



**UJI FITOKIMIA DAN UJI TOKSISITAS EKSTRAK  
METANOL DAN n-HEKSANA KULIT BATANG *Rhizophora  
mucronata* (Lamk.) TERHADAP *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

**Eka Safitri Lailatul Aini  
NIM 141810301011**

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

## PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta, ayahanda Sugeng S.Pd dan Ibunda Riyani S.Pd yang senantiasa memberikan motivasi, kasih sayang, menjadi penyemangat, serta inspirasi dalam perjalanan hidupku. Terimakasih tidak pernah lelah mengingatkan untuk selalu dekat dengan Allah;
2. Adik tersayang, Lukman Dary Ilyasa dan Farhandi Yahya yang senantiasa memberikan dorongan semangat dalam perjalanan hidupku;
3. Guru-guru di TK Dharma Pancasila Medan, SDN 83 Medan, SMPN 6 Jember, SMAN 2 Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dengan baik dan sabar;
4. Almamater tercinta, jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu atau urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmu engkau berharap” \*)

(terjemahan Surat *Asy-Syarh* ayat 6-8)

“Barangsiapa yang meneliti jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan jalannya menuju surga. Sesungguhnya malaikat akan merentangkan sayap-sayapnya bagi para penuntut ilmu sebagai rasa gembira atas ilmu yang mereka cari. Barangsiapa memiliki ilmu, maka sesungguhnya dia telah mendapat keuntungan yang berlimpah” \*\*)

(H.R. Abu Daud, Tirmidzi, Ibnu Majah, dan Ibnu Hibban)

- 
- \*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. *Al-Qur'an Terjemah dan Tafsir Per Kata*. Bandung: Jabal.
- \*\*\*) 'Ajjaj, H.M.S. 1999. *Washiyati min Washaya Ar-Rasul*. Jombang: Al Maktabah Hasyim. Terjemahan oleh Eva Musyafa. 2003. 55 Wasiat Rasulullah SAW. Jakarta: Penerbit Cendekia.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Eka Safitri Lailatul Aini

NIM : 141810301011

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Uji Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang *Rizophora mucronata* (Lamk.) Terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 Mei 2018

Yang menyatakan,



Eka Safitri Lailatul Aini  
NIM 141810301011

**SKRIPSI**

**UJI FITOKIMIA DAN UJI TOKSISITAS EKSTRAK  
METANOL DAN n-HEKSANA KULIT BATANG *Rhizophora  
mucronata* (Lamk.) TERHADAP *Hypothenemus hampei* (Ferr.)**

Oleh

Eka Safitri Lailatul Aini  
NIM 141810301011

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 Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang *Rizophora mucronata* (Lamk.) Terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.)” karya Eka Safitri Lailatul Aini telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : **JUM'AT 08 JUN 2018**

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,



I Nyoman Adi Winata, S.Si., M.Si.  
NIP 197105011998021002

Anggota I,



Purwatiningsih, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP 197505052000032001

Anggota II,



Dr. Busroni, M.Si.  
NIP 195905151991031007

Anggota III,



Ika Oktavianawati, S.Si., M.Sc.  
NIP 198010012003122001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember,



  
Drs. Sujito, Ph.D  
NIP 196102041987111001

## RINGKASAN

**Uji Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang *Rhizophora mucronata* (Lamk.) Terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.);** Eka Safitri Lailatul Aini, 141810301011; 2018; 73 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

*Rhizophora mucronata* (Lamk.) merupakan salah satu tumbuhan di Indonesia yang berpotensi sebagai insektisida nabati karena kandungan senyawa metabolit sekundernya. Potensi senyawa metabolit sekunder yang aktif dalam *R. mucronata* sangat baik diaplikasikan sebagai pengendali serangga yang merugikan manusia, salah satunya adalah *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *H. hampei* adalah serangga penggerek buah kopi yang merupakan salah satu faktor terbesar penyebab penurunan buah kopi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kandungan fitokimia *Rhizophora mucronata* (Lamk.) yang terletak di Pantai Puger, Indonesia serta mengetahui toksisitas ekstrak metanol dan n-heksana kulit batang *R. mucronata* terhadap *H. hampei*.

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2017 sampai Maret 2018 bertempat di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia dan Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember. Penelitian eksperimental laboratorik ini meliputi ekstraksi, uji fitokimia dan uji toksisitas. Ekstraksi dilakukan bertingkat menggunakan pelarut n-heksana dan metanol. Uji toksisitas dilakukan dengan aplikasi racun kontak metode residu menggunakan 10 ekor imago *H. hampei* untuk masing-masing konsentrasi tiap ekstrak serta 3 kontrol (akuades, metanol, dan n-heksana). Konsentrasi metanol yang digunakan adalah 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; dan 1%, sedangkan n-heksana adalah 0,25; 0,5; 1; 2; dan 4%. 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 ( $\alpha=5\%$ ) dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan ( $\alpha=5\%$ ).

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak metanol maupun n-heksana kulit batang *R. mucronata* berpengaruh terhadap mortalitas *H. hampei* ( $F_{hitung} > F_{tabel}$ ). Jadi, konsentrasi ekstrak metanol dan n-heksana kulit batang *R. mucronata* sangat berpengaruh terhadap *H. hampei*, yaitu semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi kematian *H. hampei*. Berdasarkan hasil analisis probit, nilai  $LC_{50}$  dari ekstrak metanol kulit batang *R. mucronata* tidak berbeda secara signifikan terhadap nilai  $LC_{50}$  ekstrak n-heksana kulit batang *R. mucronata* yang ditunjukkan oleh limit kepercayaan 95% yang tumpang tindih. Meskipun tidak berbeda nyata, namun nilai  $LC_{50}$  ekstrak metanol lebih kecil (0,55%; 0,54%; dan 0,52%) dibanding ekstrak n-heksana (0,78%; 0,78%, dan 0,76%) dengan kontrol akuades, metanol, dan n-heksana sehingga ekstrak metanol lebih toksik dibanding ekstrak n-heksana terhadap *H. hampei*.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang *Rizophora mucronata* (Lamk.) Terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada 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:

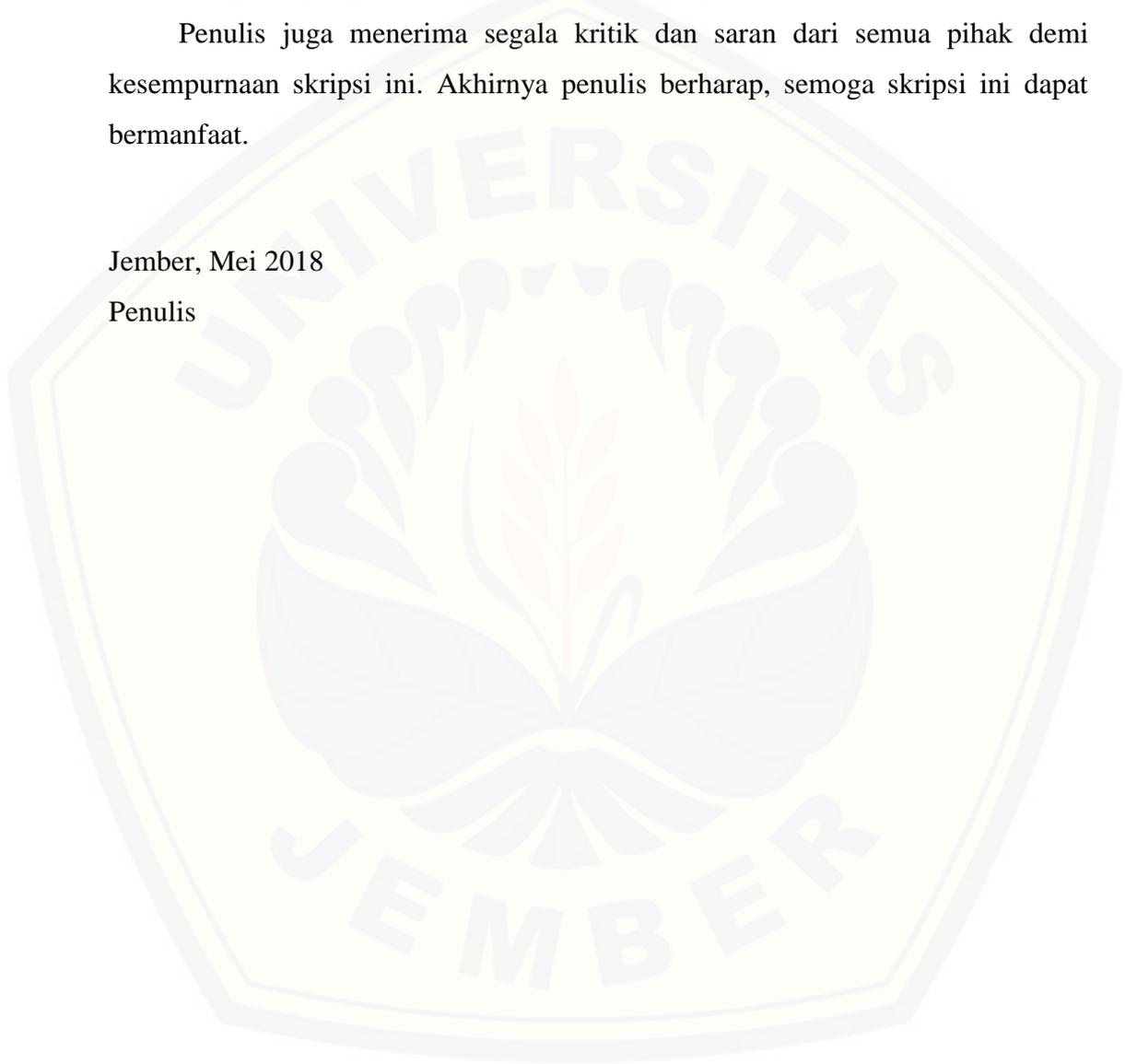
1. I Nyoman Adi Winata, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Purwatiningsih, M.Si, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberi bimbingan, arahan, motivasi, dalam kesempurnaan skripsi;
2. Dr. Busroni, M.Si., dan Ika Oktavianawati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah berkenan untuk menguji skripsi ini dan memberikan nasehat, koreksi, kritik dan saran untuk pengembangan diri dan menyempurnakan penyusunan skripsi;
3. Drs. Siswoyo, M.Sc., Ph.D., selaku dosen Pembimbing Akadenik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Pak Sunari, Pak Witjuari, Pak Alimurdin dan Pak Hanaki yang telah memberi ijin dan membantu dalam penelitian ini;
5. Seluruh dosen, staff, dan karyawan jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas yang telah memberikan dukungan selama pengerjaan skripsi ini;
6. Sahabatku, F. Nanda A, Citra H., Hanifah N., Festy, Mifta, Dita, Nisya, Encus, Fitri, terima kasih atas doa, bantuan, semangat, dan menjadi bagian dari perjalananku;
7. Teman-teman “Entomology Research Team”, Mas Caca, Hendra, Mita, Rini, dan lainnya, terimakasih untuk dorongan semangatnya; Mbak Army, Mbak Azizah, terimakasih atas bimbingannya;

8. Keluarga Besar Majesty, atas kekeluargaan, persaudaraan, dan pengalaman yang telah diberikan. Khumairah, atas kasih sayang, kesabaran, pelajaran hidup, dan dorongan semangat sejak awal bertemu, semoga selalu istiqomah dalam hijrahmu;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Mei 2018

Penulis



**DAFTAR ISI**

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....   | i       |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....   | ii      |
| <b>HALAMAN MOTO</b> .....  | iii     |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....  | iv      |
| <b>HALAMAN BIMBINGAN</b> .....   | v       |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....  | vi      |
| <b>RINGKASAN</b> .....   | vii     |
| <b>PRAKATA</b> .....   | ix      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....  | xi      |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....   | xiv     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....  | xv      |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....   | xvi     |
| <br>   |         |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....  | 1       |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....  | 1       |
| <b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....   | 3       |
| <b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....   | 3       |
| <b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....  | 3       |
| <b>1.5 Batasan Masalah</b> .....   | 3       |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....   | 4       |
| <b>2.1 <i>Rhizophora mucronata</i> (Lamk.)</b> .....                                   | 4       |
| 2.1.1 Klasifikasi Ilmiah <i>Rhizophora mucronata</i> .....                             | 4       |
| 2.1.2 Morfologi <i>Rhizophora mucronata</i> .....                                      | 4       |
| 2.1.3 Komposisi Kimia dan Aktivitas Biologis dari<br><i>Rhizophora mucronata</i> ..... | 6       |
| <b>2.2 Pestisida</b> .....   | 13      |
| 2.2.1 Pestisida Sintetik .....   | 14      |
| 2.2.2 Pestisida Nabati.....  | 15      |

|  |    |
|--|----|
| <b>2.3 <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferr.)</b> .....  | 16 |
| 2.3.1 Klasifikasi Ilmiah <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferr.) .....                                | 16 |
| 2.3.2 Morfologi <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferr.) .....   | 16 |
| 2.3.3 Siklus Hidup <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferr.).....                                       | 17 |
| <b>2.4 Ekstraksi Secara Maserasi</b> .....   | 18 |
| <b>2.5 Uji Fitokimia</b> .....   | 19 |
| 2.5.1 Flavonoid .....  | 20 |
| 2.5.2 Saponin .....  | 21 |
| 2.5.3 Triterpenoid dan Steroid .....   | 22 |
| 2.5.4 Alkaloid .....   | 22 |
| 2.5.5 Tanin .....  | 23 |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....  | 26 |
| <b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....   | 26 |
| <b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....  | 26 |
| 3.3.1 Alat.....  | 26 |
| 3.3.2 Bahan .....  | 26 |
| <b>3.3 Alur Penelitian</b> .....   | 27 |
| <b>3.4 Prosedur Penelitian</b> .....   | 27 |
| 3.4.1 Preparasi Sampel Tanaman <i>Rhizophora mucronata</i> .....                                 | 27 |
| 3.4.2 Uji Kadar Air .....  | 28 |
| 3.4.3 Ekstraksi Tanaman <i>Rhizophora mucronata</i> .....  | 28 |
| 3.4.4 <i>Pre-Screening</i> Fitokimia.....  | 29 |
| 3.4.5 Uji Fitokimia.....   | 29 |
| a. Uji alkaloid.....   | 29 |
| b. Uji flavonoid .....   | 29 |
| c. Uji tanin.....  | 29 |
| d. Uji saponin .....   | 29 |
| e. Uji steroid dan terpenoid.....  | 29 |
| 3.4.6 <i>Pembiakan Hypothenemus Hampei</i> .....   | 30 |
| 3.4.7 Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana terhadap<br>Mortalitas <i>H. hampei</i> ..... | 30 |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.5 Analisis Data.....  | 32        |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>   | <b>34</b> |
| 4.1 Ekstraksi Kulit Batang <i>Rhizophora mucronata</i> .....                              | 34        |
| 4.2 Uji Fitokimia Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang<br><i>R. mucronata</i> ..... | 34        |
| 4.3 Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana terhadap<br><i>H. hampei</i> .....       | 36        |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>   | <b>42</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....   | 42        |
| 5.2 Saran.....  | 42        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>  | <b>43</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>  | <b>50</b> |

**DAFTAR GAMBAR**

|   | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Pohon <i>Rhizophora mucronata</i> .....   | 4       |
| 2.2 Morfologi tanaman <i>Rhizophora mucronata</i> .....                                     | 5       |
| 2.3 Morfologi daun dari tanaman <i>Rhizophora mucronata</i> .....                           | 5       |
| 2.4 Morfologi tanaman <i>Rhizophora mucronata</i> .....                                     | 6       |
| 2.5 Perbedaan struktur steroid dan terpenoid.....   | 7       |
| 2.6 Struktur senyawa golongan terpenoid yang ada dalam <i>R. mucronata</i> .....            | 9       |
| 2.7 Struktur senyawa golongan steroid yang ada dalam <i>R. mucronata</i> .....              | 10      |
| 2.8 Struktur senyawa golongan flavonoid yang ada dalam <i>R. mucronata</i> .....            | 11      |
| 2.9 Struktur senyawa golongan fenilpropanoid yang ada dalam<br><i>R. mucronata</i> .....    | 11      |
| 2.10 Struktur senyawa golongan alkaloid yang ada dalam<br><i>R. mucronata</i> .....         | 12      |
| 2.11 Struktur senyawa lainnya yang ada dalam <i>R. mucronata</i> .....                      | 13      |
| 2.12 Perbandingan antara imago jantan dan imago betina <i>Hypothenemus<br/>hampei</i> ..... | 17      |
| 2.13 Siklus hidup <i>Hypothenemus hampei</i> .....  | 18      |
| 2.14 Reaksi flavonol dengan reagen Shinoda membentuk garam flavilium....                    | 20      |
| 2.15 Struktur kimia ginsenosida rb2 .....   | 21      |
| 2.16 Reaksi antara kolesterol (steroid) dengan pereaksi Liebermann-<br>Burchard .....       | 22      |
| 2.17 Reaksi antara alkaloid dengan reagen Dragendorff .....                                 | 23      |
| 2.18 Struktur dari tanin terhidrolisis dan terkondensasi .....                              | 24      |
| 2.19 Reaksi identifikasi tannin dengan FeCl <sub>3</sub> .....                              | 25      |

