



**UJI FITOKIMIA DAN UJI MORTALITAS EKSTRAK n-HEKSANA DAN
METANOL BIJI MAHONI (*Swietenia mahagoni* Jacq) TERHADAP HAMA
PENGGEREK BUAH KOPI *Hypothenemus hampei* (Ferr.)**

SKRIPSI

Oleh

**Candra Lintang Fajar Pratama
NIM 121810301071**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**UJI FITOKIMIA DAN UJI MORTALITAS EKSTRAK n-HEKSANA DAN
METANOL BIJI MAHONI (*Swietenia mahagoni* Jacq) TERHADAP HAMA
PENGGEREK BUAH KOPI *Hypothenemus hampei* (Ferr.)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Candra Lintang Fajar Pratama
NIM 121810301071

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Keluarga tercinta, Ayahanda Mochammad Ansori, Ibunda Lilik Sulis Setiyawati, Kakak Lessy Gianlara Munggaran setia mendukung baik moril dan materiil, mendoakan, mendidik, dan memberi kasih sayang dan pengorbanan yang tidak terhingga selama ini;
2. Bapak/Ibu guru TK Kusuma, SDN Kebonsari Kulon 2, SMPN 10 Probolinggo, SMAN 1 Dringu, bapak/ibu dosen kimia, teknisi jurusan Kimia, dan segenap karyawan FMIPA Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu, serta pengalamannya;
3. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. Kawan seperjuangan KIMIA 2012 (LANTHANIDA), keluarga besar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
5. Keluarga Besar UKMS TITIK dan Saudaraku WIBISANA yang telah memberikan dukungan, semangat tiada tara;
6. Keluarga Besar Entomology Research Team yang telah memberikan semangat yang besar dan motivasi;
7. Sahabat sekaligus saudara seperjuangan dalam Tim Kimia Bahan Alam Hendra Budi Setiawan dan Eka Safitri Lailatul Aini yang selalu ada dan memberikan dukungan serta semangat yang luar biasa;
8. Seseorang yang spesial Rosa Safitri yang sudah memberikan dukungan, doa dan semangat luar biasa selama ini;
9. Teman-teman Jawa Asri CC9, dan teman-teman KKN 161 terima kasih atas semangat, bantuan, saran, perhatian, dan kenangan yang telah diberikan;
10. Sahabatku Shin no Tomodachi, Ahmad Budianto, Muhammad Taufiq Hidayat, Zohrotul Lutfia, Lubabah Putri Dhuha, Indah Purwanti, dan Tiara Farah Hidayah terima kasih atas doa, dukungan, semangat dan perhatian yang diberikan selama ini;

11. Teman-teman yang saya banggakan Muhammad Rusdi Al-Kahf, Hendri Budi Setiawan, Farinda Puji Aulia, Chanifa Dwi Happy Pratiwi, dan Yulio Tri Prakoso yang telah memberikan motivasi serta dukungan selalu.



MOTO

Dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih".
(terjemahan Surat Ibrahim ayat 7). *)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap (terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 6-8).**)

Jangan pernah menyerah terhadap kegagalan. Kegagalan adalah guru terbaik bagi kesuksesan, karena dari kegagalan kita belajar untuk memperbaiki. Hilangkan putus asa, karena kita memiliki Allah dan teruslah berusaha. Berdoa, berusaha sebaik mungkin, hasil akhir biarlah jadi ketentuan Allah (Candra Lintang Fajar Pratama).

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Pustaka Agung Harapan

***) Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Candra Lintang Fajar Pratama

NIM : 121810301071

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Uji Fitokimia Dan Uji Mortalitas Ekstrak n-Heksana Dan Metanol Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei* (Ferr)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 November 2018

Yang menyatakan,

Candra Lintang Fajar Pratama
NIM 121810301071

SKRIPSI

**UJI FITOKIMIA DAN UJI MORTALITAS EKSTRAK n-HEKSANA DAN
METANOL BIJI MAHONI (*Swietenia mahagoni* Jacq) TERHADAP HAMA
PENGGEREK BUAH KOPI *Hypothenemus hampei* (Ferr.)**

Oleh

Candra Lintang Fajar Pratama
NIM 121810301071

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : I Nyoman Adi Winata, S.Si., M.Si
Dosen Pembimbing Anggota : Purwatiningsih, S.Si., M.Si., Ph.D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Uji Fitokimia dan Uji Mortalitas Ekstrak n-Heksana dan Metanol Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei* (Ferr)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

I Nyoman Adi Winata, S.Si., M.Si.

Purwatiningsih, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 197105011998021002

NIP. 197505052000032001

Anggota II,

Anggota III,

Ika Oktavianawati, S.Si., M.Sc .

drh. Wuryanti Handayani, M.Si.

NIP. 198010012003122001

NIP. 196008221985032002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

UJI FITOKIMIA DAN UJI MORTALITAS EKSTRAK n-HEKSANA DAN METANOL BIJI MAHONI (*Swietenia mahagoni* Jacq) TERHADAP HAMA PENGGEREK BUAH KOPI *Hypothenemus hampei* (Ferr.); Candra Lintang Fajar Pratama, 121810301071; 2018; 83 halaman; Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Swietenia mahagoni (Jacq) merupakan salah satu tumbuhan yang banyak ditemukan di Indonesia dan berpotensi sebagai insektisida nabati karena memiliki kandungan metabolit sekunder. Kandungan senyawa kimia metabolit sekunder yang aktif di dalam oleh *S. mahagoni* sangat baik digunakan untuk pengendalian hama yang merugikan manusia dan mengganggu pada sektor perkebunan. Salah satu hama yang merugikan adalah hama penggerek buah kopi (PBKo) *Hypothenemus hampei* (Ferr). *H. hampei* merupakan hama penggerek buah kopi yang saat ini merupakan faktor utama penyebab penurunan mutu dan cita rasa kopi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kandungan fitokimia *S. mahagoni* yang terletak di sekitar Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia dan untuk mengetahui pengaruh mortalitas ekstrak metanol dan n-heksana dari biji *S. mahagoni* terhadap hama penggerek buah kopi *H. hampei*.

Penelitian ini meliputi ekstrak, uji fitokimia, dan uji mortalitas. Ekstraksi dilakukan dengan cara bertingkat menggunakan pelarut n-heksana dan pelarut metanol. Uji toksisitas dilakukan dengan aplikasi racun kontak metode residu menggunakan 10 ekor imago *Hypothenemus hampei* untuk masing-masing konsentrasi tiap ekstrak serta 3 kontrol (akuades, metanol, dan n-heksana). Konsentrasi metanol dan n-heksana yang digunakan adalah 0,5; 1; 2; 4; dan 8%. Toksisitas ekstrak terhadap mortalitas *H. hampei* setelah 168 jam dihitung

menggunakan probit analisis dan hasilnya dinyatakan dalam LC_{50} . Perbedaan yang signifikan antara persentase mortalitas rata-rata pada konsentrasi yang berbeda dianalisis dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

Hasil ekstrak metanol biji *S. mahagoni* mengandung alkaloid dan terpenoid, sedangkan ekstrak n-heksana mengandung steroid. Analisis probit menunjukkan bahwa ekstrak metanol biji *S. mahagoni* dengan tiga kontrol memiliki nilai LC_{50} (akudes ($LC_{50}=2,55\%$), metanol ($LC_{50}=2,37\%$), dan n-heksana ($LC_{50}= 2,37\%$)) lebih toksik terhadap *H. hampei* dibandingkan ekstrak n-heksana dengan menggunakan tiga kontrol dengan nilai LC_{50} (akuades $LC_{50}=2,31\%$), metanol ($LC_{50}=2,47\%$), n-heksana ($LC_{50}=2,47\%$)). Hasil tersebut menggambarkan bahwa biji *S. mahagoni* dapat digunakan sebagai sumber potensial insektisida nabati.

PRAKATA

Puji syukur atas segala rahmat dan karunia yang dilimpahkan Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Fitokimia dan Uji Mortalitas Ekstrak n-Heksana dan Metanol Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei* (Ferr)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si., selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
3. I Nyoman Adi Winata, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Purwatiningsih, S.Si., M.Si. Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Ika Oktavianawati, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penguji I, dan drh. Wuryanti Handayani, M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktunya guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Dr. Bambang Piluharto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
6. Seluruh dosen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuannya;
7. Segenap teknisi dan staff Jurusan Kimia Universitas Jember yang telah memberikan banyak dukungan dalam pengerjaan skripsi ini;

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 14 November 2018

Penulis

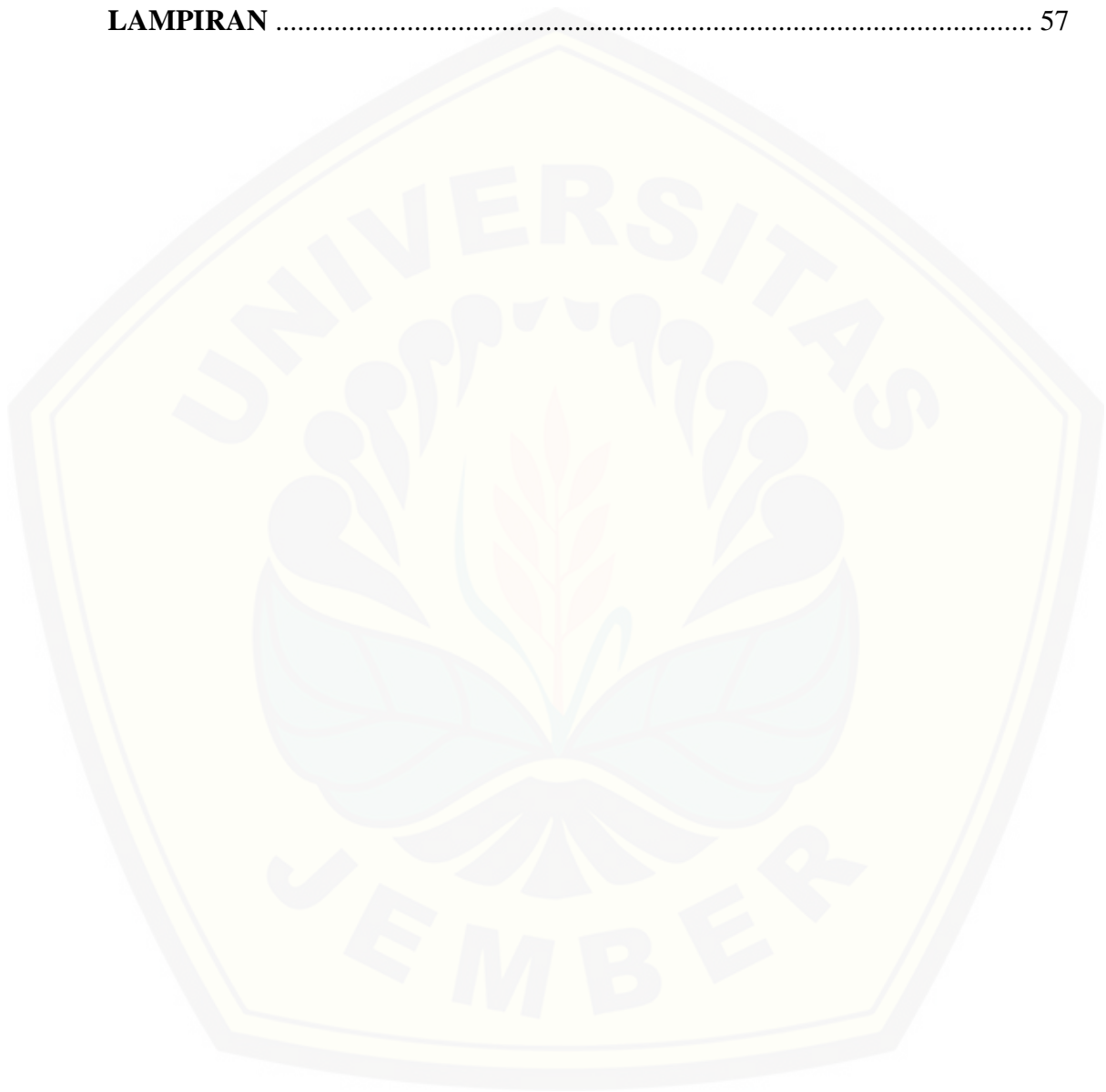


DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-----------|
| HALAMAN SAMPUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAM AN PEMBIMBINGAN | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| HALAMAN PRAKATA | x |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 <i>Swietenia mahagoni</i> Jacq..... | 5 |
| 2.1.1 Klasifikasi ilmiah <i>S. mahagoni</i> Jacq..... | 5 |
| 2.1.2 Morfologi <i>S. mahagoni</i> Jacq | 6 |
| 2.1.3 Komposisi kimia <i>S. mahagoni</i> Jacq | 9 |
| 2.2 Pestisida | 16 |
| 2.2.1 Pestisida sintetik | 17 |
| 2.2.2 Pestisida nabati | 18 |
| 2.3 <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr. | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.1 Morfologi <i>H. hampei</i> | 20 |
| 2.3.2 Aktivitas <i>H.hampei</i> | 21 |
| 2.3.3 Siklus Hidup <i>H. hampei</i> | 22 |
| 2.4 Metode ekstraksi maserasi | 23 |
| 2.5 Uji Fitokimia | 24 |
| 2.5.1 Uji alkaloid | 24 |
| 2.5.2 Uji tannin | 25 |
| 2.5.3 Uji flavonoid | 27 |
| 2.5.4 Uji steroid dan terpenoid | 28 |
| 2.5.5 Uji saponin | 29 |
| BAB 3. METODELOGI PENELITIAN | 31 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 31 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 31 |
| 3.2.1 Alat..... | 31 |
| 3.2.2 Bahan | 31 |
| 3.3 Diagram Alir Penelitian | 32 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 33 |
| 3.4.1 Preparasi <i>Swietenia mahagoni</i> Jacq. | 33 |
| 3.4.2 Uji Kadar Air | 33 |
| 3.4.3 Ekstraksi Biji <i>S. mahagoni</i> Jacq..... | 33 |
| 3.4.4 <i>Pre-Screening</i> Fitokimia..... | 34 |
| 3.4.5 Uji Fitokimia | 34 |
| 3.4.6 Uji Aktivitas Mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr | 34 |
| 3.4.7 Uji Aktivitas Ekstrak Terhadap <i>H. hampei</i> | 38 |
| 3.5 Analisis Data | 38 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 40 |
| 4.1 Ekstraksi Biji <i>Swietenia mahagoni</i> Jacq. | 40 |
| 4.2 Uji Fitokimia Ekstrak Metanol dan n-Heksana Biji <i>Swietenia mahagoni</i> Jacq. | 42 |
| 4.3 Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana Terhadap <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr | 43 |

| | |
|-----------------------------|----|
| BAB 5. PENUTUP | 50 |
| 5.1 Kesimpulan | 50 |
| 5.2 Saran | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | 51 |
| LAMPIRAN | 57 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| 3.1 Konsentrasi larutan fraksi metanol dan fraksi n-heksana ekstrak biji <i>Swietenia mahagoni</i> yang digunakan..... | 37 |
| 4.1 Hasil ekstrak biji <i>Swietenia mahagoni</i> | 40 |
| 4.2 Hasil uji fitokimia ekstrak n-heksana dan metanol biji <i>Swietenia mahagoni</i> .. | 43 |
| 4.3 <i>One Way</i> ANOVA ekstrak metanol dan n-heksana biji <i>Swietenia mahagoni</i> | 45 |
| 4.4 Rata-rata mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i> dengan ekstrak metanol dan n-heksana biji <i>Swietenia mahagoni</i> selama 7 hari (168 hari) | 46 |
| 4.5 Toksisitas ekstrak metanol dan n-heksana biji <i>Swietenia mahagoni</i> pada masing-masing kontrol terhadap <i>Hypothenemus hampei</i> | 47 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Pohon <i>Swietenia mahagoni</i> | 5 |
| 2.2 Pohon <i>Swietenia mahagoni</i> | 6 |
| 2.3 Batang Pohon <i>Swietenia mahagoni</i> | 7 |
| 2.4 Daun <i>Swietenia mahagoni</i> | 7 |
| 2.5 Bunga <i>Swietenia mahagoni</i> | 8 |
| 2.6 Buah <i>Swietenia mahagoni</i> | 9 |
| 2.7 Perbedaan struktur senyawa steroid dan terpenoid | 10 |
| 2.8 Struktur senyawa terpenoid dalam <i>Swietenia mahagoni</i> | 11 |
| 2.9 Struktur senyawa flavonoid | 15 |
| 2.10 Struktur flavonoid dalam <i>Swietenia mahagoni</i> | 15 |
| 2.11 Struktur alkaloid dalam <i>Swietenia mahagoni</i> | 16 |
| 2.12 Struktur organofosfat | 17 |
| 2.13 Struktur organoklorin | 18 |
| 2.14 <i>Hypothenemus hampei</i> | 21 |
| 2.15 Perbedaan imago betina dan jantan | 22 |
| 2.16 Reaksi antara alkaloid dengan reagen Dragendorff | 25 |
| 2.17 Struktur tannin terhidrolisis dan terkondensasi | 25 |
| 2.18 Reaksi identifikasi tannin dan FeCl ₃ | 27 |
| 2.19 Reaksi flavonoid dengan reagen Shinoda | 28 |
| 2.20 Reaksi antara kolesterol dengan peraksi Liebermann-Burcherd | 29 |
| 2.21 Struktur kimia ginsenosida rb ² | 30 |

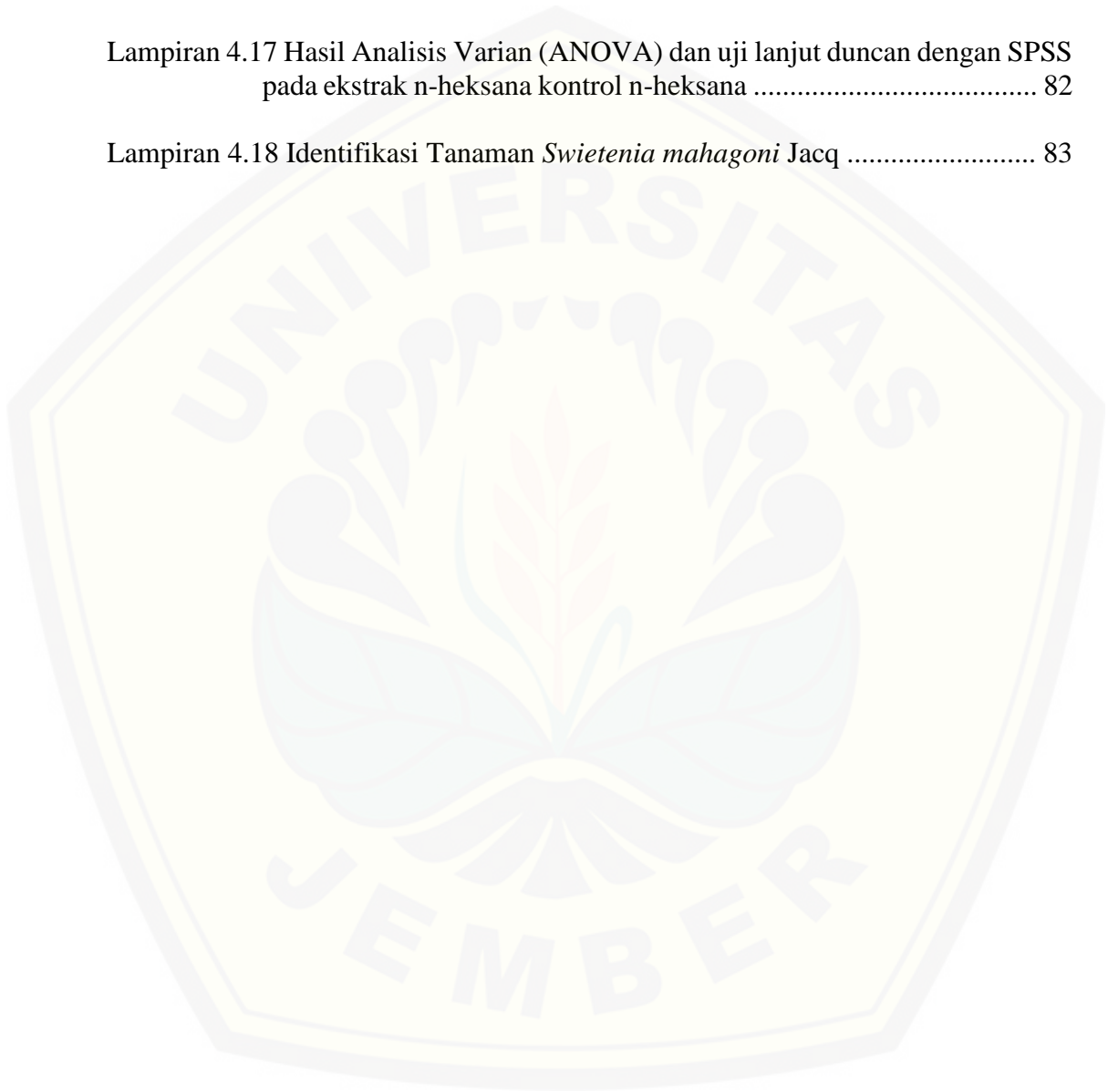
| | |
|--|----|
| 4.1 Biji kering <i>Swietenia mahagoni</i> | 41 |
| 4.2 Serbuk biji <i>Swietenia mahagoni</i> | 41 |
| 4.3 Struktur dan warna ekstrak n-heksana <i>Swietenia mahagoni</i> | 41 |
| 4.4 Struktur dan warna ekstrak metanol <i>Swietenia mahagoni</i> | 42 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 4.1 Perhitungan kadar air | 57 |
| Lampiran 4.2 Perhitungan rendemen | 59 |
| Lampiran 4.3 Uji fitokimia ekstrak metanol dan n-heksana biji <i>Swietenia mahagoni</i> | 60 |
| Lampiran 4.4 Uji Pendahuluan ekstrak n-heksanamdan metanol daun <i>Swietenia mahagoni</i> | 62 |
| Lampiran 4.5 Uji toksisitas ekstrak n-heksana dan metanol biji <i>Swietenia mahagoni</i> | 64 |
| Lampiran 4.6 Analisis probit dan nilai LC ₅₀ ekstrak metanol kontrol akuades biji <i>Swietenia mahagoni</i> menggunakan SPSS | 65 |
| Lampiran 4.7 Analisis probit dan nilai LC ₅₀ ekstrak metanol kontrol metanol biji <i>Swietenia mahagoni</i> menggunakan SPSS | 67 |
| Lampiran 4.8 Analisis probit dan nilai LC ₅₀ ekstrak metanol kontrol n-heksana biji <i>Swietenia mahagoni</i> menggunakan SPSS | 69 |
| Lampiran 4.9 Analisis probit dan nilai LC ₅₀ ekstrak n-heksana kontrol akuades biji <i>Swietenia mahagoni</i> menggunakan SPSS | 71 |
| Lampiran 4.10 Analisis probit dan nilai LC ₅₀ ekstrak n-heksana kontrol metanol biji <i>Swietenia mahagoni</i> menggunakan SPSS | 73 |
| Lampiran 4.11 Analisis probit dan nilai LC ₅₀ ekstrak n-heksana kontrol n-heksana biji <i>Swietenia mahagoni</i> menggunakan SPSS | 75 |
| Lampiran 4.12 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan uji lanjut duncan dengan SPSS pada ekstrak metanol kontrol akuades | 77 |
| Lampiran 4.13 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan uji lanjut duncan dengan SPSS pada ekstrak metanol kontrol metanol | 78 |
| Lampiran 4.14 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan uji lanjut duncan dengan SPSS pada ekstrak metanol kontrol n-heksana | 79 |

| | |
|--|----|
| Lampiran 4.15 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan uji lanjut duncan dengan SPSS pada ekstrak n-heksana kontrol akuades | 80 |
| Lampiran 4.16 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan uji lanjut duncan dengan SPSS pada ekstrak n-heksana kontrol metanol | 81 |
| Lampiran 4.17 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan uji lanjut duncan dengan SPSS pada ekstrak n-heksana kontrol n-heksana | 82 |
| Lampiran 4.18 Identifikasi Tanaman <i>Swietenia mahagoni</i> Jacq | 83 |



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

. Kopi merupakan komoditi lokal Indonesia yang sangat melimpah. Indonesia menempati peringkat ke empat di dunia sebagai negara penghasil kopi. Hal ini menyebabkan kopi menjadi salah satu penyumbang devisa tertinggi di Indonesia sebesar USD 521,3 juta pertahunnya (Raharjo, 2012). Tingginya hasil kopi yang dihasilkan pada setiap tahunnya mulai mengalami penurunan. Penurunan ini dikarenakan banyak faktor antara lain lingkungan, teknik budidaya yang salah serta serangga yang menyerang. Salah satu hama yang sering menjadi masalah pada kopi yaitu hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei*. *H. hampei* merupakan serangga buah kopi yang menyerang endosperma biji muda kopi dengan melubangi ujung buah kopi dengan diameter kurang lebih 1 mm. Buah kopi yang terserang *H. hampei* memiliki ciri cacat fisik terdapat lubang di bagian bawah buah, warna buah kopi akan menguning dan akan mempengaruhi susunan senyawa kimiawinya. Menurut Wiryadiputra (2006) cacat fisik pada kopi yang disebabkan oleh *H. hampei* akan menurunkan kualitas citarasa biji kopi dan hasil panen.

