok), ajganda, sahadevi (India dan Pakistan), *billy goat weed*, *white weed*, *bastrad agrimony* (Inggris), *celestine*, *eupatoire bleue*. Nama simplisa: *Agerati Herba* (herba bandotan), *Agerati Radix* (akar bandotan) (Anonim, 1989).

2.3 Manfaat dan Kandungan Kimia Babandotan

2.3.1 Manfaat Babandotan

Babandotan diketahui sebagai tumbuhan liar pengganggu atau gulma, namun tumbuhan ini memiliki banyak manfaat. Tumbuhan ini digunakan secara luas dalam pengobatan tradisional oleh masyarakat di berbagai belahan dunia. Di Brasil, kerap kali dipakai untuk mengobati flu, demam, diare, rematik, dan dijadikan tonik. Bahkan, Pusat Obat Brasil merekomendasikan sebagai obat antirematik (Hasim, 2006).

Bandotan berkhasiat stimulan, tonik, pereda demam (antipiretik), antitoksik, menghilangkan pembengkakan, menghentikan perdarahan (hemostatis), peluruh haid (emenagog), peluruh kencing (diuretik), dan peluruh kentut (kaiminatit). Daun bandotan dapat digunakan pula sebagai insektisida nabati. Selain *A. conyzoides* L., terdapat bandotan varietas lain yang mempunyai khasiat yang sama, yaitu *Ageratum haoustonianum* Mill. Ekstrak daun bandotan (5% dan 10%) dapat memperpanjang siklus birahi dan memperlambat perkembangan folikel mencit betina (virgin dan non virgin). Namun, tidak berefek pada uterus, vagina, dan liver. Setelah masa pemulihan, siklus birahi dan perkembangan folikel kembali normal. Tidak ada perbedaan efek antara mencit virgin dan non virgin selama perlakuan (Yuni Ahda, 1993 dalam Abumie, 2007).

Ekstrak daun bandotan dalam minyak kelapa dosis 20% tidak memberikan efek penyembuhan luka. Namun, pada dosis 40% dan 80% dapat menyembuhkan

luka secara nyata sesuai dengan peningkatan dosis. Bahkan, efek penyembuhan luka pada dosis 80% tidak berbeda nyata dengan yodium povidon 10% (Eliza Magdalena, 1993 dalam Abumie 2007).

2.3.2 Kandungan Kimia Babandotan

Babandotan memiliki kandungan bioaktif diantaranya *flavonoid*, *alkaloid*, *kumarin*, *essential oils*, *chromenes*, benzofuran, terpenoid dan tannin, sedang kandungan kimia yang lain yaitu: *6,7-dimethoxy-2, 2-dimethylchromene*, *6-demetoxyageratochromene*, *6-vinyl-demethoxy-ageratochromene*, *ageratochromene*, *alpha-cubebene*, *alpha-pinene*, *alpha-terpinene*, *beta-caryophyllene*, *beta-cubebene*, *beta-elemene*, *beta-farnesene*, *beta-myrcene*, *beta-pinene*, *beta-selinene*, *beta-sitosterol*, *cadinene*, *caryophyllene-oxide*, *conyzorin*, *coumarin*, *dotriacontene*, *endo-borneol*, *endo-bornyl-acetate*, *ethyl-eugenol*, *ethyl-vanillin*, *farnesol*, *friedelin*, HCN, *hexadecenoic-acid*, *kaempferol*, *kaempferol-3,7-diglucoside*, *kaempferol-3-o-rhamnosylglucoside*, *linoleic-acid*, *quercetin*, *quercetin-3,7-diglucoside*, dan *quercetin-3-o-rhamnosylglucoside* (Anonim, 2005).

2.4 Antibakteri

Antibakteri adalah senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan atau dapat mematikan bakteri (Volk dan Wheeler, 1993). Senyawa antimikrobia didefinisikan sebagai senyawa biologis atau kimia yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas mikrobia. Beberapa jenis senyawa antimikrobia yang mempunyai aktivitas antimikrobia adalah streptomisin, tetrasiklin, senyawa-senyawa fenol, asam-asam organik, asam lemak rantai medium dan esternya, senyawa kalogen, sodium benzoate, sulfur dioksida, nitrit, dimetil karbonat, dan metil askorbat. Antimikrobia alami baik dari produk hewani, tanaman maupun mikroorganisme misalnya bakteriosin (Volk dan Wheeler, 1993).

2.4.1 Pengujian Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri adalah teknik untuk mengukur berapa besar potensi atau konsentrasi suatu senyawa yang dapat memberikan efek bagi mikrobia (Dart, 1996). Berdasarkan sifat selektif, ada antibakteri yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri, dikenal sebagai aktivitas bakteriostatik, dan ada yang bersifat membunuh bakteri, dikenal sebagai aktivitas bakteriosidal (Ganiswara, 1995).

Metode pengujian yang biasa digunakan diantaranya metode difusi agar, cara ini hampir sama dengan pengujian untuk antibiotik. Agar cair (50⁰C) yang telah ditambahkan mikroorganisme indikator, dituangkan ke cawan Petri dan dibiarkan memadat. Bahan yang akan diujikan dan kontrol yang dipergunakan, disiapkan di tempat terpisah. Selanjutnya didifusikan ke dalam agar dan organisme akan tumbuh membentuk suatu zona setelah inkubasi. Zona penghambatan (tidak ada pertumbuhan) akan tampak jika ditambahkan suatu antibiotik. Lebarnya zona yang terbentuk, yang juga ditentukan oleh konsentrasi senyawa aktif yang digunakan, merupakan dasar pengujian kuantitatif. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa tersebut bebas berdifusi ke seluruh medium (Dart, 1996).

2.4.2 Mekanisme Kerja Antibakteri

Suatu antibakteri yang sama mungkin bakteriostatik dalam satu perangkat kondisi yang lain. Faktor utama yang menentukan bagaimana antibakteri bekerja adalah kadar antibakteri, waktu serta jumlah dan tipe mikrobia yang ada (Volk dan Wheeler, 1993). Antibakteri dapat bekerja menghambat dan membunuh sel bakteri, antara lain sebagai berikut:

1. Mempengaruhi metabolisme sel mikrobia

Bakteri patogen memerlukan asam folat untuk kelangsungan hidupnya, tetapi berbeda dengan mamalia yang mendapatkan asam folat dari luar, bakteri harus mensintesis sendiri asam folat dari asam Para Amino Benzoat (PABA) untuk kebutuhan hidupnya. Jika antibakteri dapat bersaing dengan PABA untuk ikut serta dalam pembentukan asam amino, maka akan terbentuk analog asam folat

yang non fungsional. Hal ini menyebabkan kehidupan bakteri terganggu (Ganiswarna, 1995).

2. Mengganggu sintesa dinding sel

Dinding sel bakteri tersusun dari peptidoglycan yaitu suatu kompleks polimer muko peptide (glikopeptida). Penghambatan pertumbuhan bakteri melalui mekanisme penghambatan sintesis dinding sel melibatkan gangguan pada sintesis peptidoglycan. Padahal peptidoglycan merupakan molekul yang besar yang disusun dari senyawa gula dan asam amino. Dua gula penyusunnya merupakan “N-acetylglucosamin” (NAG) dan N-acetylmuramic acid” (NAM). Lapisan peptidoglycan tunggal saling berkaitan dengan lapisan lainnya melalui bagian rantai asam aminonya sehingga membentuk suatu ikatan silang yang kuat menutupi seluruh sel. Jika pembentukan dinding sel tidak sempurna, maka bakteri akan mudah mengalami lisis baik secara fisik maupun tekanan osmotik dan menyebabkan sel bakteri mati (Mc Kane and Kandeli, 1986).

