

**PEMANFAATAN EKSTRAK TUMBUHAN UNTUK PENGENDALIAN
PENYAKIT BUSUK BUAH KAKAO (*Phytophthora palmivora* Butler)**

*THE UTILIZATION OF PLANT EXTRACTS TO CONTROL CACAO
BLACK POD (*Phytophthora palmivora* Butler)*

AMELIA AGUSTINA LIMBONGAN



PROGRAM MAGISTER ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

**PEMANFAATAN EKSTRAK TUMBUHAN UNTUK PENGENDALIAN
PENYAKIT BUSUK BUAH KAKAO (*Phytophthora palmivora* Butler)**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Disusun dan Diajukan Oleh

AMELIA AGUSTINA LIMBONGAN

Kepada

**PROGRAM MAGISTER ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

TESIS

**PEMANFAATAN EKSTRAK TUMBUHAN UNTUK PENGENDALIAN
PENYAKIT BUSUK BUAH KAKAO (*Phytophthora palmivora* Butler)**

Disusun dan diajukan oleh

AMELIA AGUSTINA LIMBONGAN
Nomor Pokok P4100211402

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
Pada tanggal 20 Agustus 2013
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat,

Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, MS

Ketua

Dr. Ir. Ade Rosmana

Anggota

Ketua Program Studi
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Nurariaty Agus, MS

Prof. Dr. Ir. Mursalim

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AMELIA AGUSTINA LIMBONGAN

Nomor Mahasiswa : P4100211402

Program Studi : Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 Agustus 2013

Yang Menyatakan

AMELIA A. LIMBONGAN

PRAKATA

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul : “Pemanfaatan Ekstrak Tumbuhan untuk Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora palmivora* Butler)” ini.

Penyusunan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada program pascasarjana Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar.

Dalam penyusunan tesis ini, berbagai pihak telah banyak memberikan dorongan, bantuan serta masukan sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir Sylvia Sjam, MS dan Dr. Ir. Ade Rosmana selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan inspirasi, bimbingan serta kelancaran dalam penyelesaian tesis ini.
2. Prof. Dr. Ir. Nurriaty Agus, MS, selaku Ketua Program Magister Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan yang memberikan motivasi yang berguna bagi penyelesaian tesis ini.
3. Teman-teman mahasiswa program magister Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan UNHAS angkatan 2011 : Ayyub Arrahman, SP; Meitry Tambingsila, SP; Achmad Syaifuddin, SP; dan Jati

Nurcholis, SP yang telah memberikan semangat belajar dan kerjasama kekeluargaan.

4. Akhirnya tesis ini penulis persembahkan kepada segenap keluarga, terutama orangtuaku tercinta ayahanda Dr. Ir. Jermia Limbongan, MS dan ibunda Debora Palamba yang selalu membimbing, memberi arahan, bahkan memberikan segala-segalanya buat ananda mulai dari proses perkuliahan hingga rampungnya tesis ini; Dr. Ir. Yusuf Limbongan, MP selaku sanak keluarga yang selalu membimbing dalam penulisan tesis ini.
5. Suami tercinta Yani Pangarungan, ST dan ananda terkasih Zhivana M. Pangarungan, yang selalu memberi dukungan, inspirasi dan keceriaan.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini jauh dari sempurna karena adanya kendala kesibukan dan kemampuan penulis, karenanya dengan rendah hati dan lapang dada penulis sangat terbuka untuk menerima kritik dan saran yang bersifat membangun, guna perbaikan serta kesempurnaan tesis ini.

Makassar, 20 Agustus 2013

Amelia A. Limbongan

ABSTRAK

AMELIA AGUSTINA LIMBONGAN. *Pemanfaatan Ekstrak Tumbuhan untuk Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora palmivora* Butler)* (dibimbing oleh **SYLVIA SJAM** dan **ADE ROSMANA**).

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan teknologi pengendalian penyakit busuk buah kakao (*P. palmivora*) pada tanaman kakao dengan memanfaatkan (1) ekstrak tumbuhan sebagai biopestisida dengan formulasi cair (ekstrak) dan bubuk (ekstrak kasar/*crude extract*) yang diharapkan dapat menghambat perkembangan busuk buah pada kakao dan (2) pembuatan formulasi ekstrak yang mengandung cendawan antagonis yang diperoleh dari isolasi cendawan dari ekstrak tumbuhan.

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium bahan alami tanaman dan pestisida, jurusan ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin dan di Desa Patalassang Kecamatan Tompobulu, Kabupaten Bantaeng. Tahapan penelitian dimulai dengan mengisolasi cendawan dari ekstrak tumbuhan, uji laboratorium, dan uji lapangan. Parameter yang diamati dalam uji laboratorium adalah luas bercak *P. palmivora* pada buah kakao, sedangkan parameter yang diamati dalam uji lapangan adalah perkembangan bercak dan intensitas serangan *P. palmivora*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk uji laboratorium, perlakuan ekstrak daun *Ageratum conyzoides* dan ekstrak buah *Crecentia cujete* memiliki daya hambat optimal terhadap *P. palmivora*. Pada uji lapangan, perlakuan ekstrak kasar daun *A. conyzoides*, ekstrak daun *A. conyzoides*, dan ekstrak buah *C. cujete* memiliki daya hambat paling tinggi terhadap perkembangan bercak dan intensitas serangan *P. palmivora* pada buah kakao. Perlakuan tingkat konsentrasi ekstrak tidak memberikan pengaruh nyata terhadap perkembangan bercak dan intensitas serangan *P. palmivora*.

Kata kunci: Ekstrak Tanaman, *Phytophthora palmivora*, daya hambat, luas bercak, perkembangan bercak, intensitas serangan.

ABSTRACT

AMELIA AGUSTINA LIMBONGAN. *Utilization of Plant Extracts for Controlling Black Pod on Cacao (*Phytophthora palmivora* Butler)* (supervised by **SYLVIA SJAM** and **ADE ROSMANA**).

The research aimed to produce a technology in controlling black pod on cacao (*P. palmivora*) with the utilization of (1) plant extracts as biopesticide with liquid formulation (extract) and powder formulation (crude extract), which can obstruct the black pod expansion and (2) to formulate extract which contained antagonistic fungus isolated from the plant extracts.

The research was conducted in the laboratory of Natural Plant Extracts and Pesticide, concentration in Pest and Plant Disease, Agriculture Faculty, Hasanuddin University and at Patalassang Village, Tompobulu District, Bantaeng Regency. The research started with fungus isolation from the plant extracts, laboratory test, and field test. The observed parameter in laboratory test is the black spot extensivication of *P. palmivora*, and the observed parameters in field test are *P. palmivora* black spot development and the infestation intensity of *P. palmivora*.

The research result indicates that in the laboratory test, leaf extract of *Ageratum conyzoides* and fruit extract of *Crecentia kujete* has the optimum inhibit capacity of *P. palmivora*. On the field test, crude extract of the leaf *A. conyzoides*, leaf extract of *A. conyzoides*, and the fruit extract of *C. kujete* have the optimum capacity to inhibit black spot development and the infestation intensity of *P. palmivora*.

Key-words: Plant extract, *Phytophthora palmivora*, crude extract, optimum inhibit capacity, black spot extensivication, black spot development, infestation intensity.

DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Hipotesis	7
D. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengendalian Hama dan Penyakit Menggunakan Pestisida	8
B. Tumbuhan Sebagai Biopestisida	8
C. Bioekologi dan Kandungan Senyawa Bioaktif Tumbuhan Sebagai Pestisida	10
D. <i>Phytophthora palmivora</i> pada Kakao	22
E. Kerangka Konseptual	24
BAB III METODE PENELITIAN	

A. Ekstraksi Tanaman	25
B. Isolasi Cendawan	28
C. Uji Laboratorium	29
D. Uji Lapangan	31
E. Pengamatan dan Analisis Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Isolasi Cendawan	35
B. Uji Laboratorium	36
C. Uji Lapangan	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	53
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Nomor		halaman
1	Senyawa fitokimia pada daun, batang, akar, dan bunga <i>A. conyzoides</i>	12
2	Senyawa fitokimia yang terkandung dalam ekstrak kasar dan ekstrak fermentasi <i>C. odorata</i>	19
3	Senyawa fitokimia yang terkandung dalam buah <i>C. cujete</i>	21
4	Komposisi buah <i>C. cujete</i>	22
5	Skala kerusakan buah kakao yang terserang <i>P. palmivora</i>	34
6	Rata-rata luas bercak <i>P. palmivora</i> yang diberi perlakuan ekstrak tumbuhan dan isolat cendawannya	37
7	Rata-rata daya hambat jenis biopestisida terhadap perkembangan bercak <i>P. palmivora</i> dengan uji lanjut t	46
8	Rata-rata daya hambat konsentrasi biopestisida terhadap perkembangan bercak <i>P. palmivora</i> dengan uji lanjut t	46
9	Rata-rata daya hambat jenis biopestisida terhadap intensitas serangan <i>P. palmivora</i> dengan uji lanjut t	50
10	Rata-rata daya hambat konsentrasi biopestisida terhadap intensitas serangan <i>P. palmivora</i> dengan uji lanjut t	50

DAFTAR GAMBAR

Nomor		halaman
1	<i>Ageratum conyzoides</i>	10
2	<i>Chromolaena odorata</i>	16
3	<i>Crecentia cujete</i>	17
4	Ekstrak <i>C. odorata</i> , ekstrak <i>A. conyzoides</i> , dan ekstrak <i>C. cujete</i>	25
5	Proses ekstraksi tanaman	26
6	Proses pembuatan ekstrak murni berbentuk bubuk	27
7	Pengenceran ekstrak	28
8	Uji laboratorium	30
9	Isolat cendawan tanpa spora diisolasi dari ekstrak <i>C. odorata</i> dan <i>C. cujete</i>	36
10	Isolat cendawan berspora yang diisolasi dari ekstrak <i>C. odorata</i> dan <i>C. cujete</i>	36
11	Perbandingan luas bercak <i>Phytophthora palmivora</i> 5 HSI	38
12	Grafik daya hambat ekstrak tumbuhan dan lima isolat cendawannya terhadap perkembangan <i>P. palmivora</i> pada buah kakao	41
13	Perbandingan buah kakao yang diaplikasikan ekstrak kasar daun <i>A. conyzoides</i> dengan buah kakao yang tidak diaplikasikan biopestisida	44

14	Daya hambat tiga jenis biopestisida dengan empat variasi konsentrasi terhadap perkembangan bercak <i>P. palmivora</i> pada buah kakao	47
15	Daya hambat tiga jenis biopestisida dengan empat variasi konsentrasi terhadap intensitas serangan <i>P. palmivora</i> pada buah kakao	51

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penanam kakao terluas dan penghasil nomor tiga di dunia. Sulawesi dengan produksi lebih dari 60% dari total produksi nasional di Indonesia, memberikan kontribusi terbesar dibandingkan daerah lainnya di Indonesia (Anonim, 2010). Produktivitas kakao di Indonesia mencapai antara 1300 – 1500 kg biji kering per hektar, tetapi produktivitas ini mengalami penurunan jumlah dan mutu produksi. Rata-rata produktivitas saat ini hanya mencapai antara 660 kg/ha sedangkan Pantai Gading sebagai penghasil kakao terbesar di dunia produktivitasnya sudah mencapai 1,5 ton/ha (Saragih, 2011).

Hama dan penyakit berperan penting dalam penurunan produktivitas karena kerusakannya dapat mencapai 60 % pada lahan kakao seluas 280.000 hektar yang ada di Sulawesi Selatan dengan produktivitas rata-rata tahun 2010 yang mencapai 798 kg/ha. Pada tahun 2011, produktivitas rata-rata tersebut menurun menjadi 500kg/ha (Anonim, 2012). Penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *Phytophthora pamivora* Butl. memiliki andil yang besar dalam penurunan produktivitas kakao Indonesia, sehingga diperlukan perhatian yang khusus agar stabilitas produksi kakao nasional tetap terjaga.

Phytophthora palmivora dapat menyebabkan kerugian yang cukup berarti terutama pada daerah beriklim tropis dan sedang. Penyakit ini tidak hanya menyerang buah, namun dapat juga menyerang bunga, bantalan bunga, batang, ranting muda, dan daun muda sehingga sangat mempengaruhi produksi dan kualitas buah kakao (Gregory, 1974). Sulawesi sebagai daerah sentra produksi kakao di Indonesia mengalami kendala penurunan hasil sebesar 25 – 50 % akibat serangan *Phytophthora palmivora* (Siswanto dan Karmawati, 2011).

Tingginya serangan penyakit busuk buah membutuhkan pengendalian yang tepat sasaran. Pengendalian penyakit busuk buah yang banyak dilakukan petani adalah dengan menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik ini lebih cenderung merugikan karena mengganggu keseimbangan alam. Untuk jangka waktu yang panjang, penggunaan pestisida sintetik dapat menimbulkan resistensi, resurgensi, matinya musuh alami, bahkan menyebabkan pencemaran lingkungan dan terganggunya kesehatan manusia (Oka, 1995; Widaningsih, 2001).

Upaya pengendalian hama/penyakit tanaman budidaya selayaknya mampu memberikan jaminan keamanan terhadap kesehatan manusia dan kelangsungan hidup organisme tanah yang berguna (Sodiq, 2000). Oleh sebab itu, penelitian untuk menghindari akumulasi residu pestisida sintetik menjadi suatu hal yang sangat penting untuk dilakukan.

Pengendalian OPT pada kakao yang ramah lingkungan merupakan alternatif yang layak dipertimbangkan. Alternatif pengendalian ini dapat dilakukan dengan menggunakan ekstrak tumbuhan. Penggunaan ekstrak tumbuhan dapat mengurangi kerusakan/kehilangan hasil akibat serangan hama/penyakit dan tidak mempunyai efek negatif terhadap manusia (Kardinan, 2011). Penggunaan ekstrak tumbuhan dapat mengendalikan serangga hama dan penyakit melalui perpaduan berbagai cara atau secara tunggal. Cara kerja yang sangat spesifik yaitu: merusak telur, larva, dan pupa. Kemudian sebagai penolak makan (anti feedant), mengurangi nafsu makan, menghambat reproduksi serangga betina, menghambat pergantian kulit, dan menghambat perkembangan patogen penyakit (Rachmawati dan Korlina, 2009).

Tumbuhan sumber bahan insektisida banyak tersedia di Indonesia dengan berbagai macam kandungan kimia yang bisa saja bersifat toksik bagi OPT. Lebih dari seribu jenis tumbuhan berpotensi sebagai pengendali hama tanaman. Tumbuhan yang bermanfaat sebagai obat dan tumbuhan yang mengandung minyak atsiri dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Umumnya tanaman ini termasuk ke dalam famili Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, dan Rutaceae (Prakash and Rao, 1997; Prijono *et al.*, 2006). Beberapa jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati dan banyak terdapat di Indonesia adalah *Ageratum conyzoides* Linn. (Asteraceae) atau Babadotan,

Chromolaena odorata (Linn.) King & Robins (Asteraceae) atau gulma Siam, dan *Crecentia cujete* Linn. (Bignoniaceae) atau Berenuk.

Ageratum conyzoides (babadotan) memiliki zat bioaktif seperti alkaloid, coumarin, flavonoid, chromene, benzofuran, sterol, dan terpenoid yang memiliki potensi sebagai insektisida (Kamboj and Saluja, 2008). Penelitian yang dilakukan oleh Raja *et al.* (1987) menunjukkan bahwa ekstrak metanolik daun segar *A. conyzoides* (250 dan 500 ppm) memperlihatkan penurunan hormon juvenil instar ke-4 hama sorgum *Chilo partellus* Swinh. (Lepidoptera: Pyralidae). Tanaman ini juga berpotensi mengendalikan larva *Spodoptera litura* (Balfas dan Willis, 2009). Pada tahun 2012, Javed and Bashir mengekstrak *A. conyzoides* dengan n-heksane, akuades, dan metanol. Hasilnya, ekstrak n-heksane daun dan bunga *A. conyzoides* ternyata menghambat pertumbuhan *Fusarium solani* Mart. (Sacc.), hingga 84% dan ekstrak metanolik daun *A. conyzoides* dapat menekan pertumbuhan *F. solani* hingga 78%. Penelitian mengenai aktivitas anticendawan *A. conyzoides* sebelumnya juga dilakukan oleh Bajwa *et al.* (2007). *A. conyzoides* digunakan sebagai anticendawan *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., penyebab penyakit pada bunga matahari. Ekstrak akuades batang dan akar *A. conyzoides* 4% paling

Ekstrak tumbuhan *C. odorata* (gulma siam) mengandung senyawa steroid, alkaloid, flavonoid, tannin, lactone, diterpene, dan saponin (Prasad, *et al.*, 2005). Ekstrak tumbuhan ini telah diidentifikasi memiliki potensi sebagai penolak serangga dalam meletakkan telurnya (Cui *et al.*,

2009). Penelitian yang dilakukan oleh Ilondu (2011) menunjukkan adanya potensi *C. odorata* menghambat perkembangan cendawan patogenik penyebab busuk pada buah pepaya (*Carica papaya* L.).