**DAFTAR TABEL**

|   | Halaman |
|---|---------|
| 4.1 Hasil ekstraksi kulit batang <i>R. mucronata</i> .....  | 34      |
| 4.2 Hasil uji fitokimia ekstrak n-heksana kulit batang <i>R. mucronata</i> .....  | 35      |
| 4.3 <i>One Way</i> ANOVA Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang<br><i>R. mucronata</i> .....  | 37      |
| 4.4 Rata-rata Mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i> dengan Ekstrak<br>Metanol dan n-Heksana Kulit Batang <i>R. mucronata</i> selama 7<br>hari (168 jam) ..... | 38      |
| 4.5 Toksisitas ekstrak metanol dan n-heksana kulit batang <i>R.</i><br><i>mucronata</i> pada masing-masing kontrol terhadap <i>H. hampei</i> .....            | 39      |

DAFTAR LAMPIRAN

|   | Halaman |
|---|---------|
| 4.1 Perhitungan Kadar Air .....   | 50      |
| 4.2 Perhitungan Rendemen .....  | 51      |
| 4.3 Uji Fitokimia Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang<br><i>R. mucronata</i> .....   | 52      |
| 4.4 Uji Pendahuluan Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang<br><i>R. mucronata</i> .....   | 53      |
| 4.5 Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang<br><i>R. mucronata</i> .....  | 54      |
| 4.6 Analisis Probit dan Nilai LC <sub>50</sub> Ekstrak Metanol Kontrol<br>Akuades Kulit Batang <i>R. mucronata</i> Menggunakan SPSS 20 .....      | 55      |
| 4.7 Analisis Probit dan Nilai LC <sub>50</sub> Ekstrak Metanol Kontrol<br>Metanol Kulit Batang <i>R. mucronata</i> Menggunakan SPSS 20.....       | 57      |
| 4.8 Analisis Probit dan Nilai LC <sub>50</sub> Ekstrak Metanol Kontrol<br>n-Heksana Kulit Batang <i>R. mucronata</i> Menggunakan SPSS 20 .....    | 59      |
| 4.9 Analisis Probit dan Nilai LC <sub>50</sub> Ekstrak n-Heksana Kontrol<br>Akuades Kulit Batang <i>R. mucronata</i> Menggunakan SPSS 20 .....    | 61      |
| 4.10 Analisis Probit dan Nilai LC <sub>50</sub> Ekstrak n-Heksana Kontrol<br>Metanol Kulit Batang <i>R. mucronata</i> Menggunakan SPSS 20.....    | 63      |
| 4.11 Analisis Probit dan Nilai LC <sub>50</sub> Ekstrak n-Heksana Kontrol<br>n-Heksana Kulit Batang <i>R. mucronata</i> Menggunakan SPSS 20 ..... | 65      |
| 4.12 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan<br><i>Software</i> SPSS 20 Pada Ekstrak Metanol Kontrol Akuades .....             | 67      |
| 4.13 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan<br><i>Software</i> SPSS 20 Pada Ekstrak Metanol Kontrol Metanol.....              | 68      |
| 4.14 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan<br><i>Software</i> SPSS 20 Pada Ekstrak Metanol Kontrol n-Heksana .....           | 69      |
| 4.15 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan<br><i>Software</i> SPSS 20 Pada Ekstrak n-Heksana Kontrol n-Heksana.....          | 70      |

|  |    |
|--|----|
| 4.16 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan<br><i>Software</i> SPSS 20 Pada Ekstrak n-Heksana Kontrol Metanol .....  | 71 |
| 4.17 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan<br><i>Software</i> SPSS 20 Pada Ekstrak n-Heksana Kontrol n-Heksana..... | 72 |
| 4.18 Surat Keterangan Determinasi Tanaman .....  | 73 |



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki flora yang melimpah dan beraneka ragam. Bahan kimia pada lebih dari 400 ribu jenis tumbuhan telah teridentifikasi dan 10 ribu di antaranya mengandung senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai bahan baku insektisida nabati (Grainge dan Ahmed, 1988). Salah satu jenis mangrove yang terkenal dalam dunia medis maupun pertanian adalah *Rhizophora mucronata*. *R. mucronata* pernah dilaporkan memiliki aktivitas insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Senyawa yang diduga aktif adalah hidrazin karboksamida (39) (Ali *et al.*, 2014).

Potensi mangrove sebagai insektisida karena tumbuhan ini memiliki senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa yang tidak terlibat langsung dalam metabolisme/ kehidupan dasar (pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi), namun berperan penting dalam pertahanan terhadap musuh (Saifudin, 2012). Sifat dan mekanisme kerja senyawa metabolit sekunder dalam melindungi tanaman dapat sebagai antifitopatogenik (antibiotik pertanian), fitotoksik atau mengatur pertumbuhan tanaman (fitotoksin, hormon, dan sejenisnya), dan bahan aktif terhadap serangga (hormon serangga, feromon, *antifeedant*, *repellent*, atraktan, dan mortalitas) (Oyedele *et al.*, 2002; Aranillewa *et al.*, 2006).

Uji untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder suatu tumbuhan disebut uji fitokimia. Uji fitokimia terhadap *R. mucronata* sudah banyak dilakukan. Sreedhar dan Christy (2015) melakukan uji fitokimia terhadap ekstrak etanol 70% kulit batang *R. mucronata* dari Kerala (India) menunjukkan tidak adanya terpenoid. Sedangkan, Mangrio *et al.*, (2016) melakukan uji fitokimia terhadap ekstrak etanol 70% kulit batang *R. mucronata* dari Pakistan menunjukkan keberadaan terpenoid. Kedua data menunjukkan bahwa perbedaan geografis mempengaruhi kandungan senyawa metabolit sekunder tumbuhan, sehingga perlu dilakukan uji fitokimia terhadap *R. mucronata* yang ada di pantai Puger Indonesia karena belum pernah diteliti.

Senyawa metabolit sekunder yang hadir pada suatu tumbuhan mempengaruhi aktivitasnya terhadap serangga. Hal ini pernah dilaporkan oleh Ali *et al.*, (2014) dan Musman (2010). Penelitian Ali, *et al* (2014) menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit batang *R. mucronata* dilaporkan memiliki aktivitas larvasidal paling tinggi terhadap larva instar IV *Aedes aegypti* ( $LC_{50\pm SE} = 0.03\pm 0.0076 \mu\text{g/ml}$ ) dibandingkan dengan daun, hipokotil, dan collar. Sedangkan Musman (2010) melaporkan bahwa ekstrak air dari kulit batang *R. mucronata* memiliki efek mortalitas paling tinggi terhadap keong mas (*P. canaliculata*) ( $LC_{50} = 171,33 \text{ ppm/ 48 jam}$ ) dibandingkan dengan buah dan daun.

Serangga uji yang digunakan adalah *Hypothenemus hampei* karena serangga tersebut merupakan salah satu faktor terbesar penyebab kerusakan buah kopi sehingga produksi turun. Penurunan kopi tersebut apabila tidak segera diatasi akan merugikan bagi perekonomian Indonesia, terlebih lagi Indonesia mendapat peluang besar untuk melebarkan sayap ekspornya ke wilayah Eropa (Dirjenbun, 2016). Insektisida nabati yang pernah diujikan terhadap *H. hampei* adalah rimpang dringo oleh Jannah (2010). Ekstrak metanol rimpang dringo dilaporkan memiliki sifat toksik terhadap *H. hampei* dengan nilai  $LC_{50} = 7,47\%$ , sedangkan ekstrak heksana memiliki nilai  $LC_{50}$  tidak terdefinisi karena pemberian ekstrak rimpang dringo pada konsentrasi terendah dengan fraksi heksan telah menyebabkan kematian *H. hampei* lebih dari 50%. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian menggunakan tanaman lain yang dapat dianalisis nilai  $LC_{50}$  pada pelarut polar dan non polar agar dapat dilakukan uji lebih lanjut di lapang. Penelitian tentang toksisitas ekstrak kulit batang *R. mucronata* terhadap mortalitas *H. hampei* dan uji fitokimia ekstrak kulit batang *R. mucronata* dari pantai Getem, Puger belum pernah dilakukan sehingga penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna untuk penelitian selanjutnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dapat disusun berdasarkan latar belakang di atas adalah sebagai berikut :

1. Kelompok senyawa metabolit sekunder apa yang terkandung dalam ekstrak metanol dan ekstrak n-heksana kulit batang *R. mucronata* ?
2. Bagaimana toksisitas ekstrak metanol dan ekstrak n-heksana dari kulit batang *R. mucronata* terhadap *H. hampei* dalam  $LC_{50}$ ?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *H. hampei* yang digunakan merupakan fase imago, berjenis kelamin betina
2. Buah kopi diperoleh dari desa Sidomulyo Kecamatan Silo Kabupaten Jember, Jawa Timur dan dari desa Durjo Kecamatan Sukorambi Kabupaten Jember, Jawa Timur.
3. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium.
4. Pengukuran toksisitas ekstrak metanol dan ekstrak n-heksana dari kulit batang *R. mucronata* terhadap *H. hampei* berdasarkan nilai  $LC_{50}$ .

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kelompok senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol dan ekstrak n-heksana dalam kulit batang *R. mucronata*.
2. Mengetahui toksisitas ekstrak metanol dan ekstrak n-heksana dari kulit batang *R. mucronata* terhadap mortalitas *H. hampei* yang dinyatakan dalam  $LC_{50}$ .

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang toksisitas ekstrak kulit batang *R. mucronata* terhadap *H. hampei* sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan insektisida nabati.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Rhizophora mucronata* (Lamk.)

#### 2.1.1 Klasifikasi Ilmiah *Rhizophora mucronata*

Tanaman *Rhizophora mucronata* merupakan tanaman yang tumbuh subur di kawasan pesisir pantai dan memiliki potensi kandungan bioaktif sangat tinggi. Determinasi tanaman ini dapat dilihat pada Lampiran 4.18. Berikut klasifikasi ilmiah *R. mucronata*,

Kingdom : Plantae  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Mytales  
Family : Rhizophoraceae  
Genus : *Rhizophora*  
Spesies : *Rhizophora mucronata* Lamk.  
(Duke, 2006).

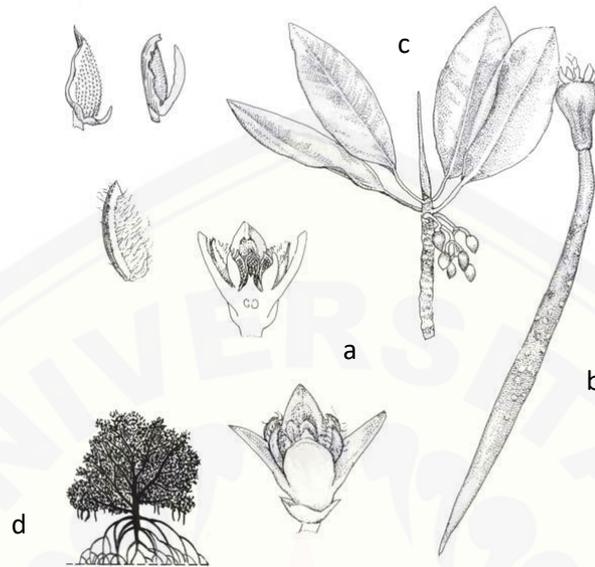


Gambar 2.1 Pohon *Rhizophora mucronata* (Sumber : Duke, 2006)

#### 2.1.2 Morfologi *Rhizophora mucronata*

Nama lain tanaman jenis ini adalah bangka hitam, dongoh korap, bakau hitam, bakau korap, bakau merah, jankar, lenggayong, belukap, dan lolaro. *R. mucronata* dapat tumbuh dengan tinggi pohon dapat mencapai 27 m, jarang yang melebihi 30 m. Batang tanaman ini memiliki diameter hingga 70 cm dengan kulit kayu berwarna gelap hingga hitam dan terdapat celah horizontal. Tanaman ini

memiliki akar tunjang dan akar udara yang tumbuh dari percabangan bagian bawah (Noor *et al.*, 1999).



(a) Bunga; (b) Buah; (c) Daun; (d) Pohon

Gambar 2.2 Morfologi tanaman *Rhizophora mucronata* (Sumber : Noor *et al.*, 1999)

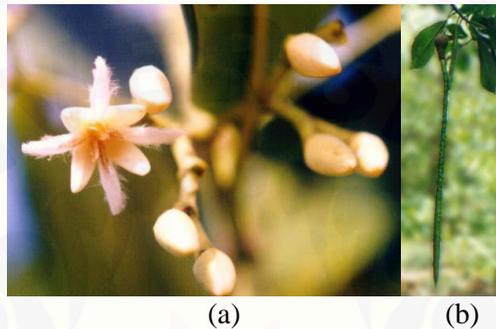
Morfologi daun yaitu daun berkulit dengan gagang daun berwarna hijau dan panjang 2,5-5,5 cm. Pinak daun terletak pada pangkal gagang daun dengan ukuran 5,5-8,5 cm. Unit daun sederhana dan letak daun berlawanan. Bentuk daun elips melebar hingga bulat memanjang serta ujung yang runcing. Ukuran daun kira-kira 11-23 x 5-13 cm. Morfologi bunga yaitu gagang kepala bunga seperti cagak, bersifat biseksual, dan masing-masing menempel pada gagang individu yang panjangnya 2,5-5 cm (Noor *et al.*, 1999).



Gambar 2.3 Morfologi daun dari tanaman *Rhizophora mucronata* (Sumber : Duke, 2006)

Bunga terletak pada ketiak daun dengan formasi kelompok (4-8 bunga berkelompok). Daun mahkota terdiri dari 4, berwarna putih, berambut, dan

panjangnya sekitar 9 mm. Kelopak bunga terdiri dari 4, berwarna kuning pucat dengan panjang 13-19 mm. Benang sari terdiri dari 8 dan tidak bertangkai. Buah tanaman ini berbentuk lonjong/ memanjang hingga berbentuk seperti telur berukuran 5-7 cm, berwarna hijau kecoklatan, berbiji tunggal, dan seringkali kasar di bagian pangkal. Hipokotil berbentuk silindris, bertekstur kasar dan berbintil. Leher kotiledon akan berwarna kuning ketika matang. Hipokotil memiliki panjang sekitar 36-70 cm dan diameter 2-3 cm (Noor *et al.*, 1999).



