

**UJI REPELENSI EKSTRAK SERAI WANGI TERHADAP HAMA
KUMBANG TANDUK (*Oryctes rhinoceros* Linn.) (Coleoptera:
Scarabaeidae) SECARA INVITRO**

**OLEH
INAYATULLAH SIREGAR
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2015

**UJI REPELENSI EKSTRAK SERAI WANGI TERHADAP HAMA
KUMBANG TANDUK (*Oryctes rhinoceros* Linn.) (Coleoptera:
Scarabaeidae) SECARA INVITRO**

OLEH

INAYATULLAH SIREGAR

115040201111322

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

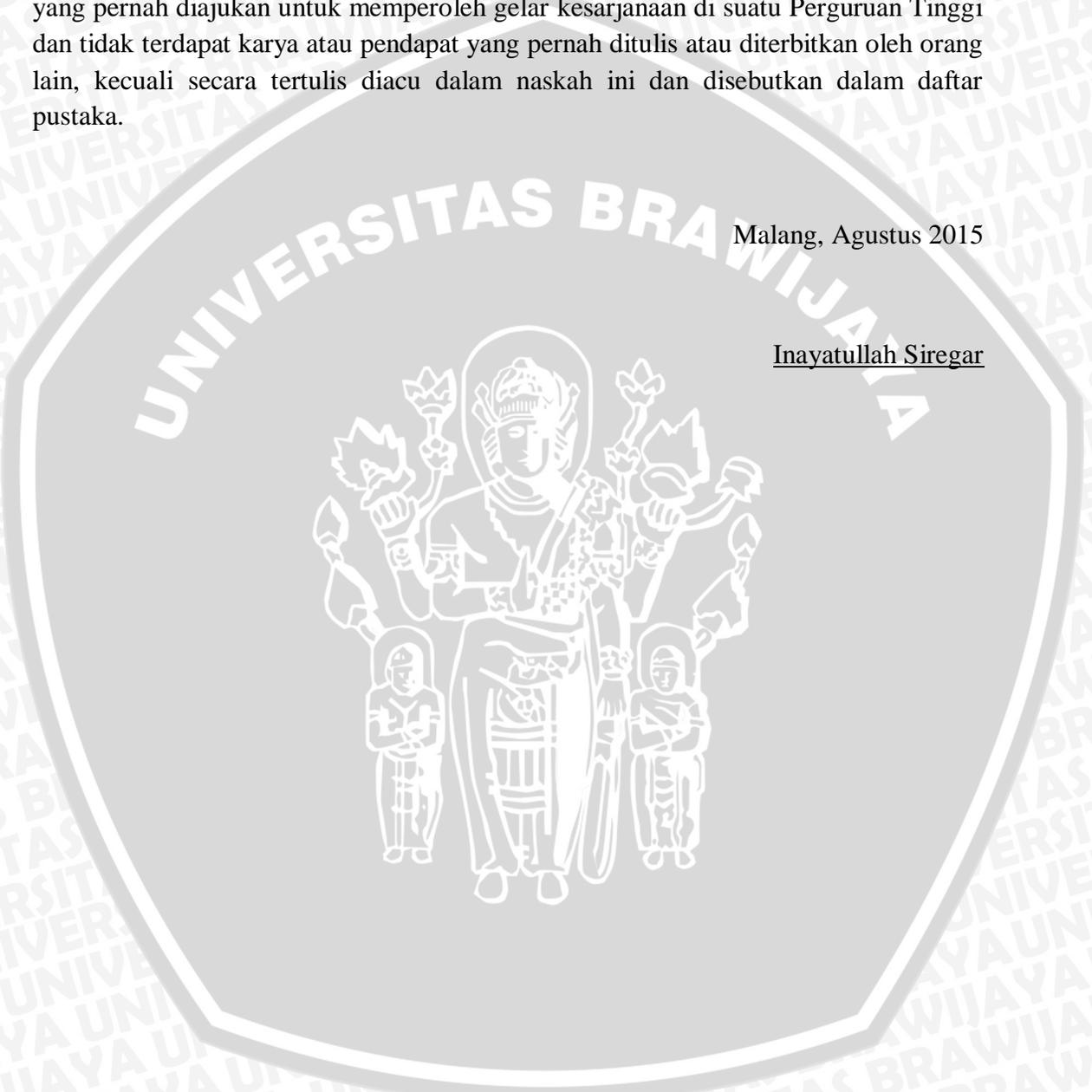
2015

PERNYATAAN

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

Malang, Agustus 2015

Inayatullah Siregar



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : UJI REPELENSI EKSTRAK SERAI WANGI
TERHADAP KUMBANG TANDUK (*Oryctes
rhinoceros* Linn.) (Coleoptera: Scarabaeidae)
SECARA IN VITRO

Nama : Inayatullah Siregar

NIM : 115040201111322

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.

Dr.Ir. Toto Himawan, SU.

NIP. 195504031983031003

NIP. 195511191983031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.

NIP. 195504031983031003

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Moch. Syamsul Hadi, SP., MP.
NIK. 86062304310019

Penguji II

Dr.Ir. Toto Himawan, SU.
NIP. 195511191983031002

Penguji III

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 195504031983031003

Penguji IV

PrOf. Dr. Ir. Tutung Hadiastono, MS.
NIP. 195210281979031003

Tanggal Lulus :

Kupersembahkan skripsi ini kepada:

- *Allah SWT yang senantiasa memberi kemudahan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini.*
- *Kedua orang tua, kakak, abang, adik, dan keponakan tercinta yang selalu memberikan do'a terbaik dan menjadi penyemangat hidupku.*
- *Teman-teman kos Kertoleksono 42A, Kertoleksono 30, (Meta Retna, Nurbarus, May, Girindri, Erni, Uchiel, Yovi Merll dll) yang selalu mendukung dan memberi saran kepada penulis.*
- *Teman-teman mahasiswa magang yang telah banyak menyumbangkan fikiran dan pendapat dalam penulisan skripsi.*
- *Teman-teman IMAM'USU-Malang (Ikatan Mahasiswa Muslim Sumatera Utara-Malang).*
- *Teman-teman minat Hama dan Penyakit Tumbuhan '11 yang telah membantu menyumbang pendapat dan memberi motivasi.*
- *Teman-teman Politeknik Caltex Riau (Anggi, Dopa, Lova, Riski, Kia dsb.) yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu.*
- *Muhammad Guntur Ananta Tanjung yang telah sabar dan terus mendukung penulis dalam menyelesaikan seluruh rangkaian penulisan skripsi.*

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 4 April 1993 di Labuhan Batu, Sumatera Utara dari Pasangan Awaluddin Siregar dan Robiah Ritonga. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Memiliki kakak perempuan bernama Depika Siregar dan Anifah Siregar, dan adik laki-laki bernama Reli Aryunda Siregar.

Riwayat pendidikan penulis yang pernah ditempuh yaitu Sekolah Dasar Negeri 117493 Sapilpil Sabungan dan lulus pada tahun 2005. Madrasah Tsanawiyah Swasta Darus Salam Simpang Limun dan lulus pada tahun 2008. Madrasah Aliyah Negeri 2 Padangsidempuan dan lulus pada tahun 2011. Penulis diterima di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2011 melalui jalur Undangan.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif mengikuti kepanitiaan Inaugurasi 2011 divisi konsumsi, Pasca Rantai 2011 divisi kesehatan, Rantai 2012 divisi pendamping, Bakti Desa 2012 divisi sekretaris, dan POSTER 2013 divisi pendamping.

Asisten Praktikum yang pernah diikuti oleh penulis yaitu Teknologi Pupuk dan Pemupukan 2013, Teknologi Produksi Benih aspek HPT 2014, dan Manajemen Agroekosistem aspek HPT 2014. Penulis melaksanakan kegiatan Magang Kerja pada tahun 2014 di PT. Smart Research Institute Kandis, Riau.

RINGKASAN

INAYATULLAH SIREGAR. 115040201111322. UJI REPELENSI EKSTRAK SERAI WANGI TERHADAP KUMBANG TANDUK (*Oryctes rhinoceros*Linn.) (Coleoptera: Scarabaeidae). Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Bambang Tri rahardjo, SU. selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Toto Himawan, SU. selaku pembimbing pendamping.

Oryctes rhinoceros L. atau kumbang tanduk merupakan salah satu hama penting pada tanaman kelapa sawit dan dikenal sebagai hama pengerek pucuk kelapa sawit. Hama ini menyebar hampir di seluruh provinsi yang ada di Indonesia karena ketersediaan inang dan bahan organik yang melimpah dilapangan sebagai tempat perkembangbiakan dan makanan larva. Kumbang tanduk menyerang tanaman kelapa sawit yang ditanam di lapangan sampai umur 2,5 tahun dengan merusak titik tumbuh sehingga terjadi kerusakan pada daun muda.

Serai wangi merupakan tumbuhan rerumputan yang dikenal sejak lama dapat digunakan sebagai biopestisida oleh petani. Minyak atsiri dari serai wangi dapat menolak hama serangga yang berada di lahan pertanian sehingga dapat mengurangi tingkat kerugian petani akibat serangan hama.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah P0 sebagai kontrol, P1 adalah ekstrak serai wangi 20.000 ppm, P2 adalah ekstrak serai wangi 40.000 ppm, P3 adalah ekstrak serai wangi 60.000 ppm, P4 adalah ekstrak serai wangi 80.000 ppm, dan P5 adalah ekstrak serai wangi 100.000 ppm.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hari pertama ekstrak serai wangi dengan dosis 20.000 ppm, 40.000 ppm, 60.000 ppm, 80.000 ppm, dan 100.000 ppm mampu menolak keberadaan kumbang dengan rerata persentase penolakan berturut-turut adalah 72,5%; 90%; dan 100%. Hal ini berbeda nyata dengan kontrol. Persistensi dari ekstrak serai wangi dengan dosis 10% mampu menolak keberadaan kumbang hingga 4 hari. Ekstrak serai wangi dengan konsentrasi 40.000 ppm, 60.000 ppm, 80.000 ppm, dan 100.000 ppm mampu menghambat aktivitas makan kumbang hingga 100% sampai hari ketiga, namun ekstrak serai wangi 20.000 ppm hanya mampu menghambat aktifitas makan selama 3 hari.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “UJI REPELENSI EKSTRAK SERAI WANGI TERHADAP KUMBANG TANDUK (*Oryctes rhinoceros* Linn.) (Coleoptera: Scarabaeidae) SECARA IN VITRO”.

Pada kesempatan ini penulis ucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Keluarga terutama orang tua penulis yang selalu memberi do'a terbaik untuk kelancaran pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.
2. Bapak pembimbing utama Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. yang telah banyak membantu dan membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak pembimbing pendamping Dr. Ir. Toto Himawan, SU. yang telah banyak membantu dan membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi.
4. Pimpinan SMART Research Institute Kandis-Riau Bapak JP. Caliman yang telah memberi apresiasi terhadap penelitian yang penulis lakukan.
5. Bapak pembimbing Dr. Ir. Sudharto Ps. SU., Mohd. Naim, Ph.D., A. Agung K., Andreas Dwi Advento, A. Wahyu, Boiran, dan Zulkipli atas arahan dan bimbingan untuk menyelesaikan skripsi.
6. Seluruh staf dan karyawan SMART Research Institute Kandis-Riau.