Crescentia cujete (Berenuk) merupakan tumbuhan yang umumnya ditanam sebagai tanaman pekarangan. Ekstrak buahnya efektif digunakan sebagai penurun panas dan pengobatan penyakit saluran pernafasan, seperti bronchitis, asma, dan batuk akibat flu. Penelitian yang dilakukan Ejelonu *et. al.* (2011) menguraikan kandungan lemak, protein, nitrogen, serat kasar, kandungan uap, sukrosa, fruktosa, galaktosa dan energi pada buah berturut-turut adalah: 1,13; 8,35; 1,34; 4,28; 84,92; 59,86; 25,09; 18,24; dan 88,69 %. Kandungan mineral sodium dan fosfor yang sangat tinggi. Senyawa fitokimia seperti saponin, flavonoid, cardenolide, tannin, dan fenol juga ditemukan pada sampel buah. Hasil uji laboratorium menunjukkan penggunaan ekstrak buah *C. cujete* dapat menyebabkan kurangnya telur PBK yang diletakkan dan menurunkan persentase jumlah telur yang menetas (Temmarola dan Sjam, 2004).

B. Rumusan Masalah

Busuk buah yang disebabkan oleh *P. palmivora* merupakan penyakit yang terpenting dalam budidaya kakao di Indonesia, bahkan di berbagai negara penghasil kakao dunia (Semangun, 2000; MacMahon & Purwantara, 2004). Penyakit ini dapat mengakibatkan penurunan produksi dunia yang berkisar antara 20-30% setiap tahunnya (Guest,

2007). Gejala awalnya yaitu munculnya bercak berwarna coklat atau hitam pada buah kakao yang tumbuh dan menyebar dengan cepat menutupi permukaan kulit buah. Sporangia dapat terbentuk pada permukaan buah, dan pada akhirnya buah mengerut, keras, dan berubah warna menjadi hitam. Penyakit busuk buah sangat merugikan utamanya pada musim penghujan pada daerah dengan tingkat kelembaban yang tinggi (Purwantara *et al.*, 2004).

Penggunaan fungisida sintetik yang berbahan dasar tembaga banyak digunakan untuk mengatasi penyakit busuk buah yang disebabkan oleh *P. palmivora*. Fungisida sintetik tersebut ternyata belum mampu menekan perkembangan hama, melainkan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Aplikasi fungisida dengan konsentrasi tinggi akan memicu terjadinya percepatan timbulnya resistensi serangga, resurgensi, matinya musuh alami seperti parasitoid dan predator. Alternatif pengendalian ramah lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan ekstrak tumbuhan. Penggunaan ekstrak tumbuhan dapat mengurangi kerusakan/kehilangan hasil akibat serangan hama/penyakit dan tidak mempunyai efek negatif terhadap manusia (Kardinan, 2011). Teknologi penggunaan ekstrak tumbuhan untuk pengendalian busuk buah kakao dengan memanfaatkan metabolit sekunder dan mikroba dari bahan alami bioaktif tanaman belum banyak dilakukan untuk pengendalian penyakit pada tanaman kakao, terutama *P. palmivora*.

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui efektivitas pemanfaatan fermentasi ekstrak tumbuhan untuk pengendalian penyakit busuk buah (Jakoni, 2009). Penelitian ini juga akan melihat peran cendawan yang ikut serta pada proses fermentasi daun masing-masing tumbuhan terhadap serangan *P. palmivora* (Nurjanani, 2010).

C. Hipotesis

Pemanfaatan ekstrak tumbuhan efektif dalam pengendalian penyakit busuk buah kakao.

Terdapat satu atau lebih ekstrak tumbuhan dan isolat cendawan dari ekstrak tumbuhan tersebut yang dapat dimanfaatkan untuk menekan serangan *P. palmivora*.

D. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan teknologi pengendalian penyakit busuk buah (*P. palmivora*) pada tanaman kakao dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan sebagai biopestisida dengan formulasi cair (ekstrak) dan bubuk (ekstrak kasar/*crude extract*) yang diharapkan dapat menghambat perkembangan busuk buah pada kakao. Selain pembuatan formulasi ekstrak dan ekstrak kasar, juga akan dilakukan pembuatan formulasi biofungisida yang mengandung cendawan antagonis yang diperoleh dari isolasi cendawan dari ekstrak tanaman untuk dimanfaatkan mengendalikan busuk buah pada kakao.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengendalian Hama dan Penyakit Menggunakan Pestisida

Pengendalian hama dan penyakit terfokus pada penggunaan fungisida, utamanya fungisida sintetik yang merupakan cara pengendalian yang paling banyak dipilih petani. Fungisida sintetik tersebut ternyata belum mampu menekan perkembangan hama, melainkan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Aplikasi fungisida dengan konsentrasi tinggi akan memicu terjadinya percepatan timbulnya resistensi serangga, resurgensi, matinya musuh alami seperti parasitoid dan predator. Fungisida yang mengandung tembaga umumnya efisiensi biologisnya terbatas hanya tiga minggu pada konsentrasi normal, sehingga harus dinaikkan konsentrasinya untuk mencapai efisiensi biologis lebih dari tiga minggu (Pereira, 1992) Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian lainnya yang bersifat ramah lingkungan. Penggunaan pestisida sintetik yang merupakan alternatif terakhir dalam konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dapat digantikan atau dikombinasikan dengan penggunaan ekstrak tumbuhan.

B. Tumbuhan Sebagai Biopestisida

Tumbuhan mengandung senyawa-senyawa kimia yang sangat berperan dalam interaksi tanaman dengan serangga. Senyawa kimia yang

merupakan metabolit sekunder itu sangat berpengaruh terhadap tingkah laku serangga, seperti pada masa kawin, sebagai stimulan untuk meletakkan telur, atau membantu proses pencarian makanan (Hagstrum, 1996). Metabolit sekunder pada tumbuhan tersebut dapat bersifat menarik serangga (*attractant*), atau untuk mempertahankan diri yang bersifat menolak serangga (*repellent*), atau yang bersifat toksik, menghambat aktivitas makan, maupun menghambat pertumbuhan dan perkembangan hama (Sjam, 2003). Teknologi pengelolaan OPT yang ramah lingkungan dapat diperoleh dengan memanipulasi senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan. Teknologi tersebut diharapkan dapat menurunkan populasi hama, misalnya dengan mengaplikasikan senyawa yang tidak disukai hama tersebut pada suatu lahan pertanaman atau memanipulasi kerja hormon serangga hama untuk menghambat proses perkembangannya. Pemanfaatan ekstrak tumbuhan ini merupakan salah satu alternatif yang sifatnya aman dan ramah lingkungan.

Tumbuhan sumber bahan insektisida banyak tersedia di Indonesia dengan berbagai macam kandungan kimia yang bersifat racun (Soehardjan, 1994). Lebih dari seribu jenis tumbuhan berpotensi sebagai pengendali hama tanaman. Tanaman biofarmaka dan atsiri merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Umumnya termasuk ke dalam famili Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, dan Rutaceae (Prakash and Rao, 1997; Prijono *et al.*, 2006). Beberapa jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati

dan banyak terdapat di Indonesia adalah *Ageratum conyzoides* Linn. (Asteraceae) atau Babadotan, *Chromolaena odorata* (Linn.) King & Robins (Asteraceae) atau gulma Siam, dan *Crecentia cujete* Linn. (Bignoniaceae) atau Majapahit.

C. Bioekologi dan Kandungan Senyawa Bioaktif Tumbuhan Sebagai Pestisida

Ageratum conyzoides (babadotan, rumput kambing) tergolong dalam famili Asteraceae. Penamaannya berasal dari istilah Yunani “a geras”, yang artinya tidak menua karena umur panjang bunga tanaman



Gambar 1. *Ageratum conyzoides*

tersebut. Penamaan “conyzoides” diambil dari “konyz”, istilah Yunani dari *Inula helenium* yang morfologinya mirip dengan *A. conyzoides* (Gambar 1) (Kissmann and Groth, 1993 in Ming, 1999).

Tanaman *A. conyzoides* berasal

dari Amerika Tengah dan Karibia, tetapi saat ini dapat ditemukan pada beberapa negara beriklim tropis dan sub-tropis (Baker, 1965).

A. conyzoides berbau keras seperti kambing, tumbuh tegak atau berbaring, tumbuhan herba tahunan, dengan tinggi 30 sampai dengan 80 cm, berakar pada batang yang menyentuh tanah; batang ditumbuhi rambut-rambut halus berwarna putih, daun-daunnya saling berhadapan,

helaian daun berbentuk bulat telur hingga belah ketupat, ujung daun tumpul atau meruncing dengan tepi yang bergerigi (Wuryanti, 2012), pubescent dengan petiole panjang dan memiliki trikoma glandular. Bunganya mengelompok, menyerbuk sendiri, berwarna putih sampai keunguan (Kaul and Neelangini, 1989), perkembangbiakan dengan biji. *A. conyzoides* tumbuh di tempat terbuka atau tegak terlindung hingga 2.100 m di atas permukaan laut (Alimin, 2012). (Penelitian yang dilakukan oleh Raja *et al.* (1987) menunjukkan bahwa ekstrak metanolik daun segar *A. conyzoides* (250 dan 500 ppm) memperlihatkan penurunan hormon juvenil instar ke-4 hama sorgum *Chilo partellus* Swinh. (Lepidoptera: Pyralidae). Selain memiliki senyawa bioaktif seperti alkaloid (pyrrolizidinic alkaloids), coumarin (1-2 benzopirone, 1,2-desifropirrolizidinic, licopsamine), flavonoid (hexamethoxyflavone; ageconyflavones A, B, dan C), chromene (precocene I atau 7-methoxy-2,2-dimethylchromene, precocene II atau ageratochromene) benzofuran (2-5,6-dimethoxybenzofuran), sterol (β -sitosterol dan stigmasterol), dan terpenoid (Tabel 1) yang memiliki potensi sebagai insektisida (Kamboj and Saluja, 2008), daun *A. conyzoides* juga mengandung senyawa aktif precocene I dan precocene II yang dikenal sebagai senyawa anti hormon juvenil (Ditjenbun, 1994). Tanaman ini juga berpotensi mengendalikan larva *Spodoptera litura* (Balfas dan Willis, 2009).

Tabel 1. Senyawa fitokimia pada daun, batang, akar, dan bunga *A. conyzoides* (Amadi et. al., 2012).

Senyawa	Daun	Batang	Akar	Bunga	Sifat dan Fungsi
Fitokimia					
Alkaloid	+++	+	+	++	Pahit rasanya, sebagai analgesik, dan antipasmodik.
Flavonoid	+++	++	+	++	Antibakteri, antialergi, antivirus, membantu penyerbukan, membantu simbiosis rhizobium dengan tanaman kacang-kacangan.
Tannin	+++	++	+	++	Melindungi dari hama dan pestisida, berperan dalam proses pemasakan buah.
Saponin	++	+	+	+	Pahit rasanya, bahan campuran sabun, <i>anti-feedant</i> , melindungi tanaman dari mikroba dan cendawan.
HCN	+	+	+	+	Asam organik yang bersifat volatil, tidak berwarna, tidak stabil, dan beracun.
Glikosida	+	+	+	+	Ikatan yang digunakan tumbuhan untuk menyimpan senyawa kimia berguna di dalam tubuhnya.
Steroid	+	+	-	+	Digunakan untuk parfum karena baunya yang lembut. Rasanya pahit apabila terakumulasi dalam konsentrasi tinggi.
Coumarin	+	+	-	+	Bahan baku produk aromatik.
Terpenoid	+	+	-	+	Bahan baku pernis, perekat, dan produk aromatik.
Resin	+	+	+	-	Eksudat, transparan, digunakan sebagai pernis dan perekat
Cardenolida	+	+	+	+	Mekanisme pertahanan tumbuhan, beracun bagi predator.
Makronutrien					
Protein	+	+	+	+	Pengganti organ tubuh yang rusak.
Karbohidrat	+	+	+	+	Cadangan energi.
Fruktosa	++	++	++	++	Cadangan energi.
Glukosa	++	++	++	++	Cadangan energi.
Ribosa	++	++	++	++	RNA.
Galaktosa	+	+	+	+	Cadangan energi.
Lemak dan minyak	+	+	+	+	Cadangan energi.

+++ = terdapat pada konsentrasi tinggi

++ = terdapat pada konsentrasi sedang

+ = terdapat pada konsentrasi rendah

- = tidak ada

HCN = asam cyanic

Tabel 1. Senyawa fitokimia pada daun, batang, akar, dan bunga *A. conyzoides* (Amadi et. al., 2012) (lanjutan).

Senyawa	Daun	Batang	Akar	Bunga	Sifat dan Fungsi
Asam amino					Unsur utama dalam sintesis protein
Cystin	+++	+	+	++	Semi-esensial. Berpartisipasi dalam reaksi enzimatik.
Leusin	+++	+	+	++	Esensial. Menstimulasi sintesis protein otot.
Histidin	+++	+	+	+	Esensial.
Arginin	++	+	+	+	Non-esensial
Prolin	++	+	+	+	Non-esensial
Alanin	+	+	+	+	Non-esensial
Lysin	+	+	+	+	Esensial
Methionin	+	+	+	+	Esensial
Fenilalanin	+++	+	+	+	Esensial
Threonin	+	+	+	+	Esensial
Glycin	++	+	+	+	Non-esensial

- +++ = terdapat pada konsentrasi tinggi
- ++ = terdapat pada konsentrasi sedang
- + = terdapat pada konsentrasi rendah

Berdasarkan hasil review Okunade (2002), alkaloid yang terkandung dalam *A. conyzoides* adalah lycopsamine dan echinatine yang merupakan dua isomerik pyrroizidine alkaloids (PAs). Senyawa ini bersifat racun dan merupakan metabolit sekunder yang digunakan sebagai pertahanan terhadap serangga herbivora. Flavonoid yang terkandung dalam *A. conyzoides* merupakan flavonoid polioksigen, seperti 14 polymethoxylated flavones, 5,6,8,3',4',5'-hexamethoxyflavone, dan eupalestin.

Banyak metabolit sekunder yang tidak hanya beracun bagi serangga, tetapi juga beracun bagi tumbuhan itu sendiri. Karena itu umumnya metabolit sekunder disimpan terpisah dari sitoplasma atau disimpan dalam bentuk yang inaktif. Flavonoid glikosida merupakan senyawa kimia mayoritas pada permukaan daun. Sumber terbesar alkaloid adalah dari tanaman berbunga Angiospermae. Rasanya yang pahit merupakan faktor utama yang membuat alkaloid menjadi *feeding deterrent*. Alkaloid quinolizidine (QAs) dapat menghambat virus, bakteri tanaman, dan cendawan parasitik; memiliki efek deteren terhadap serangga seperti aphids, ngengat serta larva kupu-kupu; dan bersifat alelopatik (misalnya menghambat germinasi benih) (Alotaiba and Elsayed, 2007). Terpenoid indole alkaloids (TIAs) terdiri dari 3000 senyawa termasuk senyawa yang digunakan sebagai antimalaria, racun tikus, dan pertahanan tumbuhan terhadap hama dan penyakit. (Luijendijk, 1998 *in*

Facchini, 2001). Akumulasi produksi alkaloid sebagai metabolit sekunder tanaman umumnya ditimbulkan oleh cendawan, ion logam berat, radiasi UV, dan tekanan osmotik (Yamada, 1992 *in* Facchini, 2001). Perlakuan *C. roseus* yang dikulturkan dengan cendawan elisitor meningkatkan akumulasi tryptamine dan alkaloid. Cendawan elisitor tersebut menginduksi biosintesis asam jasmonik pada kultur *C. roseus*. Fungsi asam jasmonik adalah sebagai pembawa pesan dalam aktivasi metabolisme sekunder dan mekanisme pertahanan tanaman lainnya (Menke *et. al.*, 1999 *in* Facchini, 2001).

Pada tahun 2012, Javed and Bashir mengekstrak *A. conyzoides* dengan n-heksane, akuades, dan metanol. Hasilnya, ekstrak n-heksane daun dan bunga *A. conyzoides* menghambat pertumbuhan *Fusarium solani* Mart. (Sacc.), hingga 84% dan ekstrak metanolik daun *A. conyzoides* dapat menekan pertumbuhan *F. solani* hingga 78%. Penelitian mengenai aktivitas anticendawan *A. conyzoides* sebelumnya juga dilakukan oleh Bajwa *et. al.* (2007). *A. conyzoides* digunakan sebagai anticendawan *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., penyebab penyakit pada bunga matahari. Ekstrak akuades batang dan akar *A. conyzoides* 4% paling efektif menekan biomassa *M. phaseolina*.