Pengendalian *H. hampei* menggunakan insektisida sintetis telah banyak dilakukan oleh para petani. Penggunaan insektisida secara terus menerus akan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan, resistensi serangga terhadap insektisida, mengakibatkan turunnya mutu kopi yang disebabkan adanya zat kimia yang mengendap dan tertinggal pada biji kopi. Timbulnya pengendapan senyawa kimia yang tertinggal pada biji kopi dapat menyebabkan keracunan bagi yang mengonsumsi. Adanya masalah yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida sintetis, mendorong penggunaan pestisida nabati yang banyak dilaporkan lebih ramah lingkungan dan tidak merusak ekosistem lingkungan di sekitarnya (Wiryadiputra, 2012).

Beberapa jenis tumbuhan telah diketahui memiliki kandungan senyawa yang bersifat sebagai insektisida, seperti serai wangi (*Cymbopogon nardus*), bawang merah (*Allium cepa var. aggregatum* L), bawang putih (*Allium sativum*),

dringo (*Acorus calamus*), babandotan (*Ageratum conyzoides*), gulma, mimba (*Azadirachta indica*), cabai merah (*Capsicum annuum L.*), Lada (*Piper nigrum*), jeruk (*Citrus*), cengkih (*Syzygium aromaticum*), sirsak (*Annona muricata*), kencur (*Kaempferia galanga*), jarak pagar (*Jatropha curcas L.*), mengkudu (*Morinda citrifolia*), dan Mahoni (*Swietenia mahagoni*) (Saenong, 2016).

Mahoni (*Swietenia mahagoni*) dikenal sebagai salah satu tanaman yang memiliki kandungan metabolik sekunder dan sebagai sumber insektisida nabati. Hasil penelitian Dadang dan Ohsawa (2000) mengatakan pada biji mahoni mengandung senyawa flavonoid, saponin, alkaloid, terpenoid dan steroid. Turunan senyawa aktif flavonoid yaitu isoflavon dan rotenon diindikasikan bersifat insektisida. Biji mahoni juga mengandung senyawa aktif swietenin dari senyawa limonoid yang bersifat *antifeedant*. Penelitian terhadap mahoni telah dilakukan oleh Septian dan Ratnasari (2013) dimana keduanya mengkombinasikan ekstrak biji mahoni dan batang brotowali. Penelitian tersebut menerangkan bahwa pada kombinasi senyawa aktif biji mahoni dan batang brontowali dengan menggunakan variasi konsentrasi larutan mengakibatkan penghambatan pertumbuhan *Spodoptora litura*, meningkatkan mortalitas serangga dan menghentikan aktivitas makan serangga. Menurut Sahgal., *et al* (2009) kandungan aktif yang terkandung dalam biji mahoni (*S. mahagoni*) adalah senyawa, antrakuinon, minyak atsiri, dan glikosida.

Kandungan senyawa aktif pada biji mahoni (*S. mahagoni*) diteliti lebih lanjut dengan uji fitokimia. Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui golongan senyawa aktif yang terkandung di dalam tanaman mahoni. Menurut Katoda S., *et al* (1990) telah ditemukan lebih dari 18 senyawa metabolik sekunder pada biji mahoni (*S. mahagoni*). Kandungan senyawa metabolik sekunder yang ditemukan tergolong pada turunan dari golongan terpenoid yaitu triterpenoid. Senyawa turunan triterpenoid memiliki rantai karbon senyawa 30 rantai. Katoda juga menjelaskan bahwa ditemukan delapan struktur senyawa metabolik sekunder baru diantaranya swietenins B,C,D,E,F, 3-O-acetyl-swietenolide, 6-O-acetyl-swietenolid, dan 3-O-tigloyl-6-O-acetyl-swietenolide. Ayuni dan Sukarta (2013) melaporkan biji mahoni mengandung senyawa alkaloid 3,6,7-trimethoxy-4-methyl-1,2,3,4-tetrahydro-isoquinoline.

Penelitian uji mortalitas dari ekstrak metanol dan n-hesana biji mahoni (*Swietenia mahagoni*) terhadap penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei* belum pernah dilakukan oleh para penelitian, oleh karena itu permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah uji fitokimia dan uji mortalitas ekstrak biji mahoni terhadap *H. hampei*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang dapat diambil dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Kelompok senyawa metabolik sekunder apa saja yang terkandung dalam ekstrak metanol dan ekstrak n-heksana dalam biji mahoni?
2. Bagaimana pengaruh ekstrak n-heksana dan metanol dari biji mahoni terhadap mortalitas *Hypothenemus hampei*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kelompok senyawa metabolik sekunder apa saja yang terkandung dalam ekstrak metanol dan ekstrak n-heksana dalam biji mahoni
2. Mengetahui pengaruh ekstrak n-heksana dan metanol dari biji mahoni terhadap mortalitas *Hypothenemus hampei*

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *H. hampei* yang digunakan merupakan fase imago, berjenis kelamin betina, dan memiliki umur yang bervariasi.
2. Buah kopi diperoleh dari desa Sidomulyo Kecamatan Silo dan desa Durjo Kabupaten Jember, Jawa Timur.
3. Pengujian dilakukan terhadap buah kopi yang sudah di petik.
4. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang aktivitas insektisida dari biji *Swietenia mahagoni* terhadap *Hypothenemus hampei*, sehingga dapat dimanfaatkan dan digunakan sebagai acuan untuk pengembang biakan insektisida nabati.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Swietenia mahagoni*

2.1.1 Klasifikasi Ilmiah *Swietenia mahagoni*

Tanaman mahoni merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis tepatnya di negara Honduras sampai Brazil. Mahoni termasuk dalam famili Meliaceae. Tanaman ini memiliki dua spesies yang sangat terkenal di dunia yaitu *Swietenia macropylla* (daun lebar) dan *Swietenia mahagoni* (daun sempit). Klasifikasi dari *S. mahagoni* menurut Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Lindung Solo (BPDAS) 2011 sebagai berikut:

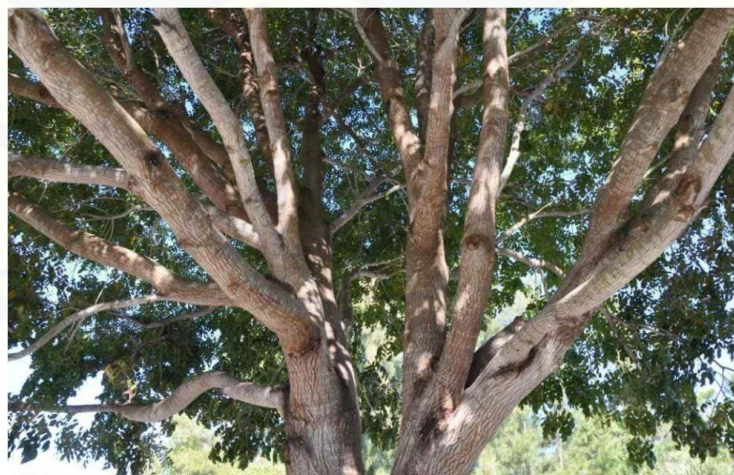
| | |
|--------------|-----------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Subkingdom | : Tracheobionta |
| Super Divisi | : Spermatophyta |
| Divisi | : Magnoliophyta |
| Kelas | : Magnoliopsida |
| Sub Kelas | : Rosidae |
| Ordo | : Sapindales |
| Famili | : Meliaceae |
| Genus | : <i>Swietenia</i> |
| Spesies | : <i>Swietenia mahagoni</i> |



Gambar 2.1 Pohon Mahoni *Swietenia mahagoni* (Sumber: Naveen, *et al*, 2013)

2.1.2 Morfologi *Swietenia mahagoni*

Mahoni memiliki banyak pohon yang berbeda di seluruh dunia yang semuanya dikenal dengan nama mahoni. Salah satunya memiliki nama *Swietenia mahagoni*. Tanaman ini tumbuh tegak dengan mahkotanya melingkar dengan bentuk yang simetris yang memiliki kepadatan sedang. Tanaman ini bisa mencapai tinggi hingga 75 kaki dengan penyebarannya setinggi 50 kaki, namun sering ditemukan tinggi mahoni hanya terlihat sekitar 40 – 50 kaki dan melebar. Tanaman mahoni memiliki batang berdiameter bisa 3 sampai 4,5 kaki. Daun mahoni berwarna coklat pada musim dingin, daun mahoni mulai muncul pada bulan Maret sampai Mei. Daun yang gugur akan diganti daun baru yang segar selama awal pertumbuhan. Daun yang mulai tumbuh berwarna kemerahan-ungu dan akan cepat prosesnya menjadi hijau muda. Bunga mahoni muncul pada pertumbuhan pohon mahoni pada musim semi. Pertumbuhan pohon ini disinkronkan pada tunas terminalnya dan pertumbuhan tahun sebelumnya. Bunga mahoni diproduksi pada musim semi. Seiring bertambahnya usia pohon mahoni, batang kayunya biasanya akan terbagi menjadi beberapa cabang berkisar 4 sampai 8 kaki di atas tanah. Pohon mahoni yang masih muda memiliki corak warna kulit pohon berwarna keabu-abuan dan halus. Pohon yang lebih tua memiliki batang kayu yang lebih kokoh dan kasar dengan warna kulit lebih coklat tua (Brown *et al*, 2012)



Gambar 2.2 Pohon Mahoni (Sumber: Brown *et al*, 2012)



Gambar 2.3 (a) Batang pohon mahoni muda (b) Batang pohon mahoni tua

(Sumber: Brown *et al*, 2012)

Morfologi daunnya berbentuk majemuk, namun beberapa daun yang lainnya biasanya menyirip. Daun baru mahoni berwarna kemerahan atau hijau muda. Selama beberapa minggu daun mahoni baru akan berubah warna menjadi hijau tua. Daun mahoni memiliki ukuran 6 sampai 9 inci. Daun mahoni memiliki daun tiap tangkainya berkisar antara 4 atau 6 pasang dengan tangkai berwarna coklat kemerahan dengan panjang sekitar 2,5 inci dan lebar dapat mencapai 0,5 inci.



Gambar 2.4 (a) Daun baru (b) Daun tunggal dengan 8 daun (Sumber: Brown *et al*, 2012)

Morfologi bunga mahoni terjadi di atas tangkai yang ditemukan di kapak daun mahoni. Bunga mahoni tumbuh dimusim semi yang bersamaan dengan pertumbuhan dari daun baru mahoni. Bunga mahoni memiliki ukuran yang kecil dengan lebar kurang dari 0,3 inci berwarna kuning-hijau dan memiliki bau yang harum.



(a)

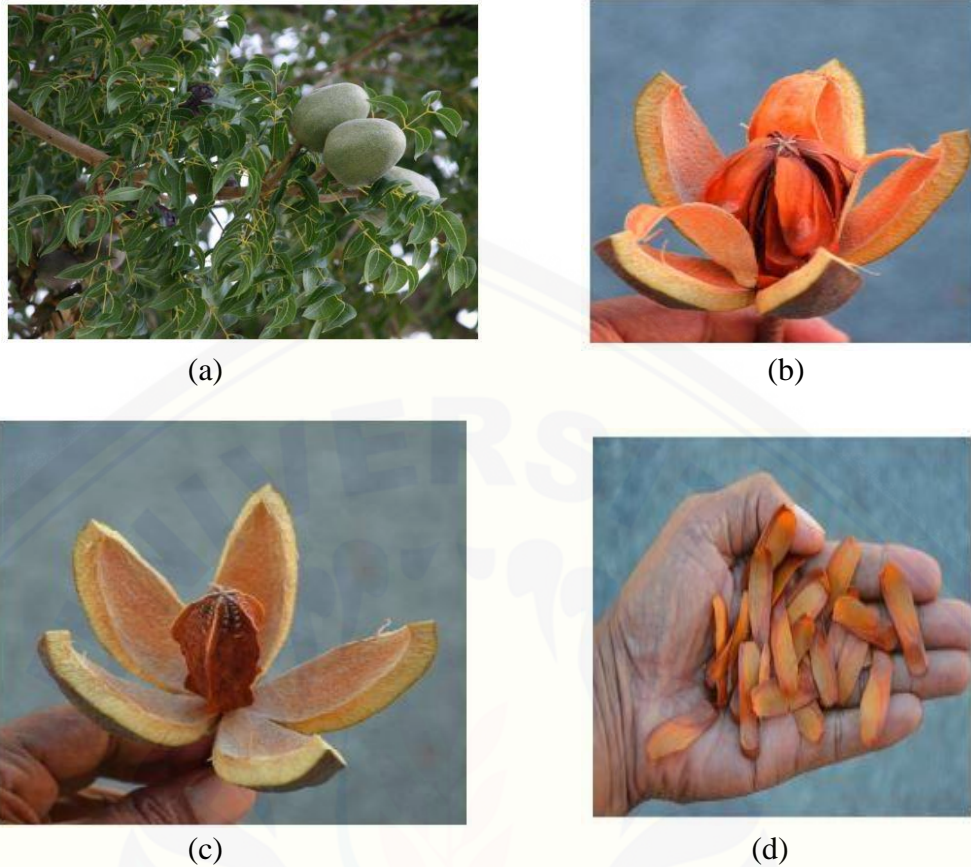


(b)

Gambar 2.5 (a) Bunga pada tangkai spiral (b) Bunga pada tangkai tunggal

(Sumber: Brown *et al*, 2012)

Morfologi buah mahoni memiliki warna coklat, besar, menonjol dan berkayu. Panjang buah mahoni mencapai 2 sampai 5 inci. Buah dewasa mahoni berdiri lebih tegak yang ditandai dengan bercak tebal pada kulit buahnya. Pada saat musim gugur daun, buah akan terbelah dari dasar menjadi 5 katup tebal yang nantinya jatuh ke tanah. Buah mahoni memiliki benih atau biji yang berbentuk panjang sekitar 2 sampai 2,5 inci panjangnya dengan lebar mencapai 0,5 inci.



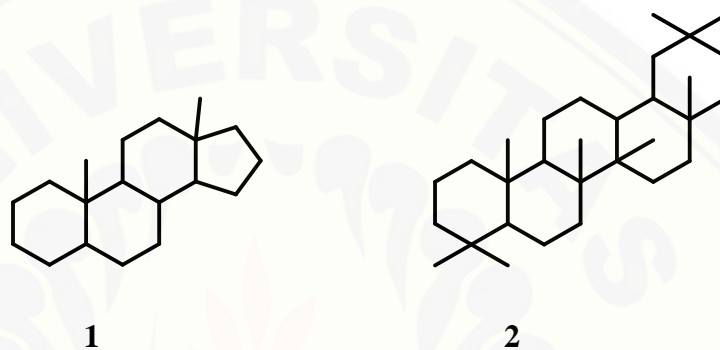
Gambar 2.6 (a) Buah mahoni awal (b) Buah mahoni kulit terbuka (c) kulit buah mahoni yang membungkus biji (d) Kulit bijinya dibuka (Sumber: Brown *et al*, 2012)

2.1.3 Komposisi Kimia *Swietenia mahagoni*

a. Terpenoid

Terpenoid merupakan senyawa yang di dalamnya tersusun dari kerangka isoprena, yaitu rantai yang memiliki lima atom karbon yang bercabang (*branching*) yang terdapat gugus metil pada karbon nomor dua ataupun kelipatannya (Aziz, 2014). Isoprena merupakan unit dari lima karbon yang lebih dikenal dengan sebutan 2-metil-1,3-butadiena. Dua metil terikat pada atom karbon nomer empat pada kerangka terpenoid. Terpenoid digolongkan menjadi enam golongan yang didasarkan dari banyaknya unit isoterpen yang dimiliki suatu terpenoid. Golongan tersebut antara lain hemiterpene (C_5), monoterpene (C_{10}), seskuiterpen (C_{15}), diterpen (C_{20}), sesterterpen (C_{25}) triterpen (C_{30}), tetraterpen (C_{40}), dan polimer terpenoid. Steroid merupakan terpenoid (triterpen) termodifikasi yang mengandung

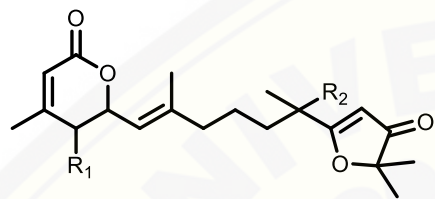
cinin tetrasiklin lanosterol (Dewick, 2002). Steroid merupakan lemak (lipid) dalam konten struktural yang ditandai dengan empat cincin menyatu dalam kerangka karbon. Steroid memiliki kerangka yang berbeda dengan terpenoid, perbedaan ini ditandai dengan adanya dua gugus metil yang diikat oleh terpenoid pada cincin karbon nomer empat sedangkan pada steroid cincin karbon tidak mengikat gugus metil. Perbedaan ini dapat dilihat pada gambar 2.7 dengan keterangan nomer 1 (steroid) dan nomer 2 (terpenoid) (Sarker, 2007).



Gambar 2.7 Perbedaan antara struktur steroid (1) dan struktur terpenoid (2)

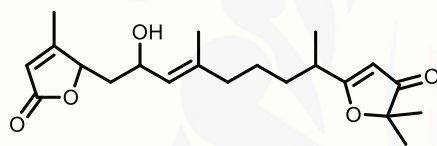
Beberapa senyawa terpenoid ditemukan dalam *Swietenia mahagoni*. Penelitian Zhang, *et al* (2014) terhadap ekstrak aseton daun dan ranting dari *Swietenia mahagoni* ditemukan senyawa diterpenoid yaitu nemoralisin H (**3a**), nemoralisin C (**3b**), nemoralisin I (**4**), dan ditemukan senyawa triterpenoid yaitu khayaseneganin E (**5a**), khayanolide B (**5b**), khayaseneganin G (**6a**), dan deacetylkhayanolide E (**6b**). Govindachari, *et al* (1998) melaporkan ekstrak biji *S. mahagoni* terhadap ekstrak metanol ditemukan senyawa triterpenoid yaitu 6-desoxyswietenine (**7**) yang bersifat aktif sebagai obat hipertensi, diabetes, dan malaria. Menurut Rahman, *et al* (2008) terhadap ekstrak metanol biji *S. mahagoni* ditemukan senyawa triterpenoid yaitu 2-hydroxy-3-O-tigloyl-swietenolide (**8**) yang bersifat aktif sebagai antibakterial. Katoda, *et al* (1990) juga melaporkan ekstrak metanol biji *S. mahagoni* ditemukan senyawa triterpenoid yaitu methyl-angolenstate (**9**), methyl-6-hydroxy-angolenstate (**10**), swietenin B (**11a**), swietenin C, (**11b**), swietenin D (**11c**), swietenin E (**11d**), swietenin F (**11e**), swietenin (**11f**), swietenin acetat (**11g**) 3-O-acetyl-swietenolide (**12a**), 3-O-tigloyl-6-O-acetyl-swietenolide (**12b**), 6-O-acetyl-swietenolide (**12c**), swietenolide (**12d**), 3,6-O,O-diacetyl-

swietenolide (**12e**), 3-O-tigloy-swietenolide (**12f**), khayasin T (**12g**), proceranolide (**12h**), swietemahonin A (**13a**), swietemahonin B (**13b**), swietemahonin C (**13c**), swietemahonin D (**13d**), swietemahonin E (**13e**), swietemahonin F (**13f**), swietemahonin G (**13g**), 7-deacetoxy-7-oxogedunin (**14**), 6x-acetoxy-gedunin (**14**). Naveen, *et al* (2014) pada penelitiannya menemukan senyawa triterpenoid yaitu secomahoganin (**15**), mahonin (**16**), swiemahogin A (**17**), swiemahogin B (**18**) yang didapatkan dari isolasi biji, ranting, dan daun *S. mahagoni*.