3. Mempengaruhi permeabilitas membran

Adanya senyawa antibakteri yang dapat berikatan dengan gugus fosfat pada fosfo lipid membran sel bakteri dapat merubah permeabilitas selektif membran, begitu juga dengan antibakteri yang bersifat aktif permukaan. Kerusakan membrane sel dapat menyebabkan keluarnya berbagai komponen penting dari dalam sel antara lain protein dan asam nukleat, sehingga dapat mengganggu kelangsungan hidup sel bakteri (Ganiswarna, 1995).

4. Menghambat sintesa protein

Untuk proses kehidupan, bakteri perlu mensintesis berbagai protein. Sintesis protei berlangsung di ribosom dengan bantuan mRNA dan tRNA. Pada bakteri, ribosom terdiri dari 2 sub unit, yang berdasarkan konstanta sedimentasi dinyatakan sebagai ribosom 30S dan 50S. Untuk berfungsi pada sintesis protein kedua komponen ini akan bersatu pada pangkal rantai mRNA menjadi ribosom 70S.

5. Mengganggu sintesis Asam Nukleat

Senyawa antibakteri dapat berikatan dengan enzim polymerase RNA, sehingga menghambat sintesis RNA dan DNA oleh enzim tersebut (Ganiswarna, 1995).

6. Mengganggu aktivitas enzim

Adanya senyawa antibakteri yang berupa asam (misalnya asam benzoate) dapat menghambat beberapa enzim yang terlibat dalam siklus asam sitrat, antara lain asam α kateglutamat dan asam suksinat dehidrogenase. Asam benzoate juga menghambat tyrosinase. Selain itu terdapat senyawa lain (asam sorbet) yang dapat membentuk ikatan kovalen dengan gugus SH pada enzim sehingga enzim menjadi inaktif (Luck and Jager, 1997).

Menurut Fardiaz dalam Ardiansyah (2001), bakteri yang termasuk Gram positif mempunyai kecenderungan lebih sensitif dibandingkan dengan bakteri Gram negatif karena perbedaan struktur dinding selnya. Susunan dinding sel bakteri Gram positif pada umumnya lebih sederhana dibandingkan dengan bakteri Gram negatif, sehingga lebih mudah ditembus oleh senyawa antimikrobia. Bakteri Gram positif 90% kandungan dinding selnya adalah peptidoglycan, selebihnya adalah asam teikoat, sedang bakteri Gram negatif komponen dinding selnya mengandung 5-20% peptidoglycan, selebihnya terdiri dari protein, lipopolisakarida dan lipoprotein.

Masuknya antibakteri ke dalam sel dapat melalui beberapa cara, antara lain melalui asam teikoat yang banyak ditemui pada dinding sel bakteri Gram positif. Asam teikoat ini diketahui mempunyai muatan negatif sehingga dapat membatasi berbagai macam substansi yang akan diikat dan diteruskan ke dalam sel (Mc Kane and Kandeli, 1986).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Pelaksanaan Penelitian dimulai bulan Januari sampai April 2008.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, kompor listrik, panci, autoklaf, oven, *scalpel*, cawan Petri, jarum ose, mikroskop, Bunsen, tabung reaksi, pinset, pisau, botol media, gelas ukur, spatula, gunting, gelas objek, *cover glass*, pipet, mortar, kertas saring, buku *Munsell Soil Color Chart*, inkubator.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun, batang dan akar babandotan, bakteri *Erwinia carotovora* yang diisolasi dari umbi wortel, umbi kentang, tanaman tembakau, media *nutrient agar* (NA), media *Yeast Extract-Dextrose-CaCO₃* (YDC), media selektif *Crystal Violet Pectate* (CVP), aquadest steril, *streptomycin* 200 ppm, alkohol 70% dan 95%, spiritus, aquades steril, tissue steril, kristal violet (5%), safranin (0,1%), KOH 3%, etanol 70%.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Ekstraksi Babandotan

A. Ekstraksi Babandotan Segar

Tanaman babandotan yang terdiri dari daun, akar dan batang segar dengan berat 1,2 g, 0,84 g dan 0,4 g dicuci, kemudian dilakukan penambahan pelarut (aquades steril) sebanyak 10 ml, disaring dan kemudian diencerkan sebanyak 10^{-3} dengan mengambil 1 ml larutan ekstrak dan dituang ke dalam 9 ml aquades steril (10^{-1}), hasil larutan diambil 1 ml dan dituang ke dalam 9 ml aquades steril (10^{-2}), kemudian hasil larutan diambil 1 ml dan dituang ke dalam 9 ml aquades steril (10^{-2}) sehingga didapatkan konsentrasi sebesar 120

$\mu\text{g/ml}$, $84 \mu\text{g/ml}$ dan $40 \mu\text{g/ml}$ ekstrak babandotan segar dan disimpan pada suhu 40°C di dalam inkubator.

B. Ekstraksi Babandotan kering

Untuk memperoleh sampel berupa ekstrak babandotan dilakukan dengan cara babandotan segar dikeringanginkan di bawah sinar matahari secara tidak langsung sampai didapatkan babandotan kering dengan kadar air sekitar 13%. Dalam memperoleh ekstrak babandotan kering dihancurkan menggunakan mortar dan ditimbang sebesar 1,2 g, 0,84 g dan 0,4 g, kemudian dilakukan penambahan pelarut (aquades steril) sebanyak 10 ml, disaring dan kemudian diencerkan sebanyak 10^{-3} untuk mendapatkan konsentrasi sebesar $120 \mu\text{g/ml}$, $84 \mu\text{g/ml}$ dan $40 \mu\text{g/ml}$ ekstrak babandotan kering dengan cara pengenceran. Kemudian disimpan pada suhu 40°C di dalam inkubator.

3.3.2 Isolasi Patogen

Sampel diambil dari umbi wortel yang diduga terserang penyakit busuk lunak dengan ciri-ciri sebagai berikut: gejala busuk, berlendir serta mengeluarkan bau busuk, kemudian sampel dicuci dan dipotong kurang lebih 2×1 cm dan direndam dalam alkohol 70% selama 2-5 menit kemudian dicuci dengan aquadest steril 10 ml sebanyak dua kali, selanjutnya ditiriskan dengan menggunakan tissue steril dan potongan-potongan tersebut dicacah dan diberi aquadest steril. Kemudian di isolasi pada media NA padat (Kerr, 1980).

3.3.3 Uji Postulat Koch

Patogen diisolasi dari umbi wortel yang diduga terserang *E. carotovora*. Kemudian hasil isolasi dimurnikan dan diuji patogenisitasnya pada umbi wortel yang sehat dan diharapkan menghasilkan gejala penyakit sama seperti pada umbi wortel yang pertama kali diisolasi. Inokulasi dilakukan dengan cara melukai umbi wortel yaitu dengan menusuk berulang kali dengan menggunakan jarum.