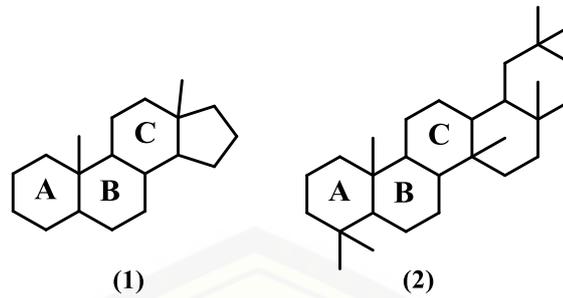
(a) Bunga; (b) Buah dan hipokotil

Gambar 2.4 Morfologi tanaman *Rhizophora mucronata* (Sumber : Noor *et al.*, 1999)

### 2.1.3 Komposisi Kimia dan Aktivitas Biologis dari *Rhizophora mucronata*

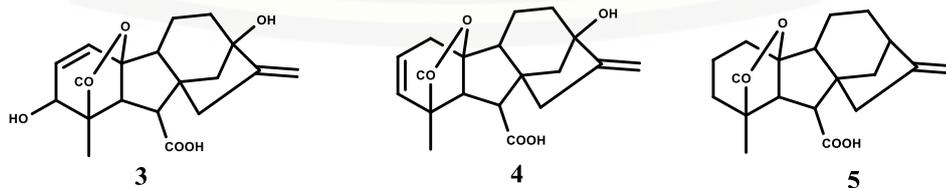
#### a. Terpenoid

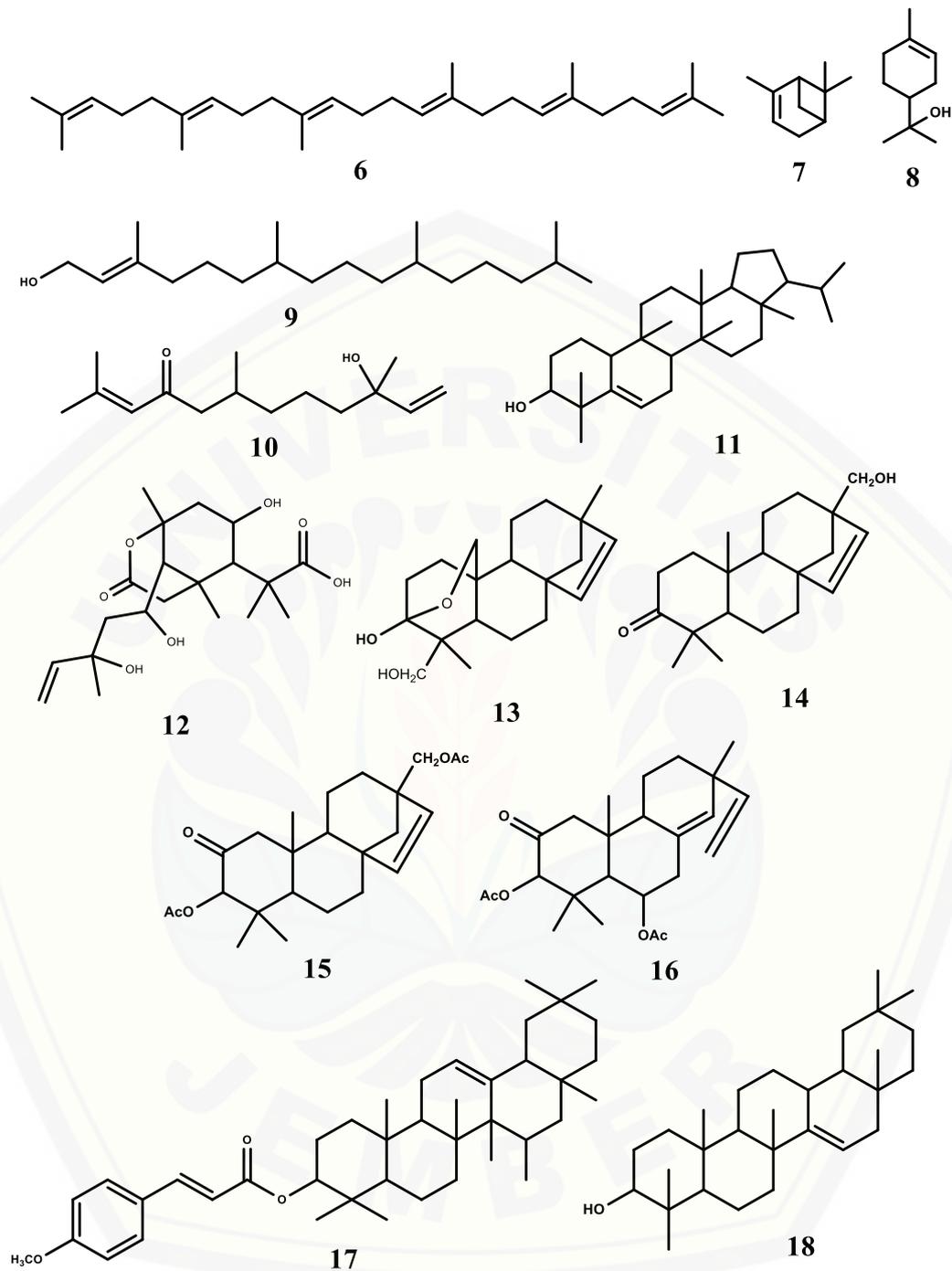
Terpenoid adalah senyawa yang berasal dari kombinasi dua atau lebih unit isoprena. Isoprena adalah unit lima karbon, yang secara kimia dikenal sebagai 2-metil-1,3-butadiena. Terpenoid dapat digolongkan berdasarkan banyaknya unit isopren yang dimiliki menjadi monoterpen, seskuiterpen, diterpen, triterpen, tetraterpen, dan polimer terpenoid. Triterpenoid merupakan terpenoid yang paling penting dan jumlahnya melimpah pada organisme hidup. Triterpenoid mempunyai atom C sebanyak 30. Kerangka utama triterpenoid (**2**) hampir sama dengan steroid (**1**), tetapi hanya ada dua gugus metil yang terikat pada sistem cincin steroid, pada posisi 10 dan 13. Perbedaan antara keduanya yaitu terletak pada cabang metil yang dimiliki oleh triterpenoid. Cincin A triterpenoid mengikat 2 metil pada C-4 (**2**), sedangkan steroid tidak (**1**) (Dewick, 2002; Sarker dan Nahar, 2007; Sandjo dan Kuete, 2013; Robinson, 1995).

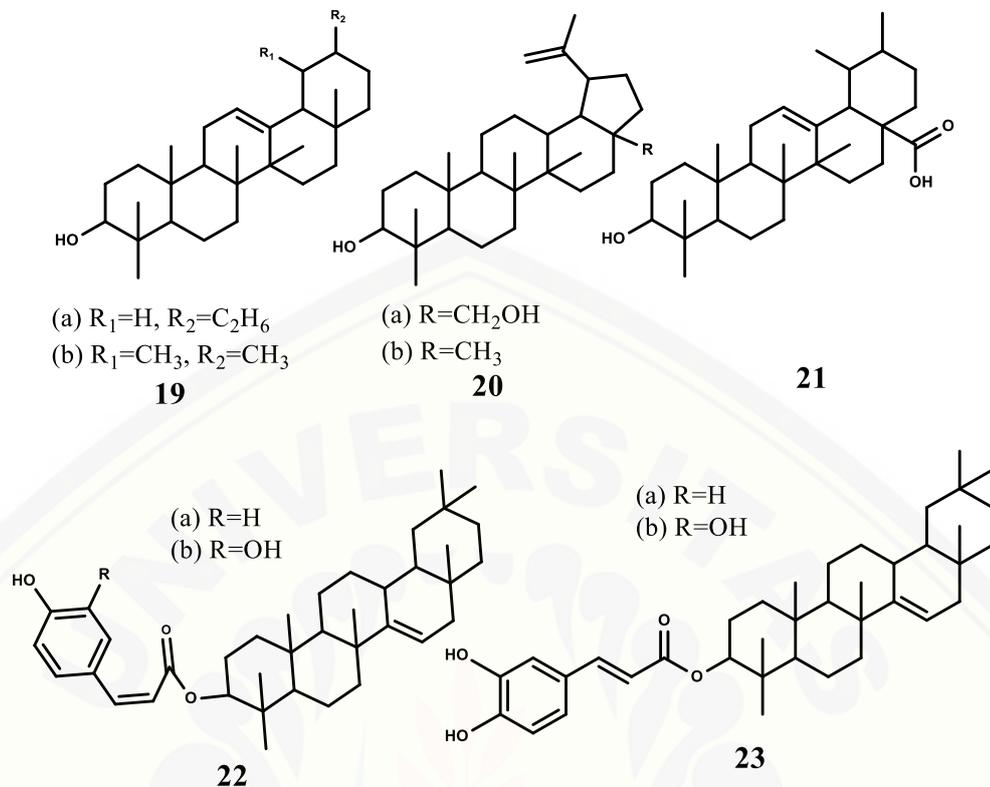


Gambar 2.5 Perbedaan struktur steroid dan triterpenoid

Senyawa terpenoid dalam *R. mucronata* didominasi oleh triterpenoid. Senyawa dalam tanaman *R. mucronata* yang tergolong dalam terpenoid adalah giberelin A<sub>3</sub>(**3**), giberelin A<sub>5</sub>(**4**), giberelin A<sub>9</sub>(**5**), skualena(**6**), 2,6,6-trimetilbisiklo [3.1.1] hept-2-ena ( $\alpha$ -pinen)(**7**), 2-(4-metilsikloheks-3-en-1-il) prop-an-2-ol ( $\alpha$ -terpineol)(**8**), pitol(**9**), 3-hidroksi-3,7,11-trimetil-9-oksododeka-1,10-diena (mucronaton)(**10**), aden-5-en-3-ol(**11**), asam (6R,11S,13S)-6,11,13-tri-hidroksi-2,3-seko-14-labden-2,8-olida-3-olat (rhizophorin A)(**12**), en-3 $\beta$ ,20-epoksi-3 $\alpha$ ,18-dihidroksi-15-beyerena (rhizophorin B)(**13**), 17-hidroksibeyer-15-en-3-ona (rhizophorin C) (**14**), 3 $\beta$ ,17-diasetoksi-15-beyerena-2-ona (rhizophorin D) (**15**), 3 $\beta$ ,6 $\alpha$ -diasetoksi-8(14),15-isopimaradien-2-ona, (rhizophorin E) (**16**), 3 $\beta$ -O-(E)-4-metoksi-sinamoil-15 $\alpha$ -hidroksi- $\beta$ -amirin (**17**),  $\beta$ -tarakserol (**18**),  $\beta$ -amirin (**19a**),  $\alpha$ -amirin (**19b**), betulin (**20a**), lupeol (**20b**), asam ursolat (**21**), 3 $\beta$ -E-p-kumaroil-tarakserol (**22a**), 3 $\beta$ -E-kafeoil-tarakserol (**22b**), 3 $\beta$ -Z-p-kumaroil-tarakserol (**23a**), 3 $\beta$ -Z-kafeoil-tarakserol (**23b**) (Anjaneyulu, 2002; Laphookhieo *et al.*, 2004; Premanathan *et al.*, 1999; Satyavani *et al.*, 2015; Yogananth *et al.*, 2015). Senyawa lupeol (**20b**) dan aden-5-en-3-ol (**11**) pernah dilaporkan memiliki aktivitas anti inflamasi (Wangensten *et al.*, 2013).



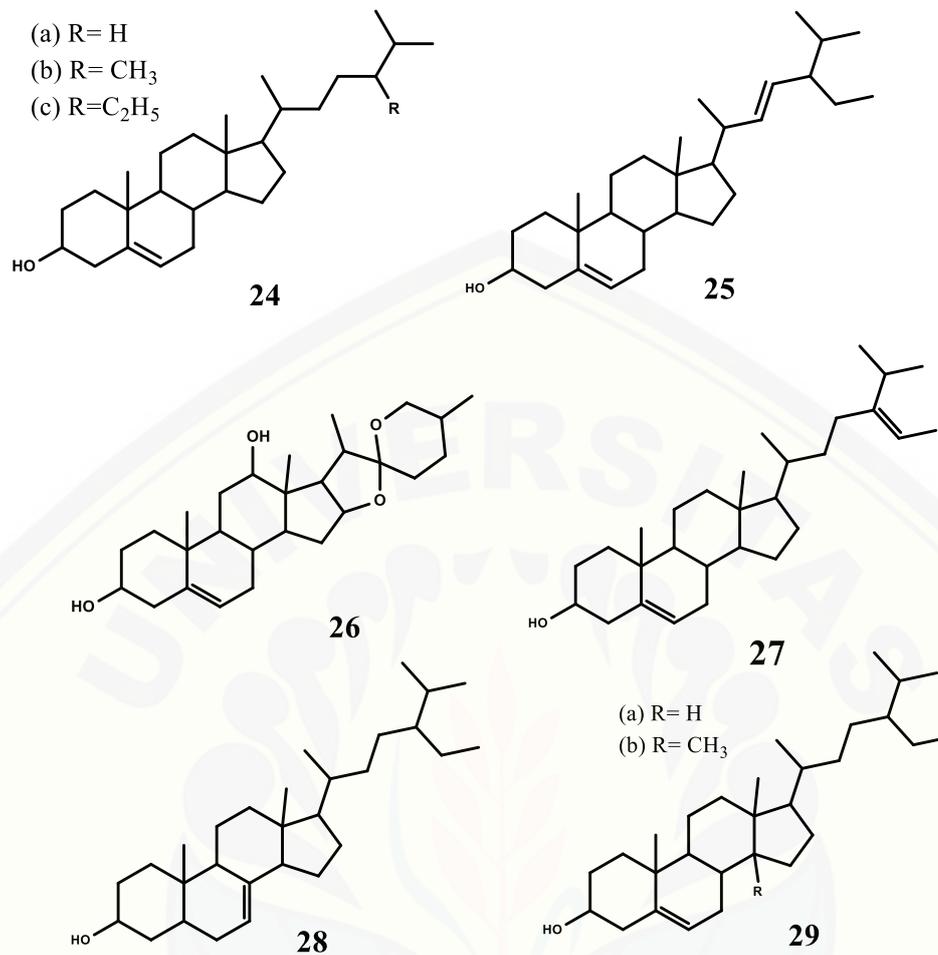




Gambar 2.6 Struktur senyawa golongan terpenoid yang ada dalam *R. mucronata* (Sumber : Bomke *et al.*, 2008; Cseke *et al.*, 2006; Dewick, 2002; Fujioka *et al.*, 1990; Rohini *et al.*, 2010)

#### b. Steroid

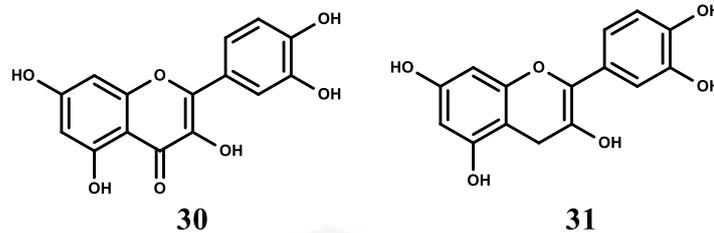
Steroid merupakan hasil modifikasi dari terpenoid. Secara struktural, steroid adalah lipid yang ditandai oleh kerangka karbon dengan empat cincin menyatu. Pada kerangka steroid, C-4 tidak mengikat 2 metil seperti pada terpenoid. Steroid dapat ketambahan gugus metil pada posisi C-10 dan C-13 nya. Steroid alkohol secara khusus menggunakan nama 'sterol'. Hampir semua steroid yang terkandung dalam tumbuhan berupa alkohol dengan gugus hidroksil pada C<sub>3</sub>, sehingga seringkali steroid yang terisolasi merupakan sterol. Senyawa dalam *R. mucronata* yang tergolong ke dalam steroid adalah kolesterol (**24a**), kampesterol (**24b**),  $\beta$ -stigmasterol (**24c**), stigmasterol (**25**), 25S-spirost-5-en-3 $\beta$ ,14 $\alpha$ -diol (**26**), 28-isofukosterol (**27**), stigmast-7-en-3 $\beta$ -ol (**28**),  $\beta$ -sitosterol (**29a**), sitosterol (**29b**). Senyawa terakhir pernah dilaporkan memiliki aktivitas sebagai anti inflamasi (Robinson, 1995; Wangensten *et al.*, 2013).



Gambar 2.7 Struktur senyawa golongan steroid yang ada dalam *R. mucronata* (Sumber : Cseke *et al.*, 2006; Dewick, 2002; Rohini *et al.*, 2010)

### c. Flavonoid

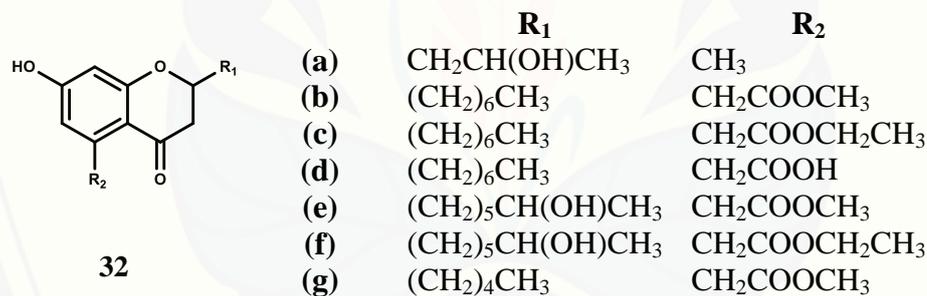
Flavonoid merupakan senyawa turunan 1,3 difenilpropana dengan kerangka dasar karbon C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> (Sarker dan Nahar, 2007). Struktur dasar senyawa flavonoid adalah benzilbenzofuran. Kelas yang berbeda dalam kelompok dibedakan dengan cincin heterosiklik yang mengandung oksigen tambahan dan kelompok hidroksil. Ini termasuk kalkon, flavon, flavonol, flavanon, antosianin, dan isoflavon (Cseke *et al.*, 2006). Senyawa golongan flavonoid yang ditemukan dalam *R. mucronata* adalah kuersetin (**30**) dan katekin (**31**) (Wangensten *et al.*, 2013). Kuersetin (**30**) dilaporkan memiliki aktivitas tinggi sebagai antidiare (Rohini *et al.*, 2010).



Gambar 2.8 Struktur senyawa golongan flavonoid yang ada dalam *R. mucronata* (Sumber : Cseke *et al.*, 2006; Dewick, 2002)

#### d. Fenilpropanoid

Fenilpropanoid adalah senyawa aromatik dengan rantai samping propil yang terikat pada cincin benzena, yang dapat diturunkan langsung dari fenilalanin. Fenilpropanoid yang terjadi secara alami sering mengandung substituen beroksigen, misalnya OH, OMe atau metilendioksi pada cincin benzena. Biosintesis fenilpropanoid mengikuti jalur asam sikimat, dan prekursor intermediet asam sinamat yaitu fenilalanin (Sarker dan Nahar, 2007).