Chromolaena odorata (gulma siam) adalah spesies tumbuhan yang tergolong ke dalam famili Asteraceae (Gambar 2). Tanaman ini berasal dari

Gambar 3. *Chromolaena odorata*

daerah Amerika Utara dan umumnya dimanfaatkan sebagai obat atau tanaman pagar (Chakraborty *et. al.*, 2011). Tumbuhan ini merupakan tumbuhan herba menahun, yang membentuk semak dengan tinggi 1,5-2,0 m. Batang tua berwarna coklat dan berkayu, sedangkan batang muda berwarna hijau dan sukulen. Sistem perakarannya serabut dan hanya berada hingga kedalaman tanah 20-30 cm. Bunganya berwarna putih, daun-daunnya saling berseberangan, tepi daun bergerigi. Tanaman ini dapat tumbuh di hutan-hutan dengan curah hujan 1500 mm, maupun di padang rumput dengan curah hujan di bawah 500 mm (Goodall and Erasmus, 1996). Kelembaban optimalnya adalah 60-70%, dan tidak menyenangkan adanya tanaman naungan. Pembungaan dan pembuahan mulai setelah tumbuhan berumur 1 tahun. Penyerbukannya dibantu oleh serangga. Buahnya matang pada umur sekitar 1 bulan.

Ekstrak tumbuhan *C. odorata* mengandung senyawa steroid, alkaloid, flavonoid, tannin, lactone, diterpene, dan saponin (Prasad, *et al.*, 2005). Afolabi *et. al.* (2007) menguraikan senyawa fitokimia tersebut dari ekstrak kasar dan ekstrak *C. odorata* (Tabel 2). Ekstrak tumbuhan ini telah diidentifikasi memiliki potensi sebagai penolak serangga dalam



Gambar 3. *Crescentia cujete* (Coleoptera, Curculionidae) (Bouda et. al., 2001).

Crescentia cujete (Majapahit) (Gambar 3) merupakan tanaman yang tergolong pada famili Bignoniaceae. Tanaman ini dapat tumbuh mencapai ketinggian 20 hingga 30 kaki. Bunganya berwarna kuning/hijau, berbentuk cangkir, dan muncul langsung dari dahan pohonnya. Buah Majapahit berbentuk bulat, besar dengan diameter 5 hingga 12 inci, kulitnya licin dan keras. Buah tersebut juga beracun.

Tanaman ini umumnya ditanam sebagai tanaman pekarangan. Ekstrak buahnya efektif digunakan sebagai penurun panas dan pengobatan penyakit saluran pernafasan, seperti bronchitis, asma, dan batuk akibat flu. Buah yang matang dan sudah bersih serta kering digunakan sebagai tempat penyimpanan, kerajinan tangan, dan bahan pembuatan alat musik (Anonim, 2005).

Penelitian yang dilakukan Ejelonu *et. al.* (2011) menguraikan kandungan lemak, protein, nitrogen, serat kasar, kandungan uap, sukrosa, fruktosa, galaktosa dan energi pada buah (Tabel 3). Kandungan mineral sodium dan fosfor yang sangat tinggi (Tabel 4). Senyawa fitokimia seperti saponin, flavonoid, cardenolida, tannin, dan fenol juga ditemukan pada

meletakkan telurnya (Cui *et al.*, 2009). Minyak esensial yang diekstraksi dari daun *C. odorata* ($LD_{50}=6,78\%$) dapat meningkatkan mortalitas *Sitophilus zeamais*

sampel buah (Tabel 5). Hasil uji laboratorium menunjukkan penggunaan ekstrak buah maja dapat menyebabkan kurangnya telur PBK yang diletakkan dan menurunkan persentase jumlah telur yang menetas (Temmarola dan Sjam, 2004). Senyawa bioaktif tanaman yang mempunyai efek sebagai ovicidal mempunyai prospek untuk mengendalikan PBK karena telur PBK terdapat pada permukaan buah.

Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa senyawa bioaktif tanaman dapat menyebabkan mortalitas telur PBK sampai dengan 90 % pada konsentrasi tertentu (Kadir, 2005). Senyawa bioaktif tanaman selain dapat bersifat sebagai insektisida ovicidal, juga dapat bersifat sebagai biofungisida. Hal ini disebabkan oleh senyawa bioaktif tanaman selain mengandung metabolik sekunder juga mengandung mikroba endofit yang bersifat antagonis. Bagian tumbuhan tertentu diekstrak, ternyata mengandung beberapa mikroba yang bisa saja bersifat entomopatogen dan antagonis terhadap penyakit tanaman. Mikroba tersebut tumbuh pada permukaan ekstrak (Putra, 2009). Banyak mikroba endofitik yang berada dalam jaringan tanaman dan sangat potensial digunakan sebagai agens hayati (Mahesh *et al.*, 2005).

Tabel 2. Senyawa fitokimia yang terkandung dalam ekstrak kasar dan ekstrak fermentasi *C. odorata*.

Senyawa Fitokimia	Ekstrak kasar	Ekstrak	Sifat dan Fungsi
Alkaloid	ada	tidak ada	Analgesik, antipasmodik, agen bakterisidal.
Saponin	tidak ada	ada	Pahit rasanya, bahan campuran sabun, <i>anti-feedant</i> , melindungi tanaman dari mikroba dan cendawan.
Tannin	ada	ada	Melindungi dari hama dan pestisida, berperan dalam proses pemasakan buah.
Anthraquinon	tidak ada	ada	Penolak serangga (repellent).
Steroid	ada	ada	Mendukung proses metabolisme, respons biologis terhadap hama dan patogen, fungsi kekebalan, keseimbangan kandungan garam dan air, perkembangan karakteristik seksual, dan ketahanan terhadap penyakit dan pelukaan.
Terpenoid	ada	ada	Bahan baku produk aromatik.
Flavonoid	ada	ada	Antibakteri, antialergi, antivirus, antioksidan, membantu penyerbukan, membantu simbiosis rhizobium dengan tanaman kacang-kacangan.
Glikosida	ada	ada	Bentuk inaktif penyimpanan senyawa kimia tanaman.

Senyawa bioaktif tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai agens pengendali hayati. Senyawa bioaktif tumbuhan merupakan bahan yang mudah terurai di alam, sehingga jika dimanfaatkan tidak akan menimbulkan residu yang besar. Hal ini juga dapat mencegah atau menekan peluang organisme yang bukan sasaran terkena residu. Persistensi senyawa bioaktif tanaman sebagai pestisida jangka waktunya singkat dengan kata lain kadang-kadang kurang menguntungkan dari segi ekonomi karena untuk mencapai keefektifan pengendalian yang maksimum pada tingkat populasi yang tinggi, diperlukan aplikasi pestisida nabati secara berulang-ulang. Namun demikian, pestisida nabati memungkinkan untuk digunakan saat menjelang panen apabila diperlukan (Thamrin *et. al.*, 2011). Senyawa aktif utama dan senyawa-senyawa lain yang kurang aktif di dalam ekstrak tanaman, yang keberadaannya dapat meningkatkan aktivitas ekstrak secara keseluruhan atau bersifat sinergis. Banyaknya senyawa yang terdapat pada tumbuhan menyebabkan serangga hama sasaran tidak mudah menjadi resisten jika dibandingkan dengan pestisida yang mengandung senyawa tunggal seperti pestisida sintetik (Temmarolla dan Sjam, 2004).

Tabel 3. Senyawa fitokimia yang terkandung dalam buah *C. cujete* (Ejelonu *et. al.*, 2011).

Senyawa fitokimia	Ada/tidak ada
Tannin dan fenol	Ada
Saponin	Ada
Alkaloid	Ada
Flavonoid	Ada
Anthraquinone	Ada
Cardenolida	Ada

Penelitian yang dilakukan oleh Firdausil dan Hendra (2011) menunjukkan adanya penurunan serangan *P. palmivora* sebesar 80% dan peningkatan hasil panen dari 1,8 ton per tahun menjadi 2,25 ton per tahun. Pada penelitian tersebut, pertanaman kakao diberi perlakuan kombinasi sanitasi area, konsistensi penggunaan fungisida alami, dan aplikasi pupuk organik dan pupuk cair.

Nuryani dan Djatnika (1999) melaporkan bahwa *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. mampu menekan pertumbuhan *Fusarium* sp. pada bercak bunga sedap malam. Ini menunjukkan bahwa bahan bioaktif tanaman dapat diformulasikan sebagai biopestisida. Hanya sekitar 4,5 % biopestisida yang beredar di pasaran dari keseluruhan penjualan pestisida sintetik (Menn and Hall, 1998). Berdasarkan hal tersebut, maka formulasi ekstrak tumbuhan sebagai biopestisida sangat berpotensi untuk dikembangkan serta dimanfaatkan sebagai pengendali PBK dan *Phytophthora palmivora* yang bersifat ramah lingkungan.

Tabel 4. Komposisi buah *C. cujete* (Ejelonu *et. al.*, 2011).

Parameter	Nilai
Kadar air (%)	84,92
Serat (%)	4,29
Protein (%)	8,38
Lemak (%)	1,13
Karbohidrat (%)	18,61
Gula	
Sukrosa (%)	59,86
Fruktosa (%)	25,09
Galaktosa (%)	18,24
Mineral	
Kalsium (%)	0,04
Magnesium (%)	0,01
Potassium (%)	0,02
Sodium (ppm)	59,77
Mangan (ppm)	21,74
Besi (ppm)	7,88
Seng (ppm)	3,97
Tembaga (ppm)	6,90
Fosfor (ppm)	53,01
Timah (ppm)	0,17
Kromium (ppm)	0,07
Nikel (ppm)	0,10
Kobalt (ppm)	0,03
Cadmium (ppm)	0,01
Selenium (ppm)	0,02
HCN (ppm)	0,11

HCN = asam sianik (*cyanic acid*)

D. *Phytophthora palmivora* pada Kakao

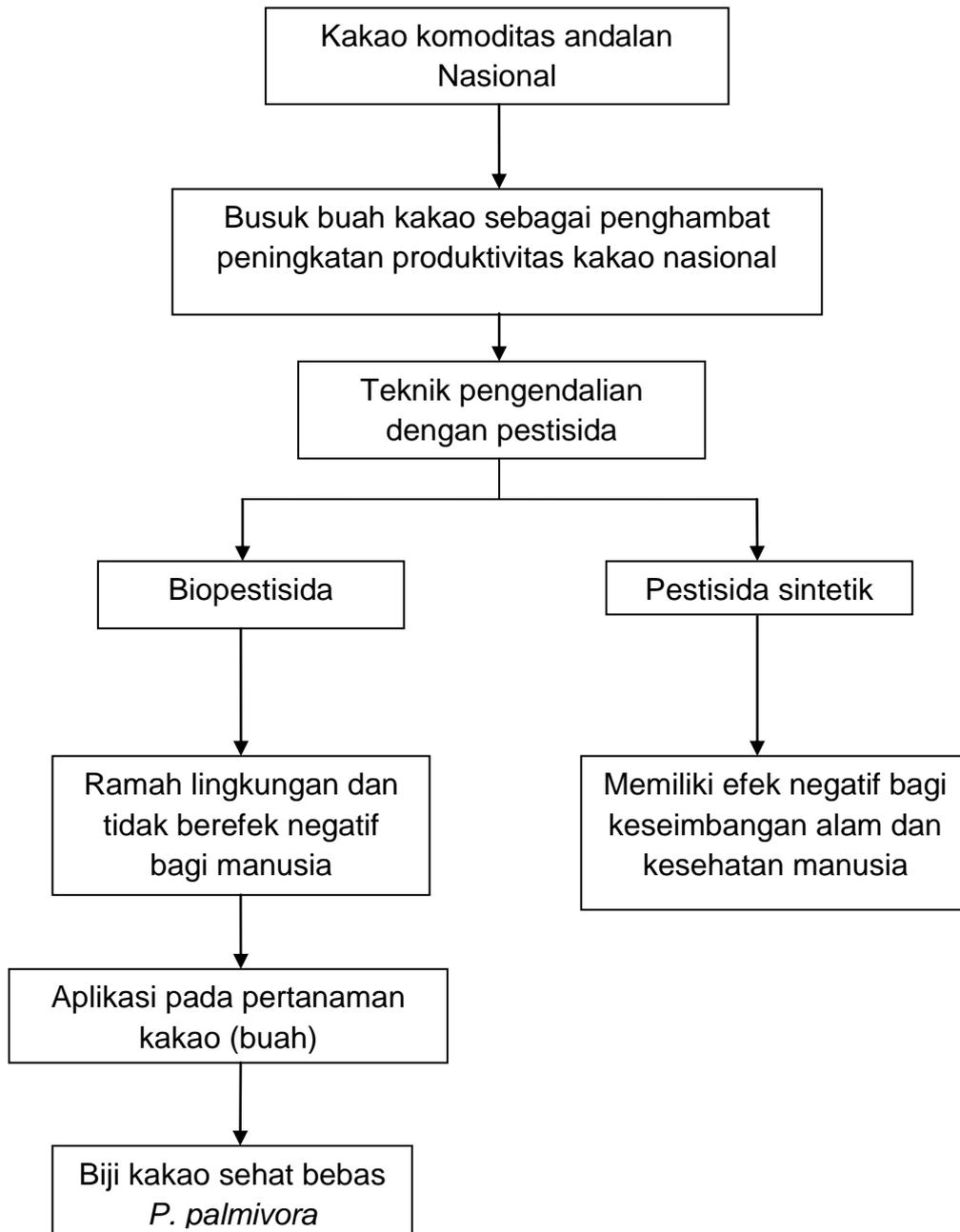
Busuk buah yang disebabkan oleh *P. palmivora* selalu muncul pada semua area pertanaman kakao di dunia. Penurunan produksi karena patogen *Phytophthora palmivora* bervariasi pada setiap negara dengan kisaran 20 – 80 %. Patogen ini juga mematikan hingga 10 % pohon kakao setiap tahunnya (Guest, 2007). Di Indonesia, kerugian akibat serangan *P. palmivora* berkisar antara 32,60 % - 52,99 %, dengan tingkat serangan

yang berbeda pada setiap daerah. Intensitas penyakit ini berkisar 25 – 50 % pada musim kemarau dan dapat mencapai 60 % pada musim hujan. Penurunan hasil akibat penyakit busuk buah dapat mencapai 45,5 % (Prawirosoemardjo dan Purwantara, 1992). *Phytohthora palmivora* yang menginfeksi buah merupakan elemen penting yang menyebabkan kerugian ekonomi langsung, utamanya pada negara-negara penghasil kakao dunia (Gregory, 1974).

Sumber inokulumnya adalah miselia, sporangia, zoospora, dan klamidospora yang berada di dalam tanah, buah kering yang sebelumnya sudah terinfeksi, kelopak bunga, daun, batang, bibit kakao, akar, serta kulit pohon kakao dan tanaman pelindung. Tanaman penutup tanah dapat mencegah spora mencapai tanah dan membantu mengacaukan siklus normal penyakit busuk buah tersebut.

Buah kakao yang terinfeksi membentuk bercak yang tembus cahaya sekitar 2 hari setelah infeksi awal. Bercak ini berkembang menjadi bidang kecil yang berwarna coklat, yang akhirnya menyebar ke seluruh permukaan buah dan berubah menjadi hitam. Sporulasi pada area buah yang terinfeksi, terlihat seperti buah yang berdebu berwarna putih atau kuning pada permukaan buah yang berwarna hitam. Biji kakao terinfeksi setelah ± 15 hari dan tidak dapat dipanen, kecuali langsung dipisahkan dari kulitnya saat berumur hampir masak. *P. palmivora* menyebar lebih cepat pada tingkat kelembaban tinggi (Willson, 1999).

E. Kerangka Konseptual



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Ekstraksi Tanaman

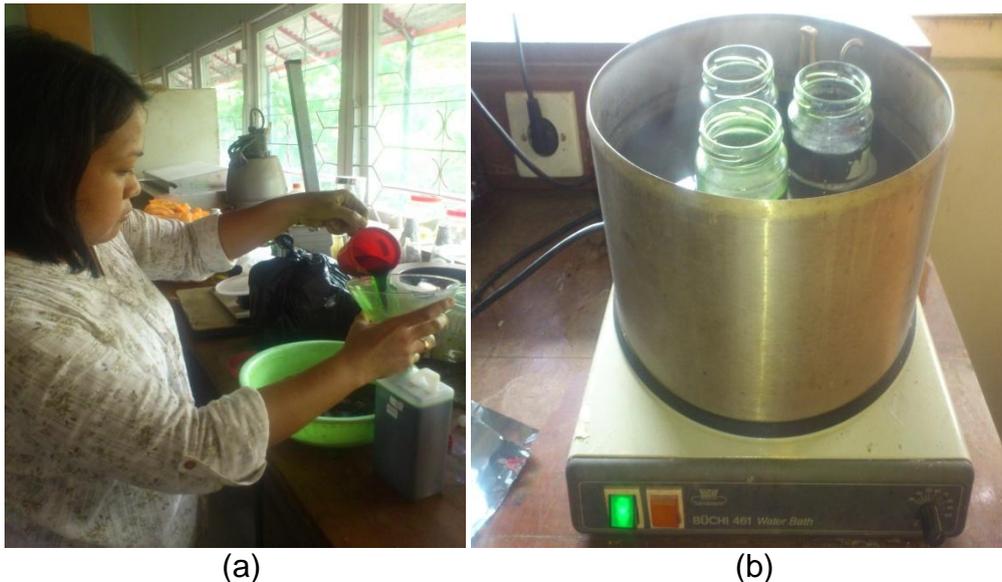


Gambar 4. Ekstrak *C. odorata*, ekstrak *A. conyzoides*, dan ekstrak *C. cujete*.