Penulis

Inayatullah Siregar

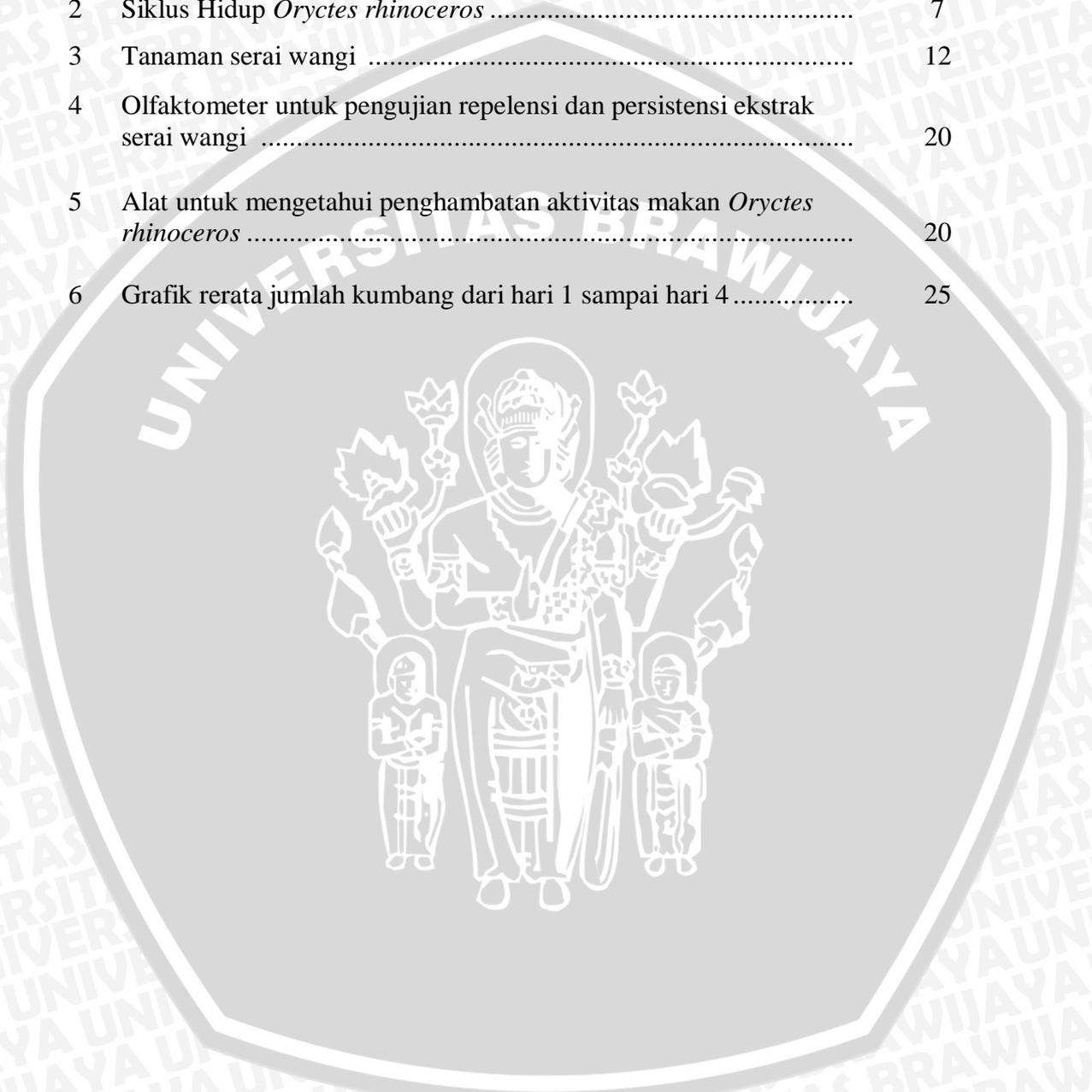
DAFTAR ISI

RINGKASAN	9
SUMMARY	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Kelapa Sawit	4
2.2 Hama <i>O. rhinoceros</i>	6
2.3 Pestisida Nabati	10
2.4 Tanaman Serai Wangi.....	11
III. METODOLOGI.....	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.4 Persiapan Penelitian.....	19
3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.6 Analisis Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Repelensi Ekstrak Serai Wangi terhadap <i>O. rhinoceros</i>	23
4.2 Persistensi ekstrak serai wangi terhadap <i>O. rhinoceros</i>	24
4.3 Penghambat Aktivitas Makan Kumbang <i>O. rhinoceros</i>	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29



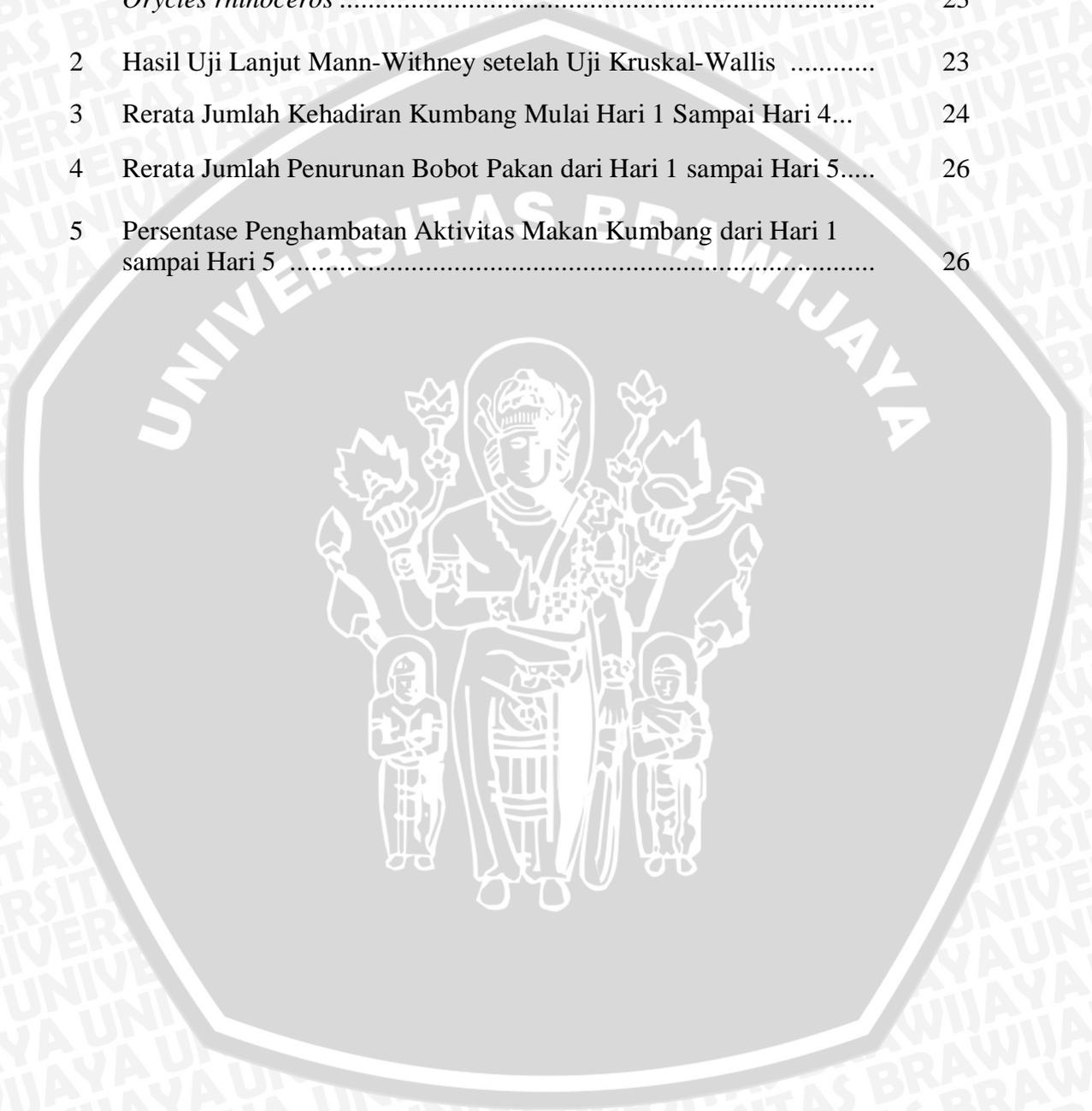
DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1	Tanaman Kelapa Sawit	4
2	Siklus Hidup <i>Oryctes rhinoceros</i>	7
3	Tanaman serai wangi	12
4	Olfaktometer untuk pengujian repeleksi dan persistensi ekstrak serai wangi	20
5	Alat untuk mengetahui penghambatan aktivitas makan <i>Oryctes rhinoceros</i>	20
6	Grafik rerata jumlah kumbang dari hari 1 sampai hari 4.....	25



DAFTAR TABEL

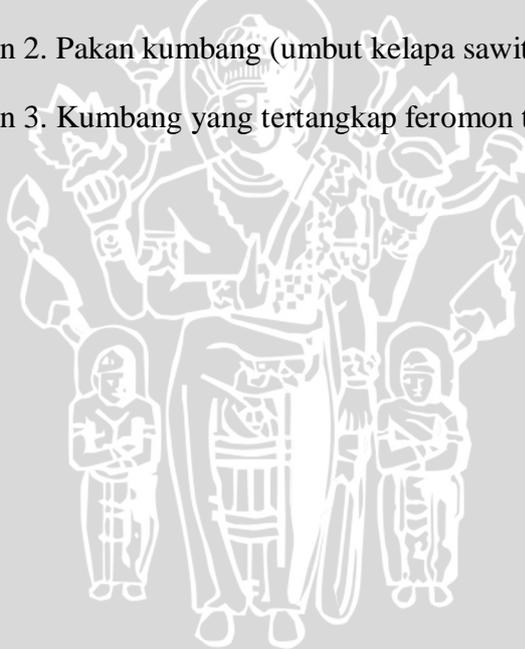
No	Teks	Halaman
1	Hasil Uji Kruskal-Wallis Repelensi Ekstrak Serai Wangi terhadap <i>Oryctes rhinoceros</i>	23
2	Hasil Uji Lanjut Mann-Withney setelah Uji Kruskal-Wallis	23
3	Rerata Jumlah Kehadiran Kumbang Mulai Hari 1 Sampai Hari 4...	24
4	Rerata Jumlah Penurunan Bobot Pakan dari Hari 1 sampai Hari 5.....	26
5	Persentase Penghambatan Aktivitas Makan Kumbang dari Hari 1 sampai Hari 5	26



DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1	Hasil Analisis Statistika Non-Parametrik Kruskal-Wallis.....	32
2	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 2	32
3	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 3	32
4	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 4	32
5	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 5	33
6	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 6	33
7	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 2 dengan perlakuan 3	33
8	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 2 dengan perlakuan 4.....	33
9	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 2 dengan perlakuan 5.....	34
10	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 2 dengan perlakuan 6.....	34
11	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 3 dengan perlakuan 4.....	34
12	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 3 dengan perlakuan 5.....	34
13	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 3 dengan perlakuan 6.....	35
14	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 4 dengan perlakuan 5.....	35
15	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 4 dengan perlakuan 6.....	35
16	Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar	35

	perlakuan 5 dengan perlakuan 6.....	
17	Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 1.....	36
18	Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 2.....	36
19	Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 3.....	36
20	Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 4.....	36
21	Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 5.....	36
22	Pergerakan kumbang dalam olfaktometer pada parameter repelensi ekstrak serai wangi	37
23	Jumlah kumbang memasuki toples perlakuan pada parameter persistensi ekstrak serai wangi	41
24	Gambar lampiran 1. Minyak serai wangi.....	43
25	Gambar lampiran 2. Pakan kumbang (umbut kelapa sawit).....	43
26	Gambar lampiran 3. Kumbang yang tertangkap feromon trap....	43



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman kelapa sawit adalah serangan hama yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman sehingga berdampak pada penurunan tingkat produksi kelapa sawit. Hama dapat menyerang kelapa sawit sejak tahap pra-pembibitan hingga tahap menghasilkan (Klinik Sawit, 2014).

Oryctes rhinoceros Linn. atau kumbang tanduk merupakan salah satu hama penting pada tanaman kelapa sawit dan dikenal sebagai hama pengerek pucuk kelapa sawit. Hama ini menyebar hampir di seluruh provinsi yang ada di Indonesia karena ketersediaan inang dan bahan organik yang melimpah dilapangan sebagai tempat perkembangbiakan dan makanan larva. Kumbang tanduk menyerang tanaman kelapa sawit yang ditanam di lapangan sampai umur 2,5 tahun dengan merusak titik tumbuh sehingga terjadi kerusakan pada daun muda. Kumbang tanduk pada umumnya menyerang tanaman kelapa sawit muda (tanaman belum menghasilkan) dan dapat menurunkan produksi tandan buah segar (TBS) pada tahun pertama menghasilkan hingga 69%, bahkan menyebabkan tanaman muda mati mencapai 25% (Daud, 2007).

Kumbang tanduk memakan pangkal daun muda yang masih berbentuk tombak (pupus tanaman), dimakan dari bagian atas kebagian bawah, membentuk terowongan dan setelah daun berkembang terlihat bentuk daun yang tidak beraturan (Soepadiyo dan Haryono, 2000). Pada areal serangan berat, hampir semua tanaman diserang oleh hama ini, bahkan satu tanaman dapat digerek beberapa kali, sehingga dapat menyebabkan kematian tanaman (Soepadiyo dan Haryono, 2000). Akibat dari serangan hama ini adalah memperpanjang masa vegetatif tanaman yang belum menghasilkan (TBM), karena pertumbuhan tanaman terhambat (Purba, *et al.*, 1992)

Sejauh ini beberapa pengendalian telah dilakukan untuk mengurangi tingkat kerusakan kelapa sawit akibat serangan *O. rhinoceros*, antara lain pengendalian dengan agens hayati, pemasangan feromon, pengendalian secara mekanik, dan pengendalian secara kimia. Pengendalian secara kimia adalah pengendalian yang

paling efektif, akan tetapi dapat menimbulkan beberapa efek yaitu resistensi terhadap serangga, resurgensi serangga sasaran, pen-cemaran lingkungan, residu insektisida, dan dapat menekan perkembangan musuh alami hama (Metcalf, 1982). Salah satu upaya mengatasi masalah tersebut adalah mencari pengendalian alternatif yang dapat mengendalikan hama secara efektif dan ramah lingkungan yaitu menggunakan pestisida nabati.

Pestisida nabati adalah pestisida yang berasal dari tumbuhan, sedangkan arti pestisida itu sendiri adalah bahan yang dapat digunakan untuk mengendalikan populasi OPT. Pestisida nabati bersifat mudah terdegradasi di alam (Biodegradable), sehingga residunya pada tanaman dan lingkungan tidak signifikan (Pusat Penelitian dan Pengembangan perkebunan, 2012).