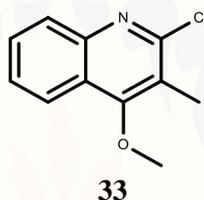


Gambar 2.9 Struktur senyawa golongan fenilpropanoid yang ada dalam *R. mucronata* (Sumber : Cseke *et al.*, 2006; Dewick, 2002)

Senyawa golongan fenilpropanoid yang terkandung dalam *R. mucronata* adalah 7-hidroksi-2-(2-hidroksiopropil)-5-metilkromon(**32a**), 5-karbometoksimetil-2-heptil-7-hidroksi-kromon(**32b**), 5-karboetoksimetil-2-heptil-7-hidroksikromon (**32c**), 5-karboksimetil-2-heptil-7-hidroksikromon(**32d**), 5-karbometoksimetil-7-hidroksi-2-(6-hidroksiheptil)kromon(**32e**), 5-karboetoksimetil-7-hidroksi-2-(6-hidroksiheptil)-kromon (**32f**), 5-karbometoksimetil-7-hidroksi-2-pentil-kromon (**32g**). Ketujuh senyawa tersebut di isolasi dari ekstrak etil asetat daun *R. mucronata* dan dilaporkan memiliki sifat sitotoksik (Xu *et al.*, 2009).

#### e. Alkaloid

Alkaloid adalah senyawa metabolit sekunder yang mengandung atom nitrogen sebagai kerangka dasar. Alkaloid dapat merupakan hasil biosintesis turunan asam amino, seperti ornitin, lisin, asam nikotinat, tirosin, triptopan, asam antranilat, histidin, dan reaksi amina (Dewick, 2002). Alkaloid kebanyakan bersifat racun, tetapi ada pula yang sangat berguna dalam dunia pengobatan. Alkaloid umumnya diklasifikasikan menurut asam amino yang menyediakan atom nitrogen dan kerangka dasar alkaloidal (Sarker dan Nahar, 2007). Senyawa golongan alkaloid yang ditemukan di dalam *R. mucronata* adalah kloro-4-metoksi-3-metilkuinolin (**33**) (Yogananth *et al.*, 2015).

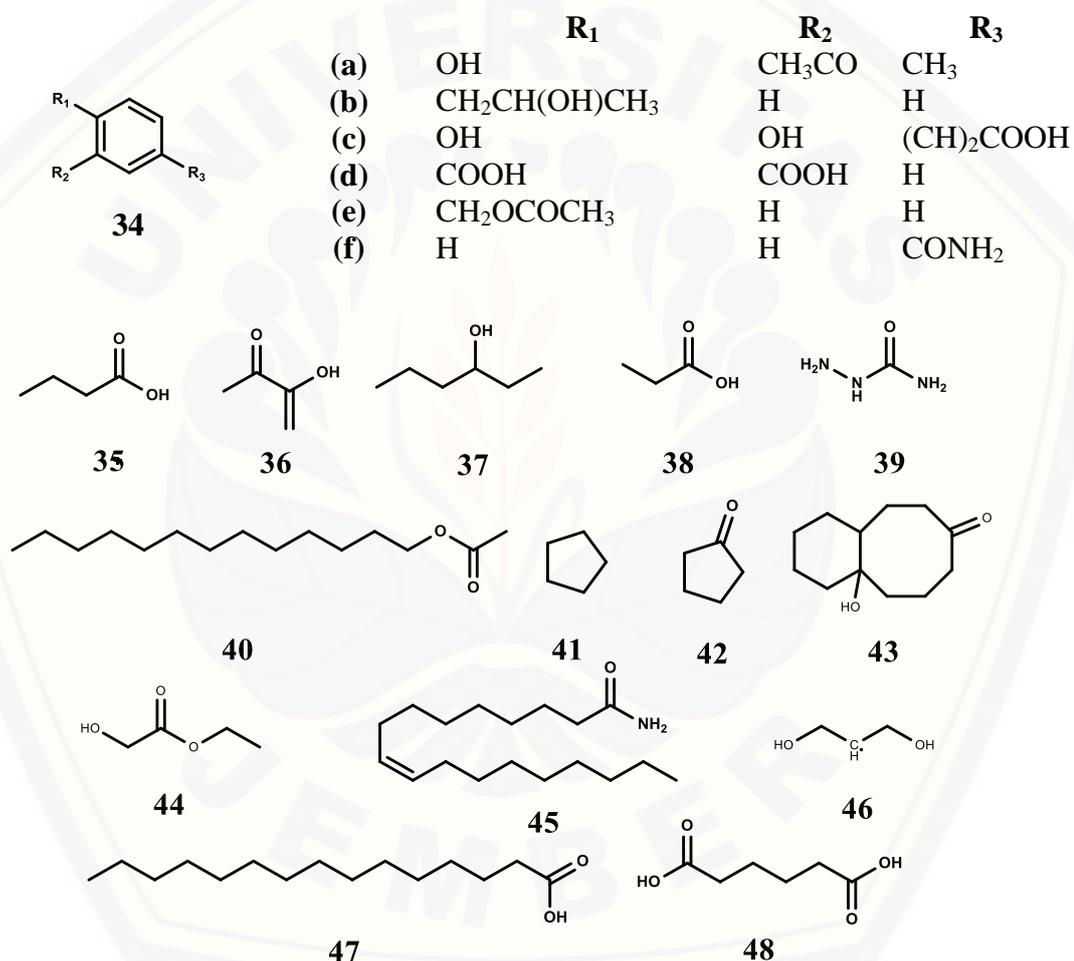


Gambar 2.10 Struktur senyawa golongan alkaloid yang ada dalam *R. mucronata* (Sumber : Cseke *et al.*, 2006)

#### f. Konstituen lainnya

Tanaman *R. mucronata* kaya akan senyawa-senyawa yang membuatnya toksik terhadap lingkungan luar. Terdapat beberapa golongan senyawa yang memiliki konstituen sedikit sehingga dikelompokkan dalam konstituen lainnya. Beberapa senyawa tersebut adalah 1-(2-hidroksi-5-metilfenil)etanon (**34a**), benzil etanol (**34b**), asam kafeat (**34c**), asam 1,2-benzendikarboksilat (**34d**), benzil asetat (**34e**), benzamida (**34f**), asam butanoat (**35**), asam oksalat (**36**), (R)-heksan-3-ol (**37**), asam propanoat (**38**), hidrazin karboksamida (**39**), heksadesil asetat (**40**), siklopentana (**41**), siklopentanon (**42**), 1-hidroksi-5-oksobisiklo-[6.4.0]dodekana (**43**), 2-hidroksi-1-etil asetat (**44**), oleamida (**45**), 2-hidroksi-1-(hidroksimetil) etil (**46**), asam pentadekanoat (**47**), asam heksandioat (**48**) (Manilal *et al.*, 2015; Ali *et al.*, 2014). Senyawa benzamida (**34f**), asam propanoat (**38**), hidrazin karboksamida (**39**), siklopentana (**41**), siklopentanon (**42**), 2-hidroksi-1-(hidroksimetil) etil (**46**), asam pentadekanoat (**47**), dan asam heksandioat (**48**) dilaporkan dapat

menyebabkan penghambatan enzim polimerase (ADP-ribosa) yang terlibat dalam perbaikan DNA pada nyamuk dewasa *A. aegypti*, perubahan pada sistem pernafasan larva nyamuk *A. aegypti*, induksi karsinogenisitas, dan toksisitas perkembangan reproduksi (Ali *et al.*, 2014). Senyawa 1-(2-hidroksi-5-metilfenil)etanon (**34a**) yang diekstrak menggunakan pelarut metanol memiliki aktivitas antimikroba. Asam kafeat (**34c**) pernah dilaporkan memiliki aktivitas antidiare (Wangensten *et al.*, 2013).



Gambar 2.11 Struktur senyawa lainnya yang ada dalam *R. mucronata* (Sumber : Cseke *et al.*, 2006; Dewick, 2002; Rohini *et al.*, 2010)

## 2.2 Pestisida

Pestisida secara harfiah berarti pembunuh hama (*pest* : hama dan *cide* : membunuh). Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 434.1/Kpts/TP.270/7/2001,

tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida, Menteri Pertanian menimbang bahwa pestisida merupakan zat kimia dan bahan lain, jasad renik dan virus pada hakekatnya merupakan zat dan atau bahan yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia, kelestarian sumberdaya alam hayati dan lingkungan hidup, tetapi juga dapat memberikan manfaat yang besar bagi masyarakat. Pestisida yang akan diedarkan, disimpan, dan digunakan harus terdaftar agar diperoleh manfaat yang optimal dengan dampak negatif yang minimal. Pestisida dibagi menjadi 2 berdasarkan bahan asal pestisida, yaitu pestisida sintetik dan pestisida bahan nabati (Djojsumarto, 2008).

### 2.2.1 Pestisida Sintetik

Pestisida sintetik merupakan pestisida yang bahan aktifnya dibuat dari senyawa kimia sintetik. Pestisida ini dibuat di laboratorium secara kimiawi dan diproduksi secara massal di pabrik. Subkelompok senyawa yang tergolong pestisida sintetik adalah senyawa kimia sintetik anorganik dan organik (Djojsumarto, 2008). *World Health Organization* (WHO) mengklasifikasikan pestisida berdasar toksisitas dalam bentuk formulasi pada cair sebagai berikut :

1. Kelas IA : amat sangat berbahaya
2. Kelas IB : amat berbahaya
3. Kelas II : cukup berbahaya
4. Kelas III : agak berbahaya

Contoh pestisida sintetik yang digolongkan berdasar tingkat toksisitas adalah sebagai berikut :

1. Golongan organoklorin
  - a. Toksisitas tinggi : endrin (Hexadrine)
  - b. Toksisitas sedang : Aldrine, Dieldrin, DDT, Benzene, BHC
2. Golongan orgfanofosfat
  - a. Sangat toksik : Phorate, Parathion, Methyl Parathion, Azordin
  - b. Toksisitas sedang : Dimethoate, Malathion
3. Golongan karbamat
  - a. Toksisitas tinggi : Temik, Karbofiuran, Metomil
  - b. Toksisitas sedang : Baygon, Landrin, Karbaril

(WHO, 1993).

### 2.2.2 Pestisida Nabati

Pestisida nabati merupakan pestisida yang berbahan baku tumbuhan yang mengandung senyawa aktif. Senyawa aktif ini merupakan golongan metabolit sekunder yang mampu memberikan satu atau lebih aktivitas biologi, baik pengaruh pada aspek fisiologis maupun tingkah laku dari hama tanaman serta memenuhi syarat untuk digunakan dalam pengendalian hama tanaman. Pestisida nabati bersifat mudah terurai di alam sehingga diharapkan tidak meninggalkan residu di tanah maupun pada produk pertanian, relatif aman terhadap organisme bukan sasaran termasuk terhadap musuh alami hama sehingga dapat menjaga keseimbangan ekosistem dan menjaga biodiversitas organisme dalam suatu ekosistem, dapat dipadukan dengan komponen pengendalian hama lainnya, dapat memperlambat resistensi hama, dan dapat menjamin ketahanan dan keberlanjutan tani (Ambarningrum *et al.*, 2012).

Senyawa aktif pada tumbuhan dapat berfungsi sebagai penolak kehadiran serangga (*repellent*), sebagai anti makan (*antifeedant*), menghambat metamorfosis serangga, menghambat sistem reproduksi serangga betina dan mengacaukan sistem hormon serangga (Soenandar dan Tjachjono, 2012). Beberapa jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai penghasil pestisida nabati adalah akar tuba, bawang putih, belimbing wuluh, maja, brotowali, kencur, dan berbagai jenis lainnya. Ekstrak akar tuba dilaporkan mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, polifenol, dan turbotoksin yang dapat menyebabkan kematian rayap tanah *Coptotermes curvignathus* sebesar 100% dengan konsentrasi 5% dan 10% (Adharini, 2008). Ekstrak sari bawang putih juga dilaporkan mengandung saponin, flavonoid, minyak atsiri, dan polifenol yang efektif menyebabkan kematian ulat *S. litura* tahap instar (Hasanah, 2007). Tepung daun belimbing wuluh pernah dilaporkan mengandung saponin, flavonoid, dan tanin yang dapat menghambat perkembangan serangga *Sitophilus zeamais* pada konsentrasi 6% (Setiawati, 2009). Ekstrak buah maja dilaporkan dapat menekan serangan penggerek buah kakao *Conophomorpha cramerella* dengan intensitas serangan sebesar 2,85% (Syam, 2006). Ekstrak heksana dan etanol brotowali dan kencur

dilaporkan dapat menurunkan jumlah serangga turunan pertama (F1) dan menghambat perkembangan hama gudang *Sitophilus* sp. (Suyatma dan Adawiyah, 1995/1996). Ekstrak kulit batang dan akar *R. mucronata* menunjukkan aktivitas larvasida paling baik terhadap *Aedes aegypti* dibandingkan dengan *R. apiculata*, *Ceriops decandra*, dan *Bruguiera cylindric* (Ali *et al.*, 2014).

### 2.3 *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

Kopi merupakan salah satu tanaman tahunan yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya. Salah satu hambatan dalam pelaksanaan budidaya tanaman perkebunan adalah adanya serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) yang mengakibatkan penurunan kualitas dan produksi yang dihasilkan dan berimplikasi pada rendahnya pendapatan petani. Salah satu OPT yang sering menyerang dan mengancam produktivitas tanaman kopi yaitu Hama Penggerek Buah Kopi (PBKo) *Hypothenemus hampei* (Tanjung *et al.*, 2011).

#### 2.3.1 Klasifikasi Ilmiah *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

Klasifikasi hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei* (Ferr.) menurut Kalshoven (1981) adalah sebagai berikut :

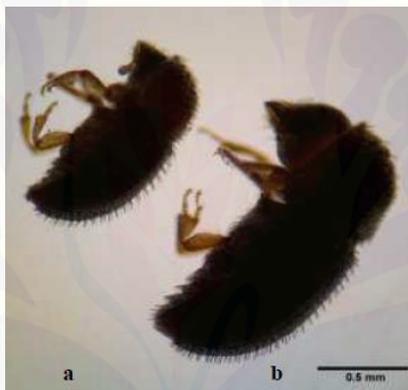
|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| Kingdom | : Animalia                         |
| Filum   | : Arthropoda                       |
| Kelas   | : Insekta                          |
| Ordo    | : Coleoptera                       |
| Family  | : Scolytidae                       |
| Genus   | : <i>Hypothenemus</i>              |
| Spesies | : <i>Hypothenemus hampei</i> Ferr. |

#### 2.3.2 Morfologi *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

*H. hampei* memiliki morfologi yang berbeda pada setiap fase pertumbuhan. Larva memiliki warna putih, tubuh gemuk dengan panjang kurang lebih 1,5 mm, bagian mulut berwarna coklat dan tidak bertungkai. Larva kemudian menjadi

pupa yang berwarna putih juga dengan panjang kurang lebih 1 mm. Pupa berkembang menjadi imago jantan dan betina (Kocu, 2011). Imago merupakan *H. hampei* dewasa yang memiliki warna tubuh hitam kecoklatan, tubuh bulat dengan kepala berbentuk segitiga yang ditutupi rambut-rambut halus dan tungkainya berwarna lebih muda dari tubuhnya (Manurung, 2010).

Serangga betina memiliki ukuran tubuh lebih besar daripada serangga jantan dengan panjang tubuh sekitar 1.4-1.8 mm (Gambar 2.12). Serangga betina memiliki sayap lengkap pada tubuhnya sehingga mampu terbang meskipun dalam jarak yang tidak terlalu jauh, sedangkan sayap pada serangga jantan tereduksi sehingga tidak dapat terbang dan tetap berada dalam lubang gerakan (Wiryadiputra, 2012).