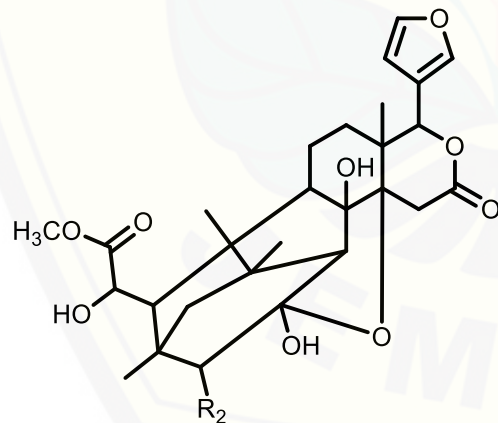


3

| | R ₁ | R ₂ |
|----|----------------|----------------|
| 3a | OH | H |
| 3b | H | OH |

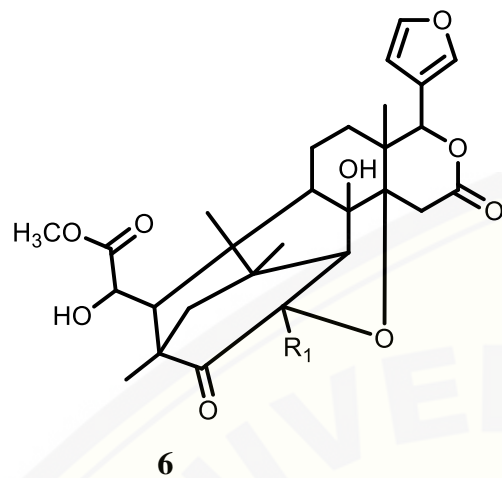


4

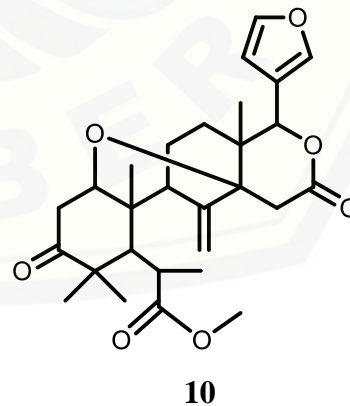
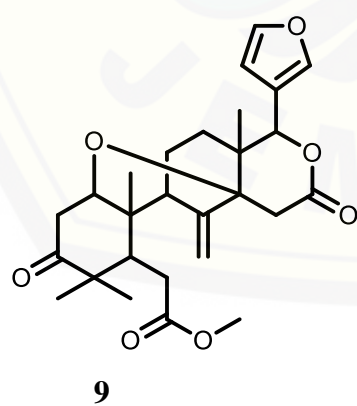
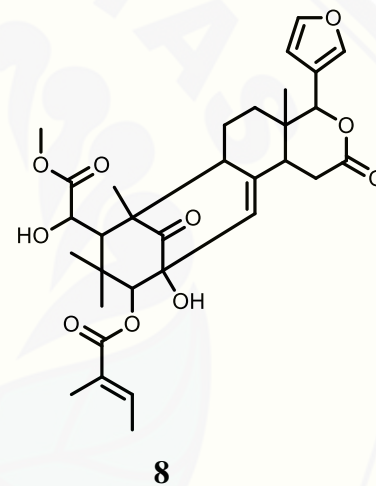
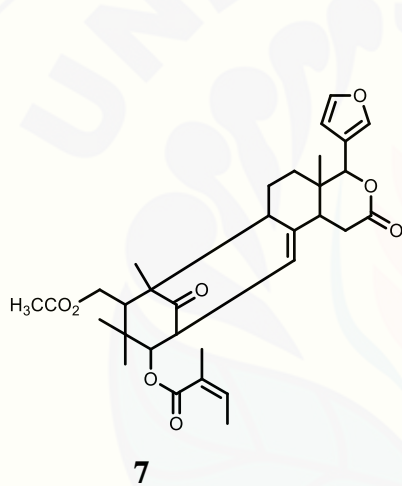


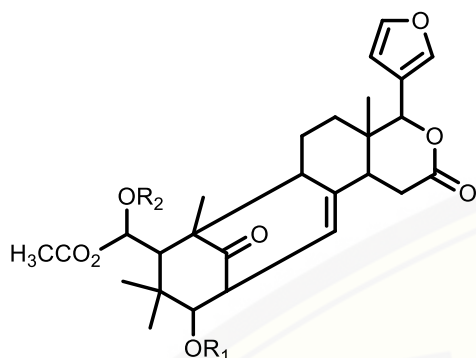
5

| | R ₂ |
|----|------------------|
| 5a | OCH ₃ |
| 5b | H |



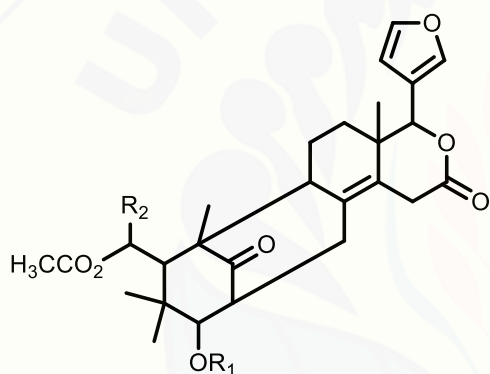
| | R ₁ |
|----|----------------|
| 6a | OMe |
| 6b | H |





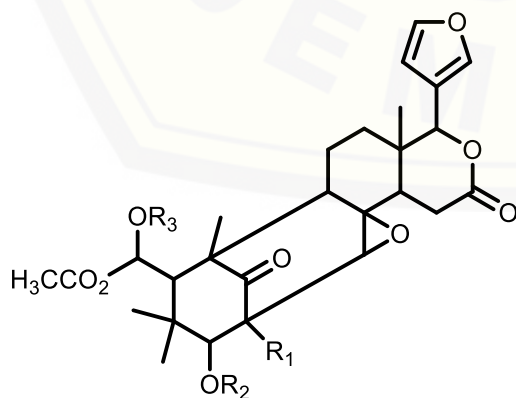
11

| | R ₁ | R ₂ |
|-----|--|-------------------|
| 11a | COCH ₂ CH ₃ | H |
| 11b | COCH(CH ₃)CH ₃ | H |
| 11c | COCH(CH ₃)=CH ₂ | H |
| 11d | COCH(CH ₃)-CH ₂ CH ₃ | H |
| 11e | COC ₆ H ₅ | H |
| 11f | CO-C(CH ₃)=CHCH ₃ | H |
| 11g | CO-C(CH ₃)=CHCH ₃ | COCH ₃ |



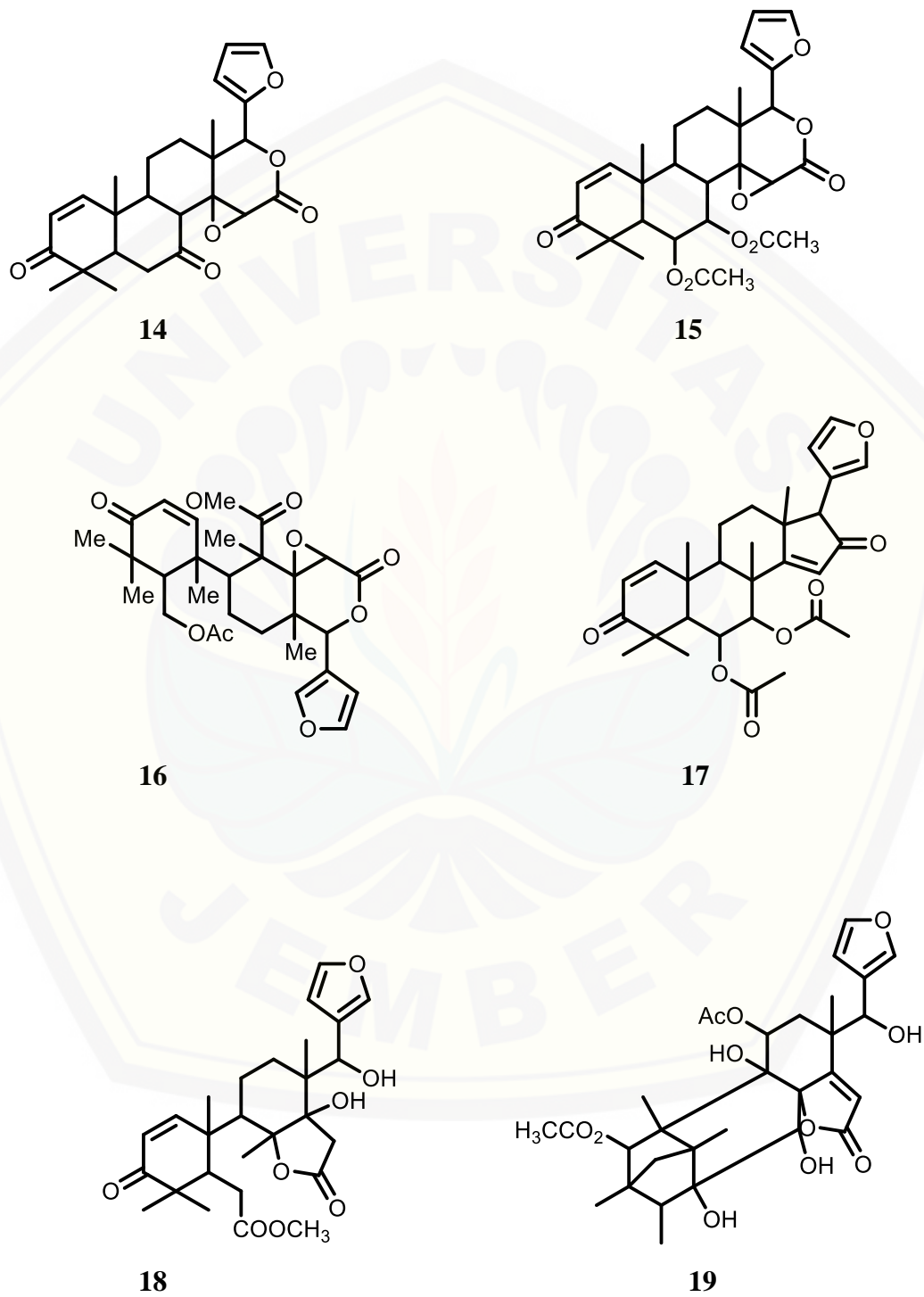
12

| | R ₁ | R ₂ |
|-----|--|--------------------|
| 12a | COCH ₃ | OH |
| 12b | H | OCOCH ₃ |
| 12c | CO-C(CH ₃)=CHCH ₃ | OCOCH ₃ |
| 12d | H | OH |
| 12e | COCH ₃ | OCOCH ₃ |
| 12f | CO-C(CH ₃)=CHCH ₃ | OH |
| 12g | CO-C(CH ₃)=CHCH ₃ | H |
| 12h | H | H |



13

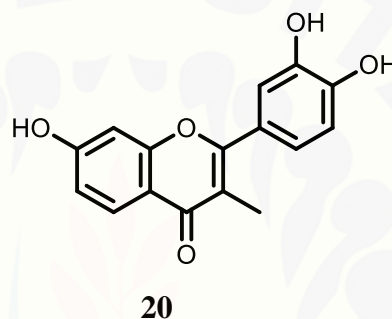
| | R ₁ | R ₂ | R ₃ |
|-----|----------------|--|-------------------|
| 13a | H | COCH ₂ CH ₃ | H |
| 13b | H | COCH ₂ CH | COCH ₃ |
| 13c | H | COCH(CH ₃) ₂ | COCH ₃ |
| 13d | H | COCH ₃ | H |
| 13e | H | CO-C(CH ₃)=CHCH ₃ | H |
| 13f | H | CO-C(CH ₃)=CHCH ₃ | COCH ₃ |
| 13g | OH | CO-C(CH ₃)=CHCH ₃ | H |



Gambar 2.8 Struktur senyawa terpenoid yang terkandung dalam *S. mahagoni*

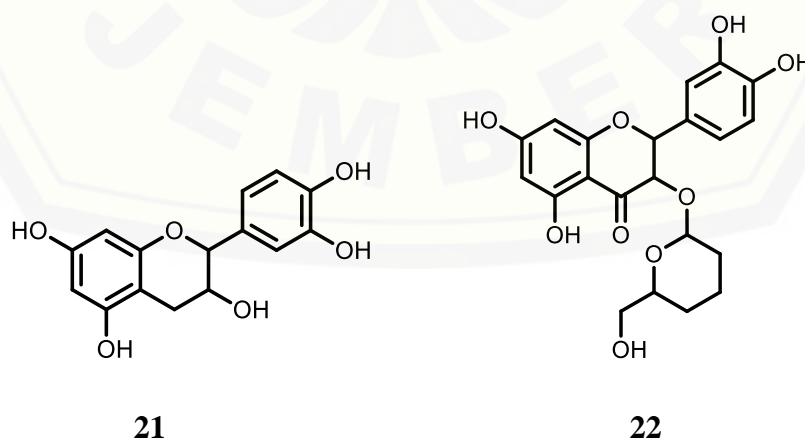
b. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa kimia yang memiliki kerangka dasar C6-C3-C6. Flavonoid memiliki dua cincin benzena yang dipisahkan oleh propana dan diturunkan dari senyawa flavon. Flavonoid dibedakan dengan cincin heterosiklik yang mengandung atom oksigen tambahan dan unit hidroksil seperti flavon, flavonon, kalkon, flavonol, isoflavon dan antosianin (Cseke, *et al*, 2006) Flavonoid berfungsi sebagai skrining cahaya, antimikroba, dan antioksidan.



Gambar 2.9 Struktur senyawa flavonoid (Sumber: Ikan, 1991)

Menurut Roy, *et al* (2014) ditemukan senyawa flavonoid dari isolasi daun *Swietenia mahagoni* yaitu catechin (**21**), quercetin-3-O-glucoside (**22**) yang bersifat aktif sebagai penghambat pertumbuhan dan matabolisme sel leukemia manusia (U937, K562, dan HL-60).

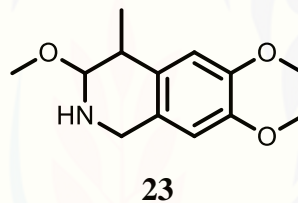


Gambar 2.10 Struktur senyawa golongan flavonoid yang ada dalam *S. mahagoni*

c. Alkaloid

Alkaloid merupakan golongan senyawa organik yang bersifat basa dan merupakan senyawa metabolit sekunder yang mengandung atom nitrogen sebagai kerangka dasarnya. Alkaloid biasanya ditemukan dari hasil biosintesis dari turunan asam amino seperti lisin, tirosin, ornitin, asam nikotinat, asam antranilat, triptopan, serta histidin. Alkaloid tidak berwarna, berbentuk kristal dan berasa pahit. Alkaloid memiliki aktivitas fisiologis walaupun beberapa diantara turunan alkaloid bersifat toksik (Dewick, 2002 dan Harbone, 1987).

Menurut Ayuni dan Sukarta (2013) ditemukan senyawa alkaloid dari ekstraksi asam asetat biji *Swietenia mahagoni* yaitu 3,6,7-trimethoxy-4-methyl-1,2,3,4-tetrahydro-isoquinoline (**23**)



Gambar 2.11 Struktur senyawa 3,6,7-trimethoxy-4-methyl-1,2,3,4-tetrahydro-isoquinoline

2.2 Pestisida

Pestisida merupakan suatu bahan kimia yang digunakan untuk membunuh hama. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian dalam Surat Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor: 07/Permentan/SR.140/4/2007 pada pasal 1 ayat 2, tentang peraturan menteri pertanian tentang syarat dan tata cara pendaftaran pestisida disebutkan pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk berbagai hal dalam permasalahan hama. Pestisida dibagi dalam beberapa kelompok yaitu herbisida, fungisida, fumigan, radentisida, dan insektisida (Riani, 2007). Pestisida sendiri dibagi menjadi dua yaitu pestisida nabati dan pestisida sintetik.

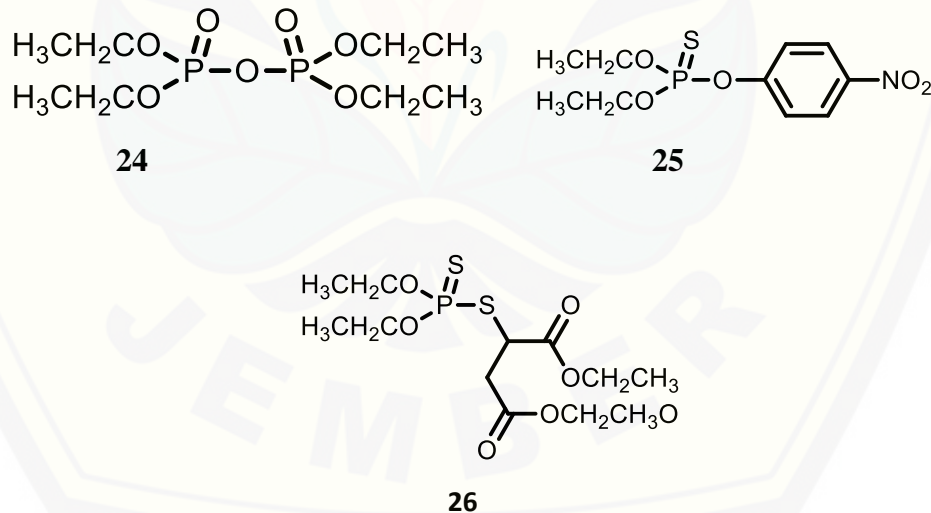
2.2.1 Pestisida sintetik

Pestisida sintetik merupakan pestisida buatan yang yang dibuat di dalam pabrik secara kimiawi. Pestisida sintesis banyak mengandung logam berat seperti raksa, timah, seng, arsenat, forfor dan lain sebagainya (Siregar, 2008).

Contoh pestisida sintetik yang digolongkan menurut toksisitasnya sebagai berikut:

1. Golongan Fosfat

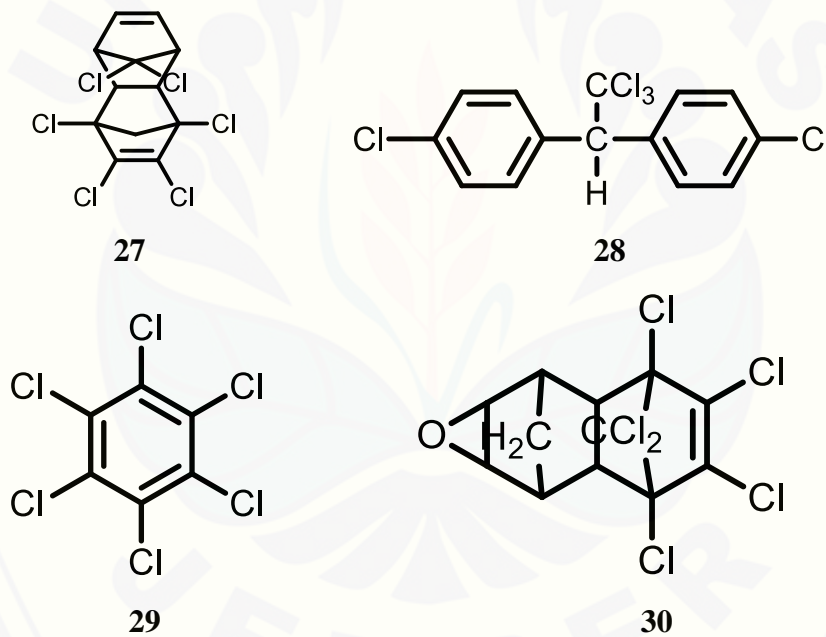
Pestisida ini merupakan pestisida turunan dari senyawa asam fosfat. Pestisida golongan fosfat ini memiliki tingkatan kecepatan untuk mendegradasi suatu senyawa dibandingkan dengan golongan pestisida lainnya (Achmad, 2011). Menurut Lu (2010), pestisida golongan organofosfat merupakan pestisida dengan kerangka ester asam fosfat atau asam tiofosfat yang memiliki sifat toksik. Toksik yang dimiliki pestisida jenis ini sangat berbahaya untuk makhluk hidup bertulang belakang. Contoh senyawa organofosfat yaitu Tetraethyl pyrophosphate (TEPP) (**24**), Parathion (**25**), Malathion (**26**).



Gambar 2.12 Struktur senyawa Organofosfat

2. Golongan Klorin

Pestisida senyawa organoklorin adalah senyawa yang termasuk golongan klorin yang sangat berbahaya bila digunakan dalam jangka panjang dan jumlah yang banyak. Pestisida ini memiliki sifat volatilitas yang rendah dan memiliki komposisi bahan kimia yang stabil. Pestisida ini bertolak belakang dengan pestisida organofosfat, dimana pestisida ini memiliki sifat biodegradasi yang lambat sehingga pestisida ini banyak digunakan untuk mengbasmi hama pada tanaman. Efek samping dari pestisida ini yaitu sangat berbahaya untuk manusia dan hewan serta dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Contoh senyawa golongan organoklorin yaitu Aldrine (27), DDT (28), BHC (29), Dieldrin (30) (Achmad, 2011).



Gambar 2.13 Struktur senyawa Organoklorin (WHO, 1993).

2.2.2 Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah pestisida yang menggunakan bahan dasar tumbuhan atau alami yang banyak mengandung senyawa aktif. Metabolit sekunder yang dapat memberikan aktivitas biologis secara lebih pada hama, baik secara pengaruh aspek fisiologis ataupun tingkah laku hama tumbuhan (Ambarningrum, 2012). Pestisida

nabati bersifat mudah terurai di alam, sehingga residunya tidak akan mengakibatkan pengaruh besar pada alam (Kardinan, 2002).