Hasil tusukan diolesi dengan suspensi bakteri biakan umur 48 jam untuk mendapatkan koloni bakteri yang tumbuh sempurna dan diamati hingga muncul

gejala. Patogen yang diisolasi harus menimbulkan ciri-ciri gejala yang sama dengan yang diamati sebelumnya.

3.3.4 Identifikasi Bakteri

Isolat bakteri patogen hasil isolasi dari umbi wortel yang diduga terserang penyakit busuk lunak kemudian diidentifikasi meliputi pengamatan morfologi koloni, uji hipersensitifitas, uji reaksi Gram dengan pengecatan Gram, uji reaksi Gram dengan larutan KOH 3%, uji Oksidatif-Fermentatif (OF), dan uji busuk lunak.

A. Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi koloni ini meliputi bentuk koloni, tepi, warna, dan permukaan koloni. Bakteri yang diamati ditumbuhkan pada media NA yang berumur 2 x 24 jam. Koloni *E. carotovora* berbentuk bulat, permukaan cembung, tepian keriput, serta berwarna kuning muda.

B. Uji Fisiologi dan Biokimia

1. Uji Hipersensitifitas

Biakan murni bakteri umur 2 x 24 jam disuspensikan menggunakan aquadest steril, kemudian diambil menggunakan spet (suntikan) kurang lebih 1 ml dan disuntikkan pada daun tembakau. Reaksi positif jika daun tembakau menunjukkan reaksi gejala nekrosis disertai memar pada jaringan yang diinokulasi suspensi bakteri, pengamatan dilakukan 24 sampai 96 jam (Lacy and Lukezic, 2004).

2. Uji Reaksi Gram dengan KOH 3%

Biakan murni bakteri berumur 2 x 24 jam disuspensikan di atas gelas objek yang sebelumnya telah ditetesi dengan KOH 3%. Kemudian suspensi bakteri ditarik-tarik ke atas dengan menggunakan jarum ose. Reaksi positif jika suspensi bakteri membentuk benang (Kerr, 1980).

3. Uji Reaksi Gram dengan Pengecatan Gram

Satu lup jarum ose biakan murni bakteri umur 2 x 24 jam dibuat suspensi dengan aquadest steril di atas objek glass yang telah disterilkan dan difikasi diatas lampu Bunsen. Kemudian dilakukan pengecatan dengan kristel violet (5%) sebanyak 2-3 tetes selama 1 menit. Lalu dicuci dengan air mengalir dan diangin-anginkan. Selanjutnya ditetesi dengan alkohol 95% sebagai larutan peluntur sebanyak 1-2 tetes kemudian dicuci dengan air mengalir dan dikeringanginkan.

Pengecatan selanjutnya menggunakan safranin (0,1%) selama 1 menit dan dicuci dengan air mengalir, kemudian dikeringanginkan dan diamati di bawah mikroskop. Bakteri Gram positif akan menunjukkan warna ungu dan bakteri Gram negatif akan berwarna merah (Kerr, 1980).

4. Uji Oksidatif-Fermentatif

Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua tabung reaksi yang masing-masing diisi dengan 4,5 ml media selektif (media anaerob) yang ditambah glukosa 5 % yang sebelumnya telah disterilkan.

Selanjutnya bakteri berumur 48 jam ditusukkan ke dalam media salah satu tabung, ditutup dengan water agar 3% setebal 2,5 cm dan tabung lainnya dibiarkan terbuka, kemudian kedua tabung diinkubasi selama 7-14 hari. Reaksi positif bila bersifat fermentatif yaitu terjadi perubahan menjadi kuning pada media yang ditutup dan tidak ditutup dengan water agar dan negatif bila bersifat oksidatif yaitu media yang ditutup water agar tidak terjadi perubahan warna menjadi kuning (Kerr, 1980).

5. Uji Busuk Lunak

Umbi kentang dipotong melintang setebal 1 cm pada bagian tengah, kemudian disterilkan dengan alkohol 70% dan aquadest steril untuk menjaga kelembaban umbi kentang. Selanjutnya pada umbi kentang tersebut di atas dibuat alur dan diinokulasi dengan bakteri patogen umur 2 x 24 jam.

Pengamatan munculnya busuk lunak pada bagian alur umbi kentang diamati setelah diinkubasi selama 48 jam (Kerr, 1980).

6. Pengujian Pertumbuhan Bakteri pada Media *Yeast Extract-Dextrose-CaCO₃* (YDC)

Bakteri berumur 2 x 24 jam yang telah diisolasi ditumbuhkan pada media YDC padat dalam cawan Petri. Reaksi positif ditunjukkan dengan penampakan koloni bakteri berwarna kuning, sedangkan reaksi negatif ditunjukkan dengan penampakan koloni bakteri berwarna putih atau putih keruh.

7. Pengujian Pertumbuhan Bakteri pada Media Selektif *Crystal Violet Pectate* (CVP)

Bakteri *E. carotovora* dapat ditumbuhkan pada media selektif buatan yaitu media CVP. Pertumbuhan bakteri *E. carotovora* pada media CVP ditunjukkan dengan munculnya koloni berwarna putih keruh serta tembus cahaya (De Boer and Kelman, 2000).

3.3.5 Pengujian Aktivitas Antibakteri

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana menggunakan satu faktor yang terdiri dari dua sampel, yaitu ekstrak babandotan segar dan ekstrak babandotan kering dengan 8 perlakuan, kontrol (aquades steril), pembanding (streptomisin), sampel 40 µg/ml ekstrak babandotan segar, sampel 84 µg/ml ekstrak babandotan segar, sampel 120 µg/ml ekstrak babandotan segar, sampel 40 µg/ml ekstrak babandotan kering, sampel 84 µg/ml ekstrak babandotan kering, sampel 120 µg/ml ekstrak babandotan kering, dan diulang sebanyak 3 kali. Untuk mengetahui perbedaan antara kedua sampel digunakan analisis ragam, jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%.

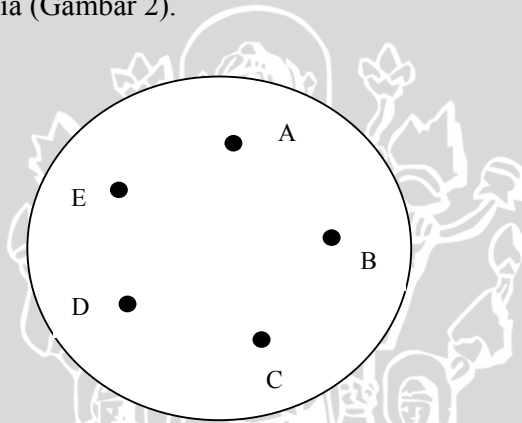
Pengujian aktivitas antibakteri merupakan modifikasi dari metode yang telah dikembangkan oleh Dart (1996), yaitu dengan metode difusi agar. Medium yang digunakan adalah medium NA (*nutrient agar*) sebanyak 14 Gram yang dilarutkan dalam 250 ml aquades. Selanjutnya media diautoklaf untuk proses sterilisasi.

Dalam penggunaan ekstrak sampel babandotan segar maupun kering digunakan konsentrasi yang dilakukan Akinyemi *et al.* (2005) yaitu 120 µg/ml, 84 µg/ml, dan 40 µg/ml. Dalam uji aktivitas antibakteri ini digunakan pembanding

sebagai antibakteri sintetik berupa streptomisin dengan konsentrasi 200 ppm serta menggunakan aquades steril sebagai kontrol sebanyak 200 ppm.