Serai wangi merupakan tanaman herbal dengan tinggi antara 50 cm hingga 100 cm. Panjang daunnya sekitar 100 cm dengan lebar 1,5 cm. Serai wangi dapat tumbuh dengan baik dari dataran rendah hingga dataran tinggi sekitar 1.000 meter di atas permukaan laut. Perbanyakannya dapat dilakukan secara vegetatif dengan cara memilah anakannya. Dari satu tanaman serai wangi dapat dipilah menjadi 5 hingga 6 anakan. Daun dan batangnya merupakan bagian tanaman utama yang dapat digunakan sebagai bahan pestisida nabati, yaitu dengan cara disuling untuk menghasilkan minyak atsiri yang dikenal dengan minyak sitronela. Secara tradisional, minyak atsiri serai wangi digunakan masyarakat sebagai pengusir nyamuk dan serangga lain ketika akan pergi ke ladang atau ke hutan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak serai wangi pada dosis 0,1 ml/tabung dapat menolak keberadaan serangga hama dengan persentase penolakan berkisar antara 53,33-73,33%. Sedangkan pada dosis di atas 0,30 ml/tabung minyak serai wangi bersifat membunuh (insektisida), dengan persentase kematian serangga *Helopeltis antonii* 76,67% (Nurmansyah, 2011). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa perlakuan minyak serai wangi konsentrasi 5 ml/l menyebabkan mortalitas kumulatif lebih dari 50% sejak enam JSA dengan rata-rata nilai efikasi sebesar 66,54%, efektif mengurangi populasi *Dasynus piperischina* di lapang dengan rata-rata nilai efikasi sebesar 89,29% (Rohimarun dan Laba, 2013).

Berdasarkan penjelasan diatas serai wangi efektif terhadap pengendalian beberapa jenis hama, namun belum diketahui tingkat efektivitasnya terhadap kumbang tanduk. Maka perlu dilakukan adanya uji repelensi ekstrak serai wangi terhadap *Oryctes rhinoceros*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- Apakah ekstrak serai wangi bersifat repelensi terhadap *O. rhinoceros*?
- Apakah perbedaan konsentrasi ekstrak serai wangi berpengaruh terhadap repelensi *O. rhinoceros*?
- Apakah terjadi penurunan efektivitas ekstrak serai wangi setelah 4 hari aplikasi?
- Bagaimana pengaruh ekstrak serai wangi terhadap daya hambat makan kumbang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian adalah:

- Untuk mengetahui pengaruh ekstrak serai wangi terhadap *O. rhinoceros*.
- Untuk mengetahui konsentrasi ekstrak serai wangi yang paling efektif sebagai repelensi *O. rhinoceros*.
- Untuk mengetahui lama efektivitas ekstrak serai wangi setelah aplikasi.
- Untuk mengetahui pengaruh ekstrak serai wangi terhadap daya hambat makan kumbang.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah ekstrak serai wangi mampu menjadi *repellent* dan sebagai daya hambat makan terhadap hama *O. rhinoceros*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menambah informasi dan pengetahuan mengenai repelensi dan daya hambat ekstrak serai wangi terhadap *O. rhinoceros*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa Sawit

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit

Kelapa sawit saat ini berkembang pesat di Indonesia. Masuknya bibit kelapa sawit ke Indonesia pada tahun 1948 hanya sebanyak 4 batang yang berasal dari Bourbon (Mauritius) dan Amsterdam. Keempat batang bibit kelapa sawit ditanam di Kebun Raya Bogor dan selanjutnya disebarakan ke Deli Sumatera Utara (Risza, 1994).

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Arecales
Famili	: Arecaceae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i> & <i>Elaeis oleifera</i>

2.1.2 Morfologi Tanaman Kelapa Sawit



Gambar 1. Tanaman kelapa sawit (Wikipedia, 2015)

Morfologi tanaman kelapa sawit dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu:

a. Fase Vegetatif

Bagian vegetatif kelapa sawit meliputi akar, batang, dan daun. Akar kelapa sawit berfungsi sebagai penyerap unsur hara dalam tanah dan sebagai alat respirasi tanaman. Tanaman kelapa sawit berakar serabut, perakaran tanaman kelapa sawit sangat kuat karena tumbuh ke bawah dan ke samping membentuk akar primer, sekunder, tersier, dan kuartier. Kelapa sawit merupakan tanaman monokotil yang batangnya tidak mempunyai kambium dan umumnya tidak bercabang. Batang berfungsi sebagai penyangga tanaman, tempat menyimpan, dan mengangkut makanan. Daun kelapa sawit membentuk susunan majemuk, bersirip genap, dan bertulang sejajar. Daun sebagai tempat fotosintesis dan sebagai alat respirasi. Semakin lama proses fotosintesis berlangsung maka semakin banyak bahan makanan yang dibentuk sehingga produksi meningkat. Luas permukaan daun juga mempengaruhi proses fotosintesis, semakin luas permukaan daun tanaman maka proses fotosintesis akan semakin baik (Fauzi, 2004).

b. Fase Generatif

Bagian generatif kelapa sawit meliputi bunga dan daun. Kelapa sawit merupakan tanaman berumah satu (monoecious), dimana bunga jantan dan bunga betina terdapat dalam satu tanaman dan masing –masing terangkai dalam satu tandan. Proses penyerbukan tanaman kelapa sawit dapat terjadi dengan bantuan serangga atau angin. Buah disebut juga fructus, tanaman kelapa sawit dapat menghasilkan buah siap panen pada umur 3,5 tahun. Buah akan terbentuk setelah terjadi penyerbukan dan pembuahan. Waktu yang dibutuhkan mulai dari penyerbukan sampai buah matang dan siap panen sekitar 5–6 bulan. Secara anatomi buah kelapa sawit terdiri dari dua bagian utama yaitu perikarpium sebagai bagian pertama yang terdiri dari epikarpium (kulit buah yang licin dan keras) dan mesokarpium (daging buah yang berserabut dan mengandung minyak), sedangkan bagian kedua adalah biji, yang terdiri dari endokarpium (tempurung berwarna hitam dan keras), endosperm (penghasil minyak inti sawit), dan embrio (Fauzi,2004).

2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kelapa Sawit

Lama penyinaran matahari yang baik untuk kelapa sawit antara 5-7 jam/hari. Tanaman kelapa sawit membutuhkan curah hujan tahunan sekitar 1.500-4.000 mm, dengan temperatur optimal adalah 24-28°C. Ketinggian tempat yang ideal untuk pertumbuhan kelapa sawit antara 1-500 mdpl (di atas permukaan laut). Kelembaban optimum yang ideal untuk tanaman kelapa sawit sekitar 80-90% dan kecepatan angin 5-6km/jam untuk membantu proses penyerbukan. Kelapa sawit dapat tumbuh pada jenis tanah Podzolik, Latosol, Hidromorfik Kelabu, Alluvial atau Regosol, tanah gambut saprik, dataranpantai dan muara sungai. Tingkat keasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhan kelapa sawit adalah 5,0-5,5. Kelapa sawit menghendaki tanah yang gembur, subur, datar, berdrainase (beririgasi) baik dan memiliki lapisan solum cukup dalam (80 cm) tanpa lapisan padas. Kemiringan lahan pertanaman kelapa sawit sebaiknya tidak lebih dari 15° (Kiswanto *et. al.*, 2008).

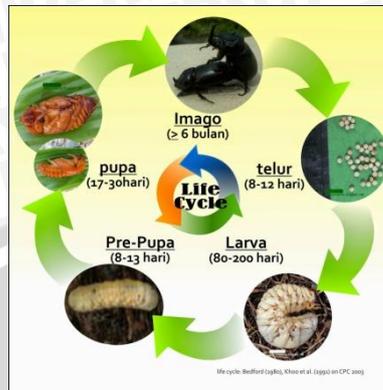
2.2 Hama *O. rhinoceros*

2.2.1 Klasifikasi *O. rhinoceros*

Kumbang Tanduk merupakan hama utama yang menyerang tanaman kelapa sawit di Indonesia, khususnya di areal peremajaan (*replanting*) kelapa sawit. Hama ini menggerek pucuk kelapa sawit yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan rusaknya titik tumbuh tanaman. Pada serangan berat, kerusakan akibat kumbang tanduk dapat mematikan tanaman (Susanto, 2005).

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insekta
Ordo	: Coleoptera
Famili	: Scarabidae
Genus	: <i>Oryctes</i>
Spesies	: <i>O. rhinoceros</i> Linn.

2.2.2 Biologi dan morfologi *O. rhinoceros*



Gambar 2. Siklus hidup *O. rhinoceros* (Soenarko, 2014)

Semua makhluk hidup dalam proses pertumbuhan dan perkembangannya dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor luar maupun dari dalam. Faktor-faktor tersebut meliputi : Iklim, musuh alami, makanan, dan kegiatan manusia yang memberikan pengaruh terhadap kehidupan serangga hama. Lingkungan yang sesuai untuk hidup dan berkembang biak serangga meliputi beberapa komponen antara lain makanan, iklim, dan organisme dari spesies yang sama maupun yang berbeda tempat dimana ia hidup. Perkembangan larva sangat dipengaruhi oleh iklim dan ketersediaan makanan. Faktor-faktor tersebut berpengaruh pada ukuran larva dan panjang hidup yang diperlukan untuk menyelesaikan fase larva. Faktor-faktor fisik yang mempengaruhi perkembangan larva adalah suhu, kelembaban, serta intensitas cahaya. Larva *Oryctes* sangat tertarik pada amonia dan aseton, tetapi menghindari asam asetat (Untung, 1993).

a. Telur

Telur serangga ini berwarna putih kekuningan, bentuk awal adalah oval kemudian bulat dengan diameter kurang lebih 3 mm. Serangga betina meletakkan telur pada tempat yang baik dan aman (misalnya dalam pohon kelapa yang melapuk / bahan organik), fekunditas seekor serangga betina berkisar antara 49-61 butir telur, sedangkan di Australia berkisar 51-70 butir. Telur akan menetas setelah 8-12 hari setelah diletakkan oleh inang (Bedford, 1980).

b. Larva

Stadia larva terdiri atas 3 instar, dan berlangsung dalam waktu 82-207 hari. Larva yang baru menetas berwarna putih kekuningan, warna bagian ekornya agak gelap dengan panjang larva sekitar 7-10 mm, larva berbentuk silinder, gemuk, berkerut-kerut, melengkung, dan membentuk setengah lingkaran. Larva instar 3 berukuran panjang sekitar 12 mm dengan kepala berwarna merah kecoklatan. Tubuh bagian belakang lebih besar dari bagian depan. Pada permukaan tubuh larva terdapat bulu-bulu pendek dan pada bagian ekor bulu-bulu tersebut tumbuh lebih rapat (Suhadirman, 1996).

c. Pupa

Ukuran pupa lebih kecil dari larva instar 3 tetapi lebih besar dibanding larva instar 1 dan 2, bertanduk dan berwarna merah kecoklatan dengan panjang 5-8 cm yang terbungkus kokon. Fase ini terdiri atas 2 fase: Fase I : selama 1 bulan, merupakan perubahan bentuk dari larva ke fase prapupa. Fase II : Lamanya 3 minggu, merupakan perubahan bentuk dari pupa menjadi imago, dan masih berdiam dalam kokon (Suhadirman, 1996).

d. Imago

Kumbang ini berwarna coklat gelap sampai hitam, mengkilap dan berukuran panjang 35-50 mm dan lebar 20-23 mm dengan 1 tanduk yang menonjol dibagian kepala. Jantan memiliki tanduk yang lebih panjang dari betina sedangkan betina mempunyai rambut yang lebih banyak pada ujung ruas terakhir abdomen dibanding jantan (Wood, 1968). Umur betina lebih panjang dari umur jantan. Kumbang yang baru dewasa akan tetap tinggal di tempatnya antara 15-20 hari sebelum terbang, kumbang dewasa dapat hidup sekitar 6-9 bulan (Mariau , 1991).

Kumbang dewasa meninggalkan kokon pada malam hari dan terbang kepupus tanaman, kumbang menggerak pucuk dan membuat lubang hingga menembus pangkal pelepah daun muda. Kumbang biasanya bertahan selama 5-10 hari di dalam pupus tanaman (Suhadirman, 1996).

2.2.3 Faktor Mempengaruhi Keberadaan *Oryctes rhinoceros*

Menurut Siahaan dan Syahnen (2013) pada ekosistem alami, makanan serangga terbatas dan musuh alami berperan aktif selain hambatan lingkungan, sehingga populasi serangga rendah. Sebaliknya pada ekosistem pertanian, terutama yang monokultur makanan serangga relatif tidak terbatas sehingga populasi bertambah dengan cepat tanpa dapat diimbangi oleh musuh alami. Batang kelapa sawit yang diracun dan masih berdiri sampai pembusukan pada sistem *underplanting* merupakan tempat berkembangbiak yang paling baik bagi kumbang tanduk. Selama lebih dari 2 tahun masa dekomposisi, batang yang masih berdiri memberikan perkembangbiakan 39.000 larva perhektar dibandingkan dengan batang yang telah dicacah dan dibakar (500 larva perhektar).

Hama ini biasanya berkembangbiak pada tumpukan bahan organik yang sedang mengalami proses pembusukan. Tindakan yang membiarkan batang-batang kelapa sawit tetap berada di kebun (lahan *replanting*) memberikan kesempatan besar bagi hama *Oryctes* untuk berkembangbiak dengan baik sehingga populasinya meningkat. Ketika batang kelapa sawit yang lama tidak bisa menyediakan makanan dan tempat berbiak, maka *Oryctes* akan berpindah ke tanaman replanting yang ada di sekitarnya.

Tersedianya tumpukan batang kelapa sawit atau kelapa baik yang masih berdiri maupun yang sudah dicacah memberi peluang bagi *O. rhinoceros* untuk mendapatkan tempat berbiak. Karena pada kondisi tersebut tersedia bahan organik dan tempat yang nyaman untuk tinggal dan berkembangbiak. Kumbang akan meletakkan telur pada sisa-sisa bahan organik yang telah melapuk. Misalnya batang kelapa sawit yang masih berdiri dan telah melapuk, rumpukan batang kelapa sawit, batang kelapa sawit yang telah dicacah, serbuk gergaji, tunggul-tunggul karet serta tumpukan tandan kosong kelapa sawit. Masalah kumbang tanduk saat ini semakin bertambah dengan adanya aplikasi tandan kosong kelapa sawit pada gawangan maupun pada sistem lubang tanam besar.