Kandungan senyawa metabolik sekunder pada tanaman mengakibatkan tanaman dapat digunakan untuk pembuatan pestisida nabati. Kandungan metabolit sekunder pada tumbuhan memiliki peranan cukup penting dalam pencegahan suatu penyakit dan memiliki keuntungan bagi kesehatan tubuh makhluk hidup, namun tidak menguntungkan bagi organisme pengganggu tanaman (OPT) (Syakir, 2012). Metabolik sekunder yang terkandung di dalam tumbuhan digolongkan menjadi beberapa golongan dilihat dari struktur kimianya antara lain flavonoid, alkaloid, steriod, tannin, saponin, antrakuonin, serta terpenoid. Senyawa metabolik sekunder ini memiliki sifat sebagai antivirus, antimikroba, mendenaturasi protein, anti bakteri, serta mencegah proses pencernaan bakteri (Rohyani, dkk, 2015).

Pembuatan pestisida nabati secara garis besar pada umumnya dapat dilakukan dengan cara yang sederhana antara lain:

1. Pengepresan, cara ini dilakukan pada tanaman yang mengandung banyak cairan seperti minyak untuk diambil kandungan minyaknya.
2. Penumbukan, cara ini dilakukan untuk menghasilkan tepung yang nantinya digunakan untuk pengendalian hama
3. Pengabuan, cara ini digunakan untuk menghasilkan abu tumbuhan yang digunakan untuk pengendalian hama.
4. Ekstraksi, cara ini dilakukan untuk menghasilkan sediaan pestisida yang dapat digunakan langsung sebagai pengendali hama.
5. Penyulingan, cara ini dilakukan untuk menghasilkan minyak atsiri.

(Syakir, 2012)

Menurut Naiborhu (2002) salah satu senyawa metabolit yaitu tanin berperan sebagai pendenaturasi protein dan proses pencernaan bakteri. Mekanisme metabolit sekunder untuk menghambat bakteri dengan mendenaturasi protein serta merusak susunan membran sel dari bakteri. Hal ini dilakukan dengan cara melarutkan lemak yang terdapat pada dinding sel. Adanya kerusakan pada membran sel akan mengakibatkan hambatan aktivitas dan suatu biosintesis pada enzim-enzim yang berada dalam tubuh bakteri atau hama yang mengakibatkan kematian.

Menurut Soenandar dan Tjachjono (2012) dikatakan senyawa aktif pada suatu tumbuhan memiliki fungsi sebagai penolak makan (*antifeedant*) maupun sebagai penolak kehadiran serangga (*repellent*) dan juga dapat menghambat metamorfosis dari serangga serta dapat menghancurkan sistem reproduksi serangga. Beberapa jenis tanaman yang berpotensi sebagai penghasil senyawa aktif untuk pembuatan pestisida nabati yaitu rimpang jahe, serai wangi, bawang merah, dan bawang putih. Rimpang jahe dilaporkan memiliki kandungan flavonoid, saponin, dan terpenoid. Rimpang jahe dilaporkan dapat menekan intensitas serangga thrips sebesar 78,1 % dan 88,4%. Serai wangi mengandung senyawa saponin, flavonoid, dan polifenol. Serai wangi dikabarkan dapat menekan populasi *Sitophilus sp* sebesar 26,22%-40,81% dengan konsentrasi 5%; 10%; dan 20%. Bawang merah mengandung senyawa sikloalilin, minyak atsiri, kuersetin, dan asetogenin. Bawang merah dapat menurunkan intensitas serangga sebesar 16,1% dengan tingkat mortalitas serangga sebesar 8,1%. Bawang putih dilaporkan pada konsentrasi 7% dapat menurunkan populasi serangga *Sitophilus sp* pada turunan pertama menjadi nol (Saenong, 2016). Salah satu tanaman yang baru ditemukan sebagai pestisida nabati adalah mahoni (Fauzia, dkk, 2015). Tanaman mahoni memiliki hampir semua kandungan metabolit sekunder sehingga sangat baik digunakan sebagai pestisida nabati.

2.3 *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

2.3.1 Klasifikasi *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

Klasifikasi dari *Hypothenemus hampei* (Ferrari) sebagai berikut:

| | |
|---------|--|
| Kindom | : Animalia |
| Filum | : Arthropoda |
| Kelas | : Insekta |
| Ordo | : Coleoptera |
| Family | : Scolytidae |
| Genus | : <i>Hypothenemus</i> |
| Spesies | : <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Kalshoven, 1981) |



Gambar 2.14 Hama penggerek buah kopi (PBKo) *Hypothenemus hampei* (Ferr)

2.3.2 Morfologi *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

Hama penggerek buah kopi (PBKo) memiliki beberapa tahapan morfologi. Morfologi tahap telur memiliki warna putih, berbentuk pipih. Fase telur akan berubah menjadi larva. Larva memiliki ciri berwarna putih, memiliki panjang kurang dari 1,5 mm dengan tubuh gemuk dan memiliki warna mulut coklat tidak bertungkal. Fase larva selanjutnya akan menjadi pupa. Pupa memiliki ciri berwarna putih dengan panjang sekitar 1 mm. Pupa selanjutnya akan menjadi imago. Imago memiliki ciri warna tubuh hitam kecoklatan dan memiliki tungkai yang berwarna lebih muda dan memiliki pronotum yang panjangnya sepertiga panjang tubuhnya yang menutupi kepalanya (Kocu, 2011). Imago memiliki badan berbentuk bulat pendek dengan kepala berbentuk segitiga yang ditutupi oleh rambut-rambut halus (Manurung, 2010)

Imago jantang memiliki ukuran lebih kecil sekitar 1,2-1,6 mm dengan lebar 0,6-0,7 mm daripada imago betina yang memiliki panjang tubuh sekitar 1,4-1,8 mm dengan lebar 0,7 mm (Kocu, 2011). Imago betina memiliki metamorfosis yang sempurna dengan ciri memiliki sayap yang lengkap sehingga dapat terbang, sedangkan pada imago jantang tidak memiliki metamorfosis sempurna dikarenakan sayap imago jantang tereduksi sehingga tidak dapat terbang (Wiryadiputra, 2012). Imago *H. hampei* juga memiliki antena yang panjangnya sekitar 0,4 mm yang berada diatas kepalanya (Kocu, 2011)



Gambar 2.15 Gambar Perbedaan imago betina (kiri) dan imago jantan (kanan)
(Vega *et al.*, 2015)

2.3.3 Siklus Hidup *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

Siklus hidup *hampei* merupakan metamorfosa sempurna dengan lima tahapan perkembangan yaitu telur, larva, prapupa, pupa, dan imago (Vega, *et al.*, 2015). Menurut Khalsoven (1981), Siklus hidup PBKo dimulai dari telur. Lama metamorfosa *H. hampei* dari telur hingga dewasa berkisar antara 20-36 hari. Lama masa perkembangbiakan PBKo dipengaruhi oleh kelembapan, suhu, curah hujan, varietas kopi, tipe tanah, serta ketinggian tempat tumbuh kopi.

Imago betina dan imago jantan memiliki masa hidup yang berbeda (Khalsoven, 1981). Imago betina akan membuat lubang gerakan dengan diameter 1 mm pada bagian ujung bawah buah kopi untuk meletakkan telurnya. Telur *H. hampei* akan menetas setelah 5-9 hari menjadi larva. Larva mendapatkan makanan dengan menggerak biji kopi. Masa larva berlangsung sekitar 10-26 hari dan akan menjadi pra pupa. Pra pupa akan menjadi pupa. Pupa memiliki masa 4-6 hari dan akan menjadi imago betina atau wanita. Masa hidup imago betina lebih lama dari pada imago jantan. Imago betina memiliki rata-rata siklus hidup 156 hari dengan masa hidup maksimal mencapai 282 hari, sedangkan pada imago jantan memiliki masa hidup maksimal 103 hari. Imago jantan dapat mengawini 12 imago betina dalam masa hidupnya. Siklus hidup imago betina hanya terjadi dalam 5 fase yaitu telur, pupa, pra pupa, dan imago, sedangkan pada imago betina mengalami 6 fase siklus hidup dengan membentuk dua tahap instar larva (Vega, *et al.*, 2015).

2.4 Ekstraksi Maserasi

Maserasi merupakan suatu metode ekstraksi yang paling sederhana dan banyak digunakan. Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang memanfaatkan suhu ruang. Metode ekstraksi maserasi menggunakan cara perendaman sampel dengan menggunakan pelarut yang selektif dengan bahan yang digunakan. Proses ekstraksi ini memerlukan waktu selama satu hari sampai tiga hari dengan pengadukan terus menerus sehingga pelarut nantinya akan mengekstrak secara maksimal (Ncube, *et al*, 2008). Rendamen maserasi disimpan di tempat yang terhindar dari paparan sinar matahari secara langsung untuk menghindari adanya kontak dengan cahaya matahari yang akan mengakibatkan reaksi yang dikatalis oleh cahaya dan terjadinya perubahan warna (Gu, 2000). Proses maserasi dihentikan ketika telah terjadi kesetimbangan antara konsentrasi yang terdapat dalam sel tanaman dengan konsentrasi senyawa dalam pelarut yang dipakai.

Sifat kepolaran zat dalam pelarut merupakan dasar dari maserasi. Kepolaran pelarut dalam maserasi disesuaikan dengan kepolaran senyawa yang akan diidentifikasi. Suatu pelarut polar dapat mengekstrak senyawa yang juga bersifat polar seperti alkaloid kuartener, fenolik, tannin, karotenoid, glikosida, dan asam amino, sedangkan pelarut yang memiliki sifat semi polar dapat melarutkan senyawa yang juga bersifat sama antara lain, alkaloid, terpenoid, fenol, aglikon, dan juga glikosida. Pelarut yang memiliki sifat non polar dapat mengekstraksi senyawa yang memiliki sifat non polar seperti lemak (lipid) dan minyak yang bersifat volatil (mudah menguap) (Harborne, 1987).

Pelarut yang sering digunakan dalam metode maserasi adalah metanol. Metanol merupakan senyawa yang memiliki sifat polar dan non polar yang dapat melarutkan senyawa bahan alam yang bersifat polar dan non polar juga, sehingga metanol sering disebut pelarut yang bersifat universal. Metanol dapat mengekstrak senyawa metabolik sekunder alkaloid, steroid, flavonoid, dan saponin (Harbone, 1987).

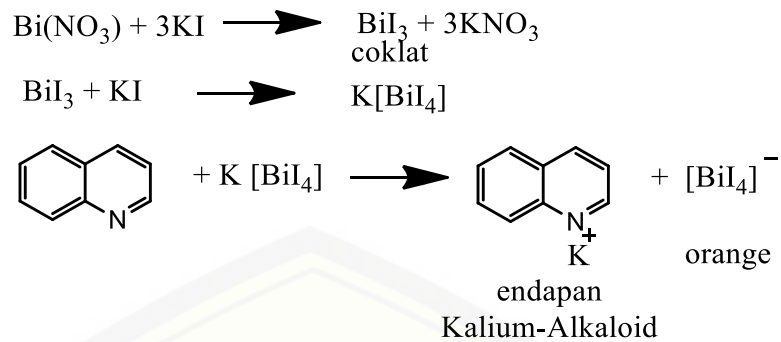
2.5 Uji Fitokimia

Uji fitokimia adalah salah satu cara kimia yang digunakan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif dari tumbuhan atau hewan yang belum diketahui. Analisis fitokimia digunakan untuk menentukan ciri khusus suatu senyawa bioaktif dari ekstrak kasar tumbuhan (Harbone, 1987). Senyawa biokatif yang dimiliki tumbuhan merupakan senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa organik yang tidak digunakan secara langsung oleh tumbuhan. Senyawa metabolit ini berfungsi untuk melindungi diri dari hama dan berinteraksi (Kardinan dan Wikardi, 1995). Menurut Rohyani *et al* (2015), senyawa metabolit sekunder yang dimiliki oleh tumbuhan tidak digunakan untuk proses metabolisme secara normal, namun digunakan untuk mempertahankan diri dari suatu kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan.

Menurut Dewick (2002) Senyawa metabolit sekunder sendiri digolongkan berdasar struktur yang dimiliki dan jalur proses biosintesisnya. Jalur pembuatan metabolit sekunder berasal dari metabolit primer yang dimiliki oleh tanaman. Pembentukan metabolit sekunder berasal dari zat antara asetil-KoA, asam mevalonate, 1-deoksiselulosa-5-fosfat, dan asam sikimat yang digunakan pada jalur asam sikimat, asam mevalonate, dan deoksiselulosa fosfatnya.

2.5.1 Uji Alkaloid

Uji alkaloid pada sampel menggunakan metode Mayer dan Dragendorff. Uji flavonoid menggunakan pereaksi Dragendorff ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna orange (Harborne, 1987). Pereaksi dragendorff merupakan suatu pereaksi berupa larutan garam logam berat yang tersusun dari bismuth nitrat dan potassium iodida. Mekanisme reagen dragendorff untuk menguji adanya alkaloid dalam suatu bahan terjadi melalui kopling atom dari logam berat dalam reagen dragendorff dengan nitrogen yang berada di dalam alkaloid ke pasangan ion yang akan membentuk suatu endapan yang tidak larut. Adapun persamaan reaksi yang terjadi yaitu:

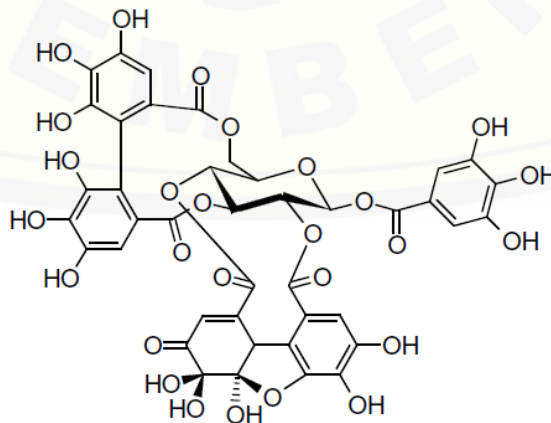


Gambar 2.16 Reaksi antara alkaloid dengan reagen Dragendorff (Marliana *et al.*, 2005)

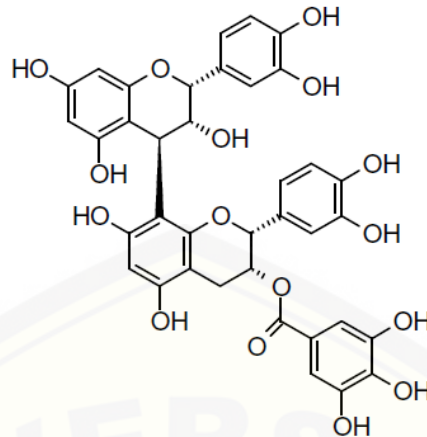
Dimana kompleks BiI_4^- dapat dideteksi dengan menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA) dengan menggunakan nyala lampu yang sesuai. Warna yang dihasilkan pada SSA tergantung dari genus ataupun spesies bahan alam yang diidentifikasi. Warna yang dihasilkan dari merah orange, kuning orange, ungu muda, hingga merah-kehitaman (Anderson dan Coe, 1996).

2.5.2 Uji Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol yang dimiliki hampir semua tanaman. Tanin terdiri dari dua struktur yaitu tanin terkondensasi yaitu *Eucalyptus* **35** dan senyawa tanin terhidrolisis yaitu *Geranium spp* **36**. Tanin terkondensasi akan menghasilkan produk berupa senyawa kompleks yang bersifat tidak larut di dalam air. Senyawa tanin terhidrolisis elegendanin akan menghasilkan gula, asam egalat dan asam galat, sedangkan tanin terhidrolisis galotanin akan menghasilkan gula dan asam galat.



35



36

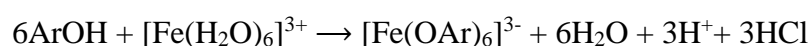
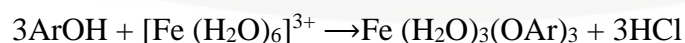
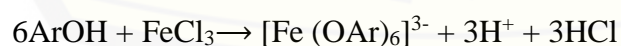
Gambar 2.17 Struktur tanin terhidrolisis dan terkondensasi (Sarker, 2007)

Uji tanin dapat dilakukan dengan menggunakan larutan FeCl_3 . Senyawa tanin akan membentuk suatu senyawa yang larut dalam air dan menghasilkan warna biru-kehijauan atau kehijauan (Sarker, 2007). Prinsip dasar identifikasi tanin berdasarkan reaksi senyawa koordinasi, dimana senyawa koordinasi akan mengalami pertukaran ligan atau reaksi asam-basa. Reaksi pertukaran ligan mengakibatkan perubahan warna pada senyawa tannin, dan reaksi asam-basa akan mengakibatkan terjadinya netralisasi dan endapan. Fenol merupakan asam yang relatif kuat (lebih kuat dari alkohol) dan juga besi klorida. Senyawa yang mengandung oksigen akan bertindak sebagai basa dengan adanya asam Lewis. Reaksi asam-basa yang menghasilkan garam fenolat (endapan) sebagai berikut:



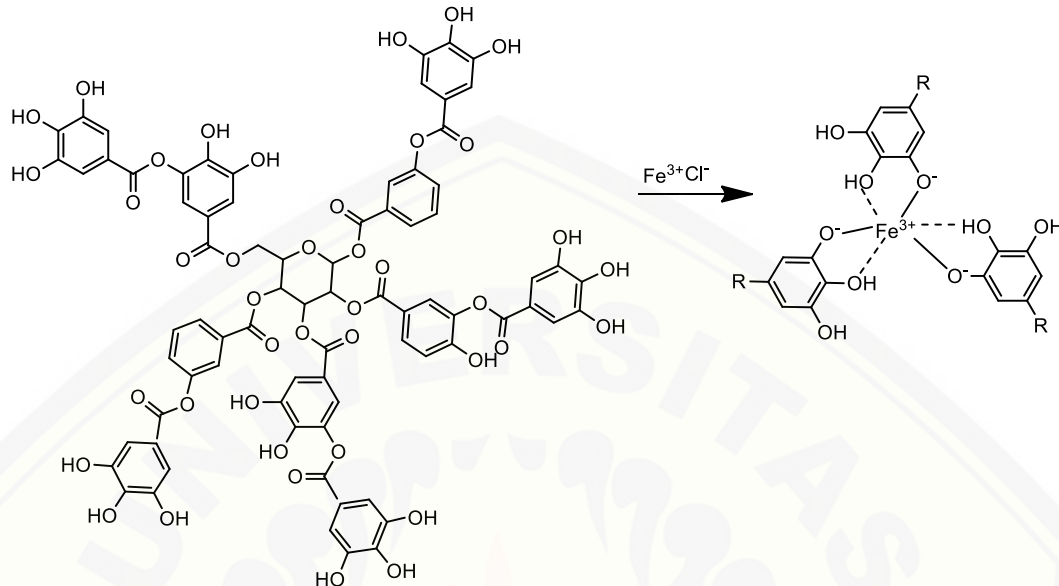
Setelah terbentuk kompleks intermediet, akan terjadi reaksi pertukaran ligan.

Reaksi pertukaran ligan sebagai berikut:



Ion H^+ yang berasal dari fenol berlebih. Terjadinya pertukaran ligan hanya terjadi apabila fenol berlebih dan memiliki lebih banyak molekul air yang dapat diganti

dan dapat membuat senyawa besi ionik larut kembali (Kierlani, 2016). Reaksi identifikasi tanin dengan FeCl_3 sebagai berikut:



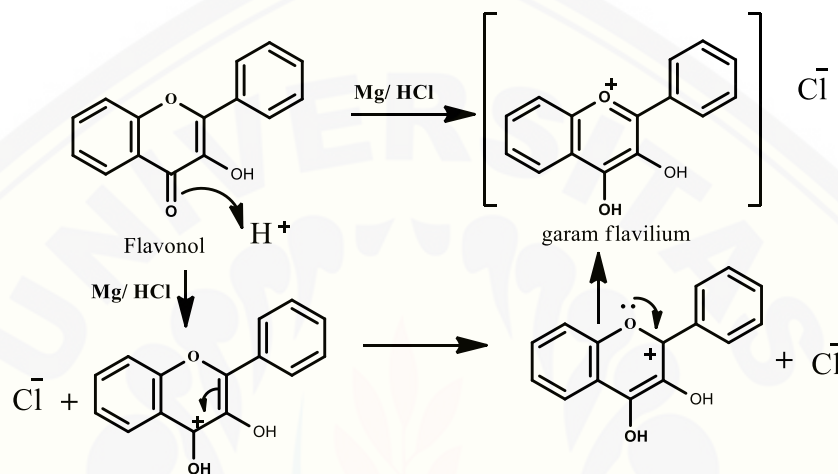
Gambar 2.18 Reaksi identifikasi tannin dengan FeCl_3

2.5.3 Uji Flavonoid

Uji flavonoid menggunakan metode tes Shinoda dengan cara mencampurkan ekstrak bahan alam dengan magnesium dan asam klorida pekat. Warna yang dihasilkan pada identifikasi flavonoid yaitu merah, kuning dan jingga (Harborne, 1987). Reaksi pengujian adanya flavonoid pada tanaman bahan alam melibatkan konversi flavonoid menjadi bentuk antosianin yang sesuai. Antosianin yang dihasilkan dari konversi flavonoid mengandung struktur yang dapat mengakibatkan perpanjangan elektron $\pi - \pi$ yang terkonjugasi yang disebut kromofor. Molekul elektron yang memiliki sistem $\pi - \pi$ terkonjugasi memiliki tingkat energi transisi yang sesuai. Kompleks flavonoid akan menghasilkan warna tertentu apabila energi yang dilepaskan atau diserap oleh kompleks memiliki nilai frekuensi di daerah tertentu (Greg, 2014)

Uji flavonoid juga dapat diidentifikasi menggunakan reagen Shinoda. Pengujian menggunakan reagen Shinoda akan mengakibatkan terjadinya reaksi reduksi-eliminasi. Reaksi ini diakibatkan karena perpanjangan konjugasi dari produk antosianidin yang dihasilkan. Uji flavonoid menggunakan reagen Shinoda