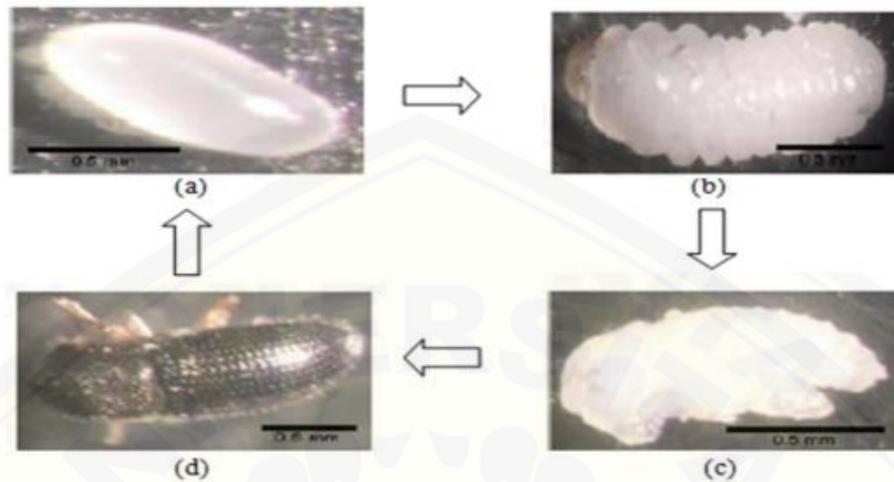
(A) Imago jantan; (B) Imago betina

Gambar 2.12 Perbandingan antara imago jantan dan imago betina *Hypothenemus hampei* (Sumber : Jannah, 2014)

### 2.3.3 Siklus Hidup *Hypothenemus hampei* (Ferr.)

Perkembangan hidup *H. hampei* melalui metamorfosis sempurna dengan tahapan telur, larva, pupa, dan imago (Gambar 2.13). Siklus hidup *H. hampei* dari telur sampai dewasa sekitar 20-36 hari, dan dalam satu tahun dapat terjadi delapan hingga sepuluh generasi (Khalsoven, 1981). *H. hampei* betina terbang pada sore hari, yaitu pada pukul 16.00 sampai 18.00 (Wiryadiputra, 2007). *H. hampei* betina yang akan bertelur membuat lubang gerakan dengan diameter kurang lebih 1 mm pada permukaan kulit luar kopi (mesokarp) buah kopi pada bagian ujung untuk

meletakkan telur jika buah sudah cukup matang. *H. hampei* betina mampu bertelur hingga 2-3 butir telur per hari (Baker *et al.*, 1992).



(a) telur; (b) larva; (c) pupa; (d) imago

Gambar 2.13 Siklus hidup *Hypothenemus hampei* (Sumber : Astuti, 2015)

Telur akan menetas setelah 5-9 hari kemudian menjadi larva yang menggerak biji (endosperma) kopi dan tinggal di dalamnya serta memperoleh makanan dari buah kopi yang tergerak tersebut (Baker *et al.*, 1992). Stadium larva berlangsung sekitar 10-26 hari. Masa pupa (kepompong) adalah sekitar 4-6 hari, kadang-kadang sampai dengan delapan hari kemudian berkembang menjadi imago. Imago betina akan terbang dari satu buah kopi ke buah kopi lainnya, sedangkan imago jantan akan tetap tinggal di lubang gerakan untuk menjaga telur sampai menetas. Telur yang berkembang menjadi imago betina akan menyebabkan perkawinan (Irulandi *et al.*, 2007).

#### 2.4 Ekstraksi Secara Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi dengan cara merendam serbuk simplisia dengan cairan pengestraksi selama kurun waktu tertentu. Rendaman disimpan pada tempat yang terhindar dari sinar matahari langsung untuk mencegah reaksi yang dikatalisis cahaya atau perubahan warna. Selama perendaman, terjadi perbedaan tekanan antara didalam sel dan diluar sel sehingga

dinding sel pecah. Hal ini menyebabkan metabolit sekunder yang terdapat didalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik (Gu, 2000).

Maserasi atau ekstraksi pelarut didasarkan pada sifat kepolaran zat dalam pelarut saat ekstraksi. Kepolaran pelarut dipilih sesuai dengan kepolaran senyawa yang diinginkan. Pelarut yang bersifat polar mampu mengekstrak senyawa alkaloid kuartener, komponen fenolik, karotenoid, tanin, gula, asam amino, dan glikosida. Pelarut semi polar mampu mengekstrak senyawa fenol, terpenoid, alkaloid, aglikon, dan glikosida. Pelarut non polar dapat mengekstrak senyawa kimia seperti lilin, lipid, dan minyak yang mudah menguap (Harborne, 1984).

Metanol merupakan pelarut yang bersifat universal sehingga dapat melarutkan analit yang bersifat polar dan non polar. Metanol dapat menarik alkaloid, steroid, saponin, dan flavonoid dari tanaman (Harborne, 1984). n-Heksana banyak dipilih sebagai pelarut non-polar karena memiliki indeks polaritas sebesar 0 P. n-Heksana juga merupakan pelarut yang paling ringan dalam mengangkat minyak dan serta memiliki harga yang murah (Jannah, 2014).

## 2.5 Uji Fitokimia

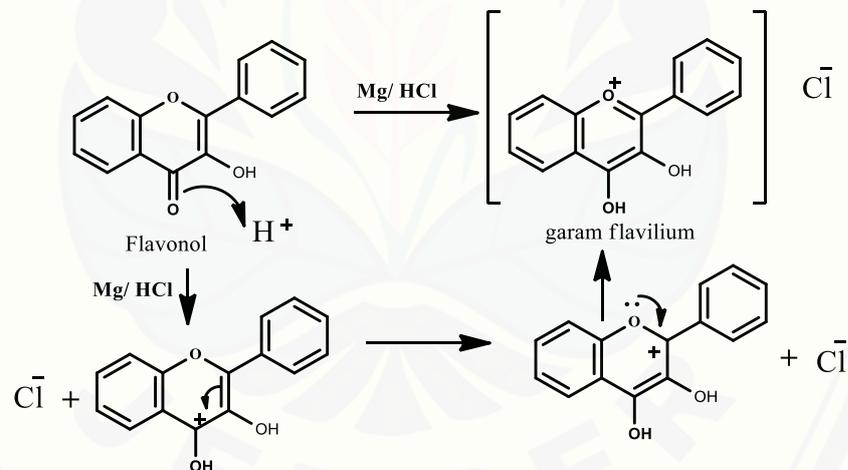
Uji fitokimia merupakan uji pendahuluan yang dilakukan untuk menentukan ciri komponen bioaktif suatu ekstrak kasar (Harborne, 1984). Komponen bioaktif dalam suatu tumbuhan digolongkan kedalam senyawa metabolit primer (protein dan peptida) dan sekunder. Senyawa metabolit primer, seperti fitosterol, asil lipida, nukleotida, asam amino, dan asam organik ditemukan di semua tanaman dan melakukan peran metabolik yang penting. Senyawa metabolit sekunder dalam tumbuhan merupakan senyawa organik yang tampaknya tidak berpartisipasi secara langsung pertumbuhan dan perkembangan, sering didistribusikan secara berbeda dalam kingdom tumbuhan dan kelompok taksonomi yang terbatas (Buchanan *et al.*, 2000).

Senyawa metabolit sekunder tidak digunakan atau dibutuhkan dalam fungsi normal metabolisme tetapi berfungsi untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan (Rohyani *et al.*, 2015). Senyawa metabolit sekunder digolongkan berdasarkan karakteristik struktural tertentu yang

timbul dari mekanisme biosintesisnya. Jalur pembentukan untuk metabolit sekunder berasal dari metabolit primer. Jalur pembentukan terpenting yang digunakan dalam biosintesis metabolit sekunder berasal dari zat antara asetil koenzim A (asetil-KoA), asam sikimat, asam mevalonat, dan 1-deoksiselulosa 5-fosfat yang digunakan pada masing-masing jalur asetat, sikimat, mevalonat, dan deoksiselulosa fosfat. Senyawa metabolit sekunder dapat di golongan berdasarkan jalur pembentukannya tersebut, namun senyawa metabolit sekunder yang umum dari jalur-jalur ini yaitu flavonoid, saponin, terpenoid dan steroid, alkaloid, dan tannin (Dewick, 2002).

### 2.5.1 Flavonoid

Uji flavonoid dapat dilakukan dengan menggunakan tes Shinoda, yaitu mencampurkan ekstrak dengan Mg dan HCl pekat. Hasil positif ditunjukkan dengan munculnya warna merah, kuning, atau jingga (Harborne, 1984).



Gambar 2.14 Reaksi flavonol dengan reagen Shinoda membentuk garam flavilium (Sumber: Ahmad, 1986)

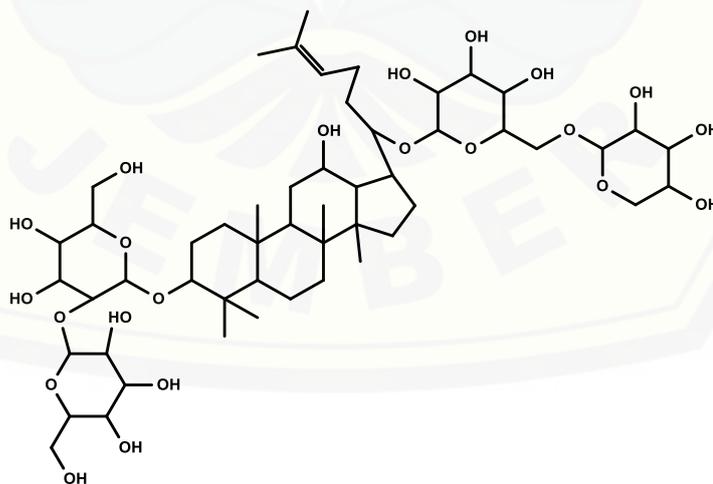
Reaksi dari uji flavonoid melibatkan konversi flavonoid ke antosianidin yang merupakan salah satu garam flavilium. Struktur antosianidin yang dihasilkan mengandung sistem perpanjangan elektron  $\pi - \pi$  terkonjugasi. Molekul yang mengandung sistem elektron  $\pi - \pi$  terkonjugasi memiliki transisi tingkat energi yang sesuai. Apabila energi yang diserap dan dilepaskan memiliki frekuensi

didaerah *visible* maka kompleks tersebut akan menghasilkan warna. Warna yang terlihat oleh mata disebut warna komplementer (Greg, 2014).

Gugus hidroksil pada posisi 5,7, atau 4 mampu menampung muatan positif dalam resonansi sehingga struktur yang terlibat resonansi dari garam flavilium juga bertambah dan menyebabkan ion flavilium menjadi lebih stabil (Ahmad, 1986). Jika flavon hadir dalam sampel uji maka senyawa tersebut diturunkan menjadi antosianidin di bawah kondisi reaksi Shinoda seperti yang ditunjukkan oleh reaksi pada Gambar 2.14. Konjugasi pada senyawa flavonoid menghasilkan warna kuning, sedangkan perpanjangan konjugasi pada antosianidin yang dihasilkan menggeser warna lebih jauh ke daerah merah (Greg, 2014).

### 2.5.2 Saponin

Saponin glikosida memiliki perilaku 'seperti sabun' dalam air, yaitu memproduksi busa. Saponin terdiri dari dua bagian: glikon (gula) dan aglikon atau genin (triterpen). Aglikon dapat berupa triterpen, steroid, atau kelas steroid alkaloid. Pada hidrolisis, akan menghasilkan aglikon yang disebut sapogenin. Ada dua jenis sapogenin: steroid dan triterpenoidal. Biasanya, gula terikat pada C-3 dalam saponin, karena pada kebanyakan sapogenin ada kelompok hidroksil pada C-3 (Cseke *et al.*, 2006; Sarker dan Nahar, 2007).

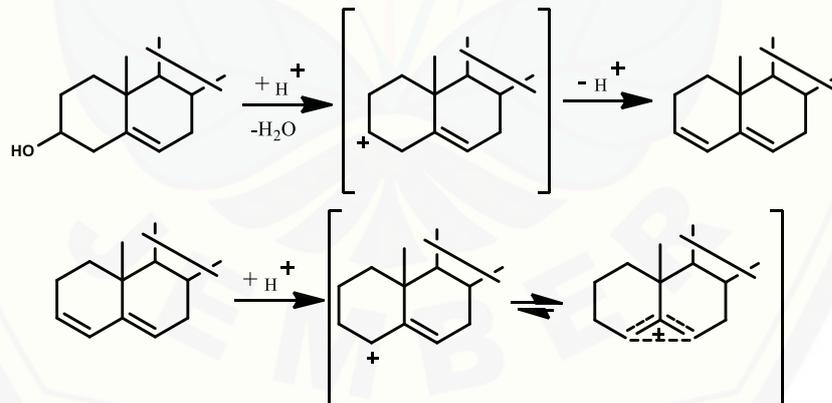


Gambar 2.15 Struktur kimia ginsenosida rb2 (Sumber : Cseke *et al.*, 2006)

Contoh senyawa saponin dengan aglikon triterpen adalah ginsenosida yang dapat dilihat dalam Gambar 2.15. Uji saponin dilakukan dengan mengocok sampel yang direndam dengan akuades. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang stabil. Kemampuan berbuis saponin disebabkan oleh kombinasi sapogenin hidrofobik (larut dalam lemak) dan bagian gula hidrofilik (larut dalam air) sehingga akan membentuk struktur seperti misel (Sangi *et al.*, 2008).

### 2.5.3 Triterpenoid dan Steroid

Uji steroid dan triterpenoid dapat dilakukan dengan menggunakan pereaksi Liebermann-Burchard, yaitu campuran antara asam asetat anhidrat dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dan kloroform. Uji positif adanya triterpenoid akan menunjukkan warna merah keunguan, sedangkan uji positif adanya steroid akan menunjukkan warna biru atau hijau. Hasil positif dapat berbeda bila pelarut atau prosedur yang digunakan juga berbeda. Perpanjangan konjugasi yang disebabkan oleh hilangnya salah satu atom yang terikat pada cincin utama menyebabkan munculnya warna pada larutan (Harborne, 1984; Sangi *et al.*, 2008).

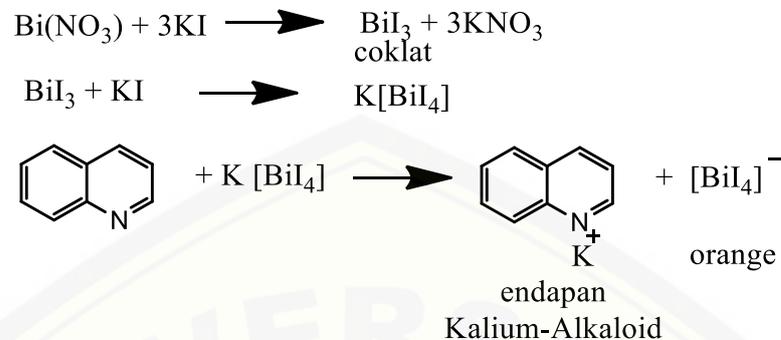


Gambar 2.16 Reaksi antara kolesterol (steroid) dengan pereaksi Liebermann-Burchard (Sumber: Burke *et al.*, 1974).

### 2.5.4 Alkaloid

Uji alkaloid dapat dilakukan dengan menggunakan pereaksi Dragendroff dan pereaksi Mayer. Uji positif pada pereaksi Dragendroff ditandai dengan

terbentuknya endapan jingga, sedangkan pada pereaksi Mayer terbentuk endapan putih hingga kekuningan (Harborne, 1984).

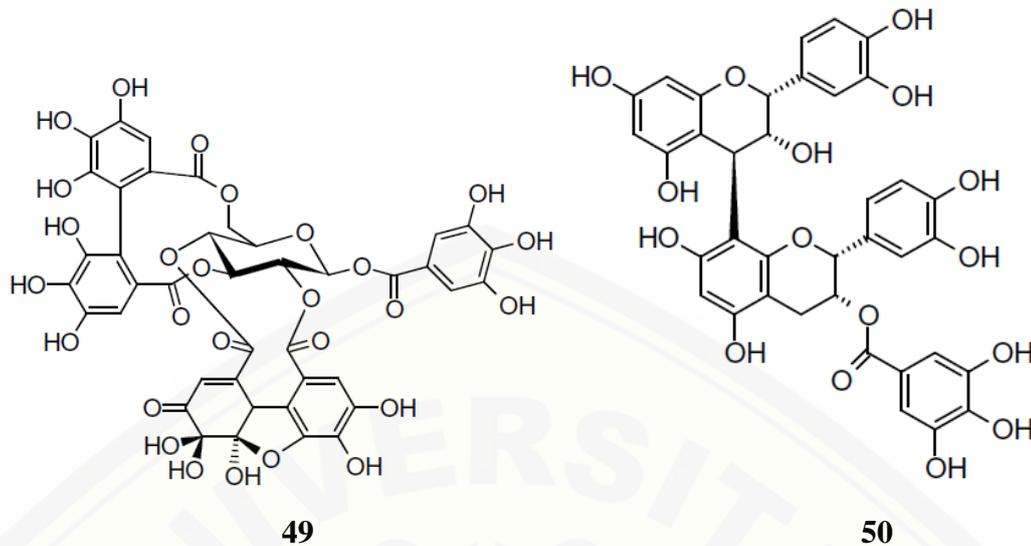


Gambar 2.17 Reaksi antara alkaloid dengan reagen Dragendorff (Sumber: Marlina *et al.*, 2005)

Dragendorff merupakan larutan garam logam berat yang terdiri dari potassium iodida-bismut nitrat. Mekanisme kerjanya terjadi melalui kopling atom logam berat dalam reagen dengan nitrogen dalam alkaloid ke pasangan ion membentuk endapan yang tidak larut. Persamaan reaksi yang terjadi menggunakan reagen Dragendorff ditampilkan pada Gambar 2.17.  $\text{BiI}_4^-$  dalam kompleks dapat ditentukan dengan spektrometri nyala serapan atom. Warna bisa bervariasi dari merah oranye, kuning oranye, merah-hitam, ungu muda tergantung pada spesies atau genus (Coe dan Anderson, 1996).