Kertas saring steril yang telah dibentuk bulatan kecil, kemudian rendam sebanyak 6 bulatan kertas pada masing-masing perlakuan selama kurang lebih 1 menit.

Pengujian dimulai dengan menuang media NA bersuhu 60°C yang telah diinokulasi dengan bakteri indikator umur 24 jam ke dalam cawan Petri. Cawan Petri diinkubasi pada suhu ruang sampai seluruh agar memadat, kemudian bulatan kertas saring yang telah direndam dengan masing-masing perlakuan diletakkan melingkar di atas media (Gambar 2).



Gambar 2. Contoh Pola penempatan sampel uji di atas media

Keterangan: A : kontrol (aquades steril)

B : pembanding (streptomisin)

C : $40\ \mu\text{g/ml}$ ekstrak babandotan segar/kering

D : $84\ \mu\text{g/ml}$ ekstrak babandotan segar/kering

E : $120\ \mu\text{g/ml}$ ekstrak babandotan segar/kering

3.3.5.1 Variabel Pengamatan

Pengamatan yang digunakan ialah dengan mengukur diameter zona hambat yang terjadi dari masing-masing perlakuan. Diameter zona hambat merupakan

reaksi dari aktivitas antibakteri dari ekstrak babandotan yang menghambat pertumbuhan bakteri.

3.3.6 Uji Sensitivitas Patogen terhadap Antibakteri pada Umbi Wortel

Percobaan ini menggunakan ekstrak babandotan yang menunjukkan daya hambat paling besar pada saat uji antibakteri di cawan Petri yaitu ekstrak babandotan kering atau basah dengan 3 konsentrasi yang berbeda. Uji sensitivitas pada umbi wortel menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang 3 kali dan satu ulangan terdiri dari 10 umbi. Jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji BNJ dengan taraf kesalahan 5%.

Perlakuan yang akan diuji terdiri dari:

1. Kontrol (*E. carotovora* + aquadest steril)
2. Pembanding (*E. carotovora* + streptomisin 200 ppm)
3. P1 (*E. carotovora* + sampel 40 µg/ml ekstrak babandotan segar/kering).
4. P2 (*E. carotovora* + sampel 84 µg/ml ekstrak babandotan segar/kering).
5. P3 (*E. carotovora* + sampel 120 µg/ml ekstrak babandotan segar/kering).

3.3.6.1 Variabel Pengamatan

A. Masa Inkubasi

Pengamatan masa inkubasi dilakukan setiap hari sejak inokulasi patogen yang disertai inokulasi antibakteri sebanyak 2 kali setiap 3 hari sekali pada umbi wortel selama 7 hari.

B. Perhitungan Persentase Serangan Patogen

Persentase organ sakit akibat serangan patogen dihitung dengan rumus (Abadi, 2003b):

$$P = \frac{\text{Jumlah organ sakit}}{\text{Jumlah keseluruhan}} \times 100\%$$

P : Persentase organ sakit

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Isolasi Bakteri *E. carotovora* dari Umbi Wortel

Bakteri *E. carotovora* diisolasi dari umbi wortel yang menampakkan gejala busuk lunak (*soft rot*) dengan ciri-ciri: busuk lunak (*soft rot*), mengeluarkan lendir (masa bakteri) berwarna putih keruh serta mengeluarkan bau busuk, adanya busuk merupakan gejala yang umumnya mengakibatkan kerusakan pada tanaman yang terserang bakteri (Abadi, 2003). Hasil isolasi dan purifikasi bakteri di laboratorium menunjukkan adanya koloni berwarna putih keruh pada biakan di media *nutrient agar* (NA) (Gambar 3). Isolat bakteri pada media buatan berguna sebagai bakteri uji yang akan diidentifikasi dan sebagai bakteri untuk uji antibakteri menggunakan ekstrak babandotan.



Gambar 3. Isolat Bakteri *E. carotovora* pada Media *Nutrient Agar* (NA).

4.1.2 Hasil Uji Postulat Koch

Berdasarkan hasil isolasi bakteri patogen penyebab penyakit busuk lunak (*soft rot*) pada umbi wortel, selanjutnya dilakukan uji postulat Koch untuk mengetahui bahwa isolat yang diujikan dapat menimbulkan gejala yang sama pada umbi wortel sehat. Hasil uji postulat Koch tersaji pada Gambar 4. Dari hasil uji postulat Koch isolat bakteri yang diisolasi sebelumnya dapat menimbulkan gejala yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri yang diisolasi merupakan bakteri patogen yang menyebabkan busuk lunak (*soft rot*) pada umbi wortel.



Gambar 4. Hasil Uji Postulat Koch pada Umbi Wortel Sehat Berumur 7 hari Setelah Inokulasi

4.2 Hasil Identifikasi Bakteri

4.2.1 Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi koloni ini meliputi bentuk koloni, tepi, warna, dan permukaan koloni. Bakteri berumur 2 x 24 jam yang diamati dan ditumbuhkan pada media NA. Hasil Pengamatan menunjukkan koloni bakteri *E. carotovora* berbentuk bulat, permukaan cembung, tepian utuh, serta berwarna putih keruh (Gambar 5). Hal ini merupakan spesifikasi morfologi bakteri marga Erwinia seperti yang dikemukakan Royyana (2006), bahwa bakteri Erwinia memiliki koloni bulat, berwarwa putih keruh, permukaan cembung, dengan bagian tepi utuh.



Gambar 5. Koloni Bakteri *E. carotovora* pada Media *Nutrient Agar* (NA).

4.2.2 Uji Fisiologi dan Biokimia

1. Uji Hipersensitifitas

Hasil pengujian menunjukkan adanya gejala hipersensitif pada daun tembakau yang di inokulasi dengan suspensi bakteri *E. carotovora*. Gejala hipersensitif positif pada daun tembakau ditunjukkan adanya nekrosis dan memar di daerah

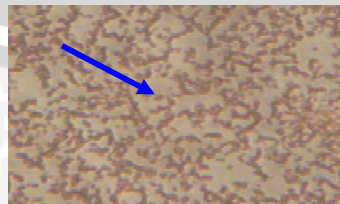
daun yang diinokulasi dengan bakteri *E. carotovora* pada umur 96 jam setelah inokulai (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa isolat bakteri yang diisolasi merupakan bakteri patogen pada tanaman yang ditunjukkan adanya reaksi hipersensitif pada daun tembakau yang memiliki reaksi hipersensitif yang tinggi pada patogen dibandingkan tanaman lain (Lacy and Lukezic, 2004).



Gambar 6. Gejala Hipersensitif pada Daun Tembakau yang diinokulasi Bakteri *E. carotovora*.