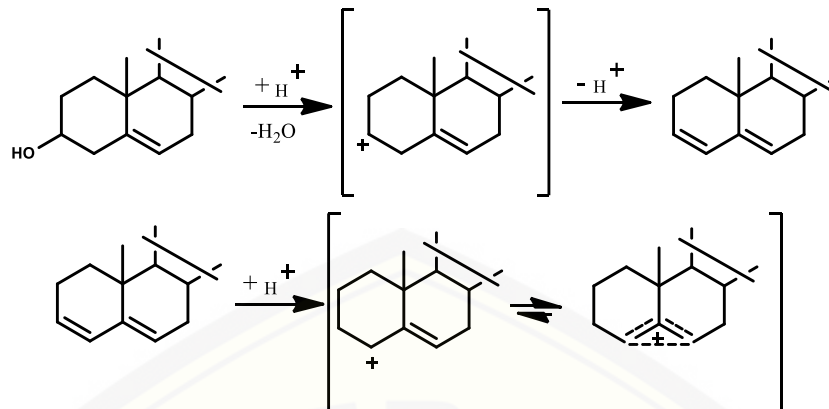
menggunakan magnesium sebagai pengganti amalgam merkuri-seng. Adanya kandungan flavonoid pada sampel akan dikonversi menjadi antosianidin diakibatkan terjadinya penambahan reagen Shinoda. Warna kuning akan dihasilkan ketika senyawa flavonoid terjadi perpanjangan konjugasi, sedangkan pada perpanjangan konjugasi antosianidin warna yang dihasilkan berwarna merah dikarenakan terjadi pergeseran warna yang signifikan (Greg, 2014)



Gambar 2.19 Reaksi flavonoid dengan menggunakan reagen Shinoda membentuk garam flavilium (Sumber; Ahmad, 1986)

2.5.4. Uji Terpenoid dan Steroid

Uji terpenoid dan steroid menggunakan pereaksi Libermann-Buchard yang dibuat dari campuran asam sulfat pekat dengan asam asetat anhidrat dan kloroform. Uji terpenoid ditandai dengan perubahan warna menjadi merah keunguan atau coklat dan uji steroid ditandai dengan perubahan warna menjadi biru atau hijau. Perpanjangan konjugasi yang disebabkan oleh hilangnya salah satu atom yang terikat pada cincin utama terpenoid menyebabkan munculnya warna pada larutan untuk mengidentifikasi senyawa tersebut (Harbone, 1984; Sangi *et al.*, 2008). Berikut reaksi kimia pada terpenoid dan steroid:

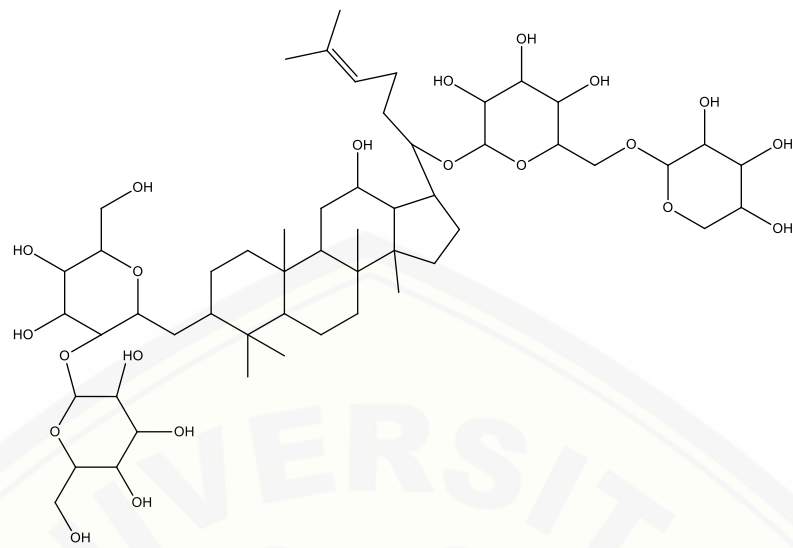


Gambar 2.20 Reaksi antara kolesterol (steroid) dengan pereaksi Liebermann-Burchard (Sumber: Burker *et al.*, 1974)

2.5.5 Uji Saponin

Saponin memiliki sifat seperti sabun yang dapat memproduksi busa di dalam air. Saponin memiliki dua bagian yaitu glikon dan aglikon. Aglikon yang sering ditemukan sering berupa triterpene, steroid alkaloid, dan steroid. Aglikon jenis sapogenin dihasilkan dari reaksi hidrolisis. Sapogenin memiliki dua jenis yaitu steroid dan triterpenoidal. Struktur kimia gula pada senyawa saponin akan terikat di atom karbon nomor tiga (C_3) (Cseke, *et al.*, 2006; Sarker, 2007).

Salah satu contoh senyawa saponin (aglikon triterpene) yaitu ginsenosida. Pengujian adanya senyawa saponin yang terkandung dalam bahan alam dapat dilakukan dengan cara menanbuhkan dan mengocok sampel yang direndam dengan menggunakan akuades. Buih yang dihasilkan menandakan adanya senyawa saponin yang terkandung. Uji saponin dilakukan dengan mengocok sampel yang direndam dengan akuades. Hasil positif saponin akan menghasilkan busa dikarenakan adanya kombinasi sapogenin hidrofobik yang larut dalam lemak dan bagian gula hidrofilik yang larut dalam air, hal ini mengakibatkan struktur saponin menyerupai struktur misel (Sangi *et al.*, 2008)



Gambar 2.21 Struktur kimia ginsenosida rb2 (Sumber: Cseke, *et al*, 2006).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia dan Laboratorium Entomologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2017 sampai Mei 2018.

3.2 Alat dan Bahan

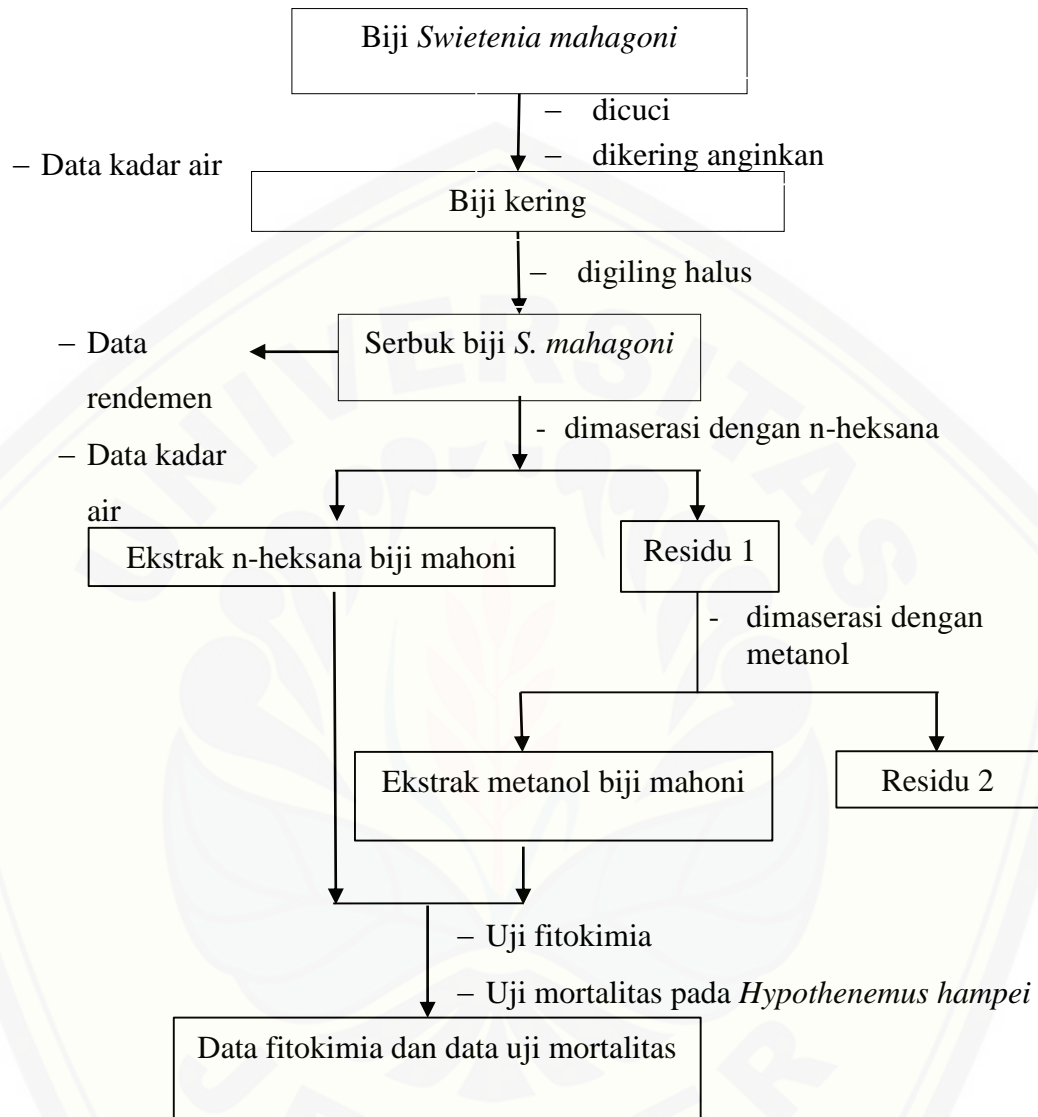
3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi peralatan gelas, peralatan non gelas, dan instrumen. Peralatan gelas meliputi beaker glass, gelas ukur, botol jar ukuran, erlenmeyer, pipet tetes, pipet volume, pipet mohr, labu ukur, seperangkat penyaring Buchner, tabung reaksi, batang pengaduk. Peralatan non gelas meliputi cawan porselin, ayakan 20 mesh, botol semprot, karet gelang, kain penutup, kuas gambar, dan tip, pisau. Peralatan instrumennya meliputi blender, oven, timbangan analitik, seperangkat alat maserasi, alat vakum, mikroskop stereo, kamera digital, dan mikropipet 100-1000 μL .

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan meliputi biji mahoni 3 kg, buah kopi merah jenis Robusta yang tidak tersentuh hama, buah kopi terserang *H. hampei*, kertas manila putih, aluminium foil, kertas label, tissue, kertas saring Whatman, bahan pengemulsi (tween 80), n-heksan, metanol, asam sulfat, kloroform, asam asetat anhidrida, pereaksi Dragendroff, FeCl_3 , HCl pekat, NaOH, asam asetat glasial, amil alkohol dan akuades

3.3 Alur Penelitian



3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Preparasi Sampel Biji *Swietenia Mahagoni*

Biji *S. mahagoni* dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan dicuci menggunakan air bersih. Biji yang telah dibersihkan dikering anginkan selama 7 hari kemudian dihaluskan menggunakan mesin penggiling tepung hingga berbentuk seruk kering biji *S. mahagoni*. Serbuk biji kemudian disaring menggunakan saringan 20 mesh. Serbuk yang telah disaring disimpan dalam kondisi kering dan selanjutnya digunakan pada proses ekstraksi.

3.4.2 Uji Kadar Air

Cawan porselin dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 3 jam dan didinginkan di dalam desikator selama 30 menit, kemudian beratnya ditimbang. Sampel berupa serbuk kering biji dan biji kering mahoni sebanyak 3 kg dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah dikeringkan dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan di dalam desikator selama 30 menit. Sampel kemudian ditimbang beratnya. Prosedur diulangi sampai mendapatkan berat sampel yang konstan. Perhitungan untuk mengetahui kadar air dapat menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

W₁: berat sampel sebelum pengeringan (g)

W₂: berat sampel setelah pengeringan (g)

(Sudarmadji, 2003).

3.4.3 Ekstraksi Tanaman *Swietenia mahagoni*

Serbuk biji kering sampel biji *S. mahagoni* sebanyak 3 kg dimaserasi menggunakan pelarut n-heksan sebanyak 5 L selama 24 jam. Ekstrak n-heksan didapatkan dengan menyaring menggunakan corong *Buchner*. Residu ekstrak dimaserasi sebanyak 2 kali dengan menggunakan pelarut n-heksan 5 L. Ekstrak n-heksan hasil maserasi dikumpulkan. Residu selanjutnya dimaserasi menggunakan larutan metanol sebanyak 5 L selama 24 jam. Ekstrak metanol didapatkan dengan

cara menyaring hasil meserasi menggunakan corong *Buchner*. Residu dimaserasi 2 kali menggunakan pelarut metanol 5 L. Hasil ekstrak maserasi metanol dikumpulkan. Hasil masing-masing ekstrak diuapkan dengan menggunakan evaporator hingga diperoleh ekstrak kental.

Rendamen ekstrak kasar metanol dan n-heksana dari biji *S. mahagoni* dapat dihitung dan diketahui dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Rendemen} = \frac{W_1}{W_2 - (W_2 \times N)} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

- W₁ : bobot ekstrak kasar (g)
- W₂ : bobot sampel awal (g)
- N : kadar air

3.4.4 *Pre-Screening* Fitokimia

Sebanyak satu gram ekstrak metanol dan n-heksan biji *Swietenia mahagoni* dilarutkan dalam 100 mL dengan pelarut yang sesuai dengan pelarut yang digunakan pada ekstrak sebelumnya yang tempat yang berbeda. Esktak n-heksan dilarutkan dengan n-heksan dan ekstrak metanol dilarutkan dengan pelarut metanol. Hasil dari setiap ekstrak digunakan untuk pengujian fitokimia (Kumar *et al.*, 2009)

3.4.5 Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui keberadaan kandungan senyawa bioaktif yang dilakukan secara kualitatif yang berada pada biji mahoni. Analisis fitokimia ini dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya senyawa bioaktif pada biji mahoni (Harbone, 1996).

a. Uji alkaloid

Sebanyak 1 ml ekstrak ditambahkan dengan 5 tetes HCl dan 3 tetes reagen Dragendroff. Endapan orange atau merah yang terbentuk mengindikasikan adanya alkaloid (Kumar *et al.*, 2007).

b. Uji flavonoid

Ssebanyak 1 ml ekstrak ditambahkan 4 mg serbuk logam Mg dan 4 tetes HCl 12 M. Apabila warna larutan menjadi merah mengindikasikan adanya flavonoid (Maridass *et al.*, 2008).

c. Uji Tanin

Sebanyak 2 ml ekstrak ditambah 2 ml larutan besi (III) klorida (FeCl_3) 10%. Warna biru kehijauan atau kehijauan gelap mengindikasikan adanya tanin (Maridass *et al.*, 2008).

d. Uji Saponin

Ekstrak sebanyak 1 ml diencerkan dengan 5 ml air suling (akuades) dan dikocok kuat sampai terbentuk busa. Diamkan dan amati, apabila busa bertahan selama 15 menit maka hal tersebut mengindikasikan adanya saponin (Onwukaeme *et al.*, 2007).

e. Uji Steroid dan Terpenoid

Sebanyak 1 ml ekstrak dilarutkan dalam 1 ml kloroform, 3 ml asetat anhidrat, dan 2 tetes H_2SO_4 18 M. Cairan berwarna hijau atau biru yang terbentuk mengindikasikan adanya steroid, dan warna coklat kemerahan mengindikasikan adanya terpenoid (Edeoga *et al.*, 2005).

3.4.6 Uji Aktivitas Mortalitas

a. Pengembangbiakan *Hypothenemus hampei*

Pembiakan hewan uji ini dilakukan dalam ruang khusus pemeliharaan serangga dengan suhu 25-30°C dengan kelembapan yang relatif untuk serangga. Hama penggerek kopi dikembangbiakkan dengan cara mengumpulkan buah kopi yang telah terserang *H. hampei*. Buah kopi yang telah terkumpul selanjutnya dicuci bersih menggunakan air bersih dan didiamkan selama 24 jam di atas kertas manila putih. Buah kopi yang terdapat penggerek dipisahkan dari buah kopi yang tidak terdapat penggereknya. Buah kopi yang terdapat penggerek dimasukkan ke dalam botol jar. Masing-masing botol jar diisi dengan sekitar 30 buah kopi yang tergerek dalam waktu 30 hari

Imago yang didapatkan dari pengembangbiakan turunan pertama dipisahkan dan diberi makan buah kopi yang tidak tergerek. Buah kopi yang tidak tergerek dicuci bersih dan dikeringkan di atas kertas manila putih selama satu malam. Biji kopi yang telah dikeringkan selanjutnya dikupas sampai menjadi biji tanduk. Biji tanduk yang dihasilkan kemudian dibersihkan menggunakan serbuk

gergaji untuk menghilangkan lendir yang masih terdapat pada biji tanduk kopi. Biji tanduk dicuci bersih dan dikeringkan selama kurang lebih 1 hari. Selanjutnya biji tanduk dimasukkan ke dalam botol jar sebagai makanan penggerek buah kopi. Selanjutnya botol jar disimpan dalam ruangan bersuhu 27-30°C selama 30 hari sampai muncul generasi F1. Serangga generasi F1 ini yang akan digunakan sebagai serangga uji pada penelitian ini (Islam dan Talukder, 2005)

b. Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kisaran konsentrasi n-heksan dan metanol yang dapat mengakibatkan kematian pada serangga uji antara persentasi 0-100% kematian. Pembuatan larutan ekstrak dengan berbagai variasi rentan konsentrasi dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2 \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

- V1 : Volume awal
- V2 : Volume setelah pengenceran
- N1 : Konstrasi awal
- N2 : Konsentrasi setelah pengenceran

(Priyono, 1988).

Larutan uji dibuat dengan melarutkan ekstrak metanol dan n-heksana pada larutan emulsi tween 80 agar ekstrak dapat larut dalam air pada waktu perubahan larutan (Anyaele dan Amusan, 2001). Setelah tercampur merata larutan stok diencerkan dengan akuades sesuai konsentrasi yang digunakan. Konsentrasi ekstrak yang digunakan adalah 0,25%; 0,5%; 1%; 2%; 4%; 8% dan 0% sebagai kontrol.

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan aplikasi racun kontak menggunakan metode residu. Aplikasi racun kontak menggunakan metode residu, yaitu masing-masing konsentrasi dari larutan uji sebanyak 0,1 ml diteteskan pada permukaan kertas saring secara merata. Kontrol menggunakan akuades. Penetasan dilakukan dengan gerakan spiral dari arah luar ke dalam dan dikeringanginkan selama 2 menit. Setelah 2 menit, kertas saring diletakkan dalam gelas plastik yang bagian dindingnya dilapisi minyak agar serangga tidak memanjat keatas. *H. hampei* dewasa sebanyak 10 ekor diletakkan diatas kertas saring. Gelas ditutup dengan kain

dan diikat menggunakan karet gelang. Pengujian dilakukan pada ruangan yang sama dengan pembiakan (Priyono, 1988).

Pengamatan dilakukan dengan menghitung persentase kematian serangga setiap jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, kemudian pada jam ke-24. Setelah 24 jam pengujian, serangga dipindah ke dalam gelas baru dan diberi pakan biji kopi tanduk. Pengamatan respon dan kematian serangga dicatat hingga hari ketujuh. Serangga dinyatakan mati apabila anggota badannya sudah tidak bergerak lagi selama 2 menit dengan mendorongnya menggunakan kuas halus. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop stereo. Setiap konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali.

Tabel 3.1 Konsentrasi larutan fraksi metanol dan fraksi n-heksana ekstrak biji *S. mahagoni* yang digunakan

| Konsentrasi larutan (%) | ml ekstrak/ ml emulsi/ ml akuades |
|-------------------------|---|
| K (0%) | 4 ml akuades |
| P1 (0,25%) | 0,01 ml ekstrak + 0,01 ml tween + 3,98 ml akuades |
| P2 (0,5%) | 0,02 ml ekstrak + 0,02 ml tween + 3,96 ml akuades |
| P3 (1%) | 0,04 ml ekstrak + 0,04 ml tween + 3,92 ml akuades |
| P4 (2%) | 0,08 ml ekstrak + 0,08 ml tween + 3,84 ml akuades |
| P5 (4%) | 0,16 ml ekstrak + 0,16 ml tween + 3,68 ml akuades |

3.4.7 Uji Aktivitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana terhadap *Hypothenemus hampei*

Pengujian dilakukan dengan aplikasi racun kontak menggunakan metode residu. Persiapan awal yaitu menyiapkan formulasi ekstrak berdasarkan hasil uji pendahuluan. Kontrol menggunakan akuades, n-heksana, dan metanol. Ekstrak metanol dan n-heksana biji *Swietenia mahagoni* sebanyak 0,1 ml diteteskan pada permukaan kertas saring secara merata. Penetasan dilakukan dengan gerakan spiral

dari arah luar ke dalam dan dikeringanginkan selama 2 menit. Setelah 2 menit, kertas saring diletakkan dalam gelas plastik yang bagian dindingnya dilapisi minyak agar serangga tidak memanjat keatas. *H. hampei* dewasa sebanyak 10 ekor diletakkan diatas kertas saring. Gelas ditutup dengan kain dan diikat menggunakan karet gelang. Pengujian dilakukan pada ruangan yang sama dengan pembiakan.

Pengamatan dilakukan dengan menghitung persentase kematian serangga setiap jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, kemudian pada jam ke-24. Setelah 24 jam pengujian, serangga dipindah ke dalam gelas baru dan diberi pakan biji kopi tanduk. Pengamatan respon dan kematian serangga dicatat hingga hari ketujuh. Serangga dinyatakan mati apabila anggota badannya sudah tidak bergerak lagi selama 2 menit dengan mendorongnya menggunakan kuas halus. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop stereo. Setiap konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali.

3. 5 Analisis Data

Data mortalitas ekstrak n-heksana dan metanol biji *Swietenia mahagoni* terhadap *Hypothenemus. hampei* dihitung menggunakan probit analisis (SPSS). Hasil aktivitas ekstrak n-heksana dan metanol biji *S. mahagoni* terhadap *H. hampei* dinyatakan dalam LC₅₀. Data uji perkembangan dilakukan dengan perhitungan persentase mortalitas dengan rumus sebagai berikut:

$$P_o = \frac{r}{n} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

- P_o : persentase kematian serangga uji
 r : jumlah serangga uji yang mati
 n : jumlah serangga uji yang diamati

Apabila kematian pada kontrol lebih dari 5% dan kurang dari 20% maka kematian serangga uji pada perlakuan dikoreksi menggunakan rumus Abbott, sebagai berikut:

$$P_t = \frac{P_o - P_c}{100 - P_c} \times 100\% \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan:

- P_t : persentase kematian serangga setelah dikoreksi
P_o : persentase serangga uji yang mati pada perlakuan
P_c : persentase serangga uji yang mati pada kontrol

Perbedaan yang signifikan antara persentase mortalitas rata-rata pada konsentrasi yang berbeda dianalisis dengan analisis varians satu arah (ANOVA). Hipotesis yang diuji adalah H₀ yang menyatakan tidak ada perbedaan rata-rata kematian *H. hampei* dengan konsentrasi ekstrak metanol dan n-heksana yang berbeda dan H₁ menyatakan ada perbedaan rata-rata kematian *H. hampei* dengan konsentrasi ekstrak metanol dan n-heksana yang berbeda. Apabila perbedaan signifikan (terima H₁/ tolak H₀), dilanjutkan dengan Uji Duncan ($\alpha=5\%$). Data toksisitas ekstrak n-heksana dan metanol biji *S. mahagoni* terhadap mortalitas *H. hampei* dihitung menggunakan probit analisis (SPSS). Hasil toksisitas ekstrak n-heksana dan metanol biji *S. mahagoni* terhadap *H. hampei* dinyatakan dalam LC₅₀.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak n-heksana biji *Swietenia mahagoni* adalah steroid, sedangkan pada ekstrak metanolnya terdapat alkaloid dan terpenoid.
2. Ekstrak metanol biji *Swietenia mahagoni* menyebabkan mortalitas *Hypothenemus hampei* lebih tinggi dibandingkan ekstrak n-heksana pada ketiga kontrol (akuades, metanol, dan n-heksana). Nilai mortalitas ekstrak metanol dengan kontrol akuades, metanol, dan n-heksana berturut-turut adalah 2,55%; 2,37%; dan 2,37%. Sedangkan nilai mortalitas ekstrak n-heksana dengan kontrol akuades, metanol, dan n-heksana berturut-turut adalah 2,31%; 2,47%, dan 2,47%.