Mengumpulkan daun *Ageratum conyzoides* Linn., *Chromolaena odorata* (Linn.), dan buah *Crescentia cujete* (Linn.) Corr. yang sehat, kemudian dilakukan uji laboratorium dengan mengekstraksi bahan tumbuhan di laboratorium bahan alami tanaman dan pestisida, jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Ekstraksi pertama dilakukan dengan cara fermentasi. Daun *A. conyzoides*, dan daun *C. odorata* dicuci bersih, sedangkan isi buah *C.*

cujete yang sudah tua, dikeluarkan dan ditampung dalam wadah kaca. 50 g bahan ekstrak tanaman dicampurkan dengan 1 L air ditambah dengan 20 mL *molasses*, kemudian dibiarkan selama 10 hari di dalam wadah tertutup rapat. Ekstrak disaring dan dibiarkan lagi dalam wadah tersebut.



Gambar 5. Proses ekstraksi tanaman. (a) Penyaringan larutan ekstrak murni dengan metanol. (b) Penguapan pelarut metanol menggunakan *water bath*.

Ekstraksi kedua dilakukan dengan tujuan memperoleh ekstrak kasar (*crude extract*) dari tanaman tersebut. Daun tanaman *A. conyzoides* dan *C. odorata* diambil sebanyak 2 kg, dicuci, kemudian dikeringanginkan selama 3-4 hari untuk mengurangi kadar air dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Daun tanaman tersebut kemudian dihancurkan dengan blender dan direndam dengan larutan metanol teknis. Setelah 7 hari perendaman, larutan disaring untuk memisahkan larutan dan bahan tanaman (Gambar 5a). Larutan yang telah disaring kemudian diuapkan pelarutnya dengan menggunakan *water bath* hingga diperoleh ekstrak

kasar (Gambar 5b). Pengaturan suhu pada *water bath* agar tidak menurunkan kandungan senyawa-senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam larutan yaitu pada suhu 64,6°C (Anonim, 2006). Suhu tersebut merupakan titik didih metanol yang masih berada pada interval suhu pemanasan ekstrak yaitu 30 hingga 100°C (Sukrasno et. al., 2010). Ekstrak kasar yang telah berbentuk pasta disimpan dalam tabung reaksi dan ditutup dengan *aluminium foil* untuk mencegah terjadinya penguapan ekstrak, lalu disimpan dalam lemari pendingin sebelum diaplikasikan. Ekstraksi ini sulit untuk dilakukan pada buah *C. cujete* karena tingginya kadar air isi buah tersebut.



Gambar 6. Proses pembuatan ekstrak kasar berbentuk bubuk. (a) Ekstrak kasar berbentuk pasta. (b) Bubuk kaolin. (c) Ekstrak kasar dengan metanol dan bubuk kaolin.

Ekstrak kasar yang telah berbentuk pasta (Gambar 6a) ditimbang dan diambil 5 g yang kemudian dilarutkan dengan pelarut metanol sebanyak 95 ml (5%) dan diaduk rata. Larutan metanol teknis yang mengandung ekstrak kasar tersebut dicampurkan dengan bubuk kaolin (Gambar 6b & 6c) sebanyak 95 g lalu diaduk rata sehingga diperoleh



Gambar 7. Pengenceran ekstrak.
and Patil, 2009).

konsentrasi 5%. Adonan tersebut kemudian dikeringanginkan untuk mengeliminasi kandungan metanol teknisnya, sehingga diperoleh bubuk kaolin yang hanya mengandung ekstrak kasar tanaman (Sjam, 2012; Yankanchi

B. Isolasi Cendawan

Cendawan yang terkandung dalam larutan ekstrak, diperbanyak pada media. Mikroba yang ditemukan akan diuji di lapangan untuk pengendalian *Phytophthora palmivora*.

Pembuatan media dilakukan untuk pertumbuhan cendawan yang didapatkan dari ekstrak tanaman. Media yang digunakan dalam proses menumbuhkan mikroba dalam penelitian ini adalah media PDA.

Pembuatan media PDA dilakukan dengan mencampur 200 gr kentang yang dipotong kecil-kecil, 20 gr gula pasir, 17 gr agar-agar, dan 1000 mL aquades. Cara membuatnya yaitu dengan memasak kentang dengan aquades hingga mendidih, kemudian ekstrak dipisahkan dari kentang melalui penyaringan. Ekstrak tersebut dicampur dengan gula dan agar-agar dalam Erlenmeyer, kemudian dipanaskan sampai mendidih. Media siap diautoklaf.

Cendawan dari ekstrak tanaman kemudian diisolasi. Isolasi dilakukan melalui proses pengenceran terlebih dahulu (Gambar 7), dengan mengambil sampel 1 mL kemudian diencerkan dengan 9 mL aquades di dalam tabung reaksi sampai pada tingkat pengenceran yang diinginkan. Suspensi dari tingkat keenceran yang diinginkan tersebut kemudian diinkubasikan pada suhu ruang selama 3 hari. Koloni cendawan yang menunjukkan morfologi koloni yang berbeda kemudian dipisahkan ke dalam media PDA yang baru. Dilakukan identifikasi menurut Barnett dan Hunter (1972).

C. Uji Laboratorium

Uji laboratorium cendawan dari ekstrak tanaman dilakukan untuk membandingkan toksisitas masing-masing cendawan yang diisolasi dari ekstrak dengan ekstrak itu sendiri. Uji ini dilaksanakan di laboratorium bahan alami tanaman dan pestisida, jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Uji laboratorium dilakukan dengan mengaplikasikan masing-masing cendawan yang dimurnikan dari hasil fermentasi ekstrak tumbuhan terhadap buah sehat yang diinokulasikan *P. palmivora* dan dilakukan untuk melihat daya hambat ekstrak tumbuhan dan cendawan yang terkandung di dalamnya terhadap *P. palmivora*. Uji laboratorium tersebut menggunakan Rancangan Acak Lengkap (Steel and Torrie, 1982) yang masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan, dengan jumlah sampel masing-masing 2

buah. Kulit buah kakao yang terserang *P. palmivora* dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter 7 mm, demikian juga dengan buah yang sehat diambil kulitnya dengan bentuk dan ukuran sesuai buah kakao yang sakit tadi (Gambar 8). Buah kakao sehat diolesi masing-masing dengan larutan fermentasi ekstrak tumbuhan dan larutan isolat cendawannya (konsentrasi 5 g dalam 95 ml aquades), dengan perlakuan :

Ko = kontrol (tanpa aplikasi)

Ch = ekstrak *C. odorata*

Ag = ekstrak *A. conyzoides*

Cr = ekstrak *C. cujete*

Ch₁ = isolat 1 yang diisolasi dari ekstrak *C. odorata*

Ch₂ = isolat 2 yang diisolasi dari ekstrak *C. odorata*

Cr₃ = isolat 3 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete*

Cr₄ = isolat 4 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete*

Cr₅ = isolat 5 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete*



Gambar 8. Uji laboratorium

Larutan yang akan diaplikasikan dicampurkan dengan CMC sebanyak 7% (7 gr dalam 93 ml aquades). Kulit kakao yang sakit kemudian ditempelkan pada kulit buah kakao yang sudah dilubangi. Perlakuan diaplikasikan dan dilakukan pengamatan selama 3 - 7 hari terhadap perkembangan *P. palmivora* pada buah kakao sehat.

Untuk menghitung intensitas serangan *Phytophthora palmivora*, dilakukan pengamatan satu hingga tujuh hari setelah inokulasi (hsi). Pengamatan luas bercak pada permukaan buah kakao diuji menggunakan rumus :

$$L = 3,14 \times \{(p+l) / 4\}^2$$

dimana : L = luas bercak

p = panjang

l = lebar (Rubiyo *et. al.*, 2010).

D. Uji Lapangan

Pengujian ekstrak tanaman dilakukan pada pertanaman kakao milik petani (kelompok tani Pattalassang II) seluas 1 Ha, dengan jarak tanam 3 x 3 m. Percobaan dilakukan dengan Rancangan Petak Terpisah (Steel and Torrie, 1982). Perlakuan terdiri dari 4 perlakuan produk ekstrak tanaman sebagai petak utama dengan 4 jenis aplikasi konsentrasi sebagai subpetak dan terdiri dari 3 ulangan. Setiap ulangan terdapat semua perlakuan yang ditentukan secara acak. Setiap ulangan terdiri dari 4 pohon sampel dan dipilih buah sebanyak 5 buah per pohon.

Penyemprotan menggunakan sprayer dengan volume semprot 1500 ml. Aplikasi dilakukan pada semua buah dalam satu pohon, dengan cara penyemprotan terarah ke buah. Buah sampel yang berukuran 8 – 10 cm (pentil) diberi tanda dengan tali rafia merah, sedangkan buah dewasa diberi tanda dengan tali rafia berwarna kuning. Penyemprotan dilakukan pada semua buah kakao termasuk buah yang ditandai dengan interval waktu 10 hari dengan frekuensi aplikasi 5 kali.

Perlakuan :

1. Ko : tanpa aplikasi biopestisida
2. A_P : ekstrak kasar *A. conyzoides* dengan konsentrasi 0,5% (0,5 g dalam 99,5 ml air).
3. A_Q : ekstrak kasar *A. conyzoides* dengan konsentrasi 2% (2 g dalam 98 ml air).
4. A_R : ekstrak kasar *A. conyzoides* dengan konsentrasi 3,5% (3,5 g dalam 96,5 ml air).
5. A_S : ekstrak kasar *A. conyzoides* dengan konsentrasi 5% (5 g dalam 95 ml air).
6. B_P : ekstrak *A. conyzoides* dengan konsentrasi 0,5% (0,5 ml dalam 99,5 ml air).
7. B_Q : ekstrak *A. conyzoides* dengan konsentrasi 2% (2 ml dalam 98 ml air).
8. B_R : ekstrak *A. conyzoides* dengan konsentrasi 3,5% (3,5 ml dalam 96,5 ml air).

9. B_S : ekstrak *A. conyzoides* dengan konsentrasi 5% (5 ml dalam 95 ml air).
10. C_P : ekstrak *C. cujete* dengan konsentrasi 0,5% (0,5 ml dalam 99,5 ml air).
11. C_Q : ekstrak *C. cujete* dengan konsentrasi 2% (2 ml dalam 98 ml air).
12. C_R : ekstrak *C. cujete* dengan konsentrasi 3,5% (3,5 ml dalam 96,5 ml air).
13. C_S : ekstrak *C. cujete* dengan konsentrasi 5% (5 ml dalam 95 ml air).

E. Pengamatan dan Analisis Data

1. Perkembangan bercak *P. palmivora*

Untuk menghitung perkembangan bercak *Phytophthora palmivora*, dilakukan pengamatan sekali seminggu. Pengamatan perkembangan bercak (PB) dilakukan dengan cara menghitung jumlah buah terserang dan jumlah seluruh buah yang diamati, kemudian menghitung perkembangan bercak penyakit busuk buah kakao dengan menggunakan rumus:

$$PB = \frac{\Sigma \text{ buah yang terserang}}{\Sigma \text{ buah yang diamati}} \times 100 \%$$

2. Intensitas serangan *P. palmivora*

Untuk menghitung intensitas serangan *Phytophthora palmivora*, dilakukan pengamatan sekali seminggu. Cara menghitung intensitas serangan penyakit busuk buah kakao adalah dengan memberi skoring pada buah yang diamati berdasarkan skala sebagai berikut :

Tabel 5. Skala kerusakan buah kakao yang terserang *P. palmivora*

Nilai Skala	Tingkat kerusakan buah (%)
0	Tidak ada gejala serangan (sehat)
1	> 0 – 25 (ringan)
2	> 25 – 50 (sedang)
3	> 50 – 75 (berat)
4	> 75 (sangat berat)

Untuk menghitung intensitas serangannya, maka hasil pengamatan nilai skala (Tabel 5) disubstitusi ke dalam rumus:

$$IS = \frac{\sum (U \times V)}{ZN} \times 100 \%$$

dimana:

IS = intensitas serangan

U = jumlah buah yang terserang untuk setiap tingkat kerusakan buah

V = nilai skala dari setiap tingkat kerusakan buah

Z = nilai skala tertinggi

N = jumlah buah yang diamati

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi Cendawan

Isolasi cendawan dari ekstrak tanaman yang dianalisis di laboratorium menghasilkan 5 isolat cendawan, yaitu :

- isolat 1 yang diisolasi dari ekstrak *C. odorata*
- isolat 2 yang diisolasi dari ekstrak *C. odorata*
- isolat 3 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete*
- isolat 4 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete*
- isolat 5 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete*

Setelah itu, cendawan tersebut diaplikasikan pada buah kakao sehat yang telah diinokulasi dengan *P. palmivora* untuk uji laboratorium.

Isolat 1 yang diisolasi dari ekstrak *C. odorata* dan isolat 4 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete* merupakan cendawan yang hanya berupa hifa saja (Gambar 9a dan 9b), sedangkan isolat 2 yang diisolasi dari ekstrak *C. odorata*, isolat 3 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete*, dan isolat 5 yang diisolasi dari ekstrak *C. cujete* memiliki spora (Gambar 10a, 10b, dan 10c).



(a)

(b)

Gambar 9. Isolat cendawan tanpa berspora diisolasi dari ekstrak *C. odorata* dan *C. cujete*. (a) Isolat 1 dari ekstrak *C. odorata*. (b) Isolat 4 dari ekstrak *C. cujete*.



(a)

(b)

(c)

Gambar 10. Isolat cendawan berspora diisolasi dari ekstrak *C. odorata* dan *C. cujete*. (a) dan (b) Isolat 3 dan isolat 5 dari ekstrak *C. cujete*. (c) Isolat 2 dari ekstrak *C. odorata*.

B. Uji Laboratorium

Hasil analisis rata-rata luas bercak *P. palmivora* yang diinokulasikan pada buah kakao dan kemudian diberi perlakuan ekstrak tanaman dan isolat cendawan dari ekstrak tanaman di laboratorium mulai 3 sampai dengan 7 hari sesudah inokulasi (hsi) disajikan pada Tabel 6.

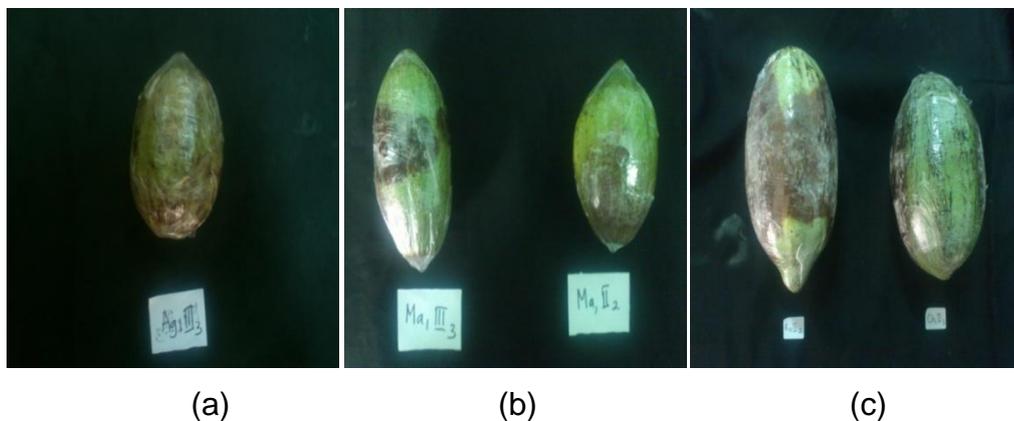
Tabel 6. Rata-rata luas bercak *P. palmivora* yang diberi perlakuan ekstrak tumbuhan dan isolat cendawannya.