Aplikasi mulsa tandan kosong sawit (TKS) yang kurang tepat dapat mengakibatkan timbulnya masalah kumbang tanduk di areal kelapa sawit tua. *Replanting* besar-besaran untuk penanaman kelapa sawit memberikan ruang yang sangat menguntungkan bagi hama *Oryctes*. Kumbang ini jarang sekali dijumpai

menyerang kelapa sawit yang sudah menghasilkan (TM). Namun demikian, dengan dilakukannya pemberian mulsa tandan kosong kelapa sawit (TKS) yang lebih dari satu lapis, maka masalah hama ini sekarang juga dijumpai pada areal TM.

2.3 Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti akar, daun, batang atau buah. Bahan-bahan ini diolah menjadi pestisida dengan berbagai bentuk, antara lain bahan mentah berbentuk tepung, ekstrak atau resin yang merupakan hasil pengambilan cairan metabolit sekunder dari bagian tumbuhan atau bagian tumbuhan dibakar untuk diambil abunya dan digunakan sebagai pestisida (Thamrin *et, al.*, 2005).

Pestisida dari bahan nabati sudah lama digunakan oleh petani, bahkan sama tuanya dengan pengembangan pertanian itu sendiri. Sejak pertanian masih dilakukan secara tradisional, para petani sudah terbiasa memakai bahan yang tersedia di alam untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Pada tahun 40-an sebagian petani di Indonesia sudah menggunakan bahan nabati sebagai pestisida, diantaranya menggunakan daun sirsak untuk mengendalikan hama belalang dan penggerek batang padi. Sedangkan petani di India, menggunakan biji mimba sebagai insektisida untuk mengendalikan hama serangga. Namun setelah ditemukannya pestisida sintetik pada awal abad ke-20, pestisida dari bahan tumbuhan atau bahan alami lainnya sudah sangat jarang digunakan (Thamrin *et, al.*, 2005).

Pestisida nabati dapat dibuat dengan menggunakan teknologi yang sederhana yang dikerjakan oleh kelompok tani atau petani perorangan. Pestisida nabati yang dibuat secara sederhana hasilnya dapat berupa larutan hasil perasan, rendaman, ekstrak, dan rebusan dari bagian tanaman berupa akar, umbi, batang, daun, buah dan biji. Apabila dibandingkan dengan pestisida kimia, penggunaan pestisida nabati relatif aman bagi manusia, lingkungan, dan biaya yang relatif murah. Beberapa tanaman yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati, yang dapat dibuat melalui teknologi yang sederhana adalah Mimba, biji srikaya, sirih dan lain-lain (Rachmawaty dan Korlina, 2009).

Sampai saat ini telah terinventarisasi sebanyak 2.400 jenis tumbuhan yang terdiri dari 235 famili tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan pestisida nabati. Famili tumbuhan yang dianggap merupakan sumber potensial insektisida nabati adalah Meliaceae, Annonaceae, Asteraceae, Piperaceae, Rutaceae. Namun hal ini tidak menutup kemungkinan untuk ditemukannya famili tumbuhan yang baru untuk dijadikan sebagai insektisida nabati (Rachmawaty dan Korlina, 2009).

Selain memiliki senyawa aktif utama dalam ekstrak tumbuhan, terdapat juga senyawa lain yang kurang aktif, namun keberadaannya dapat meningkatkan aktivitas ekstrak secara keseluruhan (sinergi) sehingga sangat efektif dan cepat membunuh hama. Selain itu, serangga tidak mudah menjadi resisten terhadap ekstrak tumbuhan dengan beberapa bahan aktif. Hal ini disebabkan karena kemampuan serangga untuk membentuk sistem pertahanan terhadap beberapa senyawa yang berbeda sekaligus lebih kecil daripada terhadap senyawa insektisida tunggal. Selain itu cara kerja senyawa dari bahan nabati berbeda dengan bahan sintetik sehingga kecil kemungkinannya terjadi resistensi silang (Sudarmo, 2005).

Menurut Thamrin *et, al.*, (2005), pada umumnya pestisida sintetik dapat membunuh langsung organisme sasaran dengan cepat. Hal ini berbeda dengan pestisida nabati, sebagai contoh insektisida nabati yang umumnya tidak dapat mematikan langsung serangga, biasanya berfungsi seperti berikut:

1. Repelen, yaitu menolak kehadiran serangga terutama disebabkan baunya yang menyengat.
2. Antifidan, menyebabkan serangga tidak menyukai tanaman, misalnya disebabkan rasa yang pahit.
3. Mencegah serangga meletakkan telur dan menghentikan proses penetasan telur.
4. Mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga.
5. Attraktan, sebagai pemikat kehadiran serangga yang dapat digunakan sebagai perangkap.

2.4 Tanaman Serai Wangi

2.4.1 Klasifikasi Tanaman Serai Wangi

Menurut Sukamto *et, al.*, (2011), tanaman serai wangi termasuk tanaman yang dibudidayakan. Genus dari rumput-rumputan ini meliputi hampir 80 jenis

atau spesies, yang penting diantaranya *Cymbopogon nardus* dan *Cymbopogon winterianus*.

Kingdom : Plantae
Filum : Anthophyta
Filum : Angiospermae
Kelas : Monocotyledonae
Famili : Glumiflorae
Genus : *Cymbopogon*
Spesies : *Cymbopogon winterianus*

2.4.2 Morfologi Tanaman Serai Wangi



Gambar 3. Tanaman serai wangi (Anonim, 2015)

Serai merupakan salah satu jenis rumput-rumputan jenis tanaman tahunan yang membentuk rumpun tebal dengan panjang tanaman sampai 2 meter. Tanaman ini berkembang dengan baik pada daerah dengan udara panas ataupun basah dengan ketinggian 1000 mdpl. Berkembangbiak dengan anakan atau tunas dari akar. Agar daun tumbuh subur dan lebat sebaiknya penanaman dilakukan dengan jarak tanam 65 cm setiap baris. Sekarang jenis ini telah tersebar di daerah-daerah tropik lain dan ditanam untuk diambil minyaknya, terutama di negara-negara berkembang seperti Guatemala, Brazil, Hindia Barat, Indo Cina, Kongo, Republik Malagasy, dan Tanzania.

Dalam setahun 1 hektar tanah dapat menghasilkan rata-rata 30 ton daun serai yang dapat disuling dan minyak atsiri sebanyak 45-80 kg. Tanaman ini mempunyai daun berwarna hijau muda, daun tunggal dan tidak lebar. Daunnya berbentuk pita yang semakin meruncing ke ujung, tepi daun kasar dan tajam. Tulang daun tanaman ini berbentuk sejajar. Tanaman ini dapat dipanen setelah berumur 4-8 bulan. Panen dapat dilakukan dengan cara memotong rumpun dekat tanah, setiap 3-4 bulan sampai tanaman berumur 5 tahun. Hasil daun basah kira-kira 10 - 15 ton/ha/tahun dengan kadar minyak 0,5% - 1,2% (Soebardjo, 2010). Secara umum, serai dibagi menjadi 2 jenis, yaitu serai dapur (lemongrass) dan serai wangi (sitronella). Keduanya memiliki aroma yang berbeda. Minyak serai yang selama ini dikenal di Indonesia merupakan minyak serai wangi (*citronella oil*) (Agusta, 2000).

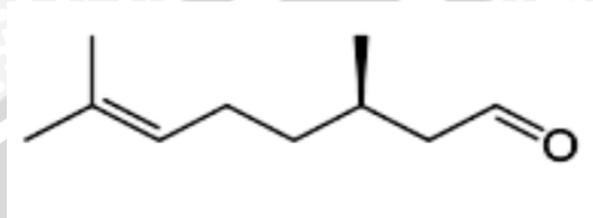
2.4.3 Senyawa Kandungan Minyak Serai Wangi

Komponen kimia dalam minyak serai wangi cukup kompleks, namun komponen yang terpenting adalah sitronellal dan geraniol. Kedua komponen tersebut menentukan intensitas bau, harum, serta nilai harga minyak serai wangi. Kadar komponen kimia penyusun utama minyak serai wangi tidak tetap dan tergantung pada beberapa faktor. Biasanya jika kadar geraniol tinggi maka kadar sitronellal juga tinggi. Kandungan batang serai wangi adalah 0,4% minyak atsiri dengan komponen utama sitronelol 66-85%. Berdasarkan penelitian pada daun tanaman ini ditemukan minyak atsiri 1% dengan komponen utama sitronella, geraniol 25-35%. Kandungan dari serai terutama minyak atsiri dengan komponen sitronelal 32-45%, geraniol 12-18%, sitronelol 11-15%, geraniol asetat 3-8%, sitronelil asetat 2-4%, sitral, kavikol, eugenol, elemol, kadinol, kadinen, vanilin, limonen, kamfen (Surahadikusumah, 1989).

Terdapat sebelas komponen dari minyak serai yang dapat diidentifikasi dengan analisis Kromatografi Gas dan Spektrometri Massa. Komponen-komponen tersebut adalah α -pinen, limonen, linalool, sitronelal, sitronelol, geraniol, sitronelil asetat, β -kariofilen, geraniol asetat, d-kadinen dan elemol, dengan komponen utamanya adalah sitronelal (Budi, 1992). Komponen-komponen lain yang penting adalah geraniol dan sitronelol yang mudah diisolasi sebagai campuran yang dikenal sebagai "rodinol" (Sastrohamidjojo, 2004).

Komposisi minyak serai wangi ada yang terdiri dari beberapa komponen, ada yang mempunyai 30 - 40 komponen, yang isinya antara lain alkohol, hidrokarbon, ester, aldehyd, keton, oksida, terpena dan sebagainya. Menurut Guenther (2006), komponen utama penyusun minyak serai wangi adalah sebagai berikut :

1. Sitronelal



Rumus Molekul : $C_{10}H_{16}$

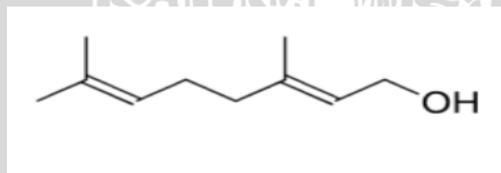
Massa molar : $154,25 \text{ g / mol}^{-1}$

Kepadatan : $0,855 \text{ g/cm}^3$

Titik didih : $201-207^{\circ}\text{C}$

Sitronelal ($C_{10}H_{18}O$) adalah monoterpenoid, komponen utama dalam campuran senyawa kimia terpenoid yang memberikan aroma khas pada minyak serai wangi. Sitronelal adalah komponen utama dari hasil penyulingan tanaman serai wangi. Sitronelal memiliki sifat sebagai pengusir serangga.

2. Geraniol



Rumus Molekul : $C_{10}H_{18}$

Massa molar : $154,25 \text{ g mol}^{-1}$

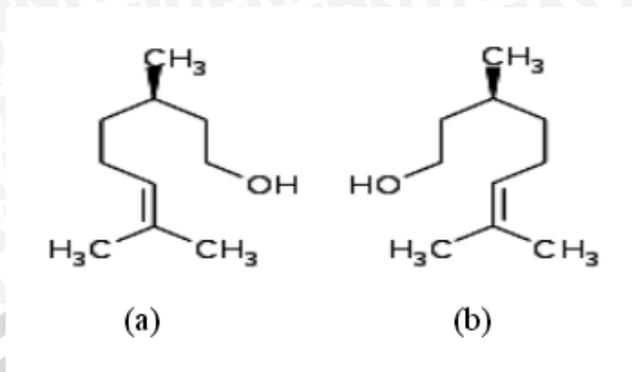
Kepadatan : $0,889 \text{ g/cm}^3$

Titik lebur : $15^{\circ}\text{C}, 2883^{\circ}$

Titik didih : $229^{\circ}\text{C}, 502\text{K}, 59^{\circ}\text{F}^{\circ}$

Geraniol adalah monoterpenoid dan alkohol, bagian utama dari minyak mawar, minyak palmarosa, dan minyak serai. Geraniol juga terdapat pada geranium, lemon, dan sebagian minyak esensial lainnya dalam jumlah yang sedikit.

3. Sitronelol



Sitronelol : a. (+) Sitronelol; b. (-) Sitronelol

Molekul rumus : C₁₀H₂₀

Massa molar : 156,27 g mol⁻¹

Kepadatan : 0,855 g/cm³

Titik didih : 225 ° C, 498 K, 437 ° F

Sitronelol atau dihydrogeraniol adalah monoterpenoid asiklik alam. Kedua enantiomer terjadi di alam. Sitronelol yang ditemukan pada minyak serai termasuk *Cymbopogon nardus* dengan isomer yang lebih umum.