5.2 Saran

Ekstrak metanol dan n-heksana biji *Swietenia mahagoni* berpotensi sebagai insektisida nabati terhadap *Hypothenemus hampei* sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai aplikasi di lapang agar dapat digunakan sebagai alternatif lain pengganti insektisida sintetik

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, Umar Fahmi. 2011. *Dasar dasar Penyakit Berbasis Lingkungan*. Jakarta: Rajawali pers.
- Ahmad, S.A. 1986. *Buku Materi Pokok Kimia Bahan Alam*. Jakarta: Karunika Jakarta.
- Ambarningrum, T.B., Setyowati, E.A, Susatyo, P. 2012. Aktivitas Anti Makan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Pengaruh Terhadap Indeks Nutrisi serta Terhadap Struktur Membran Peritrofik Lavra Instar V *Spodoptera litura* F. J. Hama & Penyakit Tumbuhan Tropika (Terekreditasi) 12(2).
- Anyaele, O.O., dan Amusan A A S. 2001. Toxicity of Hexalonic Extract of *Dennetia tripetala* (G. Baxer) on Larvae of *Aedes aegypti* (L). *African Journal of Biomedical Research*. 6: 49-53.
- Ayoola, G. A., Coker, H. A. B., Adesegun, S. A., Adepoju-Bello, A. A., Obaweya, K., Ezennia, E. C., dan Atangbayila, TO. 2008. Phytochemical Screening and Antioxidant Activities of Some Selected Medicinal Plants Used for Malaria Therapy in Southwestern Nigeria. *Trop J Pharm Res*. 7(3): 1019-1024.
- Ayuni, S.P.N dan Sukarta, N.I. 2013. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Alkaloid pada Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq). *Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA III Tahun 2013*.
- Aziz, S. 2014. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder Teori, Konsep, dan Teknik Pemurnian*. Yogyakarta: DEEPUBLISH
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Solo (BPDAS). <http://www.bpdassolo.net/index.php/tanaman-kayu-kayuan/tanaman-mahoni> [diakses 20 April 2017]
- Baker, P. S., J.F. Barrera dan A. Rivas. 1992. Life-history Studies Of The Coffe Berry Borer (*Hypothenemus hampei*, Scolytidae) On Coffe Tress In Southern Mexico. *Journal of Applied Ecology*. 29 (3): 656-662.
- Brown, H.S. Agent, H. Mason, b dan Gardener, M. 2012. *Mahogany: Swietenia mahagoni*. Florida: Universitt of Florida

- Brooker, A.J, Maldonado, M.I.G, Irving, S. Bron, J.E, Longshaw, M, Shinn, A.P, 2011. The Effect of Octopaminergic Compounds on the Behaviour and Transmission of *Gyrodactylus*', *BioMed Central*, vol.4, no.201, pp. 1-10.
- Cseke, L.J., A. Kirakosyan, P.B. Kaufman, S.L. Warber, J.A. Duke, dan H.L. Briemann. 2006. *Natural Product from Plant*. 2nd ed. New York: CRC Press.
- Coe, F.G., dan G.J. Anderson. 1996. Screening of Medicinal Plants Used by The Garifuna of Eastern Nicaragua for Bioactive Compound. *Journal of Ethnopharmacology*. 53: 29-50.
- Dadang, Ohsawa K. 2000. *Penghambat Aktivitas Makan Larva Plutella xylostella L (Lepidoptera:Yponomeutidae) yang Diperlakukan Ekstrak Biji Swietenia mahagoni Jacq (Meliaceae)*. Bul HPT 12: 27-32
- Dewick, P.M. 2002. *Medicinal Natural Product: A Biosynthetic Approach*. New York: John Wiley & Sons.
- Edeoga, H.O., D.E. Okwu, B.O Mbaebie. 2005. Phytochemical Constituent of Some Nigerian Medicinal Plants. *African Journal of Biotechnology*. 4(7): 685-688.
- Fauzia, A.U.N., Weny, J.A., Musa., dan Rumape, O. 2015. Uji Aktivitas Antifeedant dari Ekstrak Metanol Biji Mahoni Terhadap *Epilachna varivertis* Mulsant. *Jurnal Penelitian*
- Govindachari, T.R, Banumathy, B, Suresh, G. 1990. 6-Desoxyswietenine, a Tetranotriterpenoid from *Swietenia mahagoni*. *Fitoterapia* 70 (1990) 106-108
- Greg, 2014. [Basic chemistry of the Shinoda test for flavonoids?](https://chemistry.stackexchange.com/questions/13891/basic-chemistry-of-the-shinoda-test-for-flavonoids) <https://chemistry.stackexchange.com/questions/13891/basic-chemistry-of-the-shinoda-test-for-flavonoids>. [Diakses pada 17 Juni 2017]
- Gu, T. 2000. *Liquid-liquid Partitioning Methods for Bioseparations*. USA: Academic Press.
- Harbone, J. B. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: ITB.
- Harbone, J. B. 1996. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan Cetakan Kedua*. Bandung: ITB.
- Ikan, R. 1991. *Natural Products A Laboratory Guide*. Second Edition. San Diego: Academic Press Inc

- Islam, M.S., dan Talukder, F.A. 2005. Toxic and residual effects of *Azadirachta indica*, *Tagetes erecta* and *Cynodon dactylon* seed extracts and leaf powders towards *Tribolium castaneum*. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 112(6), 594-601.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. *Pest of Crops in Indonesia*. Terjemahan P. A. Van Der Laan. Jakarta: PT Ichiar Baru-Van Hoeve
- Kardinan, A. 2000. *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Penerbit Penebar Swadaya.
- Katoda, S. Marpaung, L. Kikuchi, T dan Ekimoto, H. 1990. Constituents of the Seeds of *Swietenia mahagoni* JACQ.I. Isolate, Structures, and ^1H and ^{13}C -Nuclear Magnetic Resonance Signal Assignments of New Tetranotriterpenoids Related to Swietenine and Swietenolide. *Chem. Pharm. Bull* 38(3): 639-651
- Kierlani. 2016. [What is the product of the chemical reaction between phenol and ferric chloride?](https://chemistry.stackexchange.com/questions/43187/what-is-the-product-of-the-chemical-reaction-between-phenol-and-ferric-chloride?). <https://chemistry.stackexchange.com/questions/43187/what-is-the-product-of-the-chemical-reaction-between-phenol-and-ferric-chloride>. [Diakses pada 17 Juni 2017].
- Kocu, A. 2011. “*Pengelolaan Hama Terpadu Oleh Petani Kopi Organik di Kabupaten Jayawijaya*”. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kumar, A., R. Ilavarasan, T. Jayachandran, M. Decaraman, P. Aravindhan, N. Padmanabhan, dan M.R.V. Krishnan. 2009. Phytochemicals Investigation on a Tropical Plant, *Syzygium cumini* from Kattuppalayam, Erode District, Tamil Nadu, South India. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8(1): 83-85.
- Manurung, N. 2010. Ekologi Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) Pada Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica*) Di Kabupaten Pakpak Bharat. *Tesis*. Medan: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Maridass, M., M.I.Z. Hussain, G. Raju. 2008. Phytochemical Survey of Orchids in the Tirunelveli Hills of South India. *Ethnobotanical Leaflets*. 12: 705-12.
- Marliana, S.D., V. Suryantati, dan Suyono. 2005. Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz.) dalam Ekstrak Etanol. *Biofarmasi*. 3(1): 26-31.

- Naiborhu PE. 2002. Ekstraksi dan Manfaat Ekstrak Mangrove (*Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris*) Sebagai Bahan Alami Antibakterial pada Patogen Udang Windu, *Vibrio harveyi*. [Tesis]. Sekolah Pascasarjan IPB, Bogor.
- Naveen, Y. P., Rupini. G. D., Ahmed. F., Urooj. A. 2014. Pharmacological effects and active phytoconstituents of *Swietenia mahagoni*; a review. *Journal of Integrative Medicine Editorial office*. 12(2); 88-93.
- Ncube, N. S., Afolayan A. J., dan Okoh A. I. 2008. Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. *African Journal of Biotechnology* 7 (12): 1797-1806.
- Onwukaeme, D.N., T.B. Ikuegbvweha, C.C. Asonye. 2007. Evaluation of Phytochemical Constituents, Antibacterial Activities and Effect of Exudate of *Pycnanthus Angolensis* Wedd Warb (Myristicaceae) on Corneal Ulcers in Rabbits. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 6 (2): 725-730.
- Peraturan Menteri Pertanian. 2007. Syarat dan Tatacara Pendaftaran Pestisida. Nomor: 07/Permentan/SR.140/2/2007.
- Perumalsamy, H, Jang, M.J, Kim, J.R, Kadarkarai, M, Ahn, Y.J, 2015. Larvicidal Activity and Possible Mode of Action of Four Flavonoids and Fatty Acid Identified in *Millettia Pinnata* Seed Toward Three Mosquito Species', *BioMed Central*, vol.8, no.237, pp.1-14.
- Prijono, D. 1988. *Pengujian Insektisida: Penuntun Praktikum*. Bogor: IPB.
- Rahardjo P. 2012. *Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penerbar Swadaya.
- Rattan, R.S. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Protection*. 29(9): 913-920.
- Riani, M. 2007. Toksikologi Pestisida dan Penanganan Akibat Keracunan Pestisida. *Media Litbang Kesehatan* 17(3)

- Rohyani, I.S., Aryanti, E., Suripto. 2015. Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal yang Sering Dimanfaatkan Sebagai Bahan Baku Obat di Pulau Lombok. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON* 1(2): 388-391
- Roy, S. Banerjee, B. Vedasiromoni, R.J. 2014. Cytotoxic and Apoptogenic Effect of *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. Leaf Extract in Human Leukemic Cell Lines U937, K562, and HL-60. *Enviromental Toxicologi and Pharmacology* 37 (2014) 234-247.
- Saenong, S.M. 2016. Tumbuhan Indonesia Potensial Sebagai Insektisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Kumbang Bubuk Jagung (*Sitophilus* spp.). *Jurnal Ltbang Pertanian* 35(1): 131-142
- Sahgal, G., Ramanathan, S., Sasidharan, S., Mordi, M.N., Ismail, S., dan Mansor, S.M. 2009. Phytochemical and antimicrobial activity of *Swietenia mahagoni* crude methanolic seed extract. *Tropical Biomedicine*. 26(3): 274-279.
- Sangi, M., M.R.J. Runtuwene, H.E.I. Simbala, V.M.A. Makang. 2008. Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prog.* 1(1): 47-53.
- Sarker, S.D. 2007. *Chemistry For Pharmacy Student*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Septian, R.E., Isnawati., dan Ratnasari, E. 2013. Pengaruh Kombinasi Ekstrak Biji Mahoni dan Batang Brotowati terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Grayak pada Tanaman Cabai Rawit. *LenteraBio* 2(1): 107-112.
- Siregar, A.Z. 2008. *Insektisida...Perluakah?*. Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara.
- Soenandar, M., dan Tjachjono, H.R. 2012. *Membuat Pestisida Organik*. Jakarta: PT: AgroMedia Pustaka.
- Sudarmadji, Slamet. 2003. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian* (Edisi ke 2 ed., Vol. III). Yogyakarta, DIY, Indonesia: Liberty Yogyakarta.
- Syakir, M. 2012. *Pestisida Nabati*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Kerkebunan.
- Tarumingkeng, R.C. 1992. *Insektisida: Sifat, Mekanisme Kerja, dan Dampak Penggunaannya*. Jakarta: Universitas Kristen Krida Wacana.

- Vega, F. E dan Hofstetter, R. W. 2015. *Bark Beetles Biology dan Ecology of Native dan Invasive Species*. New York: Elsevier Inc. 30
- Wiryadi Putra, Soekadar. 2006. Penggunaan Perangkap Dalam Pengendalian Hama Penggerek Buah Kopi (PBKo, *Hypothenemus hampei*). *Jurnal Pelita Perkebunan* 2006, 22(2), 101—118. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia
- Wiryadi Putra, S. 2012. Keefektifitan Insektisida Cyantraniliprole terhadap Hama penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) pada Kopi Arabika. *Pelita perkebunan* 28 (2): 100-110.
- World Health Organization. 1993. *Pesticide*. Geneve: World Health Organization.
- Zhang, M.W, *et al.* 2014. Diterpenoid nad Limonoids from *Swietenia mahagoni*. *Nat. Prod. Bioprospect* (2014) 4: 5-57
- Zhao, Y., dan Newman, M.C. 2004. Shotcoming of The Laboratory-Derived Median Lethal Concentration for Predicting Mortality in Field Populations: Exposure Duration and Latent Mortality. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 23(9); 2147-2153.

LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Perhitungan Kadar Air

a. Kadar Air Biji Kering *S. mahagoni*

| Sampel | Ulangan | Bobot (g) | | | | Kadar Air (%) | Rata-rata Kadar Air (%) |
|--------------------------------|---------|--------------|--------|------------|-------------|---------------|-------------------------|
| | | Berat Kosong | Isi | Berat Awal | Berat Akhir | | |
| Bij Keringi <i>S. mahagoni</i> | I | 47,6610 | 3,0035 | 50,6645 | 50,3860 | 0,5497 | 0,8532 |
| | II | 47,6610 | 3,0032 | 50,6642 | 50,4170 | 0,4879 | |
| | III | 47,6610 | 3,0033 | 50,6643 | 50,3810 | 1,5220 | |

$$\text{Kadar air} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\%$$

Dengan

W_1 = Berat sampel sebelum pengeringan (g)

W_2 = Berat sampel setelah pengeringan (g)

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{50,6645 - 50,3860}{50,6645} \times 100\% \\ &= 0,5497\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{50,6642 - 50,4170}{50,6642} \times 100\% \\ &= 0,4879\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{50,6643 - 50,3810}{50,6643} \times 100\% \\ &= 1,522\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air rata - rata} &= \frac{0,5497\%+0,4879\%+1,522\%}{3} \\ &= 0,8532\% \\ &= 0,85\% \end{aligned}$$

b. Kadar Air Serbuk Biji *S. mahagoni*

| Sampel | Ulangan | Bobot (g) | | | | Kadar Air (%) | Rata-rata Kadar Air (%) |
|--------------------------------|---------|--------------|--------|------------|-------------|---------------|-------------------------|
| | | Berat Kosong | Isi | Berat Awal | Berat Akhir | | |
| Serbuk Biji <i>S. mahagoni</i> | I | 47,3240 | 3,0020 | 50,3260 | 50,1470 | 0,3557 | 0,3743 |
| | II | 47,3240 | 3,0025 | 50,3265 | 50,1410 | 0,3686 | |
| | III | 47,3240 | 3,0027 | 50,3267 | 50,1260 | 0,3988 | |

$$\text{Kadar air} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\%$$

Dengan

W_1 = Berat sampel sebelum pengeringan (g)

W_2 = Berat sampel setelah pengeringan (g)

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{50,3260 - 50,1470}{50,3260} \times 100\% \\ &= 0,3557\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{50,3265 - 50,1410}{50,3265} \times 100\% \\ &= 0,3686\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{50,3267 - 50,1260}{50,3267} \times 100\% \\ &= 0,3988\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air rata - rata} &= \frac{0,3557\%+0,3686\%+0,3988\%}{3} \\ &= 0,3743\% \\ &= 0,37\% \end{aligned}$$

Lampiran 4.2 Perhitungan Rendemena. Rendamen Serbuk Biji *S. mahagoni*

| Sampel | Pelarut | Rata-rata Kadar air (%) | Bobot Sampel (g) | Bobot Ekstrak Kasar (g) | Rendamen (%) |
|-------------------------------------|-----------|-------------------------|------------------|-------------------------|--------------|
| Serbuk Biji Buah <i>S. mahagoni</i> | Metanol | 0,3743 | 3000 | 349,778 | 18,64 |
| | n-Heksana | 0,3743 | 3000 | 289,378 | 15,42 |

$$\text{Rendemen} = \frac{w_1}{w_2 - (w_2 \times N)} \times 100\%$$

Dengan :

W_1 = Bobot ekstrak



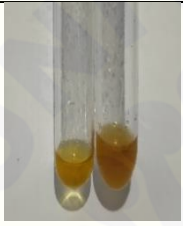
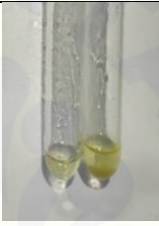


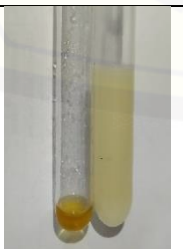

W_2 = Bobot sampel awal


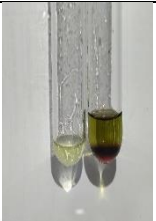
N = Kadar air rata-rata sampel

$$\begin{aligned} \text{Rendemen Metanol} &= \frac{w_1}{w_2 - (w_2 \times N)} \times 100\% \\ &= \frac{349,778}{3000 - (3000 \times 0,3743)} \times 100\% \\ &= 18,64\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen n-Heksana} &= \frac{w_1}{w_2 - (w_2 \times N)} \times 100\% \\ &= \frac{289,378}{3000 - (3000 \times 0,3743)} \times 100\% \\ &= 15,42\% \end{aligned}$$

Lampiran 4.3 Uji Fitokimia Ekstrak Metanol dan n-Heksana Biji *S. mahagoni*

| Analisis Fitokimia | Ekstrak Metanol | | | Ekstrak n-Heksana | | |
|--------------------|---|--|-------|--|--|-------|
| | Gambar | Analisa | Hasil | Gambar | Analisis | Hasil |
| Aklaloid |  | Berubah warna orange, terdapat endapan | (+) |  | Terdapat 2 fasa yang bawah berwarna kuning dan yang atas berwarna pink | (-) |
| Flavonoid |  | Berubah warna berwarna jingga lebih tua | (-) |  | Terdapat 2 fasa. Fasa atas berwarna kuning pucat dan fasa bawah tidak berwarna | (-) |
| Tanin |  | Berubah warna menjadi coklat tua, terdapat endapan coklat muda | (-) |  | Terbentuk 2 fasa. Fasa atas berwarna putih kekuningan dan fasa bawah berwarna kuning | (-) |
| Saponin |  | Busa tidak stabil, perlahan hilang sampai 1 menit dan warna menjadi putih susu | (-) |  | Busa tidak stabil, perlahan hilang setelah 5 menit. Terbentuk 2 fasa (atas: ekstrak, | (-) |

| | | | | | | |
|-----------------------|---|---|-----|--|--|-----|
| | | | | | bawah: akuades) | |
| Steroid/Te rpenoid |  | Timbul 3 fasa. Timbul cincin coklat | (+) |  | Terbentu k 2 fasa. Fasa bawah berwarna hijau kehitama n fasa atas berwarna hijau tua | (+) |

Lampiran 4.4 Uji Pendahuluan Ekstrak n-Heksana dan Metanol Biji *Swietenia mahagoni*

Uji Pendahuluan 1

| Fraksi | Konsentrasi (%) | N | Mortalitas (%) |
|-----------|-----------------|----|----------------|
| Kontrol | Akuades | 10 | 2 |
| | n-Heksana | 10 | 5 |
| | Metanol | 10 | 5 |
| n-Heksana | 0,25 | 10 | 2 |
| | 0,5 | 10 | 4 |
| | 1 | 10 | 4 |
| | 2 | 10 | 8 |
| | 4 | 10 | 4 |
| | 8 | 10 | 8 |
| Metanol | 0,25 | 10 | 3 |
| | 0,5 | 10 | 5 |
| | 1 | 10 | 3 |
| | 2 | 10 | 3 |
| | 4 | 10 | 3 |
| | 8 | 10 | 5 |

Keterangan :

N = jumlah serangga uji

Uji Pendahuluan 2

| Fraksi | Konsentrasi (%) | N | Mortalitas (%) |
|-----------|-----------------|----|----------------|
| Kontrol | Akuades | 10 | 0 |
| | n-Heksana | 10 | 1 |
| | Metanol | 10 | 1 |
| n-Heksana | 0,25 | 10 | 1 |
| | 0,5 | 10 | 3 |
| | 1 | 10 | 5 |
| | 2 | 10 | 6 |
| | 4 | 10 | 7 |
| | 8 | 10 | 8 |
| Metanol | 0,25 | 10 | 1 |
| | 0,5 | 10 | 2 |
| | 1 | 10 | 4 |
| | 2 | 10 | 6 |
| | 4 | 10 | 7 |
| | 8 | 10 | 9 |

Keterangan :

N = jumlah serangga uji

Lampiran 4.5 Uji Toksisitas Ekstrak n-Heksana dan Metanol Biji *Swietenia mahagoni*

| Fraksi | Konsentrasi (%) | N | Mortalitas | | | | | Rata rata (%) |
|------------------|-----------------|----|------------|----|----|-----|-----|---------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Kontrol | Akuades | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | n-Heksana | 10 | 0 | 10 | 10 | 0 | 10 | 6 |
| | Metanol | 10 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 6 |
| n-Heksana | 0,5 | 10 | 20 | 20 | 10 | 20 | 10 | 16 |
| | 1 | 10 | 30 | 40 | 30 | 40 | 40 | 36 |
| | 2 | 10 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | 4 | 10 | 70 | 70 | 60 | 50 | 60 | 62 |
| | 8 | 10 | 90 | 90 | 90 | 80 | 80 | 86 |
| Metanol | 0,5 | 10 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | 1 | 10 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | 2 | 10 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | 4 | 10 | 70 | 70 | 50 | 80 | 80 | 70 |
| | 8 | 10 | 90 | 90 | 90 | 100 | 100 | 94 |