2. Uji Reaksi Gram dengan KOH 3% dan Pengecatan Gram

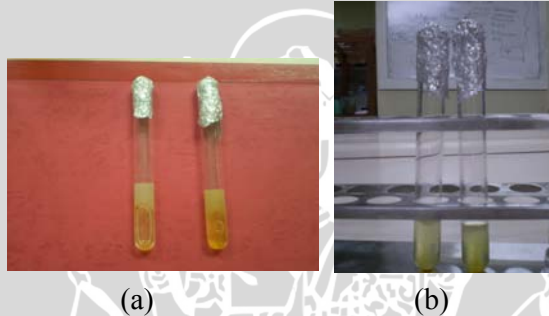
Berdasarkan hasil uji reaksi Gram menggunakan KOH 3% menunjukkan reaksi positif yang ditunjukkan dengan adanya benang berwarna putih susu pada suspensi bakteri dengan KOH 3% ketika ditarik ke atas berulang kali pada gelas objek. Hal ini disebabkan pada bakteri Gram negatif, sel bakteri mengalami lisis yang disertai meleburnya DNA bakteri dan melekat bersama larutan KOH 3% dan tidak terjadi pada bakteri Gram positif (Lacy and Lukezic, 2004). Hasil pengecatan Gram menunjukkan adanya reaksi negatif. Hal ini ditunjukkan dengan warna merah pada masa bakteri ketika diamati di bawah mikroskop (Gambar 7). Hal ini terjadi karena pada bakteri Gram negatif susunan dinding selnya memiliki susunan peptidoglycan yang lebih tipis dibandingkan Gram positif yang dapat menyerap kristal violet, sehingga teknik ini digunakan sebagai salah satu komponen identifikasi pada bakteri (Lacy and Lukezic, 2004).



Gambar 7. Hasil Pengecatan Gram Masa Bakteri *E. carotovora*.

3. Uji Oksidatif-Fermentatif

Berdasarkan hasil pengujian ditunjukkan adanya reaksi positif atau bersifat fermentatif atau anaerob yaitu terjadi perubahan warna dari hijau tua menjadi kuning (skala 5Y 8/6 pada Munsell Soil Colour Chart) pada media anaerob yang ditutup (Gambar 8a) dan berwarna kuning (skala 5Y 6/6 pada Munsell Soil Colour Chart) pada media anaerob yang tidak ditutup dengan water agar (Gambar 8b). Hal ini terjadi karena bakteri anaerob mampu melakukan metabolisme (hidup) walaupun dengan kadar oksigen yang sedikit, menurut Agrios (1996), *Erwinia* merupakan satu-satunya bakteri patogenik tumbuhan yang bersifat anaerob fakultatif.



Gambar 8. (a) Reaksi Positif pada Media Anaerob yang ditutup *Water Agar*
(b) Reaksi Positif pada Media Anaerob yang tidak ditutup *Water Agar*

4. Uji Busuk Lunak

Berdasarkan hasil uji busuk lunak yang dilakukan pada umbi kentang yang diinokulasi suspensi bakteri uji menunjukkan reaksi positif. Reaksi positif ditunjukkan dengan timbulnya gejala busuk lunak (*soft rot*) pada umbi kentang (Gambar 9). Hal ini mengindikasikan bahwa bakteri uji merupakan patogen tumbuhan yang bersifat pektolitik yang dapat menyebabkan gejala busuk lunak (*soft rot*) pada bahan tanaman berair (Kerr, 1980).



Gambar 9. Hasil Uji Busuk Lunak pada Umbi Kentang

5. Pengujian Pertumbuhan Bakteri pada Media *Yeast Extract-Dextrose-CaCO₃* (YDC)

Bakteri berumur 2 x 24 jam yang telah diisolasi ditumbuhkan pada media YDC padat dalam cawan Petri menunjukkan reaksi positif. Reaksi positif ditunjukkan dengan penampakan koloni bakteri berwarna kuning (Gambar 10). Reaksi di atas menunjukkan bahwa bakteri uji bereaksi dengan media (substrat) yang diberikan sehingga dapat dijadikan dasar identifikasi bakteri.



Gambar 10. Pertumbuhan Bakteri *E. carotovora* pada Media YDC

6. Pengujian Pertumbuhan Bakteri pada Media Selektif *Crystal Violet Pectate* (CVP)

Bakteri *E. carotovora* dapat ditumbuhkan pada media selektif buatan yaitu media CVP. Pertumbuhan bakteri *E. carotovora* pada media CVP ditunjukkan dengan munculnya koloni berwarna putih keruh serta tembus cahaya (Gambar 11). Identifikasi menggunakan media selektif berguna sebagai metode yang cepat untuk mengetahui jenis bakteri secara tepat karena media selektif merupakan substrat yang khusus (spesifik) pada bakteri tertentu. Menurut Schaad (2000), bakteri *E. carotovora* mampu ditumbuhkan pada media selektif yaitu media Crystal Violet Pectate (CVP) dengan munculnya koloni berwarna putih keruh dan tembus cahaya.



Gambar 11. Pertumbuhan Bakteri *E. carotovora* pada Media Selektif CVP

Hasil isolasi dan identifikasi bakteri *E. carotovora* disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Fisiologi dan Biokimia Bakteri *E. carotovora*

Uji Fisiologi dan Biokimia	Reaksi
Hipersensitif pada Daun Tembakau	+
Pengecatan Gram	-
Uji KOH 3%	-
Uji Oksidatif-Fermentatif	Fermentatif
Uji Busuk Lunak pada Umbi Kentang	+
Pertumbuhan pada Media YDC	+
Pertumbuhan pada Media selektif CVP	+

Hasil identifikasi serta uji fisiologi dan biokimia (tabel 1) dapat dijadikan dasar bahwa bakteri yang diisolasi dari umbi wortel yang bergejala busuk lunak (*soft rot*) adalah bakteri *E. carotovora*.

4.3 Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri pada Media NA

Hasil uji antibakteri ekstrak babandotan kering dan segar terhadap bakteri *E. carotovora* di laboratorium diperoleh hasil penghambatan yang berbeda pada kedua jenis ekstrak babandotan (Tabel 2), Gambar 12 dan Gambar 13.

Tabel 2 memberikan gambaran tingkat penghambatan pertumbuhan bakteri *E. carotovora* oleh kedua ekstrak babandotan kering dan segar pada konsentrasi yang berbeda yang diuji pada media NA. Penghambatan pertumbuhan bakteri *E. carotovora* tersebut diperoleh sampai hari kedua setelah inokulasi (2 hsi).

Tabel 2. Penghambatan Ekstrak Babandotan kering dan Segar terhadap Pertumbuhan *E. carotovora* pada Media NA.

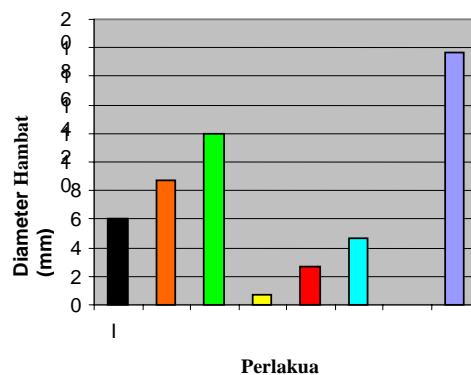
Perlakuan	Rata-rata diameter daerah hambat (mm)
K1	6 bc
K2	8,7 c
K3	12 d
B1	0,7 a
B2	2,7 ab
B3	4,7 b
P1	0 a
P2	17,7 e

Keterangan: K1: ekstrak babandotan kering 40 µg/ml, K2: ekstrak babandotan kering 84 µg/ml, K3: ekstrak babandotan kering 120 µg/ml; B1: ekstrak babandotan segar 40 µg/ml, B2: ekstrak babandotan segar 84 µg/ml, B3: ekstrak babandotan segar 120 µg/ml; P1: Kontrol (aquades steril); P2: Perbandingan (streptomisin 200 ppm). Huruf yang sama pada kolom yang sama pada uji Duncan taraf kesalahan 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata

Hasil uji antibakteri kedua jenis ekstrak babandotan terhadap bakteri *E. carotovora* menunjukkan rata-rata penghambatan berkisar antara 0,7 – 12 mm. Analisis menggunakan uji Duncan taraf kesalahan 0,05, antara kedua jenis ekstrak babandotan menunjukkan pengaruh yang sangat berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. carotovora* pada media NA (Tabel lampiran1).