2.4.4 Pemanfaatan Serai Wangi Sebagai Pestisida Nabati

Senyawa sitronelal mempunyai sifat racun dehidrasi (*desiccant*). Racun tersebut merupakan racun kontak yang dapat mengakibatkan kematian karena kehilangan cairan secara terus menerus. Selain bersifat menolak serangga (Koul *et, al.*, 2008), sitronellal yang terkandung dalam minyak serai wangi dapat bersifat kontak dengan serangga. Mekanisme kerja racun kontak sitronellal adalah menghambat enzim asetil kolinesterase sehingga terjadi fosforilasi asam amino serin pada pusat asteratik enzim yang bersangkutan. Gejala keracunan pada serangga timbul karena adanya penimbunan asetilkolin yang menyebabkan gangguan sistem saraf pusat, kejang, kelumpuhan pernafasan, dan kematian (Mutchler,1991). Hasil penelitian Fikri *et, al.*, (2010) menyebutkan bahwa pada konsentrasi 5 ml/l senyawa sitronellal akan bekerja sebagai racun perut karena mampu membunuh *Trips* sp. pada tanaman jarak pagar sebesar 49,4% pada 96 jam setelah pengamatan.

Penggunaan minyak serai pada konsentrasi 3.000-5.000 ppm yang diaplikasikan pada pakan larva *Helicoverpa armigera* dapat menurunkan laju konsumsi relatif dan laju pertumbuhan relatif, efisiensi konversi makanan yang dicerna, dan efisiensi konversi makanan yang dimakan larva *H. armigera*, serta dapat menghambat makan larva *H. armigera* sebesar 50%. Penggunaan minyak serai dapat menurunkan bobot pupa *H. armigera* jantan dan betina. Residu minyak serai yang terdapat dalam pakan *H. armigera* berkisar antara 1-4 HSP. Minyak serai sebagai insektisida nabati mempunyai tingkat persistensi yang relatif rendah (Hasyim *et. al.*, 2010).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gejala kematian yang terlihat pada larva *Crosidolomia binotalis* setelah pengaplikasian ekstrak batang serai pada awalnya larva kelihatan seperti gelisah dan mulai tidak aktif makan, lama-kelamaan larva menjadi tidak aktif bergerak selanjutnya sudah mulai terlihat ada larva yang mati. Terjadi perubahan warna pada larva yang mati dimana pada bagian dorsal berwarna kuning pucat dan bagian ventral berwarna coklat muda yang kelamaan terjadi pengerasan dan menjadi cokelat kehitaman. Hal ini terjadi karena larva memakan daun kubis yang sudah diberi perlakuan ekstrak batang serai, yang bersifat racun akut.

Persentase mortalitas larva *C. binotalis* meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak batang serai yang diaplikasikan. Konsentrasi ekstrak batang serai 80 gr/50 ml dapat digunakan sebagai insektisida botanis untuk mengendalikan hama *C. binotalis* pada kondisi laboratorium, karena pada konsentrasi ini dapat mengakibatkan kematian sebesar 95% dari total populasi serangga uji (Makkal dan Turang, 2011).

Insektisida serai wangi konsentrasi 3,2% efektif terhadap *H. theivora* dengan tingkat kematian 100% (Kenese, 2009). Hasil penelitian di Laboratorium Kelompok Peneliti Hama dan Penyakit Balitro, insektisida nabati cengkeh dan serai wangi konsentrasi 5% efektif terhadap Spodoptera litura instar 3 dengan tingkat kematian 83,33% dan 80% (Suriati dan Atmadja, 2010).

2.4.5 Ekstraksi Minyak Atsiri

Menurut Bredesi *et, al.*, (1997), bahan yang mengandung minyak atsiri dapat diperoleh dengan cara penyulingan. Metode destilasi/penyulingan minyak atsiri dapat dilakukan dengan 3 cara, antara lain :

1. Penyulingan dengan sistem rebus (Water Distillation)
2. Penyulingan dengan air dan uap (Water and Steam Distillation)
3. Penyulingan dengan uap langsung (Direct Steam Distillation)

Penerapan penggunaan metode tersebut didasarkan atas beberapa pertimbangan seperti jenis bahan baku tanaman, karakteristik minyak, proses difusi minyak dengan air panas, dekomposisi minyak akibat efek panas, efisiensi produksi dan alasan nilai ekonomis serta efektifitas produksi. Berikut masing-masing metode penyulingan diatas :

a. Penyulingan Dengan Sistem Rebus (Water Distillation)

Cara penyulingan dengan sistem ini adalah dengan memasukkan bahan baku baik yang sudah dilayukan, kering ataupun bahan basah ke dalam ketel penyuling yang telah berisi air kemudian dipanaskan. Uap yang keluar dari ketel dialirkan dengan pipa yang dihubungkan dengan kondensor. Uap yang merupakan campuran uap air dan minyak akan terkondensasi menjadi cair dan ditampung dalam wadah. Selanjutnya cairan minyak dan air tersebut dipisahkan dengan separator pemisah minyak untuk diambil minyaknya. Cara ini biasa digunakan untuk menyuling minyak aromaterapi seperti mawar dan melati. Meskipun demikian bunga mawar, melati, dan sejenisnya akan lebih cocok dengan sistem enfleurasi, bukan destilasi. Yang perlu diperhatikan adalah ketel terbuat dari bahan anti karat seperti stainless steel, tembaga, atau besi berlapis aluminium.

b. Penyulingan Dengan Air Dan Uap (Water and Steam Distillation)

Penyulingan dengan air dan uap ini biasa dikenal dengan sistem kukus. Cara ini sebenarnya mirip dengan system rebus, hanya saja bahan baku dan air tidak bersinggungan langsung karena dibatasi dengan saringan diatas air. Cara ini adalah yang paling banyak dilakukan pada dunia industri karena cukup membutuhkan sedikit air sehingga bisa menyingkat waktu proses produksi. Metode kukus ini biasa dilengkapi sistem kohobasi yaitu air kondensat yang

keluar dari separator masuk kembali secara otomatis ke dalam ketel agar meminimalkan kehilangan air. Bagaimanapun biaya produksi juga diperhitungkan dalam aspek komersial. Disisi lain, sistem kukus kohobasi lebih menguntungkan oleh karena terbebas dari proses hidrolisa terhadap komponen minyak atsiri dan proses difusi minyak dengan air panas. Selain itu dekomposisi minyak akibat panas akan lebih baik dibandingkan dengan metode uap langsung (Direct Steam Distillation). Metode penyulingan dengan sistem kukus ini dapat menghasilkan uap dan panas yang stabil oleh karena tekanan uap yang konstan.

c. Penyulingan Dengan Uap Langsung (Direct Steam Distillation)

Pada sistem ini bahan baku tidak kontak langsung dengan air maupun api namun hanya uap bertekanan tinggi yang difungsikan untuk menyuling minyak. Prinsip kerja metode ini adalah membuat uap bertekanan tinggi didalam boiler, kemudian uap tersebut dialirkan melalui pipa dan masuk ketel yang berisi bahan baku. Uap yang keluar dari ketel dihubungkan dengan kondensor. Cairan kondensat yang berisi campuran minyak dan air dipisahkan dengan separator yang sesuai berat jenis minyak. Penyulingan dengan metode ini biasa dipakai untuk bahan baku yang membutuhkan tekanan tinggi pada proses pengeluaran minyak dari sel tanaman misalnya gaharu, cendana, dll.



III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Percobaan dilaksanakan mulai Januari 2014 sampai April 2014 di Laboratorium Toksikologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan Insektarium SMART Research Institute (PT. SMART Tbk.) Libo-Siak Provinsi Riau.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah timbangan, akrilik, alat penyulingan, gunting, pisau, sarung tangan, masker, gelas ukur, tabung ukur, plastik wrapping, pipet, gergaji, lampu merah, kipas AC, kertas karton, dan toples. Sedangkan bahan yang digunakan adalah ekstrak serai wangi, umbut kelapa sawit, aquadest, $MgSO_4$, air, sabun cair, etanol 96%, dan imago *O. rhinoceros*.

3.3 Metode Penelitian

Pengujian dilakukan dengan berbagai tingkat konsentrasi untuk mengetahui tingkat repelensi, persistensi, dan antifeedant minyak atsiri serai wangi secara in vitro menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 taraf perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali ulangan yaitu:

- P1: tanpa perlakuan minyak atsiri serai wangi atau kontrol.
- P2: minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 20.000 ppm
- P3: minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 40.000 ppm
- P4: minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 60.000 ppm
- P5: minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 80.000 ppm
- P6: minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 100.000 ppm

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Alat Pengamatan Efikasi Pestisida Nabati

a. Alat Pengujian Repelensi dan Persistensi

Alat menggunakan tabung (toples) dengan diameter 15 cm yang disambung menggunakan pipa sepanjang 30 cm dan diameter 4 cm. sebanyak 6 toples disambung dengan poros tengah satu buah toples. Masing-masing toples

diisi dengan pakan yang telah diaplikasi ekstrak serai wangi (kecuali kontrol), kumbang yang telah didapatkan dari lapangan di masukkan kedalam toples yang berada ditengah dengan diameter 35 cm (tanpa perlakuan tanpa pakan) sebanyak 10 kumbang.



Gambar 4. Olfaktometer untuk pengujian repelensi dan persistensi ekstrak serai wangi

b. Alat Pengujian Antifeedant

Alat yang digunakan untuk mengetahui penghambatan aktivitas makan hama *O. rhinoceros* akibat adanya ekstrak serai wangi disajikan pada gambar 2. Alat menggunakan 2 toples yang saling berhubungan, toples besar (kiri) adalah toples yang diberi pakan dan ekstrak serai wangi dan toples kecil (kanan) adalah toples kosong. Kedua toples ini diberi penghubung berbentuk jembatan transparan dan diberi sekat (kertas karton) ditengah. Pemberian pipa dan sekat bertujuan mengetahui perpindahan kumbang akibat adanya ekstrak serai wangi. Sekat yang dibuat adalah untuk memperkuat pernyataan bahwa kumbang memang berusaha pergi dengan merusak sekat yang telah dibuat.



Gambar 5. Alat untuk mengetahui penghambatan aktivitas makan *O. rhinoceros*

3.4.2 Minyak Atsiri Serai Wangi

Minyak atsiri diperoleh dari hasil penyulingan daun serai wangi yang telah dipanen. Penyulingan dilakukan dengan sistem kukus dan air sebagai pelarutnya. Serai wangi yang telah dipanen dibiarkan selama 3-4 jam kemudian dipotong dengan ukuran 1 cm. Penyulingan dilakukan di Laboratorium Toksikologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang.

3.4.3 Persiapan Pakan

Pakan yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah umbut kelapa sawit yang diperoleh dari tanaman kelapa sawit di Nenggala Estate Kecamatan Kandis, Riau. Umbut diambil dan ditimbang 200 g untuk setiap unit perlakuan.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Tingkat Repelensi dan Persistensi Minyak Serai Wangi

Setiap toples diisi dengan umbut kelapa sawit sebagai pakan kumbang, kumbang yang telah dilaparkan dimasukkan kedalam toples yang berada ditengah (sebagai poros). Aplikasi pestisida nabati dilakukan pada malam hari dan dilakukan pengamatan repelensi serai wangi setiap malam selama 4 hari. Pengamatan *repellent* dilakukan dengan cara kumbang dimasukkan secara 1 persatu pada toples tengah. Dengan demikian dapat diketahui bagaimana perpindahan kumbang dari toples tengah ke toples perlakuan dan apakah terjadi perpedaan populasi perpindahan kumbang dengan berbagai konsentrasi ekstrak serai wangi. Toples yang berada ditengah diberi kipas untuk menarik bau dari toples perlakuan.

Untuk mengetahui persistensi ekstrak minyak serai wangi sebanyak 10 kumbang dimasukkan pada toples tengah dan dibiarkan selama 12 jam. Setelah 12 jam dilihat berapa jumlah kumbang yang berada pada setiap perlakuan. Pengamatan persistensi dilakukan setiap 12 jam setelah peletakan kumbang selama 4 hari. Tingkat persistensi dapat dilihat dari rata-rata persentase jumlah serangga yang masuk pada setiap perlakuan dari hari pertama aplikasi sampai hari keempat.

3.5.2 Penghambatan Aktivitas Makan

Setiap toples diisi dengan umbut kelapa sawit seberat 200 g sebagai pakan kumbang dan disemprot dengan ekstrak serai wangi sebanyak 10 ml, kumbang yang telah dilaparkan dimasukkan kedalam toples yang telah diaplikasikan ekstrak serai wangi. Aplikasi pestisida nabati dilakukan pada malam hari dan dilakukan pengamatan setiap 24 jam setelah perlakuan (JSP). Pengamatan dilakukan selama 5 hari, setiap pengamatan dilakukan penimbangan pakan untuk mengetahui penurunan berat pakan karena aktivitas makan *O. rhinoceros*.

Untuk menghitung penghambatan makan digunakan rumus Hasanali & Bentley (1987).

$$\text{Penghambat makan} = 1 - \frac{\text{berat pakan yang dimakan pada perlakuan}}{\text{berat pakan yang dimakan pada kontrol}} \times 100\%$$

3.6 Analisis Data

Pengaruh repelensi dari pemakaian minyak atsiri ekstrak serai wangi terhadap *O. rhinoceros* dilakukan analisis data nonparametrik Kruskal-Wallis, apabila berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney. Data hasil pengamatan pengaruh minyak atsiri serai wangi terhadap penurunan daya hambat makan kumbang dianalisis menggunakan Analisis of Variance (ANOVA) berdasarkan Rancangan Acak Lengkap, apabila berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Repelensi Ekstrak Serai Wangi terhadap *O. rhinoceros*.