Keterangan :

N = jumlah serangga uji

**Lampiran 4.6 Analisis Probit dan Nilai LC50 Ekstrak Metanol Kontrol
Akuades Biji *S. mahagoni* Menggunakan SPSS 20**

| Probability | 95% Confidence Limits for konsentrasi | | | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| | Estimate | Lower Bound | Upper Bound | Estimate | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a .010 | .338 | .060 | .738 | -.471 | -1.223 | -.132 |
| .020 | .428 | .088 | .877 | -.368 | -1.057 | -.057 |
| .030 | .498 | .112 | .979 | -.303 | -.951 | -.009 |
| .040 | .557 | .134 | 1.064 | -.254 | -.872 | .027 |
| .050 | .611 | .156 | 1.138 | -.214 | -.808 | .056 |
| .060 | .661 | .177 | 1.206 | -.180 | -.753 | .081 |
| .070 | .708 | .197 | 1.268 | -.150 | -.705 | .103 |
| .080 | .753 | .218 | 1.327 | -.123 | -.662 | .123 |
| .090 | .796 | .238 | 1.383 | -.099 | -.623 | .141 |
| .100 | .838 | .259 | 1.436 | -.077 | -.587 | .157 |
| .150 | 1.037 | .365 | 1.681 | .016 | -.438 | .226 |
| .200 | 1.228 | .478 | 1.907 | .089 | -.320 | .280 |
| .250 | 1.421 | .604 | 2.126 | .152 | -.219 | .328 |
| .300 | 1.619 | .743 | 2.346 | .209 | -.129 | .370 |
| .350 | 1.827 | .900 | 2.572 | .262 | -.046 | .410 |
| .400 | 2.049 | 1.078 | 2.809 | .312 | .033 | .449 |
| .450 | 2.289 | 1.283 | 3.063 | .360 | .108 | .486 |
| .500 | 2.554 | 1.521 | 3.340 | .407 | .182 | .524 |
| .550 | 2.849 | 1.799 | 3.649 | .455 | .255 | .562 |
| .600 | 3.183 | 2.127 | 4.003 | .503 | .328 | .602 |
| .650 | 3.570 | 2.520 | 4.423 | .553 | .401 | .646 |
| .700 | 4.029 | 2.993 | 4.946 | .605 | .476 | .694 |
| .750 | 4.591 | 3.566 | 5.637 | .662 | .552 | .751 |
| .800 | 5.309 | 4.265 | 6.628 | .725 | .630 | .821 |
| .850 | 6.289 | 5.130 | 8.199 | .799 | .710 | .914 |
| .900 | 7.783 | 6.281 | 11.040 | .891 | .798 | 1.043 |
| .910 | 8.194 | 6.572 | 11.905 | .914 | .818 | 1.076 |
| .920 | 8.666 | 6.896 | 12.935 | .938 | .839 | 1.112 |
| .930 | 9.215 | 7.263 | 14.188 | .965 | .861 | 1.152 |
| .940 | 9.871 | 7.687 | 15.749 | .994 | .886 | 1.197 |
| .950 | 10.675 | 8.190 | 17.762 | 1.028 | .913 | 1.250 |
| .960 | 11.704 | 8.812 | 20.486 | 1.068 | .945 | 1.311 |

| | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| .970 | 13.106 | 9.628 | 24.449 | 1.117 | .984 | 1.388 |
| .980 | 15.233 | 10.810 | 30.988 | 1.183 | 1.034 | 1.491 |
| .990 | 19.307 | 12.935 | 45.156 | 1.286 | 1.112 | 1.655 |

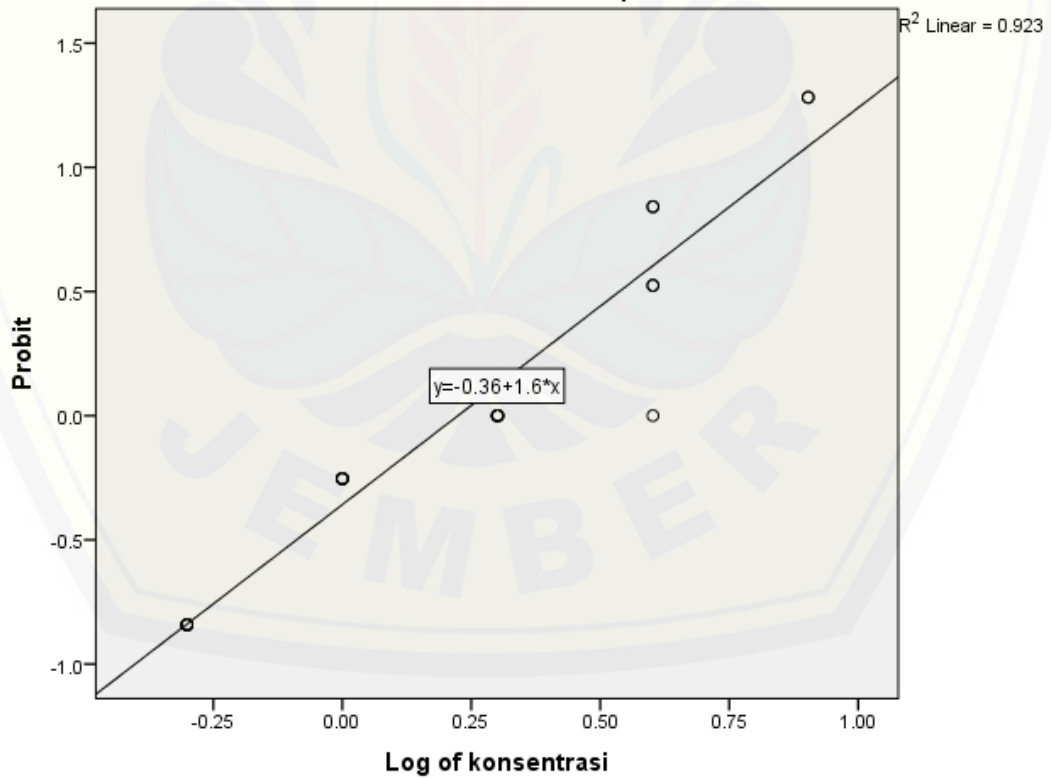
Parameter Estimates

| Parameter | Estimate | Std. Error | Z | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------------------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a konsentrasi | 2.648 | .246 | 10.768 | .000 | 2.166 | 3.130 |
| Intercept | -1.078 | .186 | -5.789 | .000 | -1.264 | -.892 |

Chi-Square Tests

| | Chi-Square | df ^b | Sig. |
|-------------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT Pearson Goodness-of-Fit Test | 87.388 | 22 | .000 ^a |

Probit Transformed Responses



Lampiran 4.7 Analisis Probit dan Nilai LC50 Ekstrak Metanol Kontrol Metanol Biji *S. mahagoni* Menggunakan SPSS 20

| Probability | 95% Confidence Limits for konsentrasi | | | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| | Estimate | Lower Bound | Upper Bound | Estimate | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a .010 | .268 | .051 | .595 | -.572 | -1.295 | -.225 |
| .020 | .346 | .075 | .720 | -.461 | -1.123 | -.143 |
| .030 | .407 | .097 | .812 | -.390 | -1.013 | -.090 |
| .040 | .460 | .117 | .890 | -.337 | -.931 | -.051 |
| .050 | .508 | .137 | .958 | -.294 | -.865 | -.018 |
| .060 | .553 | .156 | 1.021 | -.257 | -.808 | .009 |
| .070 | .595 | .175 | 1.079 | -.225 | -.758 | .033 |
| .080 | .636 | .193 | 1.134 | -.196 | -.713 | .055 |
| .090 | .676 | .212 | 1.187 | -.170 | -.673 | .074 |
| .100 | .714 | .231 | 1.237 | -.146 | -.636 | .092 |
| .150 | .899 | .330 | 1.471 | -.046 | -.482 | .168 |
| .200 | 1.079 | .437 | 1.690 | .033 | -.360 | .228 |
| .250 | 1.263 | .555 | 1.904 | .101 | -.256 | .280 |
| .300 | 1.454 | .688 | 2.121 | .162 | -.162 | .327 |
| .350 | 1.656 | .839 | 2.347 | .219 | -.076 | .370 |
| .400 | 1.874 | 1.012 | 2.586 | .273 | .005 | .413 |
| .450 | 2.113 | 1.212 | 2.843 | .325 | .083 | .454 |
| .500 | 2.377 | 1.444 | 3.127 | .376 | .160 | .495 |
| .550 | 2.675 | 1.718 | 3.445 | .427 | .235 | .537 |
| .600 | 3.015 | 2.043 | 3.814 | .479 | .310 | .581 |
| .650 | 3.413 | 2.433 | 4.255 | .533 | .386 | .629 |
| .700 | 3.888 | 2.905 | 4.806 | .590 | .463 | .682 |
| .750 | 4.476 | 3.482 | 5.539 | .651 | .542 | .743 |
| .800 | 5.236 | 4.193 | 6.592 | .719 | .623 | .819 |
| .850 | 6.286 | 5.090 | 8.259 | .798 | .707 | .917 |
| .900 | 7.911 | 6.319 | 11.276 | .898 | .801 | 1.052 |
| .910 | 8.363 | 6.636 | 12.197 | .922 | .822 | 1.086 |
| .920 | 8.883 | 6.991 | 13.297 | .949 | .845 | 1.124 |
| .930 | 9.492 | 7.395 | 14.638 | .977 | .869 | 1.165 |
| .940 | 10.222 | 7.865 | 16.314 | 1.010 | .896 | 1.213 |
| .950 | 11.124 | 8.427 | 18.482 | 1.046 | .926 | 1.267 |
| .960 | 12.285 | 9.128 | 21.429 | 1.089 | .960 | 1.331 |

| | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| .970 | 13.880 | 10.055 | 25.741 | 1.142 | 1.002 | 1.411 |
| .980 | 16.325 | 11.413 | 32.908 | 1.213 | 1.057 | 1.517 |
| .990 | 21.082 | 13.895 | 48.608 | 1.324 | 1.143 | 1.687 |

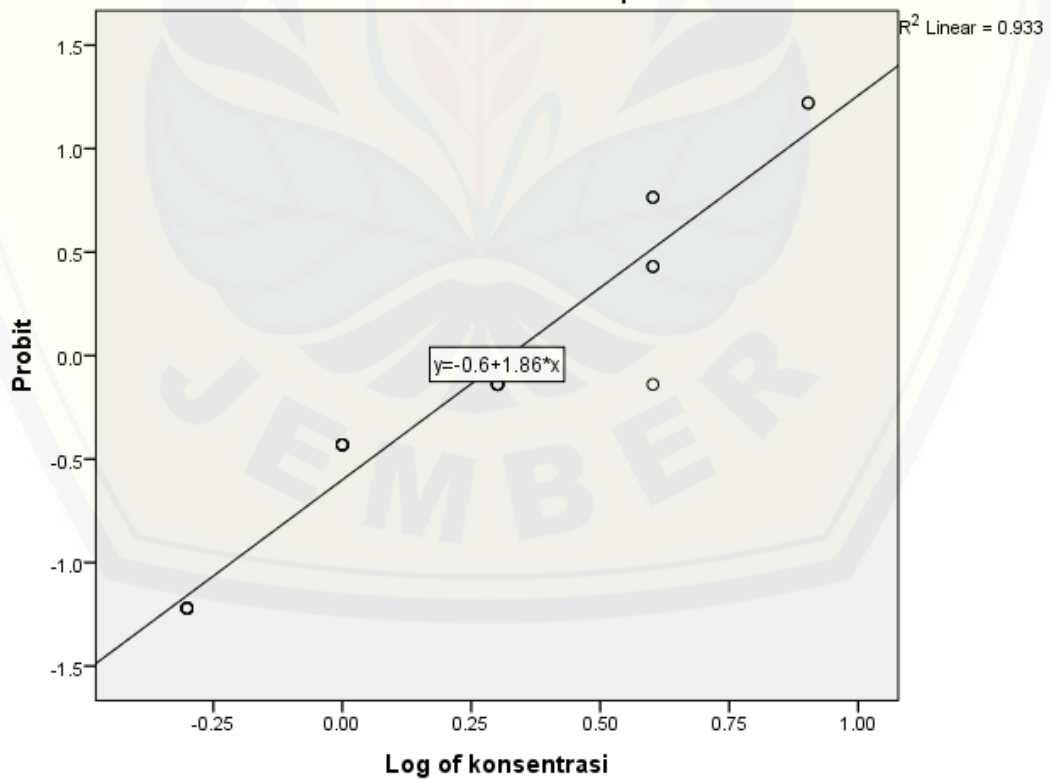
Parameter Estimates

| Parameter | Estimate | Std. Error | Z | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------------------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a konsentrasi | 2.454 | .196 | 12.548 | .000 | 2.071 | 2.838 |
| Intercept | -.923 | .147 | -6.277 | .000 | -1.070 | -.776 |

Chi-Square Tests

| | | Chi-Square | df ^b | Sig. |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 103.384 | 22 | .000 ^a |

Probit Transformed Responses



Lampiran 4.8 Analisis Probit dan Nilai LC50 Ekstrak Metanol Kontrol n-Heksana Biji *S. mahagoni* Menggunakan SPSS 20

| Probability | 95% Confidence Limits for konsentrasi | | | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| | Estimate | Lower Bound | Upper Bound | Estimate | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a .010 | .268 | .051 | .595 | -.572 | -1.295 | -.225 |
| .020 | .346 | .075 | .720 | -.461 | -1.123 | -.143 |
| .030 | .407 | .097 | .812 | -.390 | -1.013 | -.090 |
| .040 | .460 | .117 | .890 | -.337 | -.931 | -.051 |
| .050 | .508 | .137 | .958 | -.294 | -.865 | -.018 |
| .060 | .553 | .156 | 1.021 | -.257 | -.808 | .009 |
| .070 | .595 | .175 | 1.079 | -.225 | -.758 | .033 |
| .080 | .636 | .193 | 1.134 | -.196 | -.713 | .055 |
| .090 | .676 | .212 | 1.187 | -.170 | -.673 | .074 |
| .100 | .714 | .231 | 1.237 | -.146 | -.636 | .092 |
| .150 | .899 | .330 | 1.471 | -.046 | -.482 | .168 |
| .200 | 1.079 | .437 | 1.690 | .033 | -.360 | .228 |
| .250 | 1.263 | .555 | 1.904 | .101 | -.256 | .280 |
| .300 | 1.454 | .688 | 2.121 | .162 | -.162 | .327 |
| .350 | 1.656 | .839 | 2.347 | .219 | -.076 | .370 |
| .400 | 1.874 | 1.012 | 2.586 | .273 | .005 | .413 |
| .450 | 2.113 | 1.212 | 2.843 | .325 | .083 | .454 |
| .500 | 2.377 | 1.444 | 3.127 | .376 | .160 | .495 |
| .550 | 2.675 | 1.718 | 3.445 | .427 | .235 | .537 |
| .600 | 3.015 | 2.043 | 3.814 | .479 | .310 | .581 |
| .650 | 3.413 | 2.433 | 4.255 | .533 | .386 | .629 |
| .700 | 3.888 | 2.905 | 4.806 | .590 | .463 | .682 |
| .750 | 4.476 | 3.482 | 5.539 | .651 | .542 | .743 |
| .800 | 5.236 | 4.193 | 6.592 | .719 | .623 | .819 |
| .850 | 6.286 | 5.090 | 8.259 | .798 | .707 | .917 |
| .900 | 7.911 | 6.319 | 11.276 | .898 | .801 | 1.052 |
| .910 | 8.363 | 6.636 | 12.197 | .922 | .822 | 1.086 |
| .920 | 8.883 | 6.991 | 13.297 | .949 | .845 | 1.124 |
| .930 | 9.492 | 7.395 | 14.638 | .977 | .869 | 1.165 |
| .940 | 10.222 | 7.865 | 16.314 | 1.010 | .896 | 1.213 |
| .950 | 11.124 | 8.427 | 18.482 | 1.046 | .926 | 1.267 |
| .960 | 12.285 | 9.128 | 21.429 | 1.089 | .960 | 1.331 |

| | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| .970 | 13.880 | 10.055 | 25.741 | 1.142 | 1.002 | 1.411 |
| .980 | 16.325 | 11.413 | 32.908 | 1.213 | 1.057 | 1.517 |
| .990 | 21.082 | 13.895 | 48.608 | 1.324 | 1.143 | 1.687 |

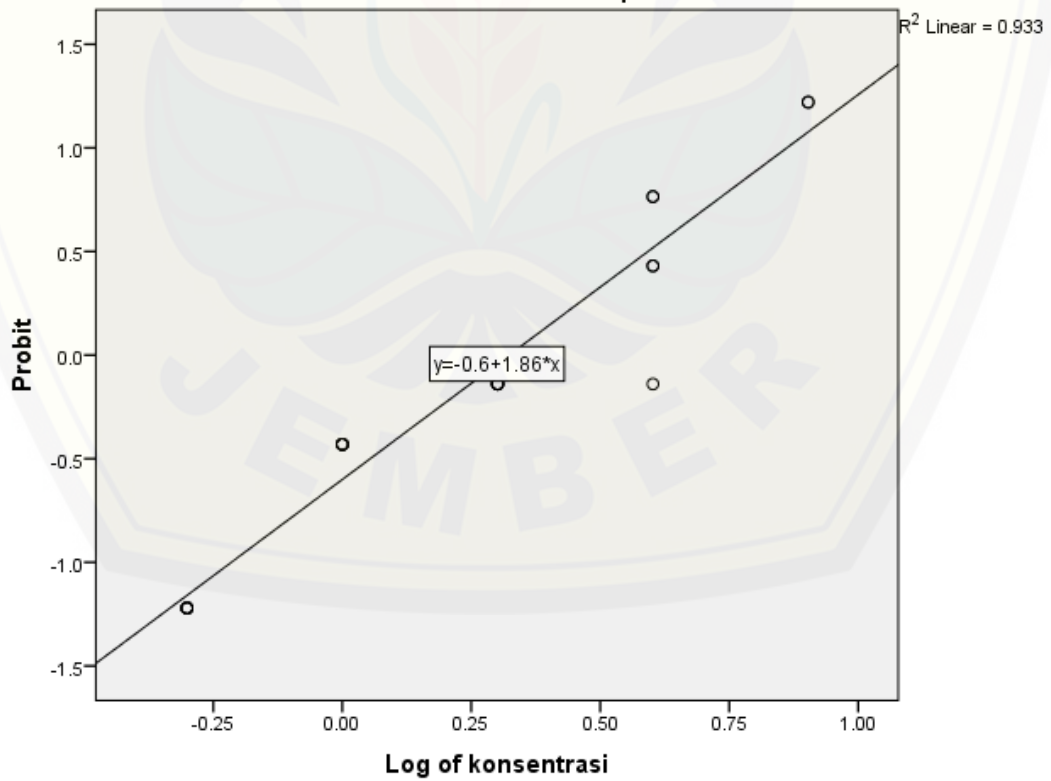
Parameter Estimates

| Parameter | Estimate | Std. Error | Z | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------------------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a konsentrasi | 2.454 | .196 | 12.548 | .000 | 2.071 | 2.838 |
| Intercept | -.923 | .147 | -6.277 | .000 | -1.070 | -.776 |

Chi-Square Tests

| | | Chi-Square | df ^b | Sig. |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 103.384 | 22 | .000 ^a |

Probit Transformed Responses



**Lampiran 4.9 Analisis Probit dan Nilai LC50 Ekstrak n-Heksana Kontrol
Akuades Biji *S. mahagoni* Menggunakan SPSS 20**

| Probability | 95% Confidence Limits for konsentrasi | | | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| | Estimate | Lower Bound | Upper Bound | Estimate | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a .010 | .102 | .004 | .380 | -.990 | -2.371 | -.420 |
| .020 | .147 | .008 | .493 | -.831 | -2.099 | -.307 |
| .030 | .186 | .012 | .581 | -.731 | -1.926 | -.236 |
| .040 | .221 | .016 | .658 | -.655 | -1.796 | -.182 |
| .050 | .255 | .020 | .727 | -.593 | -1.691 | -.138 |
| .060 | .288 | .025 | .793 | -.541 | -1.601 | -.101 |
| .070 | .320 | .030 | .855 | -.495 | -1.522 | -.068 |
| .080 | .352 | .035 | .914 | -.454 | -1.452 | -.039 |
| .090 | .383 | .041 | .972 | -.417 | -1.388 | -.012 |
| .100 | .415 | .047 | 1.029 | -.382 | -1.329 | .012 |
| .150 | .576 | .082 | 1.301 | -.239 | -1.084 | .114 |
| .200 | .748 | .129 | 1.569 | -.126 | -.891 | .196 |
| .250 | .936 | .188 | 1.843 | -.029 | -.725 | .266 |
| .300 | 1.144 | .265 | 2.131 | .058 | -.576 | .329 |
| .350 | 1.378 | .364 | 2.440 | .139 | -.439 | .387 |
| .400 | 1.645 | .491 | 2.777 | .216 | -.308 | .444 |
| .450 | 1.951 | .656 | 3.151 | .290 | -.183 | .498 |
| .500 | 2.309 | .871 | 3.572 | .363 | -.060 | .553 |
| .550 | 2.732 | 1.154 | 4.056 | .437 | .062 | .608 |
| .600 | 3.242 | 1.531 | 4.628 | .511 | .185 | .665 |
| .650 | 3.869 | 2.043 | 5.325 | .588 | .310 | .726 |
| .700 | 4.661 | 2.751 | 6.216 | .669 | .439 | .794 |
| .750 | 5.699 | 3.742 | 7.442 | .756 | .573 | .872 |
| .800 | 7.129 | 5.135 | 9.335 | .853 | .711 | .970 |
| .850 | 9.255 | 7.059 | 12.793 | .966 | .849 | 1.107 |
| .900 | 12.852 | 9.771 | 20.500 | 1.109 | .990 | 1.312 |
| .910 | 13.913 | 10.478 | 23.172 | 1.143 | 1.020 | 1.365 |
| .920 | 15.165 | 11.277 | 26.536 | 1.181 | 1.052 | 1.424 |
| .930 | 16.672 | 12.197 | 30.874 | 1.222 | 1.086 | 1.490 |
| .940 | 18.532 | 13.282 | 36.648 | 1.268 | 1.123 | 1.564 |
| .950 | 20.909 | 14.606 | 44.664 | 1.320 | 1.165 | 1.650 |
| .960 | 24.093 | 16.292 | 56.479 | 1.382 | 1.212 | 1.752 |

| | | | | | | |
|------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|
| .970 | 28.680 | 18.588 | 75.556 | 1.458 | 1.269 | 1.878 |
| .980 | 36.157 | 22.085 | 111.569 | 1.558 | 1.344 | 2.048 |
| .990 | 52.093 | 28.856 | 207.104 | 1.717 | 1.460 | 2.316 |