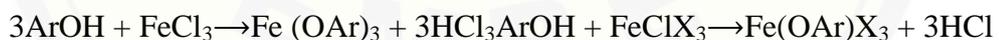
### 2.5.5 Tannin

Tanin merupakan polifenol tanaman, karena setiap tanaman umumnya kaya akan zat ini. Tanin terdiri dari dua struktur yang dikenal secara umum, yaitu tanin terhidrolisis, contohnya senyawa *geraniin* dari *Geranium* spp. (49) dan tanin terkondensasi, contohnya senyawa *proanthocyanidin* dari *Eucalyptus* (50). Tanin terhidrolisis dibagi lagi menjadi galotanin dan elagitanin. Hidrolisis galotanin menghasilkan gula dan asam galat, sedangkan hidrolisis elagitanin menghasilkan gula, asam galat, dan asam elagat. Tanin terhidrolisis apabila ditambah asam atau enzim tertentu akan pecah menjadi molekul yang lebih sederhana, sedangkan tanin terkondensasi menghasilkan produk berupa kompleks yang tidak larut dalam air (Sarker dan Nahar, 2007).

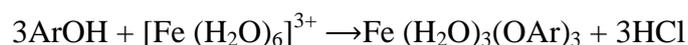
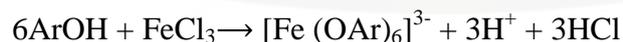


Gambar 2.18 Struktur dari tanin terhidrolisis (**49**); dan terkondensasi (**50**) (Sumber : Sarker dan Nahar, 2007)

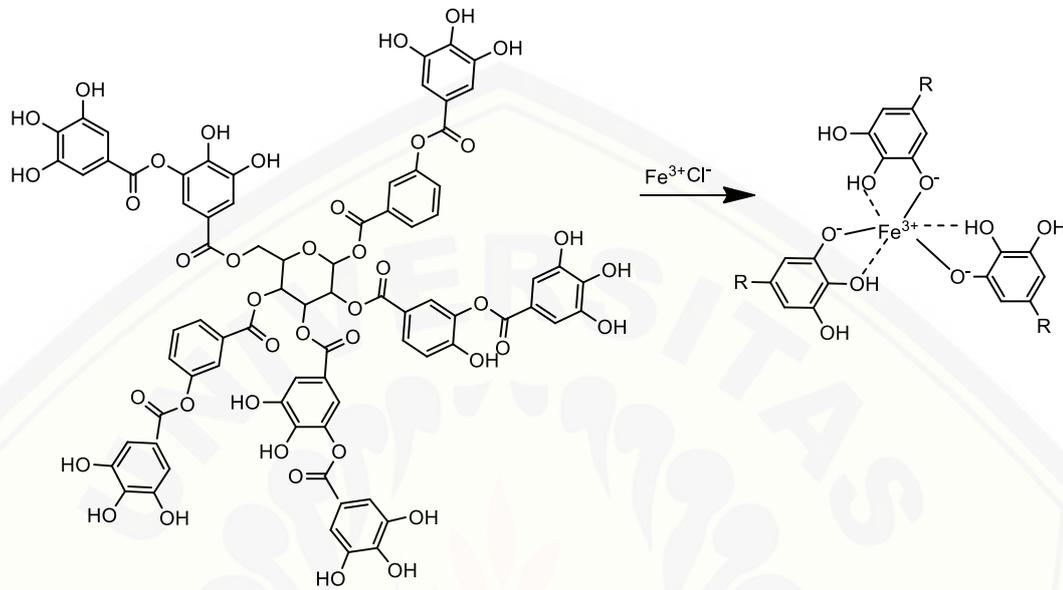
Tanin akan membentuk senyawa yang larut dalam air dan berwarna biru kehijauan atau kehijauan bila direaksikan dengan garam besi ( $\text{FeCl}_3$ ) (Sarker dan Nahar, 2007). Prinsip dari mekanisme identifikasi tanin menggunakan garam besi berdasarkan reaksi senyawa koordinasi. Konsep pentingnya adalah senyawa koordinasi akan mengalami reaksi asam basa atau reaksi pertukaran ligan. Reaksi asam-basa menghasilkan netralisasi dan endapan, pertukaran ligan menyebabkan perubahan warna. Fenol adalah asam yang relatif kuat (lebih kuat dari alkohol), dan juga klorida besi. Semua senyawa yang mengandung oksigen bertindak sebagai basa dengan adanya asam Lewis (seperti klorida besi). Reaksi berikut merupakan reaksi asam-basa yang menghasilkan garam fenolat sebagai endapan.



Setelah terbentuk kompleks intermediet, kemudian terjadi reaksi pertukaran ligan sebagai berikut :



Ketiga ion  $H^+$  berasal dari fenol berlebih. Pertukaran ligan hanya terjadi bila fenol berlebih dan lebih banyak molekul air dapat diganti dan membuat senyawa besi ionik larut lagi (Kierlani, 2016).



Gambar 2.19 Reaksi identifikasi tanin dengan  $FeCl_3$  (Sumber: Sarker dan Nahar, 2007)

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

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

#### 3.2 Alat dan Bahan

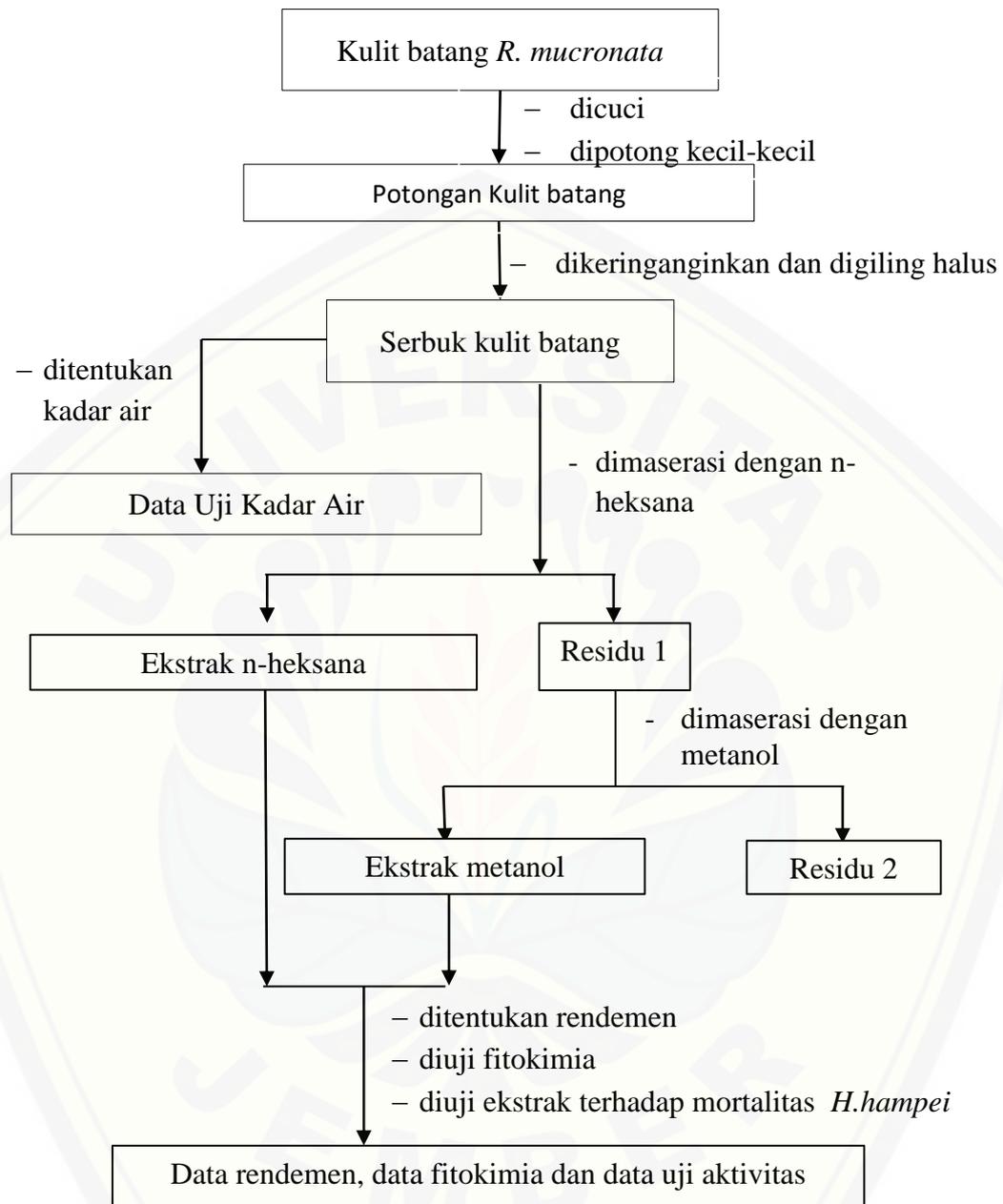
##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *beaker glass*, gelas ukur, erlenmeyer, pipet tetes, pipet mikro 0-50 $\mu$ l, labu ukur, desikator, penyaring *Buchner*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, batang pengaduk, ayakan 50 mesh, cawan *petri*, botol semprot, jar, karet gelang, kain penutup, kuas, pinset, *cup jelly*, ember bertutup, kontainer plastik, *cutter*, pisau, timbangan analitik, oven, *rotary evaporator*, mikroskop stereo.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kulit batang tumbuhan *Rhizophora mucronata* 5 kg, n-heksana, metanol, tween 80, akuades, pereaksi Dragendorf, FeCl<sub>3</sub> 1%, serbuk logam Mg, HCl 12 M, kloroform, asetat anhidrat, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 18 M, aluminium foil, *tissue*, kertas label, kertas saring, buah kopi yang terdiri dari buah berwarna merah yang tidak terserang *H. Hampei* dan buah kopi terserang *H. Hampei*, kertas manila putih.

### 3.3 Alur Penelitian



### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Preparasi Sampel Tanaman *Rhizophora mucronata*

Kulit batang *R. mucronata* dibersihkan dari kotoran dengan dicuci lalu dipotong kecil-kecil  $\pm 1$  cm. Kulit batang kemudian dikeringanginkan selama 15 hari dan dihaluskan menggunakan mesin penggiling tepung hingga berbentuk serbuk kering kulit batang *R. mucronata*. Serbuk kemudian disaring dengan

saringan 50 mesh. Serbuk yang lolos saringan 50 mesh tersebut disimpan dalam kondisi kering untuk selanjutnya digunakan pada proses ekstraksi dan uji kadar air.

#### 3.4.2 Uji Kadar Air (AOAC, 2000)

Cawan kosong dioven pada suhu 105°C selama 3 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian beratnya ditimbang. Sampel berupa serbuk kering kulit batang *R. mucronata* sebanyak 3 g diletakkan ke dalam cawan secara menyebar kemudian dioven pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah kering, dinginkan dalam desikator selama 30 menit. *Reweight* cawan dan sampel yang dikeringkan sampai diperoleh berat yang konstan.

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

Keterangan =

$W_1$  : berat sampel sebelum pengeringan (g)

$W_2$  : berat sampel setelah pengeringan (g)

#### 3.4.3 Ekstraksi Tanaman *Rhizophora mucronata*

Sebanyak 3 kg serbuk kulit batang *R. mucronata* dimaserasi dengan 5 L n-heksana selama 24 jam. Ekstrak n-heksana diperoleh dengan menyaring menggunakan corong *Buchner*. Residu dimaserasi 2 kali menggunakan pelarut 2 x 5 L n-heksana. Ekstrak n-heksana hasil maserasi dikumpulkan. Residu selanjutnya dimaserasi dengan 5 L metanol selama 24 jam. Ekstrak metanol diperoleh dengan menyaring menggunakan corong *Buchner*. Residu dimaserasi 2 kali menggunakan pelarut 2 x 5 L metanol. Ekstrak metanol hasil maserasi dikumpulkan. Masing-masing ekstrak diuapkan dengan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental. Rendemen ekstrak kasar n-heksana dan metanol kulit batang *R. mucronata* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan =

$W_1$  : bobot ekstrak kasar (g)

$W_2$  : bobot sampel awal (g)

N : kadar air

#### 3.4.4 *Pre-Screening* Fitokimia

Sebanyak 1 gram dari masing-masing ekstrak n-heksana dan metanol dari kulit batang *R. mucronata* dilarutkan kembali dalam 100 ml pelarut yang sesuai dengan pelarut pengekstrak sebelumnya dalam wadah yang terpisah. Ekstrak n-heksana dilarutkan dengan n-heksana dan ekstrak metanol dilarutkan dengan metanol. Setiap ekstrak kemudian digunakan untuk uji fitokimia (Kumar *et al.*, 2009).

#### 3.4.5 Uji Fitokimia

##### a. Uji alkaloid

Sebanyak 5 ml ekstrak ditambah 2 ml HCl 12M dan 1 ml reagen Dragendroff. Endapan oranye atau merah mengindikasikan adanya alkaloid (Kumar *et al.*, 2009).

##### b. Uji flavonoid dengan Perekasi Shinoda

Sebanyak 1 ml ekstrak ditambah 4 mg serbuk logam Mg dan 4 tetes HCl 12 M. Warna larutan menjadi merah meng-indikasikan adanya flavonoid (Maridass *et al.*, 2008).

##### c. Uji Tannin

Sebanyak 2 ml ekstrak ditambah larutan besi (III) klorida ( $\text{FeCl}_3$ ) 10%. Warna biru tua atau abu-abu kehijauan gelap mengindikasikan adanya tannin (Maridass *et al.*, 2008).

##### d. Uji Busa untuk Saponin

Sebanyak 1 ml ekstrak ditambah 5 ml akuades dan dikocok kuat sampai terbentuk busa. Busa yang stabil mengindikasikan adanya saponin (Onwukaeme *et al.*, 2007).

##### e. Uji Steroid

Sebanyak 0,5 gram ekstrak ditambah 2 ml asetat anhidrat dan 2 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Warna biru atau hijau yang terbentuk mengindikasikan adanya steroid (Edeoga *et al.*, 2005).

f. Uji Terpenoid

Sebanyak 5 ml ekstrak ditambah 2 ml kloroform dan 3 ml asam sulfat pekat melalui dinding tabung. Warna coklat kemerahan yang terbentuk mengindikasikan adanya terpenoid (Edeoga *et al.*, 2005).

3.4.6 Pembiakan *Hypothenemus Hampei*

Pembiakan dilakukan menggunakan metode dari Sulistyowati (1999). Buah kopi yang terserang *H.hampei* (berlubang dibagian ujung buah) diambil dari perkebunan kopi di desa Sidomulyo dan desa Durjo, Kabupaten Jember. Buah kopi yang terkumpul kemudian dicuci bersih dengan air mengalir kemudian dikeringanginkan diatas kertas manila putih selama semalam dalam ruangan khusus dengan suhu  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ . Setelah semalam, buah kopi yang menghasilkan gerakan ditandai dengan adanya serbuk krem hingga hitam disekitar lubang buah kemudian dimasukkan kedalam botol jar yang dialasi kertas saring didalamnya kemudian ditutup dengan kain dan dirapatkan dengan karet gelang.

Biji kopi berkulit tanduk dimasukkan dalam botol jar dan digunakan sebagai media pengembangbiakan serta pakan untuk hewan uji. *H. hampei* betina dari buah kopi yang terserang dan telah melakukan perkawinan di masukkan ke dalam botol jar tadi menggunakan kuas halus. Serbuk gerakan dibersihkan setiap tiga hari sekali. Setelah infestasi selama 25-30 hari maka biji dibelah untuk mendapatkan imago. Imago dipersiapkan untuk uji toksisitas.

3.4.7 Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana terhadap Mortalitas *H. hampei*

Uji pendahuluan dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui kisaran konsentrasi ekstrak metanol dan n-heksana yang dapat mengakibatkan kematian serangga uji antara 0-100%. Konsentrasi ekstrak yang digunakan pada uji pendahuluan adalah 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 6; dan 8% pada ekstrak n-heksana, sedangkan pada ekstrak metanol menggunakan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,4; dan 0,8%. Kontrol yang digunakan adalah metanol, n-heksana, dan akuades. Larutan uji dibuat dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

Keterangan :

$V_1$  : volume mula-mula

$V_2$  : volume kedua

$N_1$  : konsentrasi mula-mula

$N_2$  : konsentrasi kedua

(Priyono, 1988).