Hasil analisis statistika nonparametrik Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa pemberian ekstrak serai wangi dengan konsentrasi 20.000 ppm, 40.000 ppm, 60.000 ppm, 80.000 ppm, dan 100.000 ppm berpengaruh nyata terhadap jumlah *O. rhinoceros* yang hadir pada toples perlakuan. Nilai *P-value* dari setiap rentang waktu disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, pemberian minyak serai wangi dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata pada setiap rentang waktu. Hal tersebut terlihat dari *P-value* pada setiap rentang waktu pengamatan yang lebih kecil daripada nilai Tabel Kruskal-Wallis dengan α 0,05.

Table 1. Hasil Analisis Kruskal-Wallis Repelensi Ekstrak Serai Wangi terhadap *O. rhinoceros*

Rentang Waktu (Hari)	Nilai <i>p</i>	Nilai α 0,05	Keterangan
1	0,000	0,05	Terdapat sifat repelensi
2	0,002	0,05	Terdapat sifat repelensi
3	0,002	0,05	Terdapat sifat repelensi
4	0,036	0,05	Terdapat sifat repelensi

Hasil analisis statistika yang signifikan kemudian diuji dengan Uji Lanjut Mann-Witney untuk mengetahui pengaruh ekstrak serai wangi terhadap *Oryctes* dengan perlakuan dan rentang waktu yang berbeda. Hasil uji Mann-Withney disajikan pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak serai wangi bersifat *repellent* terhadap kumbang tanduk *O. rhinoceros*.

Table 2. Hasil Uji Lanjut Mann-Withney setelah Uji Kruskal-Wallis

Perlakuan	Persentase rata-rata jumlah serangga menolak pada hari ke-			
	1	2	3	4
P1	38 a	65 a	73 a	80 a
P2	73 b	75 a	65 a	85 a
P3	90 b	68 a	75 a	68 a
P4	100 c	95 b	88 a	90 b
P5	100 c	98 b	100 b	90 ab
P6	100 c	100 b	100 b	88 ab

Pada hari pertama aplikasi semua perlakuan ekstrak serai wangi berpengaruh nyata dibandingkan dengan kontrol. Namun pada hari berikutnya efektivitas beberapa perlakuan ekstrak serai wangi sudah mulai menurun dilihat dari beberapa ekstrak serai wangi tidak berbeda nyata dengan kontrol. Penurunan tingkat repelensi ekstrak serai wangi diduga diakibatkan terjadinya penguapan senyawa-senyawa kimia dari ekstrak serai wangi yang bersifat *repellent*. Menurut Nerio *et, al.*, (2010), komponen pada *Cymbopogon* spp., *Ocimum* spp., dan *Eucalyptus* spp. Sangat efektif untuk sebagian hama gudang. Sebagai bagian dari insektisida, tanaman yang mengandung minyak essensial bias digunakan untuk mengendalikan *Zabrotus subfaciatus* (hama gudang kacang-kacangan), terutama pada usahatani skala kecil bisa digunakan sebagai alternative pengganti insektida sintetik (Franca *et, al.*, 2012). Ekstrak serai wangi 50 mg/mL bersifat *repellent* terhadap *Sitophilus zeamais* 4 JSA, sedangkan ekstrak serai wangi 20 mg/mL bersifat *repellent* 5 JSA (Ishii *et, al.*, 2010).

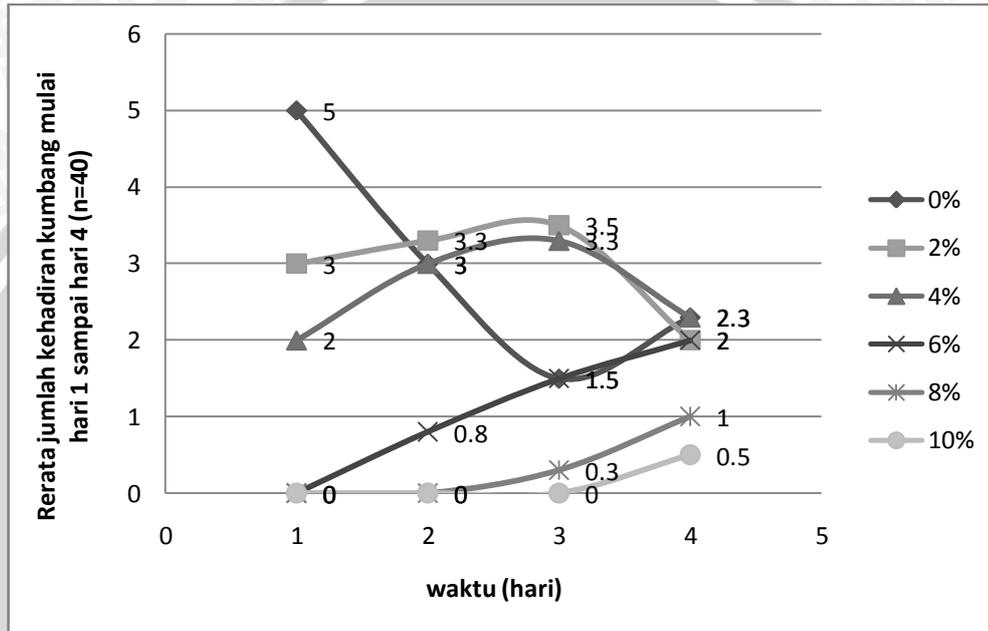
Penurunan konsentrasi minyak atsiri ekstrak serai wangi yang digunakan bersifat *repellent* terhadap *O. rhinoceros*. Pengaruh *repellent* diduga karena senyawa *sitronelal* yang terdapat pada minyak atsiri ekstrak serai wangi mampu menolak jumlah kumbang yang hadir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen 2-heptanone dan sitronellal dari serai wangi bersifat repelen terhadap lebah pada bunga *Ocimum sellowii* (Sauza dan Couto 2004). Minyak serai wangi maupun fraksi sitronella pada dosis rendah 0,1 ml/tabung senyawa volatile yang dihasilkannya sudah memperlihatkan sifat sebagai insek repelen serangga dan membunuh serangga terhadap serangga uji *H. antonii* (Nurmansyah,2011).

4.2 Persistensi ekstrak serai wangi terhadap *O. rhinoceros*

Persistensi ekstrak serai wangi dapat dilihat dari lama efektifitas tingkat repelensi dari ekstrak serai wangi tersebut. Pada percobaan ini persistensi ekstrak serai wangi diuji selama 4 hari. Pada data hasil pengamatan rerata jumlah kumbang yang masuk pada toples perlakuan mengalami naik turun dari hari 1 sampai hari 4. Data yang tidak stabil terlihat pada perlakuan 1 (kontrol), perlakuan 2 (ekstrak serai wangi 20.000 ppm), dan perlakuan 3 (ekstrak serai wangi 40.000 ppm).

Tabel 3. Rerata Jumlah Kehadiran Kumbang mulai Hari 1 sampai Hari 4

Hari	Rerata jumlah kunjungan kumbang (n=40)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
h1	5,0	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0
h2	3,0	3,3	3,0	0,8	0,0	0,0
h3	1,5	3,5	3,3	1,5	0,3	0,0
h4	2,3	2,0	2,3	2,0	1,0	0,5



Gambar 6. Grafik rerata jumlah kumbang dari hari 1 sampai hari 4

Jumlah kumbang yang menolak ekstrak serai wangi terus menurun dari hari 1 sampai hari 4, hal ini terlihat pada Gambar 1. Penurunan jumlah kumbang yang masuk pada kontrol diduga disebabkan menguapnya senyawa ekstrak serai wangi sehingga memungkinkan kumbang masuk pada toples perlakuan.

Semakin banyak kumbang yang masuk pada kotak perlakuan maka semakin rendah efektifitas *repellent* pada ekstrak serai wangi tersebut. Pada hari 1 perlakuan 4, 5, dan 6 masih menolak keberadaan kumbang sebanyak 100 %, dilihat dari tidak adanya kumbang yang masuk pada toples percobaan, namun pada hari 4 semua perlakuan sudah dimasuki oleh kumbang. Residu minyak serai wangi atau lamanya minyak serai wangi masih efektif di dalam pakan *H. armigera* hanya berkisar antara 1 – 4 hari setelah pemaparan. Dengan kata lain minyak serai wangi merupakan insektisida nabati yang mempunyai tingkat persistensi rendah (Pasetriyani, 2010).

4.3 Penghambat Aktivitas Makan Kumbang *O. rhinoceros*

Pada pengamatan penghambatan aktivitas makan kumbang diketahui terjadi penurunan bobot pakan kumbang dari hari pertama sampai hari kelima. Penurunan bobot pakan bervariasi tergantung dari dosis setiap perlakuan yang ada. Bobot awal pakan yang digunakan adalah 200 g dan terus berkurang akibat adanya aktivitas makan dari kumbang.

Tabel 4. Rata-rata jumlah penurunan bobot pakan dari hari 1 sampai hari 5

Perlakuan	Rerata penurunan bobot pakan dari hari 1-hari 5 (g)				
	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	hari 5
P1	0,0	17,1	25,9	34,9	47,4
P2	0,0	0,0	2,8	7,6	12,2
P3	0,0	0,0	0,0	6,6	10,4
P4	0,0	0,0	0,0	3,9	6,8
P5	0,0	0,0	0,0	3,1	6,3
P6	0,0	0,0	0,0	1,5	2,9

Data persentase penghambatan aktivitas makan dari hari 1 sampai hari 5 disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Persentase Penghambatan Aktivitas Makan Kumbang dari Hari 1 sampai Hari 5

Konsentrasi	Persentase penghambatan aktivitas makan kumbang pada hari				
	ke- h1	ke- h2	ke- h3	ke- h4	ke- h5
20.000 ppm	100 a	100 a	89 a	78 a	74 a
40.000 ppm	100 a	100 a	100 b	81 ab	78 a
60.000 ppm	100 a	100 a	100 b	89 bc	86 b
80.000 ppm	100 a	100 a	100 b	91 cd	87 b
100.000 ppm	100 a	100 a	100 b	96 d	94 c
± SD	0.00	7.08	9.98	12	15.57

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95%

Hasil pengujian penghambatan makan kumbang akibat ekstrak serai wangi menunjukkan bahwa ekstrak serai wangi konsentrasi 20.000 ppm, 40.000 ppm, 60.000 ppm, 80.000 ppm, dan 100.000 ppm menyebabkan efek penghambatan aktivitas makan kumbang sebesar 74 – 100% mulai dari hari 1 sampai hari 5 (Tabel 5). Meskipun terjadi peningkatan efek penghambatan makan mengikuti konsentrasi ekstrak yang digunakan, hasil uji Duncan menunjukkan bahwa ekstrak serai wangi 20.000 ppm sudah efektif menghambat makan kumbang karena tidak berbeda nyata dengan konsentrasi yang lebih tinggi.

Ekstrak serai wangi konsentrasi 20.000 ppm sudah efektif menghambat aktivitas makan kumbang sampai hari 3. Pada hari 4 dan 5 ekstrak serai wangi konsentrasi 20.000 ppm sudah kurang efektif karena persentase penghambatan makan kumbang < 80%. Ekstrak serai wangi dengan konsentrasi 40.000 ppm adalah yang paling efektif pada hari 4, sedangkan pada hari 5 ekstrak serai wangi konsentrasi 6% adalah yang paling efektif, hal ini sesuai dengan Schoonhoven (1982) bahwa senyawa anti makan dikatakan efektif bila tingkatan hambatannya mencapai 80-100%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak serai wangi mengandung senyawa yang bersifat sebagai anti makan. Hasil penelitian Hummelbrunner dan Isman (2001), menunjukkan bahwa beberapa jenis minyak esensial kelompok *monoterponoid* seperti: sitronellal, thymol, dan α -terpineol efektif digunakan sebagai senyawa anti makan (*feeding deterrent*) terhadap larva *Spodoptera litura*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Ekstrak serai wangi dengan konsentrasi 80.000 ppm dan 100.000 ppm mampu menolak keberadaan kumbang hingga 100% selama 3 hari setelah aplikasi.
- Persistensi dari ekstrak serai wangi dengan dosis 100.000 ppm mampu bertahan hingga 4 hari.
- Ekstrak serai wangi dengan konsentrasi 40.000 ppm, 60.000 ppm, 80.000 ppm, dan 100.000 ppm mampu menghambat aktivitas makan kumbang hingga 100% sampai hari ketiga, namun ekstrak serai wangi 20.000 ppm hanya mampu menghambat aktifitas makan selama 3 hari.