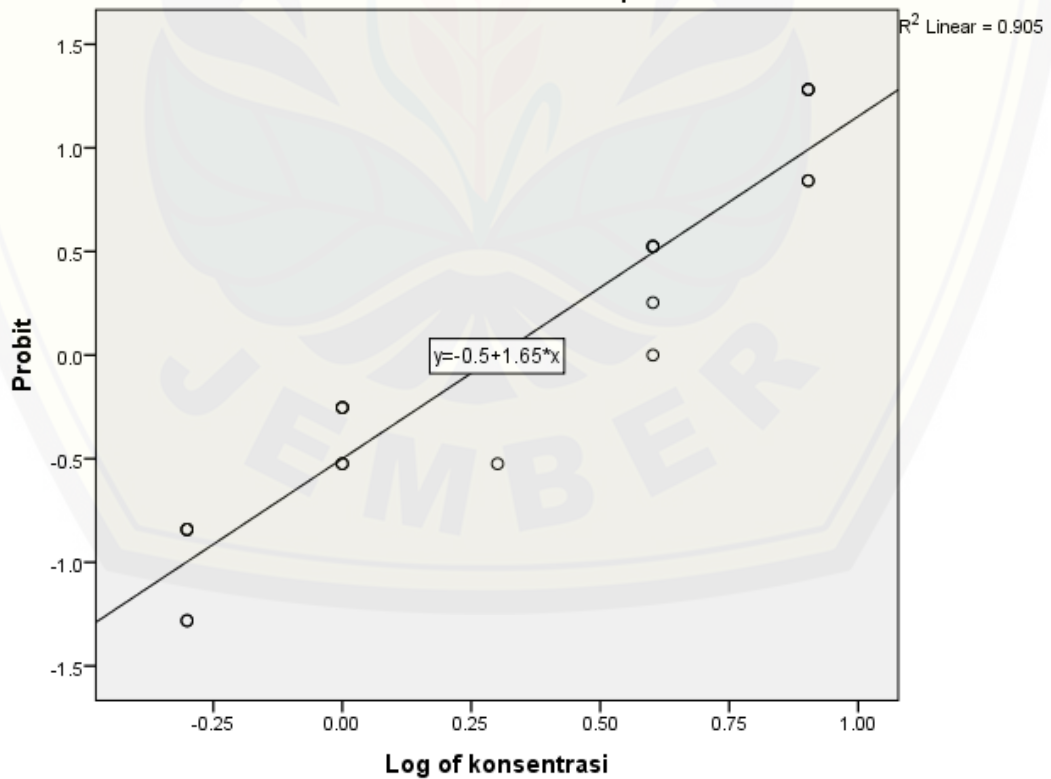
Parameter Estimates

| Parameter | Estimate | Std. Error | Z | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------------------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a konsentrasi | 1.719 | .202 | 8.497 | .000 | 1.323 | 2.115 |
| Intercept | -.625 | .193 | -3.242 | .001 | -.818 | -.432 |

Chi-Square Tests

| | | Chi-Square | df ^b | Sig. |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 64.904 | 22 | .000 ^a |

Probit Transformed Responses



Lampiran 4.10 Analisis Probit dan Nilai LC50 Ekstrak n-Heksana Kontrol Metanol Biji *S. mahagoni* Menggunakan SPSS 20

| Probability | 95% Confidence Limits for konsentrasi | | | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| | Estimate | Lower Bound | Upper Bound | Estimate | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a .010 | .139 | .035 | .314 | -.857 | -1.457 | -.503 |
| .020 | .195 | .055 | .411 | -.711 | -1.259 | -.386 |
| .030 | .241 | .073 | .488 | -.618 | -1.134 | -.312 |
| .040 | .283 | .091 | .555 | -.548 | -1.040 | -.256 |
| .050 | .323 | .109 | .616 | -.491 | -.963 | -.210 |
| .060 | .361 | .127 | .674 | -.443 | -.898 | -.171 |
| .070 | .398 | .144 | .729 | -.400 | -.841 | -.137 |
| .080 | .434 | .162 | .782 | -.362 | -.789 | -.107 |
| .090 | .470 | .181 | .834 | -.328 | -.743 | -.079 |
| .100 | .506 | .199 | .885 | -.296 | -.700 | -.053 |
| .150 | .686 | .300 | 1.131 | -.164 | -.523 | .053 |
| .200 | .872 | .414 | 1.375 | -.059 | -.383 | .138 |
| .250 | 1.073 | .545 | 1.628 | .031 | -.264 | .212 |
| .300 | 1.292 | .697 | 1.897 | .111 | -.156 | .278 |
| .350 | 1.535 | .876 | 2.188 | .186 | -.058 | .340 |
| .400 | 1.807 | 1.085 | 2.508 | .257 | .035 | .399 |
| .450 | 2.116 | 1.333 | 2.866 | .326 | .125 | .457 |
| .500 | 2.473 | 1.630 | 3.276 | .393 | .212 | .515 |
| .550 | 2.889 | 1.987 | 3.754 | .461 | .298 | .574 |
| .600 | 3.383 | 2.422 | 4.325 | .529 | .384 | .636 |
| .650 | 3.983 | 2.957 | 5.033 | .600 | .471 | .702 |
| .700 | 4.732 | 3.624 | 5.944 | .675 | .559 | .774 |
| .750 | 5.698 | 4.470 | 7.184 | .756 | .650 | .856 |
| .800 | 7.007 | 5.571 | 8.992 | .846 | .746 | .954 |
| .850 | 8.918 | 7.077 | 11.886 | .950 | .850 | 1.075 |
| .900 | 12.079 | 9.369 | 17.235 | 1.082 | .972 | 1.236 |
| .910 | 12.997 | 10.000 | 18.901 | 1.114 | 1.000 | 1.276 |
| .920 | 14.074 | 10.726 | 20.912 | 1.148 | 1.030 | 1.320 |
| .930 | 15.361 | 11.574 | 23.390 | 1.186 | 1.063 | 1.369 |
| .940 | 16.939 | 12.589 | 26.532 | 1.229 | 1.100 | 1.424 |
| .950 | 18.937 | 13.843 | 30.665 | 1.277 | 1.141 | 1.487 |
| .960 | 21.587 | 15.458 | 36.391 | 1.334 | 1.189 | 1.561 |

| | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| .970 | 25.359 | 17.680 | 44.975 | 1.404 | 1.247 | 1.653 |
| .980 | 31.413 | 21.100 | 59.703 | 1.497 | 1.324 | 1.776 |
| .990 | 44.019 | 27.804 | 93.570 | 1.644 | 1.444 | 1.971 |

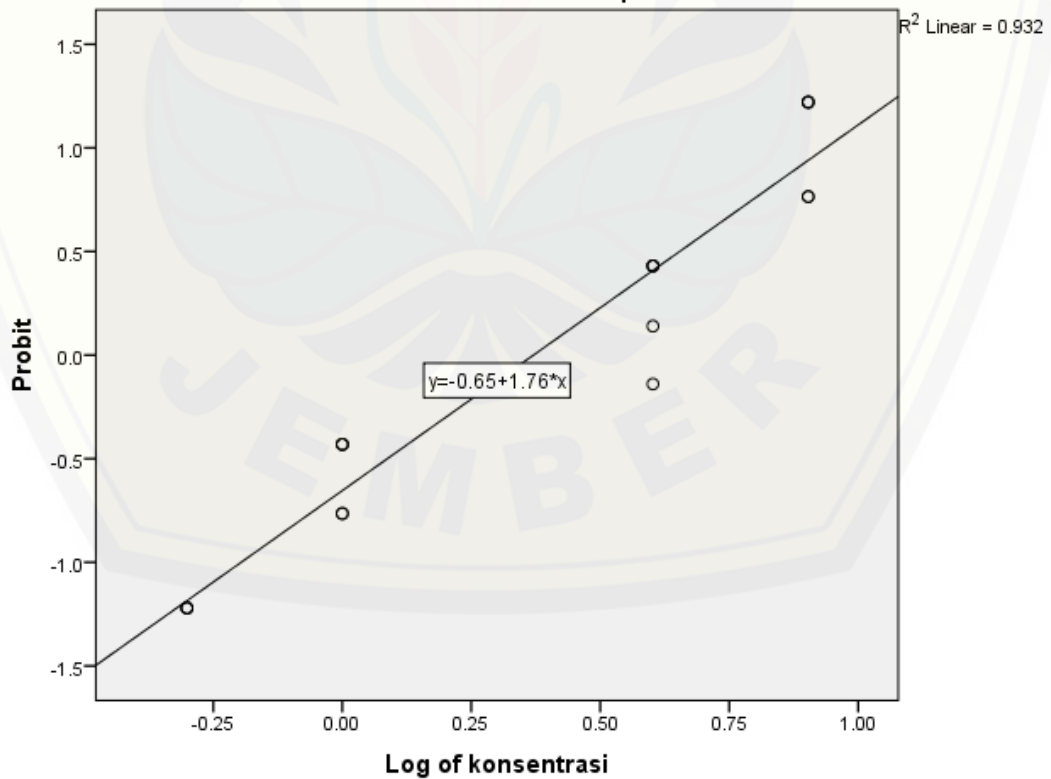
Parameter Estimates

| Parameter | Estimate | Std. Error | Z | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------------------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a konsentrasi | 1.860 | .129 | 14.471 | .000 | 1.608 | 2.112 |
| Intercept | -.731 | .112 | -6.524 | .000 | -.843 | -.619 |

Chi-Square Tests

| | | Chi-Square | df ^b | Sig. |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 74.455 | 22 | .000 ^a |

Probit Transformed Responses



Lampiran 4.11 Analisis Probit dan Nilai LC50 Ekstrak n-Heksana Kontrol n-Heksana Biji *S. mahagoni* Menggunakan SPSS 20

| Probability | 95% Confidence Limits for konsentrasi | | | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) ^b | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
| | Estimate | Lower Bound | Upper Bound | Estimate | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a .010 | .139 | .035 | .314 | -.857 | -1.457 | -.503 |
| .020 | .195 | .055 | .411 | -.711 | -1.259 | -.386 |
| .030 | .241 | .073 | .488 | -.618 | -1.134 | -.312 |
| .040 | .283 | .091 | .555 | -.548 | -1.040 | -.256 |
| .050 | .323 | .109 | .616 | -.491 | -.963 | -.210 |
| .060 | .361 | .127 | .674 | -.443 | -.898 | -.171 |
| .070 | .398 | .144 | .729 | -.400 | -.841 | -.137 |
| .080 | .434 | .162 | .782 | -.362 | -.789 | -.107 |
| .090 | .470 | .181 | .834 | -.328 | -.743 | -.079 |
| .100 | .506 | .199 | .885 | -.296 | -.700 | -.053 |
| .150 | .686 | .300 | 1.131 | -.164 | -.523 | .053 |
| .200 | .872 | .414 | 1.375 | -.059 | -.383 | .138 |
| .250 | 1.073 | .545 | 1.628 | .031 | -.264 | .212 |
| .300 | 1.292 | .697 | 1.897 | .111 | -.156 | .278 |
| .350 | 1.535 | .876 | 2.188 | .186 | -.058 | .340 |
| .400 | 1.807 | 1.085 | 2.508 | .257 | .035 | .399 |
| .450 | 2.116 | 1.333 | 2.866 | .326 | .125 | .457 |
| .500 | 2.473 | 1.630 | 3.276 | .393 | .212 | .515 |
| .550 | 2.889 | 1.987 | 3.754 | .461 | .298 | .574 |
| .600 | 3.383 | 2.422 | 4.325 | .529 | .384 | .636 |
| .650 | 3.983 | 2.957 | 5.033 | .600 | .471 | .702 |
| .700 | 4.732 | 3.624 | 5.944 | .675 | .559 | .774 |
| .750 | 5.698 | 4.470 | 7.184 | .756 | .650 | .856 |
| .800 | 7.007 | 5.571 | 8.992 | .846 | .746 | .954 |
| .850 | 8.918 | 7.077 | 11.886 | .950 | .850 | 1.075 |
| .900 | 12.079 | 9.369 | 17.235 | 1.082 | .972 | 1.236 |
| .910 | 12.997 | 10.000 | 18.901 | 1.114 | 1.000 | 1.276 |
| .920 | 14.074 | 10.726 | 20.912 | 1.148 | 1.030 | 1.320 |
| .930 | 15.361 | 11.574 | 23.390 | 1.186 | 1.063 | 1.369 |
| .940 | 16.939 | 12.589 | 26.532 | 1.229 | 1.100 | 1.424 |
| .950 | 18.937 | 13.843 | 30.665 | 1.277 | 1.141 | 1.487 |
| .960 | 21.587 | 15.458 | 36.391 | 1.334 | 1.189 | 1.561 |

| | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| .970 | 25.359 | 17.680 | 44.975 | 1.404 | 1.247 | 1.653 |
| .980 | 31.413 | 21.100 | 59.703 | 1.497 | 1.324 | 1.776 |
| .990 | 44.019 | 27.804 | 93.570 | 1.644 | 1.444 | 1.971 |

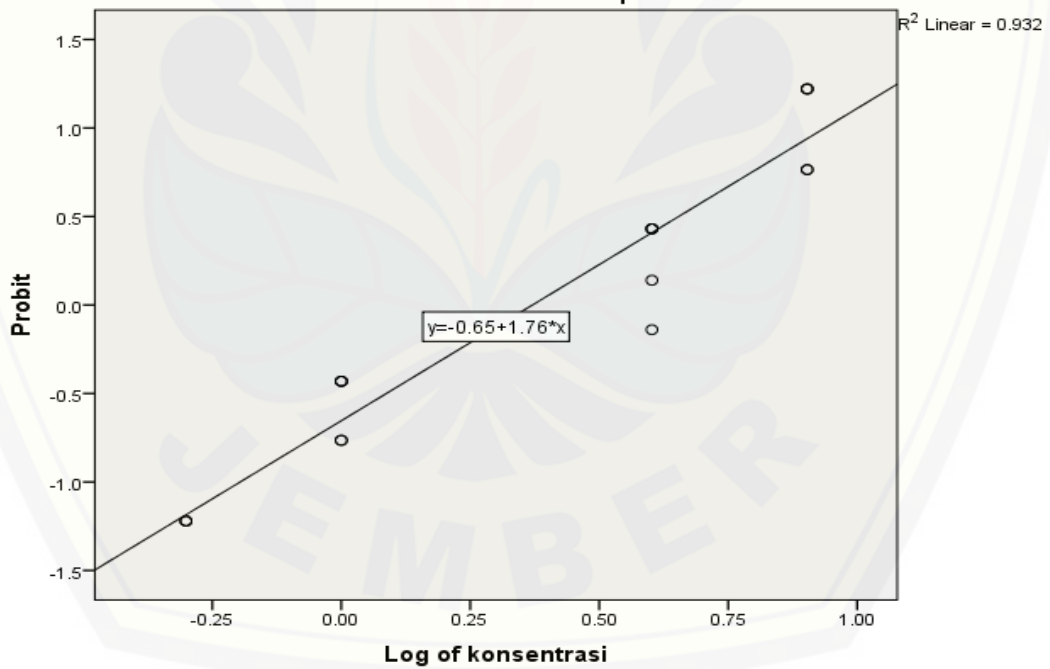
Parameter Estimates

| Parameter | Estimate | Std. Error | Z | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|---------------------------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT ^a konsentrasi | 1.860 | .129 | 14.471 | .000 | 1.608 | 2.112 |
| Intercept | -.731 | .112 | -6.524 | .000 | -.843 | -.619 |

Chi-Square Tests

| | | Chi-Square | df ^b | Sig. |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 74.455 | 22 | .000 ^a |

Probit Transformed Responses



Lampiran 4.16 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan Software SPSS 20 Pada Ekstrak n-Heksana Kontrol Metanol

Descriptives

Mortalitas

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| .00 | 5 | 0.0000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.00 |
| .50 | 5 | 6.6667 | 6.08581 | 2.72166 | -.8899 | 14.2232 | 0.00 | 11.11 |
| 1.00 | 5 | 28.8889 | 6.08581 | 2.72166 | 21.3324 | 36.4454 | 22.22 | 33.33 |
| 2.00 | 5 | 44.4444 | .00000 | .00000 | 44.4444 | 44.4444 | 44.44 | 44.44 |
| 4.00 | 5 | 60.0000 | 9.93808 | 4.44444 | 47.6602 | 72.3398 | 44.44 | 66.67 |
| 8.00 | 5 | 84.4444 | 6.08581 | 2.72166 | 76.8879 | 92.0010 | 77.78 | 88.89 |
| Total | 30 | 37.4074 | 30.39170 | 5.54874 | 26.0590 | 48.7559 | 0.00 | 88.89 |

ANOVA

Mortalitas

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 25946.502 | 5 | 5189.300 | 148.353 | .000 |
| Within Groups | 839.506 | 24 | 34.979 | | |
| Total | 26786.008 | 29 | | | |

mortalitas

Duncan^a

| konsentrasi | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | |
|-------------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| .00 | 5 | 0.0000 | | | | |
| .50 | 5 | 6.6667 | | | | |
| 1.00 | 5 | | 28.8889 | | | |
| 2.00 | 5 | | | 44.4444 | | |
| 4.00 | 5 | | | | 60.0000 | |
| 8.00 | 5 | | | | | 84.4444 |
| Sig. | | .087 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Lampiran 4.17 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan Software SPSS 20 Pada Ekstrak n-Heksana Kontrol n-Heksana

Descriptives

Mortalitas

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| .00 | 5 | 0.0000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 0.00 |
| .50 | 5 | 6.6667 | 6.08581 | 2.72166 | -.8899 | 14.2232 | 0.00 | 11.11 |
| 1.00 | 5 | 28.8889 | 6.08581 | 2.72166 | 21.3324 | 36.4454 | 22.22 | 33.33 |
| 2.00 | 5 | 44.4444 | .00000 | .00000 | 44.4444 | 44.4444 | 44.44 | 44.44 |
| 4.00 | 5 | 60.0000 | 9.93808 | 4.44444 | 47.6602 | 72.3398 | 44.44 | 66.67 |
| 8.00 | 5 | 84.4444 | 6.08581 | 2.72166 | 76.8879 | 92.0010 | 77.78 | 88.89 |
| Total | 30 | 37.4074 | 30.39170 | 5.54874 | 26.0590 | 48.7559 | 0.00 | 88.89 |

ANOVA

Mortalitas

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 25946.502 | 5 | 5189.300 | 148.353 | .000 |
| Within Groups | 839.506 | 24 | 34.979 | | |
| Total | 26786.008 | 29 | | | |

Mortalitas

Duncan^a

| konsentrasi | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | |
|-------------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| .00 | 5 | 0.0000 | | | | |
| .50 | 5 | 6.6667 | | | | |
| 1.00 | 5 | | 28.8889 | | | |
| 2.00 | 5 | | | 44.4444 | | |
| 4.00 | 5 | | | | 60.0000 | |
| 8.00 | 5 | | | | | 84.4444 |
| Sig. | | .087 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Lampiran 4.18 Identifikasi Tanaman *Swietenia mahagoni* Jacq

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS KESEHATAN
UPT MATERIA MEDICA BATU
Jalan Lahor No.87 Telp. (0341) 593396
KOTA BATU 65313

Nomor : 074/ 387/ 102.7/ 2017
Sifat : Biasa
Perihal : **Determinasi Tanaman Mahoni**

Memenuhi permohonan saudara :

Nama : CANDRA LINTANG FAJAR PRATAMA
NIM : 121810301071
Fakultas : FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER

1. Perihal determinasi tanaman mahoni

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas : Dycotyledonae
Bangsa : Rutales
Suku : Meliaceae
Marga : Swietenia
Jenis : *Swietenia mahagoni* Jacq.
Nama Umum : Mahoni.
Kunci Determinasi : 1b-2b-3b-4b-6b-7b-9b-10b-11b-12b-13b-14a-15b-197b-208b-219b-220b-224b-225b-227b-229b-230b-234a-235a.

2. Morfologi

: Habitus: Pohon, tahunan, tinggi 5-25 m. Batang: Berkayu, bulat, bercabang, putih kotor. Daun: Majemuk, menyirip genap, bulat telur, ujung dan pangkal runcing, tepi rata, panjang 3-15 cm, pertulangan menyirip, masih muda merah setelah tua hijau. Bunga: Majemuk, dalam karangan, di ketiak daun, ibu tangkai bunga silindris, coklat muda, kelopak bunga lepas satu sama lain, bentuk seperti sendok, hijau, mahkota silindris, kuning kecoklatan, benang sari melekat pada mahkota, kepala sari putih, kuning kecoklatan. Buah: Kotak, bulat telur, berlekuk lima, coklat. Biji: Pipih, hitam atau coklat. Akar: Tumpang, coklat.

3. Nama Simplisia : Swietiniae Semen / Biji mahoni.

4. Kandungan kimia : Saponin dan flavonoida

5. Penggunaan : Karya Tulis Ilmiah

6. Daftar Pustaka

- Anonim. <http://www.warintek.ristek.go.id/mahoni>, diakses tanggal 9 Januari 2009.
- Syamsuhidayat, Sri Sugati dan Johny Ria Hutapea. 1991. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia I*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Van Steenis, C.G.G.J. 2008. *FLORA: untuk Sekolah di Indonesia*. Pradnya Paramita, Jakarta.

Demikian surat keterangan determinasi ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Batu, 03 November 2017

Kepala UPT Materia Medica Batu

Dr. Husin R.M. Drs., Apt., M.Kes.
NIP. 19611102 199103 1 003