Perlakuan	Rata-rata luas bercak <i>P. palmivora</i> (cm ²)				
	3 hsi	4 hsi	5 hsi	6 hsi	7 hsi
Kontrol	81,71 a	188,95 a	285,53 a	328,52 a	371,32 a
<i>C. odorata</i>	29,45 a	64,99 b	122,74 a	197,23 a	303,11 a
<i>A. conyzoides</i>	1,08 b	2,90 d	7,45 c	12,52 b	17,16 b
<i>C. kujete</i>	2,71 b	7,02 c	11,01 b	13,93 b	17,48 b
Cend.isolat 1	66,51 a	219,62 a	294,33 a	328,72 a	395,12 a
Cend.isolat 2	60,82 a	163,03 ab	228,19 a	276,72 a	359,46 a
Cend.isolat 3	76,54 a	175,30 a	319,11 a	344,75 a	382,85 a
Cend.isolat 4	88,07 a	105,46 ab	187,08 a	253,02 a	346,21 a
Cend.isolat 5	59,24 a	120,41 ab	228,21 a	293,84 a	363,46 a

Keterangan: - angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.
 - analisis data setelah ditransformasi dengan log x.

Pada Tabel 6, perlakuan ekstrak *A. conyzoides* dan *C. kujete* nilai rata-rata luas bercaknya berbeda nyata dengan kontrol mulai pada 3 hari setelah inokulasi (hsi), sedangkan perlakuan cendawan isolat 1 sampai dengan isolat 5 tidak berbeda nyata dengan kontrol. Berbeda dengan 3 hsi, pada 4 hsi terlihat bahwa ketiga perlakuan ekstrak yaitu ekstrak *C. odorata*, ekstrak *C. kujete*, dan ekstrak *A. conyzoides* berbeda nyata dengan kontrol. Ekstrak *A. conyzoides* paling baik menekan perkembangan *P. palmivora*, diikuti oleh ekstrak *C. kujete* kemudian ekstrak *C. odorata*. Sedangkan kelima isolat cendawan tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pada 5 hsi, ekstrak *A. conyzoides* masih merupakan ekstrak yang paling baik menekan perkembangan bercak *P. palmivora* diikuti oleh ekstrak *C. kujete*. Ekstrak *C. odorata* dan kelima isolat cendawan tidak berbeda nyata dengan kontrol. Perbandingan perkembangan bercak *P. palmivora* pada buah kakao dapat dilihat pada

Gambar 11. Pada 6 hsi dan 7 hsi, ekstrak *A. conyzoides* dan *C. cujete* berbeda nyata dengan kontrol serta memiliki kemampuan yang sama dalam menekan perkembangan bercak *P. palmivora*. Perlakuan ekstrak *C. odorata* dan perlakuan 5 isolat cendawan tidak berbeda nyata dengan kontrol.



Gambar 11. Perbandingan luas bercak *P. palmivora* 5 hsi. (a) diaplikasikan ekstrak *A. conyzoides*, (b) diaplikasikan ekstrak *C. cujete*, dan (c) diaplikasikan ekstrak *C. odorata*.

Berdasarkan grafik analisis regresi ekstrak *C. odorata*, *A. conyzoides*, dan *C. cujete* yang dibandingkan dengan kontrol (Gambar 12), dapat terlihat bahwa dari ketiga ekstrak tumbuhan tersebut, yang memiliki daya hambat paling tinggi berdasarkan nilai koefisien regresinya adalah ekstrak *A. conyzoides*, kemudian ekstrak *C. cujete*, dan terakhir ekstrak *C. odorata*.

Tingginya daya hambat *A. conyzoides* kemungkinan disebabkan oleh daya hambat alkaloid (pyrrolizidinic alkaloids), saponin, steroid (stigmasterol dan β -sitosterol) (Kamboj and Saluja, 2011), tannin dan

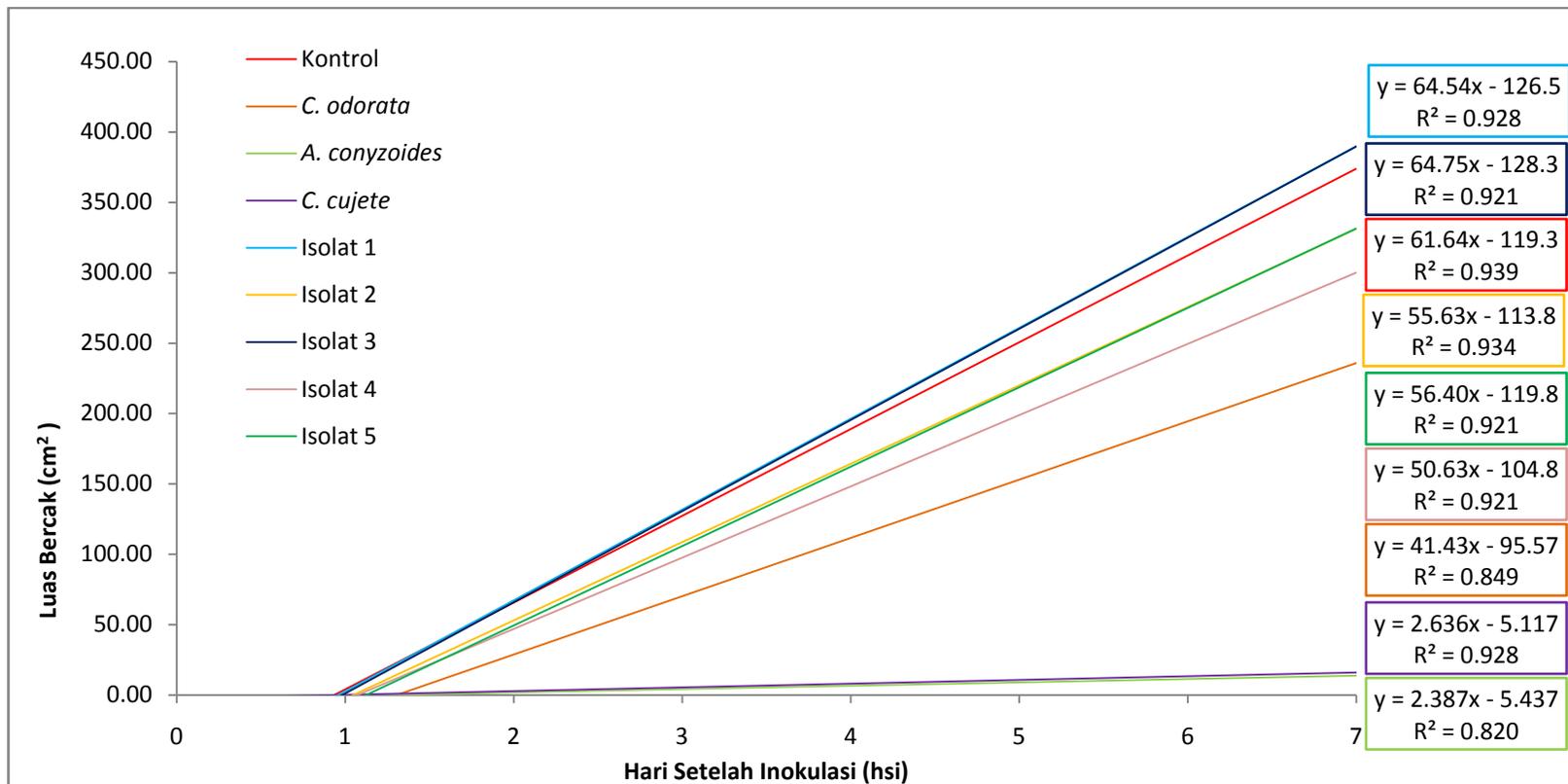
flavonoid (hexamethoxyflavone; ageconyflavones A, B, dan C) yang bersifat sebagai pengatur fungsi kekebalan dan ketahanan terhadap patogen yang sangat efektif, mengingat dari hasil pengenceran tidak terdapat cendawan dari ekstrak tersebut yang tumbuh. Senyawa alkaloid yang terkandung pada *A. conyzoides* adalah lycopsamine dan echinatine yang merupakan dua isomerik pyrroizidine alkaloids (PAs). Senyawa ini bersifat racun dan merupakan metabolit sekunder yang digunakan sebagai pertahanan terhadap serangga herbivora. Salah satu senyawa kimia yang terkandung pada *A. conyzoides* yang tidak dimiliki dua tanaman lainnya adalah *coumarin*. Senyawa ini ternyata juga efektif menghambat aktivitas mikroba, utamanya coumarin siklik (furanocoumarins dan pyranocoumarins). Percobaan yang dilakukan oleh Ojala (2001) dengan menggunakan metode difusi wadah berlubang menunjukkan bahwa *coumarin* yang juga terkandung dalam *A. conyzoides* diklasifikasikan sebagai penghambat pertumbuhan mikroba.

Ekstrak *C. cujete* juga efektif dalam pengendalian *P. palmivora* karena senyawa kimia yang terkandung dalam tumbuhan tersebut membantu menyediakan sumber energi bagi mikroba untuk meningkatkan kemampuannya dalam menghambat perkembangan *P. palmivora*. Flavonoid yang terkandung pada buah juga merupakan antioksidan yang melindungi sel-sel buah kakao dari kerusakan (Ejelonu *et. al.*, 2011). *C. odorata* dapat menghambat perkembangan *P. palmivora*, tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini kemungkinan disebabkan karena

senyawa volatilnya mudah menguap. Apabila pengaplikasian dilakukan sesegera mungkin, maka senyawa volatil yang ada pada tanaman tidak efektif menstimulasi kerja mikroba yang dapat membantu penghambatan *P. palmivora*.

Perlakuan 5 isolat cendawan tidak berbeda nyata dengan kontrol dapat disebabkan oleh pengukuran konsentrasi yang diaplikasikan pada buah kakao belum sesuai. Kelima isolat cendawan tersebut ada yang memiliki spora dan ada yang tidak memiliki spora (Gambar 9 dan 10). Hal ini menyebabkan adanya perbedaan daya hambat masing-masing isolat cendawan terhadap *P. palmivora*. Konsentrasi kelima isolat cendawan yang diaplikasikan pada *P. palmivora* dalam penelitian ini adalah seragam (5%), padahal bisa saja masing-masing isolat cendawan memiliki daya hambat berbeda-beda pada berbagai variasi tingkatan konsentrasi masing-masing isolat cendawan karena adanya perbedaan morfologi.

Walaupun perlakuan 5 isolat cendawan tidak memberikan hasil yang signifikan, tetapi berdasarkan koefisien regresi pada Gambar 12, dapat diuraikan bahwa daya hambat tertinggi terdapat pada cendawan isolat 4 dari ekstrak *C. cujete*. Isolat cendawan ini paling tinggi daya hambatnya terhadap pertambahan luas bercak *P. palmivora* di antara 4 isolat cendawan lainnya yaitu dengan nilai koefisien regresi 58,43. Hal ini diduga karena senyawa-senyawa aktif yang terkandung di dalam *C. cujete* bekerja sama sehingga mampu menstimulasi mikroba untuk menghambat perkembangan *P. palmivora* secara optimal (Adejumo, T., 2000).



Gambar 12. Daya hambat ekstrak tumbuhan dan lima isolat cendawannya terhadap luas bercak *P. palmivora* pada buah kakao. Perlakuan yang diaplikasikan: ekstrak *C. odorata*, ekstrak *A. conyzoides*, ekstrak *C. cujete*, isolat cendawan 1 dari ekstrak *C. odorata*, isolat cendawan 2 dari ekstrak *C. odorata*, isolat cendawan 3 dari ekstrak *C. cujete*, isolat cendawan 4 dari ekstrak *C. cujete*, dan isolat cendawan 5 dari ekstrak *C. cujete*.

Inokulasi cendawan yang diisolasi dari ketiga ekstrak tanaman tersebut tidak bekerja seefektif ekstrak itu sendiri. Hal ini disebabkan oleh adanya kerja sama antar mikroorganisme yang terkandung di dalam ekstrak untuk yang meningkatkan kemampuan menghambat perkembangan luas bercak *P. palmivora* pada buah kakao.

C. Uji Lapangan

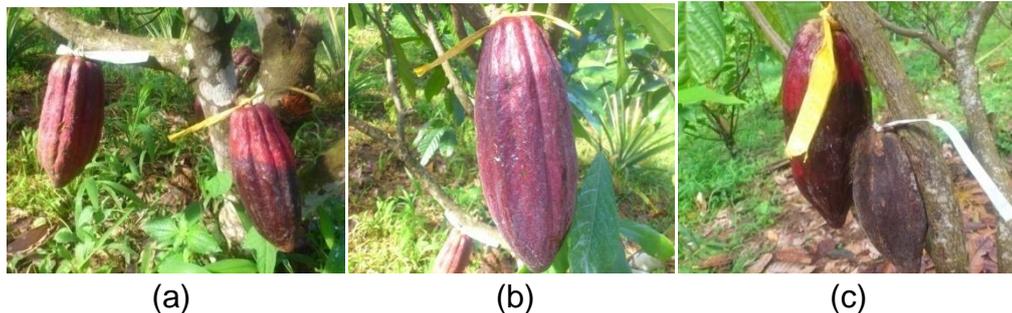
1. Perkembangan Bercak *P. palmivora*

Hasil analisis rata-rata perkembangan bercak *P. palmivora* pada Tabel 7 menunjukkan pada awal pengamatan, tidak terdapat pengaruh aplikasi biopestisida terhadap jumlah buah yang terserang. Daya hambat ketiga jenis biopestisida belum terlihat pada pengamatan minggu pertama sampai dengan ketiga. Hasil pengamatan minggu ke-4 menunjukkan adanya daya hambat ketiga jenis biopestisida terhadap perkembangan bercak *P. palmivora*. Ekstrak kasar *A. conyzoides* dengan nilai rata-rata 7,01; ekstrak *A. conyzoides* dengan nilai rata-rata 9,85; dan ekstrak *C. cujete* dengan nilai rata-rata 8,24 berbeda nyata dengan tanaman kontrol yang nilai rata-ratanya 31,28. Pada pengamatan minggu ke-5, ke-6, dan ke-7 secara umum menunjukkan konsistensi pengaruh yang nyata dari daya hambat ekstrak kasar *A. conyzoides*, ekstrak *C. cujete*, dan ekstrak *A. conyzoides* terhadap perkembangan bercak *P. palmivora*. Pada ekstrak kasar *A. conyzoides*, senyawa fitokimia, seperti: alkaloid, flavonoid, tannin, steroid, dan HCN sangat berperan dalam menghambat

perkembangan bercak *P. palmivora*, karena senyawa-senyawa tersebut mendukung fungsi kekebalan dan ketahanan *A. conyzoides* (Javed and Bashir, 2012). Selain berfungsi sebagai *feeding deterrent* predator, beberapa senyawa fitokimia seperti saponin, tannin, steroid, dan flavonoid juga berfungsi sebagai anticendawan, antibakteri, maupun antivirus.

Ekstrak *C. cujete*, selain senyawa fitokimia yang terkandung di dalamnya, terdapat juga mikroba menguntungkan akibat adanya proses fermentasi. Dengan komposisi buah *C. cujete* yang sangat kaya dan beragam, baik itu kandungan serat, protein, lemak, karbohidrat, gula, dan mineral sangat membantu distribusi nutrisi bagi mikroba menguntungkan dengan adanya proses fermentasi buah *C. cujete*.

Gambar 13 memberikan perbandingan antara buah kakao sehat yang diaplikasikan ekstrak kasar *A. conyzoides* dengan buah sakit yang juga diaplikasikan ekstrak kasar *A. conyzoides* dalam satu pohon. Pada Gambar 13b terlihat adanya lapisan berwarna putih yang melindungi kulit buah kakao sehat.



Gambar 13. Perbandingan buah kakao yang diaplikasikan ekstrak kasar daun *A. conyzoides* dengan buah kakao yang tidak diaplikasikan biopestisida. (a) Buah kakao yang terinfeksi *P. palmivora* diaplikasikan ekstrak kasar daun *A. conyzoides*, tidak menginfeksi buah sehat dalam satu pohon. (b) Buah kakao sehat yang diaplikasikan ekstrak kasar daun *A. conyzoides*. (c) Buah kakao yang terinfeksi *P. palmivora* pada pohon kontrol.

Hasil analisis perlakuan tingkat konsentrasi ketiga jenis biopestisida pengamatan ke-1 sampai dengan pengamatan ke-7 menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi tidak mempengaruhi perkembangan bercak *P. palmivora* (Tabel 8). Berdasarkan Tabel Sidik Ragam (Lampiran 6 - 12), menunjukkan interaksi antara jenis biopestisida dengan konsentrasi tidak signifikan. Ini berarti, jenis biopestisida dan konsentrasinya tidak saling mempengaruhi. Daya hambat biopestisida tersebut ditentukan oleh jenis biopestisidanya saja.

Gambar 14a menggambarkan perlakuan biopestisida ekstrak kasar *A. conyzoides* dengan konsentrasi 5% paling efektif menghambat *P. palmivora*. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Javed and Bashir (2012) yang menyimpulkan bahwa ekstrak metanolik daun *A. conyzoides* dapat menghambat peningkatan biomassa *F. solani* pada konsentrasi maksimum, yaitu 6%.