5.2 Saran

- Dilakukan uji lanjutan mengenai bahan tambahan ekstrak serai wangi yang dapat memperpanjang lama persistensi.
- Dilakukan metode baru untuk meningkatkan efisiensi ekstrak serai wangi seperti pembuatan tablet untuk mengurangi evaporasi minyak sehingga mampu menolak keberadaan kumbang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A. 2010. Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia. ITB: Bandung. Hal. 101.
- Anonim, 2015. <http://2.bp.blogspot.com/-IL9TZX58-og/TthdIavgStI/AAAAAAAAAVM/kRDdsMcC5uks1600/SERAI+WANGI+%2540GINER+RGASS.jpg>
- Bedford, G.O. 1980. Biology, ecology and control of palm rhinoceros beetle. *Annual Review of Entomology* .25:309-339.
- Bredesi et, al,. 1997. Chemical Composition of Mrrtle LEAF Essential Oil of Angelica Roots (*Angelica archangelica* L.) Oftimization of Destilation, Location in Plant and chemical Composition, *J. Essent.*, 9(3):311-319
- Budi, 1992. Sereh Wangi Bertanam dan Penyulingan. Kanisius. Yogyakarta.
- Daud, I.T. 2007. Sebaran Serangan Hama Kumbang Kelapa *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae) di Kecamatan Mattirobulu Kabupaten Pinrang. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVIII Komda Sul-Sel: 306-318.
- Fauzi, Y. 2004. Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Franza et, al., 2012. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Chrysomelidae) in *Phalseolus vulgaris* L. *Acta Amazonica*. 42(3): 381-386.
- Fikri, I.M., A. Jannah, and M. Abidin. 2010. Identification and toxicity test of Citronellal from *Cymbopogon nardus* leaves as antifeedant toward *Thrips* in *Jatropha curcas*. *Alchemy*. 2(1): 104-157.
- Guenter, E. 2006. Minyak Atsiri. Jilid 1. UI. Press.
- Hasanali, A. and Bentey. 1987. *Comparison of an Insect Antifeedant Activities of Some Limonoids*. Proc. 3 rd.Int Neem Conf, 683-689
- Hasyim, et, al., 2010. Efikasi dan Persistensi Minyak Serai sebagai Biopestisida terhadap *Helicoverpa armigera* Hubn. (Lepidoptera: Nuctuidae). *Lembang*. Vol 20(4):377-386.
- Hummelbrunner, A.L., and M.B. Isnain. 2001. *Acute, Sublethal, Antifeedant and Synergistic Effects of Monoterpenoid Essential Oil Compounds on The Tobacco Cut Worm* (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Agric. Food Chem*, 49, 715-720
- Inyang, U.E. and S.O. Emosairue. 2005. Laboratory Assessment of the Repellent and Antifeedant Properties of Aquos Extract of 13 Plant Against the Banana Weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.5:33-44.
- Ishii et, al., 2010. Repellebt activity of common spices aguints the rice weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculidae) TROPICAL

BIOLOGY AND CONSERVATION. 7: 75-80.

- Kelapa sawit. <http://id.k.wikipedia.org/wiki/Kelapa-sawit>. Diunduh 15 Januari 2015
- Kenese, K. 2009. Uji Pestisida Nabati terhadap *H. theivora* Waterh. Pada Inang Alternatif. Laporan Praktikum Lapang. Universitas Lampung. 12 Hal.
- Kiswanto *et, al.*, 2008. Teknologi Budidaya kelapa Sawit. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Klinik Sawit. 2014. Hama Kelapa Sawit. <http://www.kliniksawit.com>. Diunduh 10 Mei 2014.
- Koul, O., S. Walia, and G.S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopestic. Int.* 4(1): 63-84. www.nri.org/projects/adappt/docs/63-84.pdf.
- Kwon, Y., S.H. Kim, D.S. Ronderos, Y. Lee, Y. Lee, B. Akitake, O.M. Woodward, W.B. Guggino, D.P. Smith, and C. Montell. 2010. Drosophila TRPA1 channel is required to avoid the naturally occurring insect repellent citronellal. *Current Biology*. 20: 1672-1678. DOI: 10.1016/j.cub.2010.08.016.
- Makkal dan Turang, 2011. Pemanfaatan Ekstrak Kasar batang Serai untuk Pengendalian larva *Crosidolomia binotalis* Zell. Pada Tanaman Kubis. Manado. Vol 17(1):20.
- Metcalf RL. 1982. Insecticide in Pest management Introduction to Insect Pest Management. New York: John Willen and Sons.
- Mutchler, E. 1991. Dinamika Obat: Buku Ajar Farmakologi dan Toksikologi. Edisi 5. Diterjemahkan oleh Widiyanto, M. dan A.S. Kanti. ITB. Bandung.
- Nerio, L.S.; Olivero-Verbel, J.; Stashenko, E. 2010. Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource Technology*, 101: 372-378.
- Nurmansyah, 2011. Efektivitas Serai Wangi Terhadap Hama Pengisap Buah Kakao *Helopeltis antonii*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Sumatera Barat. Vol. 22(2):(208-212).
- Pasetriyani, E. 2010. UJI PERSISTENSI MINYAK SERAI WANGI TERHADAP HAMA *Heliothis armigera* PADA TANAMAN CABAI DI RUMAH KACA
- Purba R.Y., Sudharto dan R.Desmier de Chenon, 2002. Gejala Serangan dan Bioekologi *Coptotermes cirvignathus* Holmgren (Isoptera:Rhinotermitidae) pada Tanaman Kelapa Sawit di Lahan Gambut. Warta PPKS, Medan, Sumatera Utara.
- Pusat penelitian dan pengembangan perkebunan, 2012. Pestisida Nabati. Bogor. Hal.4-5.
- Rachmawaty, D dan Korlina, E. 2009. Pemanfaatan Pestisida Nabati untuk

- Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Timur.
- Risza, S. 1994. Kelapa Sawit. Kanisius. Yogyakarta
- Rohimatun dan Laba, I. B. 2013. Efektivitas Insektisida Minyak Serai Wangi Dan Cengkeh Terhadap Hama Pengisap Buah Lada *Dasynus Piperischina*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor.
- Souza, D.T.M. dan R.H.N. Couto. 2004. Efficiency of n-octyl acetat, 2-heptanone and citronellal in repelling Bees from Basil (*Ocimum sellowii* Labiatae). Brazilian Archives of Biology and Technology. 47 : 121-125.
- Schoonhoven, L.M., 1982. *Biological Aspect of Antifeedant*. Ent. Exp. & Appl. (31):57-69
- Siahaan dan Syahnen, 2013. Mengapa *O. rhinoceros* menjadi hama di tanaman kelapa sawit. BBPPTP. Medan.
- Soenarko, herry. 2014. <http://herrysoenarko.blogspot.com/2014/04/kumbang-tanduk-oryctes-rhinoceros.html?m=1>. Diunduh 15 januari 2015.
- Soepadiyo, M. dan Haryono, S., 2003. Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Steel, R.G.D. dan Torrie, J.H. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika (Suatu Pendekatan Biometrik). Gramedia. Jakarta
- Sudarmo S. 2005. Pestisida Nabati. Pembuatan dan Pemanfaatannya. Penerbit Kanisius.
- Sukamto, et, al., 2011. Serai wangi (*Cymbopogon nardus* L.) sebagai penghasil minyak atsiri. Tanaman Konservasi dan Pakan ternak. BPTOA. Bogor.
- Surahadikusuma, E. 1989. Kimia tumbuhan. Bogor. DEPDIKBUD
- Suriati, S. dan Atmadja, W. R. 2010. Efikasi Sepuluh Jenis Insektisida Nabati terhadap Ulat Grayak *Spodoptera litura*. Seminar Nasional VI Perhimpunan Entomologi Cabang Bagor. Peranan Entomologi dalam mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat. Bogor, 24 Juni 2010. 6 Hal.
- Susanto. 2005. Pengurangan populasi larva *Oryctes rhinoceros* pada system lubang tanam besar. Penelitian kelapa sawit April 2005. 14(1):2-3.
- Thamrin, M., Asikin, S., Mukhlis dan Budiman, A. 2005. Potensi Ekstrak Flora Lahan Rawa sebagai Pestisida Nabati. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Untung K. 1993. Nutrisi Yang Diperlukan Serangga Untuk Perkembangan Populasinya. <http://www.google.com.edu/ent>. Diunduh 14 Januari 2015
- Wood, B.J. 1968. Pests of oil palm in Malaysia and their control. . 204 p. Developments in Oil Palm. Kuala Lumpur: The Incorporated Society of Planters.

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1 Hasil Analisis Statistika Non-Parametrik Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	h1	h2	h3	h4
Chi-Square	22.439	18.917	18.390	11.919
df	5	5	5	5
Asymp. Sig.	.000	.002	.002	.036

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan

Tabel lampiran 2. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 2

Test Statistics^b

	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	2.000	7.000	5.000
Wilcoxon W	10.000	12.000	17.000	15.000
Z	-2.381	-1.871	-.298	-.949
Asymp. Sig. (2-tailed)	.017	.061	.766	.343
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.114 ^a	.886 ^a	.486 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 3. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 3

Test Statistics^b

	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	6.000	7.500	3.000
Wilcoxon W	10.000	16.000	17.500	13.000
Z	-2.381	-.624	-.158	-1.517
Asymp. Sig. (2-tailed)	.017	.533	.874	.129
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.686 ^a	.886 ^a	.200 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 4. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 4

Test Statistics^b

	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	.000	4.000	2.000
Wilcoxon W	10.000	10.000	14.000	12.000
Z	-2.477	-2.352	-1.222	-2.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	.013	.019	.222	.046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.029 ^a	.343 ^a	.114 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 5. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 5

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	.000	.000	4.500
Wilcoxon W	10.000	10.000	10.000	14.500
Z	-2.477	-2.397	-2.477	-1.084
Asymp. Sig. (2-tailed)	.013	.017	.013	.278
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.029 ^a	.029 ^a	.343 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 6. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 1 dengan perlakuan 6

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	.000	.000	3.500
Wilcoxon W	10.000	10.000	10.000	13.500
Z	-2.477	-2.494	-2.477	-1.423
Asymp. Sig. (2-tailed)	.013	.013	.013	.155
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.029 ^a	.029 ^a	.200 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 7. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 2 dengan perlakuan 3

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	2.500	6.000	6.000	1.000
Wilcoxon W	12.500	16.000	16.000	11.000
Z	-1.739	-.624	-.661	-2.097
Asymp. Sig. (2-tailed)	.082	.533	.508	.036
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.114 ^a	.686 ^a	.686 ^a	.057 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 8. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 2 dengan perlakuan 4

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	1.000	2.000	4.000
Wilcoxon W	10.000	11.000	12.000	14.000
Z	-2.530	-2.097	-1.858	-1.528
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	.036	.063	.127
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.057 ^a	.114 ^a	.343 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 9. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 2 dengan perlakuan 5

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	.000	.000	7.000
Wilcoxon W	10.000	10.000	10.000	17.000
Z	-2.530	-2.397	-2.477	-.316
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	.017	.013	.752
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.029 ^a	.029 ^a	.886 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 10. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 2 dengan perlakuan 6

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	.000	.000	7.000
Wilcoxon W	10.000	10.000	10.000	17.000
Z	-2.530	-2.397	-2.477	-.316
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	.017	.013	.752
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.029 ^a	.029 ^a	.886 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 11. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 3 dengan perlakuan 4

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	1.000	3.000	.000
Wilcoxon W	10.000	11.000	13.000	10.000
Z	-2.530	-2.097	-1.667	-2.477
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	.036	.096	.013
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.057 ^a	.200 ^a	.029 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 12. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 3 dengan perlakuan 5

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	.000	.000	1.000
Wilcoxon W	10.000	10.000	10.000	11.000
Z	-2.530	-2.397	-2.530	-2.084
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	.017	.011	.037
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.029 ^a	.029 ^a	.057 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 13. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 3 dengan perlakuan 6

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	.000	.000	.000	.500
Wilcoxon W	10.000	10.000	10.000	10.500
Z	-2.530	-2.494	-2.530	-2.247
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	.013	.011	.025
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.029 ^a	.029 ^a	.029 ^a	.029 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 14. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 4 dengan perlakuan 5

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	8.000	5.500	.000	6.000
Wilcoxon W	18.000	15.500	10.000	16.000
Z	.000	-.833	-2.494	-.667
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000	.405	.013	.505
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 ^a	.486 ^a	.029 ^a	.686 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 15. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 4 dengan perlakuan 6

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	8.000	4.000	.000	6.000
Wilcoxon W	18.000	14.000	10.000	16.000
Z	.000	-1.512	-2.494	-1.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000	.131	.013	.317
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 ^a	.343 ^a	.029 ^a	.686 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 16. Hasil Analisis Statistika Uji Lanjut Mann-Withney antar perlakuan 5 dengan perlakuan 6

Test Statistics ^b				
	h1	h2	h3	h4
Mann-Whitney U	8.000	6.000	8.000	7.500
Wilcoxon W	18.000	16.000	18.000	17.500
Z	.000	-1.000	.000	-.158
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000	.317	1.000	.874
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 ^a	.686 ^a	1.000 ^a	.886 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: per

Tabel lampiran 17. Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 1

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikan
Perlakuan	0.0	5	0.0	-	-
Galat	0.0	18	0.0		
Total	0.0	23			

Tabel lampiran 18. Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 2

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikan
Perlakuan	1928	5	385.6	69	0.0
Galat	100	18	5.58		
Total	2414	23			

Tabel lampiran 19. Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 3

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikan
Perlakuan	2978	5	595.6	47	0.0
Galat	226.9	18	12.6		
Total	4132.8	23			

Tabel lampiran 20. Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 4

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikan
Perlakuan	2242.5	5	448.5	74	0.0
Galat	108.7	18	6		
Total	8108	23			

Tabel lampiran 21. Hasil analisis statistika pengujian antifeedant hari 5

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	Signifikan
Perlakuan	2930	5	586	154	0.0
Galat	68	18	3.8		
Total	12467	23			

Tabel lampiran 22. Pergerakan kumbang dalam olfaktometer pada parameter repelensi ekstrak serai wangi