Hal ini diduga karena kedua jenis ekstrak babandotan tersebut memiliki kandungan senyawa yang berperan sebagai antibakteri. Dugaan ini diperkuat oleh Yamamoto *et al.* (1991), bahwa babandotan memiliki senyawa antibakteri seperti queretin *hydroalcoholic extract* (HAE), *flavonoid*, kloroform, eter, dan asam-asam amino esensial 0,02%-0,16%. Setiap konsentrasi ekstrak babandotan segar dengan kadar air 80% memiliki jumlah senyawa antibakteri yang relatif sedikit dibandingkan konsentrasi ekstrak babandotan kering dengan kadar air 13%. Jadi, dapat diketahui bahwa setiap konsentrasi ekstrak babandotan kering diperoleh dari babandotan segar dengan penyusutan kadar air sebesar 67%. Hasil yang tersaji pada Tabel 2. menyatakan bahwa daya hambat setiap konsentrasi ekstrak babandotan kering sebesar 3 kali dibandingkan setiap konsentrasi ekstrak babandotan segar. Hasil uji kedua jenis antibakteri disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 12).

Grafik Daya Hambat Ekstrak Babandotan

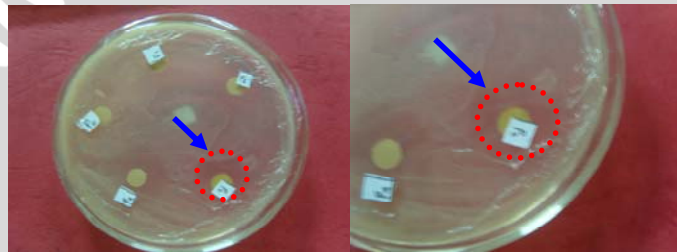


Gambar 12. Daya hambat Ekstrak Babandotan terhadap Bakteri *E. carotovora* pada Media NA

Keterangan: ■ : ekstrak babandotan kering 40 µg/ml, ■ : ekstrak babandotan kering 84 µg/ml, ■ : ekstrak babandotan kering 120 µg/ml; ■ : ekstrak babandotan segar 40 µg/ml, ■ : ekstrak babandotan segar 84 µg/ml; ■ : ekstrak babandotan segar 120 µg/ml; □ : Kontrol (aquades steril); ■ : Pembanding (streptomisin 200 ppm).

Grafik di atas menunjukkan kecenderungan adanya peningkatan daya hambat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak babandotan kering maupun segar yang diaplikasikan pada bakteri uji. Hal ini dapat dikemukakan bahwa senyawa antibakteri berbanding lurus dengan konsentrasi atau jumlah ekstrak babandotan.

Perlakuan menggunakan ekstrak babandotan baik kering maupun segar terdapat daerah hambatan disekitar kertas saring yang berisi ekstrak babandotan yang ditanam pada media NA yang diinokulasi bakteri *E. carotovora*. Daerah hambatan terlihat lebih terang yang disebabkan adanya senyawa antibakteri yang dikeluarkan kertas saring kemudian menghambat pertumbuhan bakteri *E. carotovora* (Gambar 13).



Gambar 13. Hasil Uji Antibakteri Ekstrak Babandotan terhadap Bakteri *E. carotovora* pada Media NA.

Uji serupa telah dilakukan Okwori *et al.* (2007), ekstrak babandotan dapat menekan pertumbuhan bakteri penyebab penyakit pada manusia yaitu: *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella gallinarum* dan *Escherichia coli* pada media buatan yang ditunjukkan dengan adanya daerah hambat di sekitar kertas saring yang mengandung ekstrak babandotan. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak babandotan dapat pula menghambat pertumbuhan bakteri patogen pada tumbuhan.

4.4 Hasil Uji Sensitivitas Bakteri *E. carotovora* terhadap Ekstrak Babandotan pada Umbi Wortel

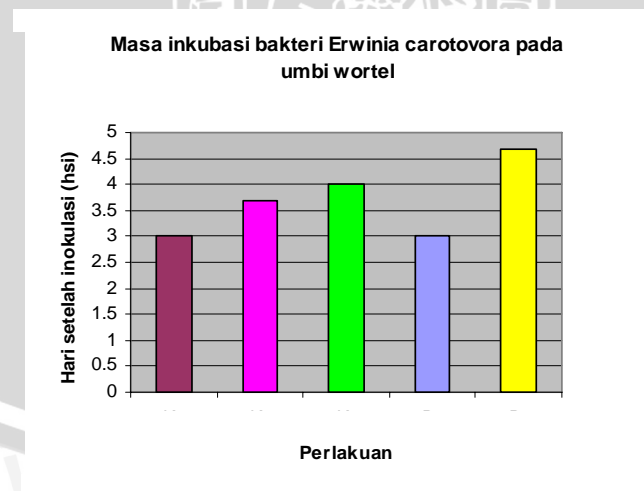
Hasil pengamatan dalam uji sensitivitas bakteri *E. carotovora* terhadap ekstrak babandotan kering pada umbi wortel tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Sensitivitas Bakteri *E. carotovora* terhadap Ekstrak Babandotan Kering

Perlakuan	Masa Inkubasi	Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke-				
		3	4	5	6	7
K1	3a	1,33b	2,33ab	5,66b	7ab	8,66a
K2	3,67ab	0,33ab	2ab	5b	6,33ab	7,66a
K3	4ab	0a	1,66ab	4,33ab	6,33ab	8a
P1	3a	1,33b	4b	6b	8b	9,33a
P2	4,67b	0a	0,33a	2,66a	4,66a	7,33a

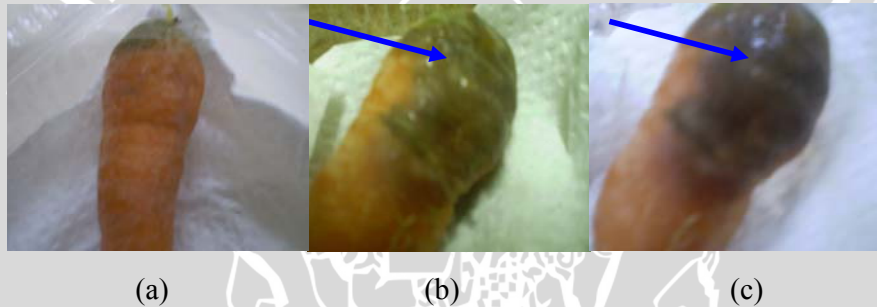
Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama pada uji BNJ taraf kesalahan 0,05 menunjukkan tidak berbeda nyata. K1: ekstrak babandotan kering 40 µg/ml, K2: ekstrak babandotan kering 84 µg/ml, K3: ekstrak babandotan kering 120 µg/ml; P1: Kontrol (aquades steril); P2: Pembanding (streptomisin 200 ppm).