Daya hambat ekstrak *A. conyzoides* dengan konsentrasi 3,5% memiliki daya hambat paling baik, disusul konsentrasi 2%, kemudian 0,5% dan akhirnya 5%. Penelitian yang dilakukan Javed and Bashier (2012) menunjukkan, semakin tinggi konsentrasi ekstrak akuades *A. conyzoides*, maka akan semakin efektif menekan *F. solani*. Hal ini berbeda dengan Gambar 14b dimana ekstrak *A. conyzoides* memiliki daya hambat paling baik pada 3,5%. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya sedikit perbedaan jenis ekstrak. Ekstrak yang dibuat pada penelitian Javed and Bashier (2012) adalah ekstrak dengan akuades, sedangkan pada penelitian ini menggunakan ekstrak fermentasi yang diberi tambahan *molasses* sebagai nutrisi bagi mikroba yang menguntungkan. Pada konsentrasi 5% dengan adanya mikroba pada ekstrak *A. conyzoides*, maka ekstrak menjadi toksik dan menurunkan daya hambat ekstrak tersebut.

Untuk biopestisida ekstrak *C. cujete*, daya hambat terbesar bagi *P. palmivora* yaitu pada konsentrasi 2%. Pada konsentrasi ini, biopestisida ekstrak buah *C. cujete* sudah dapat bekerja dengan baik menghambat perkembangan bercak *P. palmivora*. Ini berarti pada konsentrasi 2% senyawa fitokimia tannin, saponin, alkaloid, flavanoid, anthraquinon, cardenolida, dan HCN yang terkandung dalam buah *C. cujete* bersama mikroba menguntungkan hasil proses fermentasi sudah dapat digunakan untuk menghambat perkembangan bercak *P. palmivora*.

Tabel 7. Rata-rata daya hambat jenis biopestisida terhadap perkembangan bercak *P. palmivora* dengan uji lanjut t.

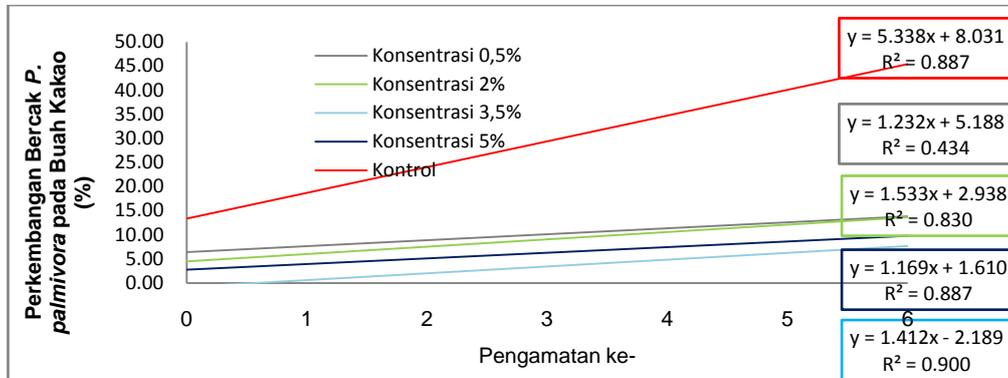
Perlakuan Jenis Biopestisida (a)	Pengamatan ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
Kontrol (Ko)	7,71 a	21,61 a	26,25 a	31,28 a	39,76 a	34,98 a	44,12 a
Ekstrak kasar daun <i>A. conyzoides</i> (A)	3,05 a	5,13 a	6,10 a	7,01 b	8,93 b	10,09 b	11,76 b
Ekstrak daun <i>A. conyzoides</i> (B)	4,58 a	5,92 a	7,17 a	9,85 b	14,26 b	13,78 b	19,55 b
Ekstrak buah <i>C. cujete</i> (C)	5,70 a	5,75 a	5,95 a	8,24 b	5,88 b	12,64 b	15,08 b

Keterangan :- angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%
 - analisis data setelah ditransformasi dengan arcsin

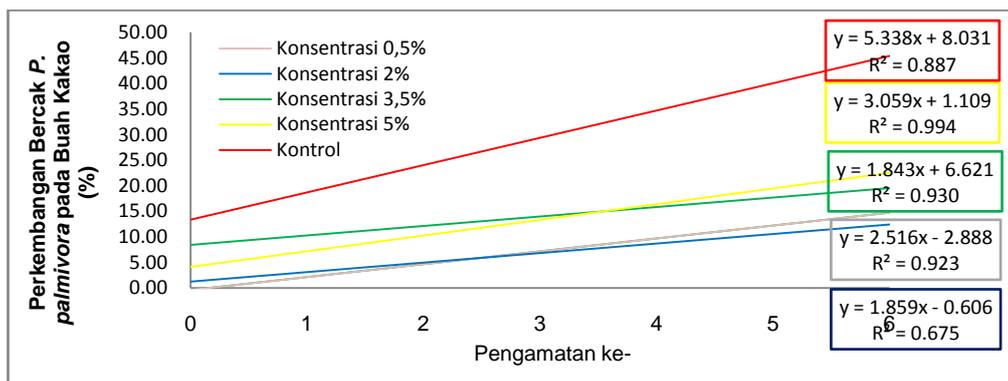
Tabel 8. Rata-rata daya hambat konsentrasi biopestisida terhadap perkembangan bercak *P. palmivora* dengan uji lanjut t.

Perlakuan Konsentrasi Biopestisida (b)	Pengamatan ke-						
	0	1	2	3	4	5	6
0,5 % (P)	2,52 a	5,38 a	6,71 a	8,51 a	10,64 a	11,32 a	14,85 a
2 % (Q)	5,20 a	5,21 a	4,96 a	6,30 a	6,59 a	9,69 a	13,23 a
3,5 % (R)	5,40 a	5,92 a	6,93 a	9,45 a	10,06 a	13,73 a	16,89 a
5 % (S)	4,65 a	5,88 a	7,03 a	9,20 a	11,47 a	13,94 a	16,88 a

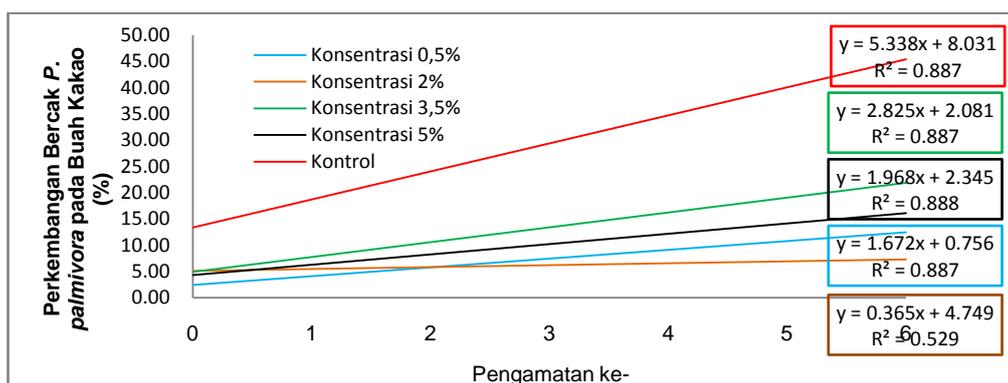
Keterangan :- angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%
 - analisis data setelah ditransformasi dengan arcsin



(a)



(b)



(c)

Gambar 14. Daya hambat tiga jenis biopestisida dengan empat variasi konsentrasi terhadap perkembangan bercak *P. palmivora* pada buah kakao. (a) ekstrak kasar daun *A. conyzoides*. (b) ekstrak daun *A. conyzoides* dan (c) ekstrak buah *C. cujete*.

2. Intensitas serangan *P. palmivora*

Hasil analisis rata-rata intensitas serangan *P. palmivora*, dua pengamatan awal menunjukkan daya hambat ketiga jenis biopestisida terhadap intensitas serangan *P. palmivora* belum terlihat. Pada pengamatan minggu ke-3 mulai terlihat adanya perbedaan intensitas serangan yang nyata antara tanaman kontrol dengan tanaman yang diaplikasikan ketiga jenis biopestisida. Seperti yang diuraikan pada Tabel 8, nilai rata-rata intensitas serangan tanaman kontrol 22,50 pada pengamatan ke-3 berbeda nyata dengan nilai rata-rata intensitas serangan tanaman kakao yang diberi perlakuan biopestisida dari ekstrak kasar daun *A. conyzoides* yaitu 4,38. Kemudian nilai rata-rata intensitas serangan ekstrak *A. conyzoides* sebesar 6,25 dan nilai rata-rata intensitas serangan ekstrak buah *C. cujete* sebesar 5,63 juga berbeda nyata dengan nilai rata-rata intensitas serangan tanaman kakao kontrol yaitu 22,50. Dengan demikian ekstrak kasar *A. conyzoides*, ekstrak *A. conyzoides*, dan ekstrak *C. cujete* memiliki daya hambat yang baik terhadap intensitas serangan *P. palmivora*. Hal ini tentu saja sangat dipengaruhi oleh kandungan senyawa fitokimia ketiga jenis biopestisida tersebut. Alkaloid, tannin, saponin, flavonoid, dan HCN yang berfungsi sebagai antimikroba, anticendawan, dan mendukung kekebalan serta ketahanan tumbuhan yang digunakan sebagai bahan biopestisida. Selain itu, ekstrak *C. cujete* lebih berperan sebagai suplier nutrisi bagi tanaman karena dalam bentuk ekstrak, *C. cujete* mengandung asam organik yang bermanfaat bagi

pertumbuhan dan daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit. Selain itu, mikroorganisme efektif yang terbentuk di dalam ekstrak membantu pengelolaan senyawa-senyawa berguna bagi tanaman, sehingga tanaman yang belum terinfeksi *P. palmivora* lebih tahan terhadap penyakit tersebut (Jakoni, 2009).

Analisis nilai rata-rata daya hambat konsentrasi biopestisida 0,5%; 2%; 3,5% dan 5% terhadap intensitas serangan *P. palmivora* tidak ada yang menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam menghambat intensitas serangan *P. palmivora*. Tingginya daya hambat biopestisida tersebut hanya dipengaruhi oleh jenisnya, baik itu ekstrak kasar daun *A. conyzoides*, ekstrak daun *A. conyzoides*, atau ekstrak buah *C. cujete*. Konsentrasi masing-masing biopestisida pada Tabel 9 tidak mempengaruhi tingginya daya hambat biopestisida terhadap intensitas serangan *P. palmivora*.

Tabel 9. Rata-rata daya hambat jenis biopestisida terhadap intensitas serangan *P. palmivora* dengan uji lanjut t.

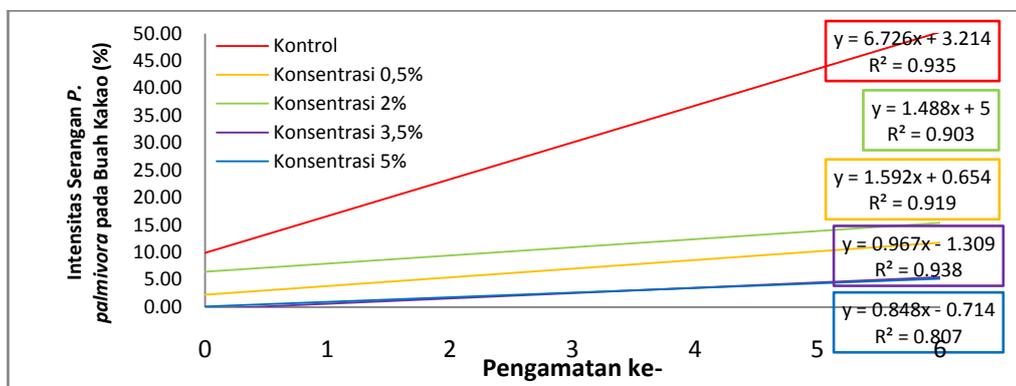
Perlakuan Jenis Biopestisida (a)	Pengamatan ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
Kontrol (Ko)	8,33 a	15,83 a	22,50 a	31,25 a	42,08 a	47,08 a	43,75 a
Ekstrak kasar daun <i>A. conyzoides</i> (A)	1,56 a	3,96 a	4,38 b	5,94 b	7,50 b	8,13 b	9,17 b
Ekstrak daun <i>A. conyzoides</i> (B)	3,13 a	4,38 a	6,25 b	8,44 b	11,25 b	11,88 b	11,67 b
Ekstrak buah <i>C. cujete</i> (C)	2,08 a	4,58 a	5,63 b	8,96 b	12,40 b	13,23 b	14,17 b

Keterangan :- angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%
- analisis data setelah ditransformasi dengan arcsin

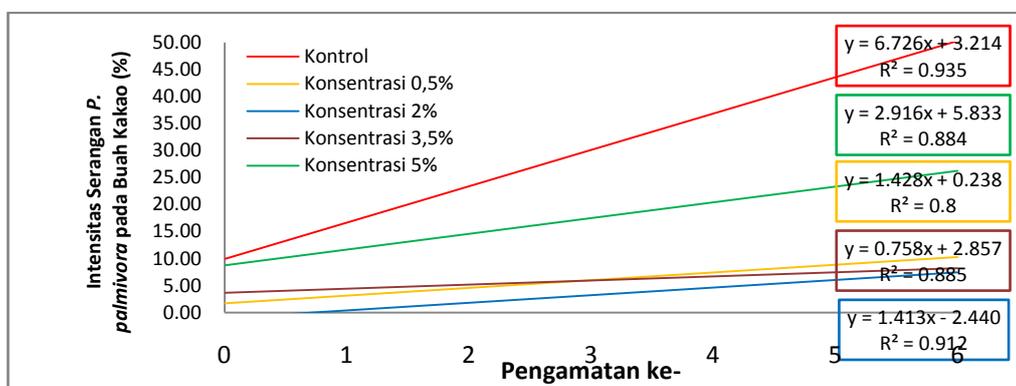
Tabel 10. Rata-rata daya hambat konsentrasi biopestisida terhadap intensitas serangan *P. palmivora* dengan uji lanjut t.

Perlakuan Konsentrasi Biopestisida (b)	Pengamatan ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
0,5 % (P)	0,83 a	3,89 a	4,31 a	5,83 a	9,44 a	9,72 a	9,44 a
2 % (Q)	2,22 a	4,31 a	4,44 a	7,92 a	9,58 a	10,97 a	11,94 a
3,5 % (R)	3,06 a	3,61 a	4,72 a	6,94 a	8,61 a	9,17 a	9,72 a
5 % (S)	2,92 a	5,42 a	8,19 a	10,42 a	13,89 a	14,44 a	15,56 a

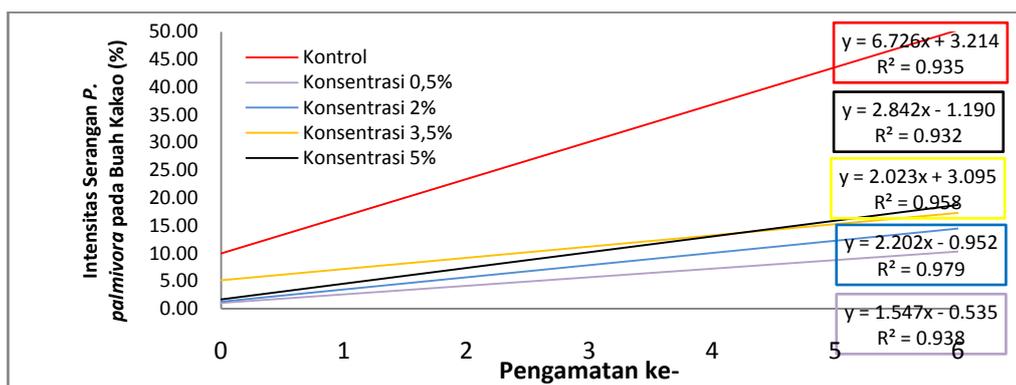
Keterangan :- angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%
- analisis data setelah ditransformasi dengan arcsin



(a)



(b)



(c)

Gambar 15. Daya hambat tiga jenis biopestisida dengan empat variasi konsentrasi terhadap intensitas serangan *P. palmivora* pada buah kakao. (a) ekstrak kasar daun *A. conyzoides*. (b) ekstrak daun *A. conyzoides* dan (c) ekstrak buah *C. cujete*.

Walaupun tidak berbeda nyata dengan analisis secara statistika, tetapi berdasarkan koefisien regresi pada Gambar 15a dapat diuraikan bahwa biopestisida ekstrak kasar *A. conyzoides* berdaya hambat optimal terhadap *P. palmivora* pada konsentrasi 3,5%. Sedangkan pada Gambar 15b dapat diuraikan bahwa biopestisida ekstrak daun *A. conyzoides* bekerja optimal pada konsentrasi 2%. Pada konsentrasi 3,5% daya hambat biopestisida tersebut sudah sangat menurun, bahkan dapat menjadi toksik bagi tanaman kakao tersebut. Sedangkan untuk biopestisida ekstrak buah *C. cujete*, konsentrasi 0,5% daya hambat terhadap *P. palmivora* bekerja optimal, tetapi semakin tinggi konsentrasinya, ekstrak buah *C. cujete* tidak menghambat perkembangan *P. palmivora* pada buah kakao.