Larutan uji ekstrak n-heksana dibuat dengan cara membuat larutan induk terlebih dahulu dengan konsentrasi larutan induk sebesar 8%. Larutan uji dibuat dengan prinsip w/v, dimana 8% berarti 8 gram dalam 100 ml larutan (Chang, 2003), sehingga untuk membuat larutan ekstrak 50 ml dilakukan dengan menimbang 4 gram ekstrak dan dimasukkan ke dalam gelas kimia, lalu ditambahkan beberapa tetes tween 80, kemudian ditambahkan akuades sedikit dan diaduk hingga homogen. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Untuk mendapatkan variasi konsentrasi larutan uji 0,25; 0,5; 1; 2; 4; dan 6% dilakukan dengan cara mengambil 0,3125 ml; 0,625 ml; 1,250 ml; 2,5 ml; 5 ml; dan 7,5 ml dari larutan induk 8 % kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

Larutan uji ekstrak metanol dibuat dengan cara membuat larutan induk konsentrasi 2% terlebih dahulu. Larutan induk sebanyak 10 ml, dibuat dengan menimbang 0,2 gram ekstrak dan dimasukkan ke dalam gelas kimia, lalu ditambahkan beberapa tetes tween 80, kemudian ditambahkan akuades sedikit dan diaduk hingga homogen. Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan ditambahkan akuades sampai tanda batas. Untuk mendapatkan variasi konsentrasi larutan uji 0,1; 0,2; 0,4; dan 0,8% dilakukan dengan cara mengambil 0,5 ml; 1 ml; 2 ml; dan 4 ml dari larutan induk 2 % kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 10 ml dan ditambahkan akuades sampai tanda batas.

Uji pendahuluan dilakukan dengan aplikasi racun kontak menggunakan metode residu. Aplikasi racun kontak menggunakan metode residu, yaitu masing-masing konsentrasi dari larutan uji dan kontrol sebanyak 0,1 ml diteteskan pada permukaan kertas saring secara merata. Kontrol menggunakan akuades, metanol,

dan n-heksana. Penetasan dilakukan dengan gerakan spiral dari arah luar ke dalam dan dikeringanginkan selama 2 menit. Setelah 2 menit, kertas saring diletakkan dalam gelas plastik. *H. hampei* betina dewasa sebanyak 10 ekor diletakkan diatas kertas saring. Gelas ditutup dengan tutup plastik yang telah diberi lubang udara. 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-4, jam ke-6, jam ke-8, 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 4 kali. Setelah diperoleh rentang konsentrasi yang sesuai, dibuat larutan uji berdasarkan konsentrasi tersebut dan dilakukan pengujian mortalitas ekstrak metanol dan n-heksana dengan langkah-langkah seperti yang dilakukan pada uji pendahuluan. Setiap konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali.

### 3.5 Analisis Data

Data uji perkembangan dilakukan dengan perhitungan persentase mortalitas dengan rumus sebagai berikut :

$$P_o = \frac{r}{n} \times 100\%$$

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 :

$$P_t = \frac{P_o - P_c}{100 - P_c} \times 100\%$$

Keterangan:

Pt : persentase kematian serangga setelah dikoreksi

Po : persentase serangga uji yang mati pada perlakuan

Pc : 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  $H_0$  yang menyatakan tidak ada perbedaan rata-rata kematian *H. hampei* dengan konsentrasi ekstrak metanol dan n-heksana yang berbeda dan  $H_1$  menyatakan ada perbedaan rata-rata kematian *H. hampei* dengan konsentrasi ekstrak metanol dan n-heksana yang berbeda. Apabila perbedaan signifikan (terima  $H_1$ / tolak  $H_0$ ), dilanjutkan dengan Uji Duncan ( $\alpha=5\%$ ). Data toksisitas ekstrak n-heksana dan metanol kulit batang *R. mucronata* terhadap mortalitas *H. hampei* dihitung menggunakan probit analisis (SPSS). Hasil toksisitas ekstrak n-heksana dan metanol kulit batang *R. mucronata* terhadap *H. hampei* dinyatakan dalam  $LC_{50}$ .

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak metanol kulit batang *R. mucronata* meliputi alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid. Sedangkan pada ekstrak n-heksana kulit batang *R. mucronata* hanya terpenoid.
2. Ekstrak metanol kulit batang *R. mucronata* lebih toksik terhadap *H. hampei* dibandingkan ekstrak n-heksana pada 3 pelarut kontrol yang sama (akuades, metanol, dan n-heksana). Nilai  $LC_{50}$  ekstrak metanol dengan kontrol akuades, metanol, dan n-heksana berturut-turut adalah 0,55%; 0,54%; dan 0,52%. Sedangkan nilai  $LC_{50}$  ekstrak n-heksana dengan kontrol akuades, metanol, dan n-heksana berturut-turut adalah 0,78%; 0,78%, dan 0,76%.

### 5.2 Saran

Ekstrak metanol dan n-heksana kulit batang *R. mucronata* berpotensi sebagai insektisida nabati terhadap *H. hampei* sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai isolasi dan identifikasi senyawa aktif, serta aplikasi di lapang agar dapat digunakan sebagai alternatif pengganti insektisida sintetik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adharini, G. 2008. Uji Keampuhan Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth) Untuk Mengendalikan Rayap Tanah *Isotermus curignathis* Holmgren. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Ahmad, S.A. 1986. *Buku Materi Pokok Kimia Bahan Alam*. Jakarta: Karunika Jakarta.
- Ali, M.S., S. Ravikumar, J.M. Beula. V. Anuradha, dan N. Yogananth. 2014. Insecticidal Compounds From *Rhizophoraceae* Mangrove Plants For The Management Of Dengue Vector *Aedes aegypti*. *J Vector Borne Dis*. pp. 106–114.
- Ambarningrum, T.B., E.A. Setyowati, dan P. Susatyo. 2012. Aktivitas Anti Makan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Pengaruhnya Terhadap Indeks Nutrisi Serta Terhadap Struktur Membran Peritrofik Larva Instar V *Spodoptera litura* F. *J. Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika (Terakreditasi)*. 12(2): 169-176.
- Anjaneyulu, A.S.R., V. Anjaneyulu, dan V.L. Rao. 2002. New Beyerane and Isopimarane Diterpenoids from *Rhizophora mucronata*. *Journal of Asian Natural Products Research*. 4(1): 53-60.
- AOAC. 2002. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. Washington D.C: Benyamin Franklin Station.
- Aranillewa, S.T., T. Ekrakene dan J.O. Akinneye. 2006. Laboratory Evaluation of Four Medicinal Plants As Protectants Againts The Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* (Motsch). *Afr. J. Biotechnol*. 5(21): 2032-2036.
- Astuti, L. D. 2015. Efek *Antifeedant* Ekstrak Rimpang Dringu (*Acorus calamus* L.) Terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferrari). *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- 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.
- Bomke, C., M.C. Rojas, F. Gong, P. Hedden, dan B. Tudzynski. 2008. Isolation and Characterization of the Gibberellin Biosynthetic Gene Cluster in *Sphaceloma manihoticol*. *Applied and environmental microbiology*. 74(17):5325–5339.

- Buchanan, B.B., W. Gruissem, R.L. Jones. 2000. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. New Delhi: I.K. International Publishing House Pvt. Ltd.
- Burke, R.W., B.I. Diamondstone, R.A. Velapoidi, dan O. Menis. 1974. Mechanism of the Liebermann-Burchard and Zak Color Reactions for Cholesterol. *Clinical Chemistry*. 20(7) : 794-801.
- Cseke, L.J., A. Kirakosyan, P.B. Kaufman, S.L. Warber, J.A. Duke, dan H.L. Brielmann. 2006. *Natural Product from Plant*. 2<sup>nd</sup> 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.
- Dewick, P.M. 2002. *Medicinal Natural Product: A Biosynthetic Approach*. New York: John Wiley & Sons.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2016. *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017*. Jakarta : Kementrian Pertanian.
- Djojosumarto, P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Duke, N.C. 2006. *Rhizophora apiculata, R. mucronata, R. stylosa, R. x annamalai, R. x lamarckii* (Indo-West Pacific Stilt Mangrove). *Species Profiles for Pacific Agroforestry*. www.traditionaltree.org.
- 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.
- Fujioka, S., H. Yamane, C.R. Spray, B.O. Phinney, P. Gaskin, J. MacMillan, dan N. Takahashi. 1990. Gibberellin A3 Is Biosynthesized from Gibberellin A20 via Gibberellin A5 in Shoots of *Zea mays* L. *Plant Physiol*. 94: 127-131.
- Geyter, L.E.D. 2011. Toxicity and Mode of Action of Steroid and Terpenoid Secondary Plant Metabolites Against Economically Important Pest Insects in Agriculture. *Disertasi*. Ghent: Faculty of Bioscience Engineering.
- Grainge, M. dan S. Ahmed. 1988. *Handbook of Plants with Pest-Control Properties*. New York : John Wiley & Sons.
- Greg, 2014. 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.
- Harborne, J.B. 1984. *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. UK: Chapman&Hall. Terjemahan oleh K. Padmawinata dan I. Soediro. 1987. Bandung: ITB.
- Hasanah, N. 2007. Uji Sari Umbi Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) Instar 3. *Skripsi*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Irulandi, Rajendran, Chinniah, dan Samuel. 2007. Influence of Weather Factors on The Incidence of Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Scolitydae: Coleoptera) in Pulney hills, Tamil Nadu. *Journal Madras Agricultural*. 94: 218-231.
- Jannah, A. 2014. Uji Toksisitas Fraksi Polar dan Non Polar Ekstrak Rimpang Dringo (*Acorus calamus* L.) terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *Skripsi*. Jember: UNEJ.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pest of Crops In Indonesia*. Jakarta: PT. Ichtiar Baru-Van Hoeve
- 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>. [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. Aravindhnan, 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.
- Laphookhieo, S., C. Karalai, dan C. Ponglimanont. 2004. New Sesquiterpenoid and Triterpenoids from the Fruits of *Rhizophora mucronata*. *Chem. Pharm. Bull.* 52(7): 883—885.
- Manilal, A., B. Merdekios, A. Idhayadhulla, C. Muthukumar, dan M. Melkie. 2015. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 5(1):28-32.

- Mangrio, A.M., M. Rafiq, S.H.A. Naqvi, S.A. Junejo, S.M. Mangrio, dan N.A. Rind. 2016. Evaluation of Phytochemical Constituents and Antibacterial Potential of *Avicennia Marina* and *Rhizophora Mucronata* From Indus Delta of Pakistan. *Pak. J. Biotechnol.* 13 (4): 259 -265.
- 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, dan 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.
- Musman, M. 2010. Tanin *Rhizophora mucronata* Sebagai Moluskosida Keong Mas (*Pomacea canaliculata*). *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik.* 12(3): 184-189.
- Noor, Y.R., M. Khazali, dan I N.N. Suryadiputra. 1999. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor: PHKA/WI-IP.
- Onwukaeme, D.N., T.B. Ikuegbvweha, C.C. Asonye. 2007. Evaluation of Phytochemical Constituents, Antibacterial Activities and Effect of Exudate of *Pycanthus Angolensis* Weld Warb (Myristicaceae) on Corneal Ulcers in Rabbits. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research.* 6 (2): 725-730.
- Oyedele, A.O., A.A. Gbolade, M.B. Sosan, F.B. Adewoyin, O.L. Soyelu and O.O. Orafidiya. 2002. Formulation of an Effective Mosquito-Repellent Topical Product From Lemongrass Oil. *Phytomedicine.* 9(3): 259-262.
- Pradana, D., D. Suryanto, dan Y. Djayus. 2013. Uji Daya Hambat Ekstrak Kulit Batang *Rhizophora mucronata* Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas hydrophila*, *Streptococcus agalactiae* Dan Jamur *Saprolegnia* sp. Secara In Vitro. *Aquacoastmarine.* 2(1): 78-92.
- Premanathan, M., K. Kathiresan, N. Yamamoto, dan H. Nakashima. 1999. In Vitro Anti-Human Immunodeficiency Virus Activity of Polysaccharide from *Rhizophora mucronata* Poir. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 63(7): 1187-1191.
- Prijono, D. 1988. *Pengujian Insektisida: Penuntun Praktikum*. Bogor: IPB.

- Rattan, R.S. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin. *Crop Protection*. 29(9): 913-920.
- Robinson, T. 1995. *The Organic Constituent of Higher Plants*. 6<sup>th</sup> ed. Boston: University of Massachusetts. Terjemahan K. Padmawinata. 1995. Kandungan Senyawa Organik Tumbuhan Tinggi. Bandung: ITB.
- Rohini, R.M., A.K. Das. 2010. Triterpenoids from the stem bark of *Rhizophora mucronata*. *Nat Prod Res*. 24(2): 197-202.
- Rohyani I.S., E. Aryanti, dan Suropto. 2015. Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal Yang Sering Dimanfaatkan Sebagai Bahan Baku Obat di Pulau Lombok. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 2(1):388-391.
- Saifudin, A. 2012. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder Teori, Konsep, dan Teknik Pemurnian*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sandjo, L.P., dan V. Kuete. 2013. Triterpenes and Steroids from the Medicinal Plants of Africa. *Elsevier Inc*. 4: 136-202.
- 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., dan L. Nahar. 2007. *Chemistry For Pharmacy Student*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Satyavani, K., S. Gurudeeban, V. Manigandan, E. Rajamanickam, dan T. Ramanathan. 2015. Chemical Composition of Medicinal Mangrove Species *Acanthus ilicifolius*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata*. *Current Research in Chemistry*. 7(1): 1-8.
- Setiawati, R. 2009. Kajian penggunaan Daun Pepaya, Daun Belimbing Wuluh, Daun Cente, Daun Jeruk Purut dan Bunga Kecombrang Sebagai Insektisida Alami Terhadap Perkembangan *Sitophilus zeamais* Motsch dan Aplikasinya Pada Penyimpanan Beras. *Skripsi*. Bogor: Mahasiswa.
- Soenandar, M., dan R.H.Tjachjono. 2012. *Membuat Pestisida Organik*. Jakarta: PT: AgroMedia Pustaka.
- Sreedhar, S., dan P.H. Christy. 2015. Phytochemical Analysis of *Rhizophora mucronata*. *Scrunity Journals*. 2(2): 39-43.
- Sulistiyowati, E. 1999. *Metode Pembiakan predator Kutu Hijau (Orchus janthinus Muls) dan Parasitoid Hama Penggerek Buah Kopi (PBKO)(Chephalonomia strephanoderis) di laboratorium*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.