P1: 0%; P2: 2%; P3: 4%; P4: 6%; P5: 8%; P6: 10%

Tanggal Jam	J/B	Waktu (menit)	Σ	Keterangan
Ul. 1 23-03-2015 19.00 WIB	J	0.55	1	Masuk pada P3
		1.13	1	Masuk pada P1
		3	1	Masuk pada P4 dann putar balik masuk pada P3 dan putar balik dan masuk pada P1
		2.4	1	Masuk pada P6 dan putar balik masuk pada P2
		3	1	Masuk pada P2
	B	2.1	1	Masuk pada P1
		0.35	1	Masuk pada P1
		6.5	1	Berputar ditengah dan masuk pada setiap pintu dan masuk pada P5, dan masuk pada P2 masuk pada P1
		8.19	1	Masuk pada pintu P3, P2 dan putar balik sebanyak 2 kali dan masuk pada P1
		1,7	1	Berputar ditengah dan masuk pada P1
Ul.1 24-03-2015 19.00 WIB	J	2.14	1	Berputar ditengah dan masuk pada P1
		1.39	1	Masuk pada P2
		3.42	1	Masuk pada pintu P5 putar balik dan masuk pada P3
		6.3	1	Masuk pada jembatan P3
		2.21	1	Masuk pada pintu P2 putar balik dan masuk pada P1
	B	2.46	1	Masuk pada pintu P6,P3,P5,P2,P6 putar balik dan masuk pada P1
		>30	1	Masuk pada P3 putar balik dan berheni di jembatan
		3.58	1	Masuk pada P4, P3 putar balik dan masuk pada P3
		0.22	1	Masuk pada P2
4.31	1	Masuk pada P6,P5,P3,P4,P6 putar balik dan masuk pada P2		
Ul.1 25-03-2015 19.00 WIB	J	0.25	1	Masuk pada P1
		2.42	1	Masuk pada P5,P4 putar balik dan masuk pada P3
		4.53	1	Masuk pada P3 putar balik dan masuk pada P2
		5.34	1	Masuk pada P2
		12.21	1	Masuk pada P6 putar balik dan masuk pada P2
	B	3.13	1	Masuk pada P2
		3.33	1	Masuk pada P2
		4.35	1	Masuk pada P2
		7.38	1	Masuk pada Pintu P4,P3,P2,P6 putar balik dan masuk pada P3
		3.07	1	Masuk pada P4
Ul.1	J	5.27	1	Masuk pada P4 putar balik dan masuk pada P2
		5.27	1	Masuk pada P4,P2,P6 putar balik dan masuk pada P4
		10.35	1	Masuk pada P3
		1.17	1	Masuk pada P1

65-03-2015 19.00 WIB	B	2.28	1	Masuk pada P1
		1.54	1	Masuk pada P3
		1.04	1	Masuk pada P3
		1.06	1	Masuk pada P6 putar balik dan masuk pada P2
		1.06	1	Masuk pada P1
		1.43	1	Masuk pada P6
UI.2 23-03-2015 19.00 WIB	J	2.15	1	Masuk pada P1 setelah masuk pada P2,P3, dan P4
		7.32	1	Masuk pada P3 setelah putar balik pada P5,P4,dan P6
		2.47	1	Masuk pada P2 setelah putar balik dari P5
	B	8.8	1	Masuk pada P1 setelah putar balik pada P3,P4, dan P5
		1.29	1	Masuk pada P3 setelah putar balik pada P6
		0.34	1	Masuk pada P1 setelah putar balik pada pada pintu P6
		1.57	1	Masuk pada P2 setelah putar balik dari P6
		3.13	1	Masuk pada P1 setelah putar balik pada P3 dan P5
		3.14	1	Masuk pada P2 setelah putar balik dari P6
		0.2	1	Masuk pada P3
UI.2 24-032015 19.00 WIB	J	3.01	1	Masuk pada P4 setelah putar balik dari P5
		2.42	1	Masuk pada P2 setelah melewati semua pintu
		4.26	1	Masuk pada P1 setelah berputar ditengah
		3.58	1	Masuk pada P1 setelah melewati pintu P4,P3, dan P2
		3.16	1	Masuk pada P3 setelah berputar ditengah
	B	6.19	1	Masuk pada P2 setelah putar balik dari P6
		2.41	1	Masuk pada P4 setelah melewati semua pintu
		1.49	1	Masuk pada P3 setelah melewati pintu P6 dan P2
		1.03	1	Masuk pada P2
		0.3	1	Masuk pada P1
UI.2 25-03-2015 19.00 WIB	J	5.31	1	Masuk pada P1 setelah melewati pintu P2 dan P3
		1.06	1	Masuk pada P3
		3.12	1	Masuk pada P3 setelah melewati semua pintu sebanyak 2 putaran
		0.25	1	Masuk pada P3
		1.11	1	Masuk pada P1 setelah berputar ditengah
	B	2.51	1	Masuk pada P3 setelah melewati pintu P4
		1.47	1	Masuk pada P2 setelah melewati P3
		11.42	1	Masuk pada P4 setelah berputar ditengah
		14.26	1	Masuk pada P2
		5.32	1	Masuk pada P4
UI.2 26-03-2015 19.00 WIB	J	3.35	1	Masuk pada P5 setelah putar balik dari P3
		4.04	1	Masuk pada P2 setelah putar balik dari P2,P3, dan P1
		10.53	1	Masuk pada P3 setelah melewati pintu P4
		1.38	1	Masuk pada P1
	B	3.23	1	Masuk pada P4 setelah melewati pintu P3
		6.05	1	Masuk pada P6 setelah melewati P5, P4 dan putar balik pada P6,P1, dan P3

		6.07	1	Masuk pada P5
		4.12	1	Masuk pada P3 setelah melewati P5 dan P6
		3.25	1	Masuk pada P2 setelah Melewati P4
		13.51	1	Masuk pada P1 setelah melewati P3 dan P6
UL.3 23-03- /2015 19.00 WIB	J	0.2	1	masuk pada P1 setelah melewati pintu P3
		2.45	1	masuk pada P1 setelah melewati pintu P4 dan P5
		7.07	1	masuk pada P2
		2.01	1	masuk pada P3 setelah putar balik dari P5
		0.43	1	masuk pada P2 setelah melewati pintu P5 dan P4
	B	1.01	1	masuk pada P1
		1.2	1	masuk pada P1
		2.12	1	masuk pada P1
		3.39	1	masuk pada P1
		4.32	1	masuk pada P1
UL.3 24-03-2015 19.00 WIB	J	0.35	1	masuk pada P1 setelah putar balik dari P4
		2.34	1	masuk pada pP3 setelah melewati pintu P6
		8.3	1	Masuk pada P2 setelah berputar ditengah
		2.28	1	masuk pada P1 setelah melewati semua pintu
		6.53	1	masuk pada P3
	B	0.58	1	masuk pada P5
		1	1	masuk pada P4 setelah putar balik dari P6
		2.59	1	masuk pada P1 setelah melewati semua pintu
		5.1	1	Masuk pada P2 setelah berputar ditengah
		6.52	1	masuk pada P1 setelah putar balik dari P3 dan P4
UL.3 25-03-2015 19.00 WIB	J	3.42	1	masuk pada P2 setelah melewati pintu P4
		2	1	masuk pada P2 setelah melewati pintu P5, P6, dan P1
		1.37	1	masuk pada P1 setelah putar balik dari P5
		0.35	1	masuk pada P1 setelah putar balik dari P5
		8.36	1	masuk pada P2 setelah melewati pintu P5, P6, P3, dan P1
	B	5.1	1	masuk pada P3 setelah melewati semua pintu dan putar balik dari P6
		4.26	1	masuk pada P3 setelah melewati pintu P4
		5.48	1	masuk pada P1 setelah putar balik dari P5
		6.12	1	masuk pada P4 setelah putar balik dari P6
		10.15	1	masuk pada p1 setelah melewati semua pintu
UL.3 26-03-2015 19.00 WIB	J	2.34	1	masuk pada P3 setelah melewati pintu P6 dan P5
		2.44	1	masuk pada P1 setelah melewati semua pintu
		2.3	1	masuk pada P3 setelah berputar ditengah
		6.05	1	masuk pada P4
		2.13	1	masuk pada P5 setelah berputar ditengah
	B	1.4	1	masuk pada P6
		1.32	1	masuk pada P3 setelah berputar ditengah
		2.11	1	masuk pada P5 setelah berputar ditengah

		3.52	1	masuk pada P1 setelah melewati semua pintu
		4.21	1	masuk pada P2
UI.4 23-03-2015 19.00 WIB	J	1.27	1	masuk pada P1 setelah berputar ditengah
		2.55	1	masuk pada P2 setelah putar balik dari P5 dan P4
		4.02	1	masuk pada P1 setelah melewati semua pintu
		4.27	1	masuk pada P2 setelah putar balik dari P5 dan P3
		6.43	1	masuk pada P1 setelah putar balik dari P4, P3, dan P2
	B	1.58	1	masuk pada P1 setelah melewati semua pintu
		3.38	1	masuk pada p3 setelah berputar ditengah dan putar balik dari P4
		4.03	1	masuk pada P1 setelah melewati pintu P3 dan P5
		5.43	1	masuk pada P2 setelah berputar ditengah
		6.43	1	masuk pada P1 setelah berputar ditengah dan putar balik dari P4, P3, dan P2
UI.4 24-03-2015 19.00 WIB	J	8.34	1	masuk pada P2 setelah melewati pintu P3, P4, dan P1
		6.29	1	masuk pada P3 setelah berputar ditengah
		5.13	1	masuk pada p1 setelah melewati semua pintu
		5.54	1	masuk pada P1 setelah berputar ditengah dan putar balik dari P4
		2.03	1	masuk pada P1 setelah putar balik dari P6
	B	0.47	1	masuk pada P3 setelah berputar ditengah
		1.49	1	masuk pada P2 setelah melewati pintu P4
		4.3	1	masuk pada P3 setelah berputar ditengah dan putar balik dari P5
		5.34	1	masuk pada p1 setelah melewati semua pintu
		5.48	1	masuk pada P3
UI.4 25-03-2015 19.00 WIB	J	4.55	1	masuk pada p2 setelah melewati semua pintu
		5.06	1	masuk pada P1 setelah putar balik dari P5 dan P6
		5.34	1	masuk pada P2 setelah melewati semua pintu dan putar balik dari P4
		3.45	1	masuk pada P1 setelah berputar ditengah
		4.13	1	masuk pada P1
	B	7.31	1	masuk pada P4 setelah melewati pintu P6
		5.29	1	masuk pada P3 setelah berputar ditengah
		8.15	1	masuk pada P4 setelah melewati pintu P5
		13.09	1	masuk pada P3 setelah berputar ditengah dan putar balik dari P5
		13.3	1	masuk pada P1 setelah melewati semua pintu dan putar balik dari P3, P4, dan p6
UI.4 26-03-2015 19.00 WIB	J	7.31	1	masuk padaP1 setelah melewati pintu P6
		6.8	1	masuk pada P6 setelah berputar ditengah
		6.88	1	masuk pada P5
		6.53	1	masuk pada P4 setelah melewati pintu P6
		8.02	1	masuk pada P3
	B	6.28	1	masuk pada P2 setelah berputar ditengah
		6.29	1	masuk pada P3
		7.17	1	masukpada P3 setelah melewati pintu P4
		2.43	1	masuk pada P6 setelah berputar ditengah
		4.48	1	masuk pada P3 setelah putar balik dari P6

Tabel lampiran 23. Jumlah kumbang masuk pada toples perlakuan pada parameter persistensi ekstrak serai wangi

P1: 0%; P2: 2%; P3: 4%; P4: 6%; P5: 8%; P6: 10%

Tanggal	Jumlah	Keterangan
UI. 1	5	masuk pada P1
24-03-2015	3	masuk pada P2
	2	masuk pada P3
25-03-2015	3	masuk pada P1
	4	masuk pada P2
	3	masuk pada P3
26-03-2015	1	masuk pada P1
	3	masuk pada P2
	3	masuk pada P3
	2	masuk pada P4
	1	masuk pada P5
27-03-2015	2	masuk pada P1
	2	masuk pada P2
	2	masuk pada P3
	3	masuk pada P4
	1	masuk pada P5
UI.2	5	masuk pada P1
24-03-2015	5	masuk pada P2
	2	masuk pada P3
25-03-2015	3	masuk pada P1
	3	masuk pada P2
	3	masuk pada P3
	1	masuk pada P4
26-03-2015	2	masuk pada P1
	3	masuk pada P2
	3	masuk pada P3
	2	masuk pada P4
27-03-2015	2	masuk pada P1
	2	masuk pada P2
	2	masuk pada P3
	3	masuk pada P4
	1	masuk pada P5
UI.3	6	masuk pada P1
24-03-2015	3	masuk pada P2

	1	masuk pada P3
25-03-2015	3	masuk pada P1
	3	masuk pada P2
	4	masuk pada P3
26-03-2015	3	masuk pada P1
	3	masuk pada P2
	4	masuk pada P3
27-03-2015	3	masuk pada P1
	2	masuk pada P2
	3	masuk pada P3
	1	masuk pada P6
Ul.4	4	masuk pada P1
24-03-2015	3	masuk pada P2
	3	masuk pada P3
25-03-2015	3	masuk pada P1
	3	masuk pada P2
	2	masuk pada P3
	2	masuk pada P4
26-03-2015	2	masuk pada P1
	2	masuk pada P2
	5	masuk pada P3
	1	masuk pada P4
27-03-2015	2	masuk pada P1
	2	masuk pada P2
	2	masuk pada P3
	1	masuk pada P4
	2	masuk pada P5
	1	masuk pada P6



Gambar lampiran 1. Minyak serai wangi



Gambar lampiran 2. Pakan kumbang (umbut kelapa sawit)



Gambar lampiran 3. Kumbang yang tertangkap feromon trap