Berdasarkan koefisien regresinya, Gambar 15 menunjukkan bahwa biopestisida ekstrak kasar *A. conyzoides* dengan konsentrasi 5%, ekstrak *A. conyzoides* dengan konsentrasi 3,5%, dan ekstrak *C. cujete* dengan konsentrasi 0,5% memiliki daya hambat paling tinggi terhadap intensitas serangan *P. palmivora*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari tiga jenis biopestisida, yaitu ekstrak kasar daun *A. conyzoides*, ekstrak daun *A. conyzoides*, dan ekstrak buah *C. cujete*, ketiga-tiganya efektif dalam menghambat perkembangan bercak dan intensitas serangan *P. palmivora*. Keefektifan ketiga jenis biopestisida tersebut tidak dipengaruhi oleh konsentrasi biopestisida dalam pengaplikasian.

Walaupun hasil analisis statistika konsentrasi tidak berpengaruh terhadap perkembangan bercak dan intensitas serangan *P. palmivora*, tetapi dari analisis regresinya disimpulkan bahwa dari empat tingkat konsentrasi biopestisida yang digunakan, ekstrak kasar *A. conyzoides* bekerja optimal terhadap *P. palmivora* pada konsentrasi 5%, kemudian ekstrak *A. conyzoides* bekerja optimal terhadap *P. palmivora* pada konsentrasi 3,5% dan ekstrak *C. cujete* dengan konsentrasi 0,5%.

Saran

1. Pengendalian *P. palmivora* dapat menggunakan ekstrak kasar daun *A. conyzoides*, ekstrak daun *A. conyzoides*, atau ekstrak buah *C. cujete*.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai dosis optimal untuk pengendalian *P. palmivora* pada buah kakao.
3. Perlu dilakukan penelitian masing-masing isolat cendawan yang diisolasi dari ekstrak tumbuhan dengan perlakuan tingkat konsentrasi.
4. Proses fermentasi bisa dilakukan dalam pembuatan biopestisida untuk memperoleh mikroorganisme berguna bagi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinmoladun, A.C., Ibukun, E.O., and Dan-Ologe, I.A. 2007. Phytochemicals constituents and antioxidant properties of extracts from the leaves of *Chromolaena odorata*. *Scientific Research and Essay*. Vol. **2**(6): 191-194. *Online*. Diakses tanggal 28 Agustus 2013.
- Alimin. 2012. Daun Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) sebagai Insektisida dan Herbisida Nabati. Direktorat Perlindungan Perkebunan.
- Alotaiba, S. and Elsayed, G. 2007. Recent Knowledge about the Relation Between Allelochemicals in Plant and the Insects. *World Journal of Zoology* **2**(1): 01-08.
- Amadi, B.A., Duru, M.K.C., and Agomuo, E.N. 2012. Chemical profiles of leaf, stem, root, and flower of *Ageratum conyzoides*. *Asian Journal of Plant Science and Research* **2**(4): 428-432. *Online*. pelagiaresearchlibrary.com/asian-journal-of-plant-science/vol2-iss4/AJPSR-2012-2-4-428-432.pdf. Diakses tanggal 25 Agustus 2013.
- Anonim, 2005. Market Brief in the European Union for selected natural ingredients derived from native species: *Crescentia cujete*. United Nations Conference on Trade and Development. *Online*. <http://www.biobrade.org/ResourcesPublications/biobradebrief-crescentiacujete.pdf>. Diakses tanggal 15 Februari 2013.
- Anonim, 2006. Technical Information & Safe Handling Guide for Methanol. Version 3.0. Methanex Corporation. Canada.
- Anonim, 2010. Perkembangan Agribisnis Kakao di Indonesia. Laporan Market Intelligence. *Online*. www.datacon.co.id. Diakses tanggal 8 Oktober 2012.
- Anonim, 2012. Produksi Kakao Sulsel Karut-marut. *Online*. <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2012/02/01/03052549>. Diakses tanggal 27 Nopember 2012.
- Assad, M. dan Willis, M. 2012. Kajian Pestisida Nabati yang Efektif Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) pada Tanaman

- Kakao di Sulawesi Selatan. *Suara Perlindungan Tanaman*, **2(2)**:24-34.
- Bajwa, R., Shafique, S., and Shafique S. Evaluation of antifungal activity of aqueous extracts of two asteraceous plant species. *Mycopath* **5(1)**: 29-33.
- Baker, H.G. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. Academic Press, New York.
- Balfas, R dan Willis, M. 2009. Pengaruh Ekstrak Tanaman Obat Terhadap Mortalitas dan Kelangsungan Hidup *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera, Noctuidae). *Bul. Littro*. Vol. **20(2)**: 148-156.
- Barnett, H.L. and B.B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. *3rd Ed.* Burgess Pub. Co.: Minneapolis, U.S.
- Bouda, H., Taponjougou, L.A., Fontem, D.A., and Gumedzoe, M.Y.D. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara*, and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, **37(2)**: 103-109.
- Chakraborty, A.K., Rambhade, S., and Patil, U.K. 2011. *Chromolaena odorata* (L.): An Overview. *Journal of Pharmacy Research*, **4(3)**, 573-576.
- Cui, S., Tan, S., Ouyang, G., Jiang, S., and Pawliszyn, J. 2009. Headspace solid-phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry analysis of *Eupatorium odoratum* extract as an oviposition repellent. *J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed Life Sci.* **877** : 20-21. Online. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Diakses tanggal 29 Nopember 2012.
- Ditjenbun. 1994. Pedomam Pengenalan Pestisida Botani. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Perkebunan, Ditjenbun, Deptan. Jakarta.
- Ditjenbun. 2004. Statistik Perkebunan Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Ejelonu, B.C., Lasisi, A.A., Olaremu, A.G., and Ejelonu, O.C. 2011. The chemical constituents of calabash (*Crescentia cujete*). *African Journal of Biotechnology* Vol. **10(84)**, pp. 19631-19636.

- Facchini, P.J. 2001. Alkaloid Biosynthesis in Plants: Biochemistry, Cell Biology, Molecular Regulation, and Metabolic Engineering Applications. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* **52**: 29-66.
- Firdausil, A.B. dan Hendra, J. 2011. Pengendalian Penyakit Busuk Buah dan Peningkatan Produksi pada Tanaman Kakao. Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi-IV. Bandar Lampung, 29-30 November.
- Goodal, J.M. and Erasmus, D.J. 1996. Review of the status and integrated control of the invasive alien weed, *Chromolaena odorata*, in South Africa. *Agriculture, Ecosystem and Environment* **56**: 151-164.
- Gregory, P.H. 1974. Phytophthora Disease of Cocoa. Longman, London.
- Guest, D. 2007. Black Pod: Diverse pathogens with a global impact on Cocoa yield. *In* Phytophatology. December 2007, Vol. **97**(12): pp 1650 – 1653.
- Hagstrum, D.W. 1996. Integrated Management of Insect in Stored Products. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Ilondu, E.M. 2011. Evaluation of some aqueous plant extracts used in the control of pawpaw fruit (*Carica papaya* L.) rot fungi. *Journal of Applied Bioscience* **37** : 2419-2424.
- Jakoni, R. 2009. Pestisida Nabati. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau. *Online*. digilib.litbang.deptan.go.id/repository/index.php. Diakses tanggal 11 April 2013.
- Javed, S. and Bashir, U. 2012. Antifungal activity of different extracts of *Ageratum conyzoides* for the management of *Fusarium solani*. *African Journal of Biotechnology* Vol. **11**(49): 11022-11029. *Online*. www.academicjournals.org. Diakses tanggal 12 Mei 2013.
- Kadir, A.. 2005. Pengujian Beberapa Minyak Terhadap Peneluran Hama Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen). *Skripsi*. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin.
- Kamboj, A and Saluja, A.K. 2008. *Ageratum conyzoides* L.: A review on its phytochemical and pharmacological profile. *Int. Journal of Green Pharmacy* Vol **2**(2): 59-68. *Online*. <http://www.greenpharmacy.info>. Diakses tanggal 29 Nopember 2012.

- Kamboj, A. and Saluja, A.K. 2011. Isolation of stigmasterol and β -sitosterol from petroleum ether extract of aerial parts of *Ageratum conyzoides* (Asteraceae). *Int. Journ. of Pharmacy and Paharmaceutical Sci.* Vol. 3(1):94-96.
- Kardinan, A. 2011. Penggunaan Pestisida Nabati Sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju sistem Pertanian Organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 4(4): 262-278.
- Kaul, M.L.H. and Neelangini, S. 1989. Male sterility in diploid *Ageratum conyzoides* L. *Cytologia* 54: 445-448.
- Lee, C.T., E.B. Tay, and M. T. Lee. 1995. Mass rearing of TBF. Paper Presented at The Workshop on Recent Advances in The Management of Cocoa Pod Borer (with special reference to TBF), Marco Polo Hotel, Tawau, Sabah, Malaysia. June 29.
- Mahesh, B., M.V. Tejesvi, M.S. Nalini, H.S. Prakash, K.R. Kini, V. Subbiah and H.S. Shetty. 2005. Endophytic mycoflora of inner bark at *Azadirachta indica* A.Juss. *Current Science* Vol. 88, No. 2 (25): 218-219.
- Menn, J.J. and F.R. Hall. 1998. *Biopesticide*. Huamana Press, New Jersey. Pp. 139-153.
- Ming, L.C. 1999. *Ageratum conyzoides*: A Tropical Source of Medicinal and Agricultural Products. *In Perspectives on new crops and new uses*.
- Nurjanani. 2010. Pengkajian Potensi Beberapa Isolat *Trichoderma* spp. dalam Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEJ dan PFJ XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan. Online. <http://www.peipfi-komdasulsel.org/wp-content/uploads/2011/06/448-453-PENGAJIAN-POTENSI-BEBERAPA-Trichod-PEI-Nurjanani.pdf>. diakses tanggal 11 April 2013.
- Ojala, T. 2001. *Biological Screening of Plant Coumarins*. Academic Dissertation. Faculty of Science of the University of Helsinki.
- Oka, I.N. 1995. *Pengendalian Hayati Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Okunade, A. L. 2002. Review *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae). *Fitoterapia* 73: 1-16.

- Pereira, J.L. 1992. Cocoa and its pathogens in the region of origin: A continued risk. *In* Cocoa pest and disease management in Southeast Asia and Australasia. Fao Plant Production and Protection Paper 112.
- Prakash, A. and J. Rao. 1997. Botanical Pesticides in Agriculture. New York: Lewis Publisher.
- Prasad, S., Narayana, K., Jayakumar, K., and Srikanth, K.G. 2005. Phytochemical Analysis of Toxic Plant *Chromolaena odorata* (*Eupatorium odoratum*). *J. of the Indian Society of Toxicology* Vol. **1**(1): 17-19.
- Prawirosoemardjo, S. dan A. Purwantara. 1992. Laju Infeksi dan Intensitas Serangan *Phytophthora palmivora* (Butl.) pada Buah dan Batang pada Beberapa Varietas Kakao. *Menara Perkebunan* **60**: 67-72.
- Prawoto, A. A. 1995. Infestation of Cocoa Pod Borer (*Conopomorpha cramerella* Snell) In Central Sulawesi. Indonesia Coffea and Cocoa Research Institute. *Pelita Perkebunan* **9**(2):79-84.
- Prijono, D., J.I. Sudiar, Irmayetri. 2006. Insecticidal activity of Indonesian Plant Extracts against the Cabbage Head Caterpillar, *Crocidolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera:Pyralidae). *J. ISSAAS* **12** (1): 25 – 34.
- Purwantara, A., Manohara, D., and Warokka, J.S. 2004. Phytophthora Diseases in Indonesia. Prosiding : Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia. Australian Center for International Agricultural Research.
- Putra, M.A.. 2009. Identifikasi Jenis-jenis Mikroba Cendawan yang Terdapat dalam Daun dan Ranting Nimba (*Azadirachta indica* A. Jussieu). *Skripsi*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian. Universitas Hassanuddin, Makassar. *Tidak dipublikasikan*.
- Rachmawati, D. dan E. Korlina. 2009. Pemanfaatan Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur.
- Raja, S.S., Singh, A., and Rao, S. 1987. Effect of *Ageratum conyzoides* on *Chilo partellus* Swinhoe (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Anim. Morphol. Physiol.* **34**(1-2):35-37.

- Rubiyo, Purwantara, A., dan Sudarsono. 2010. Ketahanan 35 Klon Kakao Terhadap Infeksi *Phytophthora palmivora* Butl. Berdasarkan Uji Detached Pod. Jurnal Littri, **16**(4):172-178.
- Saragih, R. 2011. Kakao Indonesia: Optimis Nomor Satu Di Dunia. PBT BBP2TP-Medan. Online. www.ditjenbun.deptan.go.id. Diakses tanggal 8 Oktober 2012.
- Siswanto dan Karmawati, E. 2011. Percepatan Adopsi Teknologi PHT Kakao di Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan.
- Sjam, S. 2003. Observasi, Identifikasi, dan Pengembangan Pestisida Nabati. *Makalah*. Disampaikan pada Kegiatan Pelatihan Petugas POPT/PHP-BTPH Sulawesi Selatan.
- Sjam, S. 2012. Metode Pembuatan Pestisida. Konsultasi. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Sodiq, M. 2000. Pengaruh Pestisida Terhadap Kehidupan Organisme Tanah. *Mapeta Vol. 2 No. 5* :20 – 22.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1982. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. Int. Student Ed. McGraw-Hill Int. Book Company.
- Sukrasno, S., Fidriany, I., Anggadiredja, K., Handayani, W.A., and Anam, K. 2011. Influence of Drying Method on Flavonoid Content of *Cosmos caudatus* (Kunth) Leaves. *Research Journal of Medicinal Plant*, 5 : 189 - 195.
- Temmarola, B dan Sjam, S. 2004. Pengujian Beberapa Konsentrasi Ekstrak Buah Maja untuk Mengurangi Intensitas Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Hasanuddin. *Tidak dipublikasikan*.
- Thamrin, M., S. Asikin, Mukhlis, dan A. Budiman. 2011. Potensi Ekstrak Flora Lahan Rawa Sebagai Pestisida Nabati. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Online. www.balittra.litbang.deptan.go.id. Diakses tanggal 12 Oktober 2012.
- Wardoyo, S. 1980. The cocoa pod borer – a major hindrance to cocoa development. *Indonesian Agricultural Research Development Journal*, **2**: 1 – 4.
- Widaningsih, D. 2001. Dampak Pemakaian Pestisida pada Serangga di Ekosistem Pertanian: Studi Kasus Lahan Pertanian Sawah Desa

Telagasari, Kecamatan Telagasari, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. *Tesis*. Universitas Indonesia. *Online*. www.digilib.ui.ac.id. Diakses tanggal 27 Nopember 2012.

Willson, K.C. 1999. Coffee, cocoa and tea. CABI Publishing: London, U.K.

Wiryadiputra, S., E. Sulistyowati, dan A.A. Prawoto. 1994. Teknik Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao. Lokakarya Penanggulangan Hama PBK di Indonesia. Jember, 8 Februari 1994.

Wuryanti, A. 2012. *Ageratum conyzoides*, Gulma yang bermanfaat.

Yankanchi, S.R. and Patil, S.R. 2009. Field efficacy of plant extracts on larval populations of *Plutella xylostella* L. and *Helicoverpa armigera* Hub. and their impact on cabbage infestation. *Journal of Biopesticides* **2**(1): 32-36.