Masa inkubasi bakteri *E. carotovora* pada umbi wortel dicatat pada awal munculnya gejala nekrosis pada salah satu umbi yang diperlakukan sampai dengan hari ke tujuh setelah inokulasi yang disajikan pada grafik (Gambar 14). Gejala nekrosis yang timbul awalnya berupa matinya jaringan umbi pada daerah yang diinokulasi suspensi bakteri *E. carotovora* berwarna coklat kehitaman yang kemudian menjadi busuk basah (*soft rot*) meluas (Gambar 15), gejala ini merupakan gejala khas yang ditimbulkan oleh adanya serangan bakteri *E. carotovora*.

Gambar 14. Masa Inkubasi Bakteri *E. carotovora* pada Umbi Wortel dengan Pemberian Ekstrak Babandotan Kering.

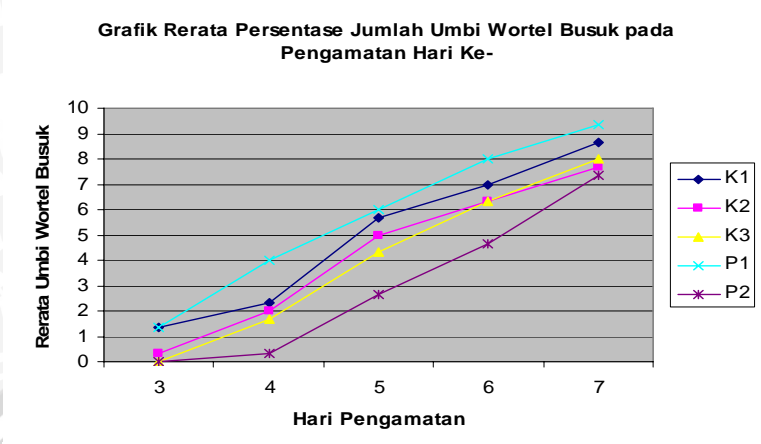
Keterangan: ■ : ekstrak babandotan kering 40 µg/ml, ■ : ekstrak babandotan kering 84 µg/ml, ■ : ekstrak babandotan kering 120 µg/ml; ■ : Kontrol (aquades steril); ■ : Pembanding (streptomisin 200 ppm).

Masa inkubasi tercepat ditunjukkan oleh umbi wortel yang diperlakukan menggunakan ekstrak babandotan kering dengan konsentrasi 40 $\mu\text{g/ml}$ dan perlakuan kontrol yaitu 3 hari setelah diinokulasi (hsi) yang diikuti oleh konsentrasi 84 $\mu\text{g/ml}$ yaitu 3,67 hsi, perlakuan 120 $\mu\text{g/ml}$ selama 4 hsi dan perbandingan (streptomisin) masing-masing yaitu 4,67 hsi. Hasil pengamatan tersebut di atas menunjukkan bahwa perkembangan penyakit dipengaruhi oleh kemampuan patogen (patogenisitas) dalam menginfeksi inang, lingkungan yang menghambat ataupun yang mendukung, dan ketahanan inang yang diinfeksi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Windham and Windham (2003), bahwa perkembangan penyakit bergantung pada tiga komponen utama yaitu patogen, lingkungan, dan inang berupa tanaman atau bagian tanaman.



Gambar 15. Umbi wortel yang diinokulasi Bakteri *E. carotovora* dengan Ekstrak Babandotan pada (a) 3 hsi; (b) 6 hsi (c) 7 hsi

Hasil analisis statistik terhadap rerata persentase jumlah umbi wortel busuk yang diamati selama 7 hari setelah inokulasi bakteri *E. carotovora* menunjukkan F hitung lebih besar dari pada F tabel 0,05 (tabel lampiran 3 sampai 7). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak babandotan pada umbi wortel berpengaruh nyata untuk menghambat serangan bakteri *E. carotovora* penyebab penyakit busuk lunak (*soft rot*) sampai 6 hsi, sedang pada akhir pengamatan yaitu 7 hsi, persentase jumlah umbi busuk tidak berbeda nyata antar tiap perlakuan. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan masa bakteri *E. carotovora* dalam distribusi dari satu tempat ke tempat lain dilakukan secara bertahap yang tidak diikuti oleh distribusi ekstrak babandotan kering. Rerata persentase jumlah umbi wortel busuk setiap perlakuan disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 16).



Gambar 16. Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan dari 3 sampai 7 hsi.

Keterangan: K1: ekstrak babandotan kering 40 µg/ml, K2: ekstrak babandotan kering 84 µg/ml, K3: ekstrak babandotan kering 120 µg/ml; P1: Kontrol (aquades steril); P2: Pembanding (streptomisin 200 ppm).

Gambar 16 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak babandotan kering yang diaplikasikan pada umbi wortel akan menekan intensitas serangan bakteri *E. carotovora*. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak babandotan kering mengindikasikan bahwa semakin tinggi pula senyawa antibakteri yang berperan dalam menekan pertumbuhan dan perkembangan bakteri *E. carotovora*. Hal serupa di atas pernah dilakukan Akinyemi *et al.* (2005), bahwa ekstrak babandotan mampu menekan aktivitas bakteri penyebab penyakit pada manusia yaitu *Staphylococcus aureus* pada media buatan (*in vitro*).

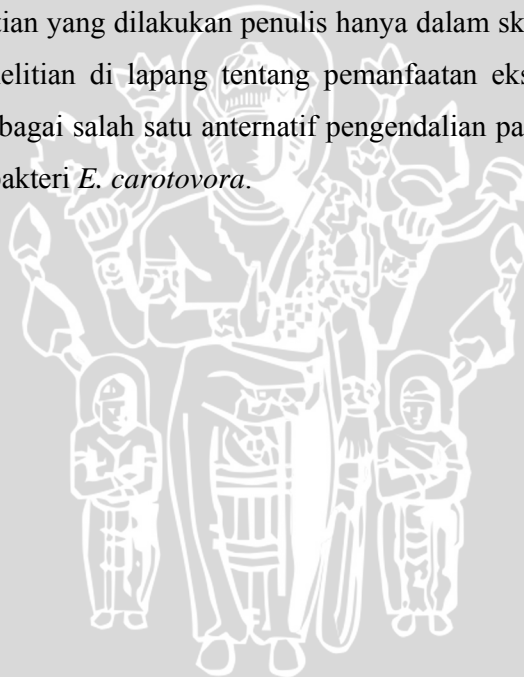
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Ekstrak babandotan mempunyai sifat antibakteri terhadap *E. carotovora* yang ditunjukkan dengan adanya daya hambat pada media buatan (NA).
2. Ekstrak babandotan kering konsentrasi 120 µg/ml mempunyai daya hambat terhadap *E. carotovora* pada media NA setara 3 kali lipat dengan ekstrak babandotan segar pada konsentrasi 120 µg/ml.

5.2. Saran

Mengingat penelitian yang dilakukan penulis hanya dalam skala laboratorium, maka diperlukan penelitian di lapang tentang pemanfaatan ekstrak babandotan sebagai antibakteri sebagai salah satu alternatif pengendalian pada tanaman yang berpotensi terserang bakteri *E. carotovora*.



DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2003a. Ilmu Penyakit Tumbuhan 1. Bayu Media Publishing. Malang. 127 hal.
- _____. 2003b. Ilmu Penyakit Tumbuhan 3. Bayu Media Publishing. Malang. 137 hal.
- Abumie. 2007. Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.). <http://abumie.wordpress.com/2007/07/18/bandotan-ageratum-conyzoides-1/>. Diakses tanggal 24 Oktober 2007.
- Agrios, G. N. 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Edisi Ketiga. Diterjemahkan dari Bahasa Inggris: Plant Pathology. 1988. Oleh: Munzir Busnia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 713 hal.
- Akinyemi, K. O., O. Oladapo, C. E. Okwara, C. C. Ibe, and K. A. Fasura. 2005. *Screening Of Crude Extracts Of Six Medicinal Plants Used In South-West Nigerian Unorthodox Medicine For Anti-Methicillin Resistant Staphylococcus aureus Activity. BMC Complementary and Alternative Medicine Volume 5.* <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/5/6>. Diakses tanggal 27 Nopember 2007.
- Anonim, 1954. *Munsell Soil Color Chart*. Munsell Color Co. Inc. Baltimore 2. Maryland. USA. 7 p.
- _____. 1989. *Materia Medika Indonesia*. V.p. 10-19. Ministry of Health, The Republic of Indonesia (1989). In Indonesia.
- _____. 2005. Busuk Lunak (*Soft Rot*) : *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (Jones) Dye. <http://www.deptan.go.id/ditlinhorti/opt/kubis/bsk-lunak.htm>. Diakses tanggal 6 Maret 2006.
- _____. 2006. *Ageratum conyzoides* L. <http://www.rain-tree.com/ageratum.htm>. Diakses tanggal 24 Oktober 2007.
- Dart, R.K. 1996. *Microbiology for The Analytical Chemist. The Royal Society of Chemistry*. USA. 159 p.
- De Boer, S.H and A. Kelman. 2000. *Gram Negative Bacteria, Erwinia Soft Rot Group. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. The Bacteriology Committee of The American Phytopathological Society. USA. 413 p.
- Fardiaz, S. 1989. dalam Ardiansyah. 2001. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Beluntas (*Plocea indica* L.). Seminar Nasional PATPI. Malang.

- Ganiswarna, S.G. 1995. *Farmakologi dan Terapi*. Edisi IV. Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta. 793 p.
- Goto, M. 1990. *Fundamental of Bacterial Plant Pathology*. Faculty of Agriculture Shizouka. University Shizouka. Academic Press. Japan. 468 p.
- Hasim. 2006. Mengembangkan Potensi Antibakteri Babandotan. <http://www.kompas.com/kesehatan/news/0506/12/094942.htm>. Diakses tanggal 24 Oktober 2007.
- Kerr, A. 1980. *Bacteria and Mycoplasma as A Parasite*. Pp. 133-134. in. J.F. Brown, A. Kerr, F.G and Morgan and I. H. Parbey. A Course Manual in Plant Protection Australian Vice-Chancellor Committee. Australia.
- Lacy, G.H and F.L. Lukezic. 2004. *Laboratory Exercises for Plant Pathogenic Bacteria. Plant Pathology Concepts Laboratory Exercises*. CRC Press. 413 p.
- Luck, E and Jager, M. 1997. *Antimicrobial Food Additives: Characteristics, Uses, Effect*. Springer. New York. 260 p.
- Mc Kane, L. and J. Kandeli. 1986. *Microbiology Essential and Application*. Mc Graw Hill Co. New York.
- Okwori, A. E. J., C.O. Dina, S. Junaid, I. O. Okeke, J. A. Adetunji, A. O. Olabode. 2007. *Antibacterial Activities Of Ageratum conyzoides Extracts on Selected Bacterial Pathogens. The Internet Journal of Microbiology*. Volume 4 Number 1. <http://www.amazone.com> . Diakses tanggal 24 Oktober 2007.
- Royyana, I. 2006. Identifikasi Bakteri Penyebab Penyakit pada Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) di Kabupaten Magetan dan Mojokerto. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. 51 p.
- Schaad, N. W. 2000. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. The Bacteriology Committee of The American Phytopathological Society. USA. 373 p.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. UGM press. Yogyakarta. 850 hal.
- Silva, M. J., Capaz, F. R., Vale, M. R. 2000. *Effect of the Water Soluble Fraction from Leaves of Ageratum conyzoides on Smooth Muscle*. *Phyther. Res.* 14 (2): 130-132.
- Venneste, J. L. 1996. *Biological Control of Soft Rot on Calla and Potatoes*. The Horticultura and Food Research Institute of New Zeland. Limited. New Zeland. 52-55 hal
- Volk, W. A and M. F. Wheeler. 1993. *Mikrobiologi Dasar*. Penerjemah Markham. PT Gelora Aksara Pratama. Jakarta. 457 hal.

Windham, M. T. and A. S. Windham. 2003. *What is Disease?. Plant Pathology Concepts and Laboratory Exercises*. CRC Press. 413 p.

Yamamoto, L. A., J. C. Soldera, J. A. Emim, R. O. Godinho, and C. Souccar. 1991. *Pharmacological Screening of Ageratum conyzoides L. (Menstrasto)*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 86 Suppl. 2:145-147.



Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Rerata Diameter Hambat Ekstrak Babandotan Kering dan Segar terhadap Bakteri *E. carotovora*

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	762.6250	108.9464	40.2264**	2.66	4.03
Galat	16	43.3333	2.7083			
Total	23	805.9583				

Keterangan: tn: tidak nyata; * : Berbeda nyata; ** : Berbeda sangat nyata

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Masa Inkubasi Bakteri *E. carotovora* pada Umbi Wortel

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	6.000	1.500	11.253**	3.48	5.99
Galat	10	1.333	0.133			
Total	14	7.333				

Keterangan: tn: tidak nyata; * : Berbeda nyata; ** : Berbeda sangat nyata

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 3 Setelah Inokulasi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	5.6000	1.4000	7.0000**	3.48	5.99
Galat	10	2.0000	0.2000			
Total	14	7.6000				

Keterangan: tn: tidak nyata; * : Berbeda nyata; ** : Berbeda sangat nyata

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 4 Setelah Inokulasi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	20.9333	5.2333	5.2330**	3.48	5.99
Galat	10	10.0000	1.0000			
Total	14	30.9333				

Keterangan: tn: tidak nyata; * : Berbeda nyata; ** : Berbeda sangat nyata

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 5 Setelah Inokulasi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	20.9333	5.2333	8.7220**	3.48	5.99
Galat	10	6.0000	0.6000			
Total	14	26.9333				

Keterangan: tn: tidak nyata; * : Berbeda nyata; ** : Berbeda sangat nyata

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 6 Setelah Inokulasi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	17.7333	4.433333	4.4330*	3.48	5.99
Galat	10	10.0000	1			
Total	14	27.7333				

Keterangan: tn: tidak nyata; * : Berbeda nyata; ** : Berbeda sangat nyata

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Rerata Persentase Jumlah Umbi Wortel Busuk pada Pengamatan Hari Ke 7 Setelah Inokulasi

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	7.7333	1.9333	2.9000 ^{tn}	3.48	5.99
Galat	10	6.6667	0.6667			
Total	14	14.4000				

Keterangan: tn: tidak nyata; * : Berbeda nyata; ** : Berbeda sangat nyata