LAMPIRAN

1. Rata-rata pengamatan luas bercak *P. palmivora* 3 hari setelah inokulasi pada tahap uji laboratorium (cm²)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	I	II	III	
Ko	77,91	91,78	75,46	81,71
Ekstrak Ch	29,10	27,10	32,16	29,45
Ekstrak Ag	1,50	0,96	0,77	1,08
Ekstrak Cr	4,49	2,52	1,13	2,71
Ch A	113,83	58,61	27,11	66,51
Ch B	9,05	54,38	119,03	60,82
Cr A	36,99	123,10	69,52	76,54
Cr B	195,56	31,54	37,10	88,07
Cr C	94,55	46,25	36,92	59,24

Analisis sidik ragam luas bercak *P. palmivora* {transformasi log x}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	8	8,47065	1,05883	12,7736 **	2,51	3,71
Galat	18	1,49207	0,08289			
Total	26	9,96272				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

2. Rata-rata pengamatan luas bercak *P. palmivora* 4 hari setelah inokulasi pada tahap uji laboratorium (cm²)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	I	II	III	
Ko	262,68	146,92	157,25	188,95
Ekstrak Ch	71,20	58,93	64,84	64,99
Ekstrak Ag	6,84	1,13	0,74	2,90
Ekstrak Cr	9,40	6,62	5,04	7,02
Ch A	248,70	178,39	231,77	219,62
Ch B	209,20	71,36	208,54	163,03
Cr A	159,45	251,42	115,03	175,30
Cr B	208,59	51,03	56,77	105,46
Cr C	168,19	116,18	76,86	120,41

Analisis sidik ragam luas bercak *P. palmivora* {transformasi log x}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	8	10,35592	1,29449	28,5432 **	2,51	3,71
Galat	18	0,81633	0,04535			
Total	26	11,17225				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

3. Rata-rata pengamatan luas bercak *P. palmivora* 5 hari setelah inokulasi pada tahap uji laboratorium (cm²)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	I	II	III	
Ko	338,04	286,76	231,77	285,53
Ekstrak Ch	141,21	88,49	138,52	122,74
Ekstrak Ag	20,30	1,25	0,79	7,45
Ekstrak Cr	16,07	7,30	9,66	11,01
Ch A	276,03	252,30	354,67	294,33
Ch B	225,42	165,86	293,30	228,19
Cr A	321,95	358,97	276,42	319,11
Cr B	247,59	85,10	228,53	187,08
Cr C	261,90	245,93	176,82	228,21

Analisis sidik ragam luas bercak *P. palmivora* {transformasi log x}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	8	11,10164	1,38771	25,1515 **	2,51	3,71
Galat	18	0,99313	0,05517			
Total	26	12,09477				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

4. Rata-rata pengamatan luas bercak *P. palmivora* 6 hari setelah inokulasi pada tahap uji laboratorium (cm²)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	I	II	III	
Ko	358,77	288,61	338,19	328,52
Ekstrak Ch	198,79	187,26	205,64	197,23
Ekstrak Ag	34,47	2,36	0,74	12,52
Ekstrak Cr	16,51	7,30	17,96	13,93
Ch A	359,65	274,54	351,98	328,72
Ch B	257,31	209,20	363,65	276,72
Cr A	360,34	343,98	329,95	344,75
Cr B	269,48	141,03	348,56	253,02
Cr C	310,69	309,34	261,50	293,84

Analisis sidik ragam luas bercak *P. palmivora* {transformasi log x}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	8	10,70177	1,33772	20,8474 **	2,51	3,71
Galat	18	1,15501	0,06417			
Total	26	11,85678				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

5. Rata-rata pengamatan luas bercak *P. palmivora* 7 hari setelah inokulasi pada tahap uji laboratorium (cm²)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	I	II	III	
Ko	370,50	352,94	390,51	371,32
Ekstrak Ch	317,45	262,80	329,09	303,11
Ekstrak Ag	45,89	4,79	0,80	17,16
Ekstrak Cr	16,77	10,08	25,58	17,48
Ch A	450,16	350,92	384,28	395,12
Ch B	373,36	319,25	385,75	359,46
Cr A	399,25	385,47	363,82	382,85
Cr B	339,34	314,79	384,52	346,21
Cr C	334,24	377,89	378,25	363,46

Analisis sidik ragam luas bercak *P. palmivora* {transformasi log x}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{0,05}	F _{0,01}
Perlakuan	8	10,52405	1,31551	21,0631 **	2,51	3,71
Galat	18	1,12420	0,06246			
Total	26	581595,17485				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

6. Rata-rata perkembangan bercak *P. palmivora* pengamatan ke-1 pada tahap uji lapangan (%).

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	5,72	17,41	0,00
A _P	6,35	0,00	0,00
A _Q	7,78	0,00	10,61
A _R	1,79	0,00	0,00
A _S	8,33	0,00	1,79
B _P	2,50	1,39	0,00
B _Q	4,17	7,14	0,00
B _R	0,64	24,55	1,67
B _S	4,40	7,56	0,86
C _P	0,00	0,53	11,84
C _Q	0,00	6,64	10,48
C _R	3,15	8,95	7,90
C _S	6,25	0,00	12,68

Analisis sidik ragam perkembangan bercak *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,03423	0,01712	0,4614 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	0,02739	0,00913	0,2461 ns	4,76	9,78
Galat-a	6	0,22257	0,03710			
Petak Utama	11	0,28420				
Perlakuan B	3	0,02923	0,00974	0,5415 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,27455	0,03051	1,6952 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,43187	0,01799			
Total	47	1,01985				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

7. Rata-rata perkembangan bercak *P. palmivora* pengamatan ke-2 pada tahap uji lapangan (%).

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	9,41	24,16	31,25
Ap	5,00	0,96	22,02
Aq	7,27	0,00	11,27
Ar	1,79	0,00	0,00
As	8,33	1,32	3,57
Bp	6,67	1,39	0,00
Bq	3,57	7,14	0,00
Br	3,42	25,74	1,67
Bs	7,64	12,98	0,86
Cp	0,00	0,53	11,84
Cq	0,00	6,77	10,90
Cr	3,15	9,63	7,90
Cs	4,17	0,00	14,07

Analisis sidik ragam perkembangan bercak *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,00871	0,00435	0,1577 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	0,00550	0,00183	0,0664 ns	4,76	9,78
Galat-a	6	0,16569	0,02762			
Petak Utama	11	0,17990				
Perlakuan B	3	0,01055	0,00352	0,2646 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,09475	0,01053	0,7926 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,31879	0,01328			
Total	47	0,60398				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

8. Rata-rata perkembangan bercak *P. palmivora* pengamatan ke-3 pada tahap uji lapangan (%).

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	19,00	17,37	42,39
Ap	5,17	0,93	31,09
Aq	5,84	0,00	12,30
Ar	1,79	1,25	0,00
As	10,00	1,32	3,57
Bp	6,44	2,63	0,00
Bq	3,13	7,14	0,00
Br	6,71	28,17	1,67
Bs	7,64	20,81	1,72
Cp	1,79	0,53	11,84
Cq	0,00	6,77	9,46
Cr	3,08	9,63	10,12
Cs	4,17	0,00	14,07

Analisis sidik ragam perkembangan bercak *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,07563	0,03781	0,8080 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	0,66161	0,22054	4,7122 ns	4,76	9,78
Galat-a	6	0,28081	0,04680			
Petak Utama	11	1,01804				
Perlakuan B	3	0,07111	0,02370	1,1547 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,38034	0,04226	2,0588 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,49264	0,02053			
Total	47	1,96213				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

9. Rata-rata perkembangan bercak *P. palmivora* pengamatan ke-4 pada tahap uji lapangan (%).

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	22,97	23,60	47,27
Ap	6,17	3,22	31,09
Aq	8,12	0,00	14,58
Ar	3,57	2,50	0,00
As	10,00	1,32	3,57
Bp	10,01	6,58	1,14
Bq	2,50	10,71	4,17
Br	6,71	32,69	1,67
Bs	7,64	31,79	2,59
Cp	1,79	3,98	12,62
Cq	0,00	7,17	9,46
Cr	3,91	9,63	24,40
Cs	9,88	1,92	14,07

Analisis sidik ragam perkembangan bercak *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,08834	0,04417	0,7091 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	0,92998	0,30999	4,9769 *	4,76	9,78
Galat-a	6	0,37372	0,06229			
Petak Utama	11	1,39204				
Perlakuan B	3	0,05910	0,01970	0,9567 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,32622	0,03625	1,7602 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,49422	0,02059			
Total	47	2,27158				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

10. Rata-rata perkembangan bercak *P. palmivora* pengamatan ke-5 pada tahap uji lapangan (%).

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	30,07	29,47	59,73
Ap	8,25	3,22	29,42
Aq	8,12	3,13	16,86
Ar	3,57	2,50	0,71
As	13,75	1,32	6,49
Bp	16,96	7,89	1,96
Bq	2,50	10,71	4,17
Br	11,71	32,69	2,94
Bs	9,47	31,79	5,40
Cp	7,74	3,98	12,62
Cq	0,00	7,57	10,02
Cr	3,75	19,10	36,90
Cs	10,60	1,92	27,96

Analisis sidik ragam perkembangan bercak *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,13219	237,41	0,9008 ns (p>0,05)	5,14	10,92
Perlakuan A	3	1,45859	1461,02	6,6263 * (p=0,25)	4,76	9,78
Galat-a	6	0,44024	261,20			
Petak Utama	11	2,03103				
Perlakuan B	3	0,04325	0,01442	0,6844 ns (p>0,05)	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,33476	0,03720	1,7656 ns (p=0,13)	2,30	3,26
Galat-b	24	0,50559	0,02107			
Total	47	2,91463				

** Signifikan pada level probabilitas 1% (p<0,01)

* Signifikan pada level probabilitas 5% (0,01≤p<0,05)

ns non-signifikan (p≥0,05)

11. Rata-rata perkembangan bercak *P. palmivora* pengamatan ke-6 pada tahap uji lapangan (%).

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	30,85	34,39	39,72
A _P	7,77	3,18	25,26
A _Q	17,06	6,16	19,59
A _R	8,15	3,21	6,96
A _S	17,59	1,20	4,99
B _P	19,41	11,36	2,94
B _Q	1,92	10,71	12,17
B _R	11,71	32,69	2,94
B _S	17,11	34,61	7,77
C _P	10,42	7,44	14,09
C _Q	0,78	7,57	11,27
C _R	3,75	19,10	35,03
C _S	16,08	2,34	23,79

Analisis sidik ragam perkembangan bercak *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,03088	0,01544	0,2869 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	1,14008	0,38003	7,0608 *	4,76	9,78
Galat-a	6	0,32293	0,05382			
Petak Utama	11	1,49390				
Perlakuan B	3	0,02731	0,00910	0,3804 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,22583	0,02509	1,0487 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,57425	0,02393			
Total	47	2,32128				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

12. Rata-rata perkembangan bercak *P. palmivora* pengamatan ke-7 pada tahap uji lapangan (%).

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	36,86	38,90	56,60
Ap	10,55	3,14	25,83
Aq	18,72	4,54	18,56
Ar	11,92	3,93	10,30
As	20,93	2,22	10,44
Bp	23,54	15,87	12,00
Bq	1,79	10,71	19,47
Br	15,88	32,69	15,29
Bs	17,11	37,80	12,75
Cp	15,12	12,07	15,56
Cq	3,49	8,90	13,21
Cr	5,96	21,70	34,33
Cs	19,42	6,34	24,89

Analisis sidik ragam perkembangan bercak *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,04686	0,02343	0,4501 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	1,33531	0,44510	8,5503 *	4,76	9,78
Galat-a	6	0,31234	0,05206			
Petak Utama	11	1,69452				
Perlakuan B	3	0,03121	0,01040	0,3931 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,20745	0,02305	0,8708 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,63527	0,02647			
Total	47	2,56845				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

13. Rata-rata intensitas serangan *P. palmivora* pengamatan ke-1 pada tahap uji lapangan (%)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	8,75	16,25	0
Ap	0	0	2,5
Aq	0	0	15
Ar	0	0	0
As	0	0	1,25
Bp	5	0	0
Bq	0	0	0
Br	0	12,5	0
Bs	10	5	5
Cp	0	0	0
Cq	0	5	0
Cr	5	8,75	1,25
Cs	5	0	0

Analisis sidik ragam intensitas serangan *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,03253	0,01626	0,9432 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	0,07003	0,02334	1,3538 ns	4,76	9,78
Galat-a	6	0,10346	0,01724			
Petak Utama	11	2341,90				
Perlakuan B	3	92,56	30,85	0,4592 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	578,02	64,22	1,0024 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	738,95	30,79			
Total	47	3751,43				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

14. Rata-rata intensitas serangan *P. palmivora* pengamatan ke-2 pada tahap uji lapangan (%)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	16,25	26,25	5
Ap	5	0	10
Aq	0	0	27,5
Ar	0	0	0
As	0	0	5
Bp	10	0	0
Bq	0	0	0
Br	0	12,5	0
Bs	15	10	5
Cp	0	0	10
Cq	0	6,25	5
Cr	5	13,75	1,25
Cs	5	0	8,75

Analisis sidik ragam intensitas serangan *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,01029	0,00514	0,1261 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	0,24204	0,08068	1,9782 ns	4,76	9,78
Galat-a	6	0,24471	0,04079			
Petak Utama	11	0,49704				
Perlakuan B	3	0,03918	0,01306	0,4287 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,25465	0,02829	0,9287 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,73122	0,03047			
Total	47	1,52209				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

15. Rata-rata intensitas serangan *P. palmivora* pengamatan ke-3 pada tahap uji lapangan (%)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	26,25	28,75	12,5
Ap	5	0	11,25
Aq	0	0	27,5
Ar	0	3,75	0
As	0	0	5
Bp	10	0	0
Bq	0	0	0
Br	0	12,5	0
Bs	15	32,5	5
Cp	0	0	12,5
Cq	0	7,5	5
Cr	5	15	6,25
Cs	5	0	11,25

Analisis sidik ragam intensitas serangan *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,01077	0,00539	0,1217 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	0,63249	0,21083	4,7634 *	4,76	9,78
Galat-a	6	0,26558	0,04426			
Petak Utama	11	0,90884				
Perlakuan B	3	0,01807	0,00602	0,2340 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,29939	0,03327	1,2922 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,61783	0,02574			
Total	47	7283,62				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

16. Rata-rata intensitas serangan *P. palmivora* pengamatan ke-4 pada tahap uji lapangan (%)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	32,5	41,25	20
Ap	6,25	0	15
Aq	5	0	30
Ar	0	10	0
As	0	0	5
Bp	10	5	0
Bq	0	6,25	5
Br	5	12,5	0
Bs	15	37,5	5
Cp	0	1,25	15
Cq	0	17,5	7,5
Cr	5	17,5	12,5
Cs	10	0	21,25

Analisis sidik ragam intensitas serangan *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,03242	0,01621	0,3141 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	1,08728	0,36243	7,0224 *	4,76	9,78
Galat-a	6	0,30967	0,05161			
Petak Utama	11	1,42937				
Perlakuan B	3	0,00347	0,00116	0,0394 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,25749	0,02861	0,9753 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,70404	0,02933			
Total	47	2,39436				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

17. Rata-rata intensitas serangan *P. palmivora* pengamatan ke-5 pada tahap uji lapangan (%)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	45	52,5	28,75
Ap	15	0	15
Aq	5	0	35
Ar	0	10	0
As	5	0	5
Bp	25	5	0
Bq	0	10	5
Br	5	17,5	0
Bs	20	37,5	10
Cp	5	5	15
Cq	0	18,75	12,5
Cr	5	20	20
Cs	12,5	0	35

Analisis sidik ragam intensitas serangan *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
Kelompok	2	0,01862	0,00931	0,1345 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	1,79031	0,59677	8,6183 *	4,76	9,78
Galat-a	6	0,41547	0,06924			
Petak Utama	11	2,22440				
Perlakuan B	3	0,05424	0,01808	0,5147 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,34743	0,03860	1,0990 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,84302	0,03513			
Total	47	3,46909				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

18. Rata-rata intensitas serangan *P. palmivora* pengamatan ke-6 pada tahap uji lapangan (%)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	41,25	62,5	37,5
Ap	15	0	15
Aq	5	0	37,5
Ar	0	10	5
As	5	0	5
Bp	25	5	0
Bq	0	10	10
Br	5	17,5	0
Bs	20	40	10
Cp	7,5	5	15
Cq	5	18,75	12,5
Cr	5	20	20
Cs	15	0	35

Analisis sidik ragam intensitas serangan *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Blok	2	0,06591	0,03295	0,5137 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	2,02006	0,67335	10,4963 **	9,78	9,78
Galat-a	6	0,38491	0,06415			
Petak Utama	11	2,47088				
Perlakuan B	3	0,08086	0,02695	0,6584 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,37204	0,04134	1,0098 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	0,98249	0,04094			
Total	47	3,90626				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)

19. Rata-rata intensitas serangan *P. palmivora* pengamatan ke-7 pada tahap uji lapangan (%)

Perlakuan	Ulangan		
	I	II	III
Ko	58,75	26,25	46,25
Ap	17,5	0	15
Aq	5	0	37,5
Ar	0	10	5
As	5	10	5
Bp	25	0	0
Bq	1,25	5	15
Br	5	18,75	0
Bs	20	40	10
Cp	7,5	5	15
Cq	7,5	21,25	15
Cr	5	23,75	20
Cs	15	0	35

Analisis sidik ragam intensitas serangan *P. palmivora* {transformasi arcsin}

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Jumlah	Kuadrat Tengah	F _{hit}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Blok	2	0,14258	0,07129	0,9425 ns	5,14	10,92
Perlakuan A	3	1,41623	0,47208	6,2409 *	4,76	9,78
Galat-a	6	0,45385	0,07564			
Petak Utama	11	2,01266				
Perlakuan B	3	0,05905	0,01968	0,2822 ns	3,01	4,72
Interaksi AB	9	0,27007	0,03001	0,4303 ns	2,30	3,26
Galat-b	24	1,67380	0,06974			
Total	47	4,01559				

** Signifikan pada level probabilitas 1% ($p < 0,01$)

* Signifikan pada level probabilitas 5% ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns non-signifikan ($p \geq 0,05$)