- Suyatma, E. N. Dan D.R. Adawiyah. 1995/1996. Pengkajian Daya Anti Serangga Dari Ekstrak Kencur (*Kaempferia galanga*. Linn.) dan Ekstrak Brotowali (*Tinospora erispa*) Terhadap Perkembangan Serangga hama Gudang (*Sitophilus* sp.). Bogor: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat IPB.
- Syam, S. 2006. Pemanfaatan Ekstrak Buah Maja (Bignoniaceae; *Crescentia cujep*) Dengan EMA Terhadap Penggerek Buah Kakao *Conophomorpha cramerella* snellen (Lepidoptera; Gracillariidae). *Buletin Penelitian*. 9 (1).
- Tanjung, R.H.R., M. Kamarea, Y.P. Yepese. Uji Patogenitas Spora *Beauveria bassiana* Strain Wamena Sebagai Agen Hayati terhadap Hama Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei*. *Jurnal Biologi Papua*. 1(3): 9-15.
- Tarumingkeng, R.C. 1992. *Insektisida: Sifat, Mekanisme Kerja, dan Dampak Penggunaannya*. Jakarta: Universitas Kristen Krida Wacana.
- Wangensten, H., L. Klarpas, M. Alamgir, A.B.C. Samuelsen, K. E. Malterud. 2013. Can Scientific Evidence Support Using Bangladeshi Traditional Medicinal Plants in the Treatment of Diarrhoea? A Review on Seven Plants. *Nutrients*. 5: 1757-1800.
- Wiryadi Putra, S. 2007. Pengelolaan Hama Terpadu pada Hama Penggerek Buah Kopi, *Hypothenemus hampei* (Ferr.) dengan Komponen Utama pada Penggunaan Perangkap Brocap Trap. *Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Jember, Jawa Timur*.p.2-9.
- Wiryadi Putra, S. 2012. Keefektifitan Insektisida Cyantraniliprole terhadap Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*) pada Kopi Arabika. *Pelita Perkebunan*. Vol. 28 (2): 100-110.
- World Health Organization. 1993. *Pesticide*. Geneve: World Health Organization.
- Xu, J., J. Kjer, J. Sendker, V. Wray, H. Guan, R. Edrada, W. Lin, J. Wu, dan P. Proksch. 2009. Chromones From The Endophytic Fungus *Pestalotiopsis* Sp. Isolated From The Chinese Mangrove Plant *Rhizophora mucronata*. *Journal of natural products*. 72(4): 662-665.
- Yogananth, N., V. Anuradha, M.Y.S. Ali, R. Muthezhilan, A. Chanthuru, dan M.M. Prabu. 2015. Chemical Properties of Essential Oil From *Rhizophora Mucronata* Mangrove Leaf Against Malarial Mosquito *Anopheles stephensi* and Filarial Mosquito *Culex quinquefasciatus*. *Asian Pac J Trop Dis*. 5(Suppl 1): S67-S72.
- Zhao, Y., dan M.C. Newman. 2004. Shortcomings 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

| Sampel                           | Ulangan | Bobot (g) |        |                 |        | Kadar air (%) | Rerata kadar air (%) |
|----------------------------------|---------|-----------|--------|-----------------|--------|---------------|----------------------|
|                                  |         | kosong    | isi    | Kering + kosong | kering |               |                      |
| Kulit batang <i>R. mucronata</i> | I       | 47,3240   | 3,0021 | 50,0582         | 2,7342 | 8,92          | 9,04                 |
|                                  | II      | 47,6280   | 3,0033 | 50,2888         | 2,6608 | 11,47         |                      |
|                                  | III     | 47,6621   | 3,0015 | 50,4617         | 2,7996 | 6,73          |                      |

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

Keterangan :

$W_1$  : berat sampel sebelum pengeringan (g)

$W_2$  : berat sampel setelah pengeringan (g)

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{3,0021 - 2,7342}{3,0021} \times 100\% \\ &= 8,92\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{3,0033 - 2,6608}{3,0033} \times 100\% \\ &= 11,47\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100\% \\ &= \frac{3,0015 - 2,7996}{3,0015} \times 100\% \\ &= 6,73\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air rata - rata (\%)} &= \frac{8,92\% + 11,47\% + 6,73\%}{3} \\ &= 9,04\% \end{aligned}$$

**Lampiran 4.2 Perhitungan Rendemen**

| Sampel                           | Pelarut   | Rerata kadar air (%) | Bobot sampel (g) | Bobot ekstrak kasar (g) | Rendemen (%) |
|----------------------------------|-----------|----------------------|------------------|-------------------------|--------------|
| Kulit batang <i>R. mucronata</i> | Metanol   | 9,04                 | 3000             | 53,52                   | 1,96         |
|                                  | n-heksana |                      |                  | 23,3                    | 0,85         |

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

Keterangan :

$W_1$  : berat ekstrak kasar (g)

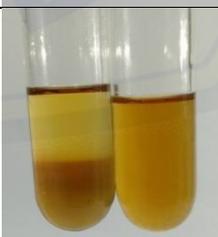
$W_2$  : berat sampel awal (g)

$N$  : kadar air (%)

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (Metanol)} &= \frac{53,52 \text{ g}}{3000 - (3000 \times 9,04\%)} \times 100\% \\ &= 1,96 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rendemen (Heksana)} &= \frac{23,3 \text{ g}}{3000 - (3000 \times 9,04\%)} \times 100\% \\ &= 0,85 \% \end{aligned}$$

**Lampiran 4.3 Uji Fitokimia Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang *R. mucronata***

| Analisis Fitokimia | Ekstrak heksana   |   |       | Ekstrak metanol  |  |       |
|--------------------|---|---|-------|--|--|-------|
|                    | Gambar  | Analisisa   | Hasil | Gambar   | Analisa  | Hasil |
| Alkaloid           |    | Terbentuk 2 fasa. Fasa atas berwarna merah, dan fasa bawah jingga. Batas fasa berwarna hitam        | (-)   |    | Berubah warna menjadi merah, endapan melayang didalam larutan berwarna merah | (+)   |
| Flavonoid          |    | Terbentuk 2 fasa. Fasa atas berwarna hijau tua, fasa bawah hijau muda                               | (-)   |    | Terjadi perubahan warna dari jingga menjadi merah                            | (+)   |
| Tanin              |   | Membentuk 2 fasa Fasa atas: hijau Fasa bawah: hijau kekuningan                                      | (-)   |   | Terjadi perubahan warna dari jingga menjadi kehitaman                        | (+)   |
| Saponin            |  | Busa tidak stabil, perlahan hilang sampai 1 menit. Terbentuk 2 fasa (atas: ekstrak, bawah: akuades) | (-)   |  | Busa stabil sampai 15 menit  | (+)   |
| Terpenoid/ Steroid |  | Terbentuk 3 fasa. Timbul cincin coklat*   | (+)   |  | Terbentuk 3 fasa. Timbul cincin coklat*                                      | (+)   |

Keterangan : \*positif hanya terpenoid

**Lampiran 4.4 Uji Pendahuluan Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang *R. mucronata***

Uji Pendahuluan 1

| Fraksi    | Konsentrasi (%) | N  | Mortalitas (%) |
|-----------|-----------------|----|----------------|
| Kontrol   | 0 (akuades)     | 10 | 0              |
|           | 0 (metanol)     | 10 | 0              |
|           | 0 (n-heksana)   | 10 | 0              |
| Metanol   | 0,25            | 10 | 6              |
|           | 0,50            | 10 | 8              |
|           | 1,00            | 10 | 10             |
|           | 2,00            | 10 | 10             |
|           | 4,00            | 10 | 10             |
| n-Heksana | 0,25            | 10 | 1              |
|           | 0,50            | 10 | 2              |
|           | 1,00            | 10 | 3              |
|           | 2,00            | 10 | 4              |
|           | 4,00            | 10 | 5              |

Keterangan :

N= jumlah serangga uji

Uji Pendahuluan 2

| Fraksi    | Konsentrasi (%) | N  | Mortalitas (%) |
|-----------|-----------------|----|----------------|
| Metanol   | 0,10            | 10 | 1              |
|           | 0,20            | 10 | 3              |
|           | 0,40            | 10 | 5              |
|           | 0,80            | 10 | 7              |
| n-Heksana | 0,25            | 10 | 2              |
|           | 0,50            | 10 | 3              |
|           | 1,00            | 10 | 4              |
|           | 2,00            | 10 | 6              |
|           | 4,00            | 10 | 7              |
|           | 6,00            | 10 | 10             |
|           | 8,00            | 10 | 10             |

Keterangan :

N= jumlah serangga uji

**Lampiran 4.5 Uji Toksisitas Ekstrak Metanol dan n-Heksana Kulit Batang  
*R. mucronata***

| Fraksi    | Konsentrasi (%) | N  | Mortalitas (%) |     |     |     |     | Rata-Rata (%) |
|-----------|-----------------|----|----------------|-----|-----|-----|-----|---------------|
|           |                 |    | 1              | 2   | 3   | 4   | 5   |               |
| Kontrol   | 0 (akuades)     | 10 | 0              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0             |
|           | 0 (metanol)     | 10 | 0              | 10  | 10  | 0   | 10  | 6             |
|           | 0 (n-heksana)   | 10 | 0              | 10  | 10  | 10  | 0   | 6             |
| Metanol   | 0,10            | 10 | 10             | 30  | 20  | 10  | 20  | 18            |
|           | 0,20            | 10 | 20             | 30  | 30  | 20  | 30  | 26            |
|           | 0,40            | 10 | 50             | 30  | 60  | 50  | 50  | 48            |
|           | 0,80            | 10 | 50             | 70  | 70  | 60  | 70  | 64            |
|           | 1,00            | 10 | 100            | 100 | 100 | 100 | 100 | 100           |
| n-Heksana | 0,25            | 10 | 40             | 30  | 40  | 40  | 40  | 38            |
|           | 0,50            | 10 | 50             | 60  | 60  | 50  | 50  | 50            |
|           | 1,00            | 10 | 70             | 70  | 90  | 100 | 70  | 80            |
|           | 2,00            | 10 | 50             | 90  | 100 | 100 | 80  | 84            |
|           | 4,00            | 10 | 100            | 100 | 100 | 100 | 100 | 100           |

Keterangan :

N= jumlah serangga uji

**Lampiran 4.6 Analisis Probit dan Nilai LC<sub>50</sub> Ekstrak Metanol Kontrol  
Akuades Kulit Batang *R. mucronata* Menggunakan SPSS 20**

| Probability         | 95% Confidence Limits for konsentrasi |             |             | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) <sup>b</sup> |             |             |       |
|---------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------|
|                     | Estimate                              | Lower Bound | Upper Bound | Estimate  | Lower Bound | Upper Bound |       |
| PROBIT <sup>a</sup> | .010                                  | .147        | .016        | .276  | -.831       | -1.792      | -.559 |
|                     | .020                                  | .172        | .023        | .305  | -.765       | -1.640      | -.516 |
|                     | .030                                  | .190        | .029        | .325  | -.722       | -1.543      | -.488 |
|                     | .040                                  | .204        | .034        | .341  | -.691       | -1.470      | -.467 |
|                     | .050                                  | .216        | .039        | .355  | -.665       | -1.411      | -.450 |
|                     | .060                                  | .228        | .044        | .367  | -.643       | -1.361      | -.436 |
|                     | .070                                  | .238        | .048        | .378  | -.623       | -1.317      | -.423 |
|                     | .080                                  | .248        | .053        | .388  | -.606       | -1.277      | -.412 |
|                     | .090                                  | .257        | .057        | .397  | -.590       | -1.241      | -.401 |
|                     | .100                                  | .266        | .062        | .406  | -.576       | -1.208      | -.392 |
|                     | .150                                  | .305        | .085        | .445  | -.516       | -1.072      | -.352 |
|                     | .200                                  | .340        | .109        | .479  | -.468       | -.964       | -.320 |
|                     | .250                                  | .374        | .134        | .511  | -.427       | -.872       | -.292 |
|                     | .300                                  | .407        | .162        | .542  | -.391       | -.789       | -.266 |
|                     | .350                                  | .440        | .193        | .573  | -.357       | -.713       | -.242 |
|                     | .400                                  | .474        | .228        | .604  | -.324       | -.642       | -.219 |
|                     | .450                                  | .509        | .267        | .638  | -.293       | -.573       | -.195 |
|                     | .500                                  | .546        | .311        | .674  | -.263       | -.507       | -.171 |
|                     | .550                                  | .586        | .362        | .714  | -.232       | -.442       | -.146 |
|                     | .600                                  | .630        | .419        | .761  | -.201       | -.378       | -.118 |
|                     | .650                                  | .679        | .484        | .819  | -.168       | -.315       | -.087 |
|                     | .700                                  | .734        | .558        | .896  | -.134       | -.254       | -.048 |
|                     | .750                                  | .799        | .638        | 1.005   | -.098       | -.195       | .002  |
|                     | .800                                  | .878        | .722        | 1.170   | -.057       | -.142       | .068  |
|                     | .850                                  | .979        | .812        | 1.437   | -.009       | -.091       | .158  |
|                     | .900                                  | 1.124       | .917        | 1.909   | .051        | -.038       | .281  |
|                     | .910                                  | 1.162       | .942        | 2.050   | .065        | -.026       | .312  |
|                     | .920                                  | 1.205       | .969        | 2.217   | .081        | -.014       | .346  |
|                     | .930                                  | 1.254       | .999        | 2.417   | .098        | .000        | .383  |
|                     | .940                                  | 1.311       | 1.033       | 2.665   | .118        | .014        | .426  |
|                     | .950                                  | 1.379       | 1.072       | 2.980   | .140        | .030        | .474  |
|                     | .960                                  | 1.464       | 1.119       | 3.402   | .166        | .049        | .532  |
|                     | .970                                  | 1.575       | 1.178       | 4.008   | .197        | .071        | .603  |
|                     | .980                                  | 1.736       | 1.260       | 4.990   | .240        | .100        | .698  |
|                     | .990                                  | 2.024       | 1.398       | 7.061   | .306        | .146        | .849  |

**Parameter Estimates**

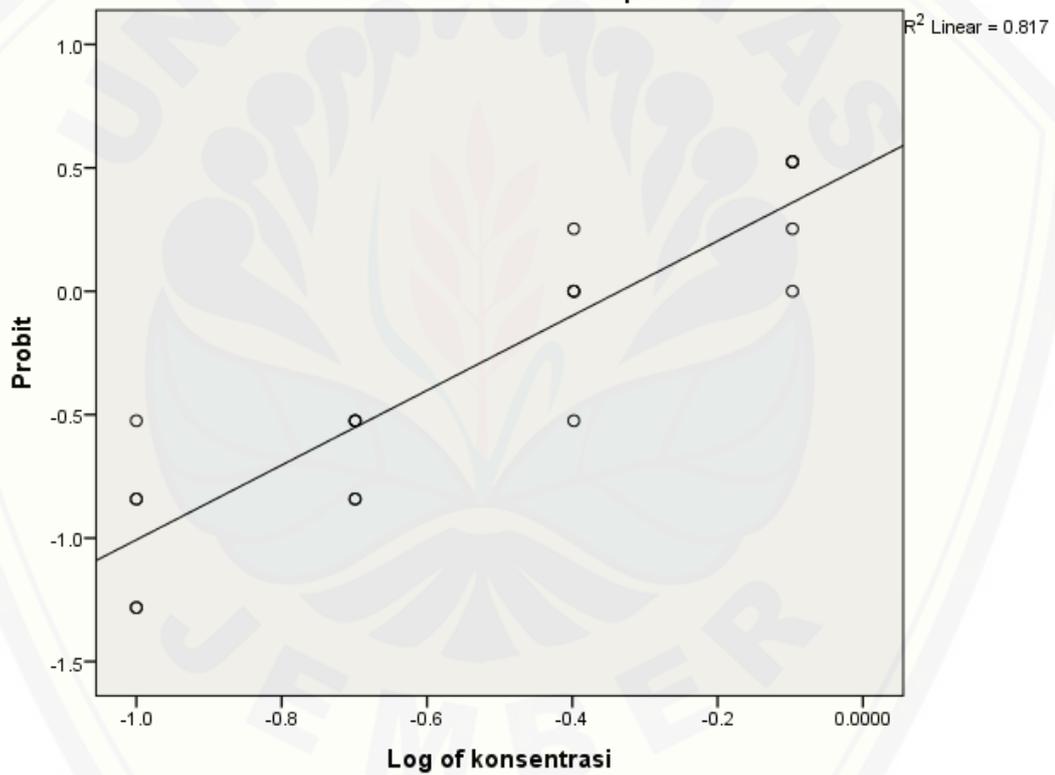
| Parameter           |             | Estimate | Std. Error | Z      | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|---------------------|-------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
|                     |             |          |            |        |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| PROBIT <sup>a</sup> | konsentrasi | 4.090    | .355       | 11.525 | .000 | 3.394                   | 4.785       |
|                     | Intercept   | 1.074    | .062       | 17.295 | .000 | 1.012                   | 1.136       |

a. PROBIT model:  $PROBIT(p) = \text{Intercept} + BX$  (Covariates X are transformed using the base 10.000 logarithm.)

**Chi-Square Tests**

|        |                              | Chi-Square | df <sup>b</sup> | Sig.              |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 217.398    | 22              | .000 <sup>a</sup> |

**Probit Transformed Responses**



**Lampiran 4.7 Analisis Probit dan Nilai LC<sub>50</sub> Ekstrak Metanol Kontrol Metanol Kulit Batang *R. mucronata* Menggunakan SPSS 20**

| Probability         | 95% Confidence Limits for konsentrasi |             |             | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) <sup>b</sup> |             |             |       |
|---------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------|
|                     | Estimate                              | Lower Bound | Upper Bound | Estimate  | Lower Bound | Upper Bound |       |
| PROBIT <sup>a</sup> | .010                                  | .141        | .024        | .255  | -.850       | -1.620      | -.593 |
|                     | .020                                  | .165        | .033        | .284  | -.782       | -1.482      | -.547 |
|                     | .030                                  | .183        | .040        | .304  | -.738       | -1.395      | -.518 |
|                     | .040                                  | .197        | .047        | .319  | -.706       | -1.330      | -.496 |
|                     | .050                                  | .209        | .053        | .333  | -.679       | -1.276      | -.478 |
|                     | .060                                  | .220        | .059        | .345  | -.657       | -1.231      | -.462 |
|                     | .070                                  | .231        | .064        | .356  | -.637       | -1.191      | -.449 |
|                     | .080                                  | .240        | .070        | .366  | -.619       | -1.156      | -.437 |
|                     | .090                                  | .249        | .075        | .375  | -.603       | -1.123      | -.426 |
|                     | .100                                  | .258        | .081        | .384  | -.589       | -1.093      | -.415 |
|                     | .150                                  | .297        | .107        | .424  | -.527       | -.971       | -.373 |
|                     | .200                                  | .332        | .134        | .458  | -.478       | -.873       | -.339 |
|                     | .250                                  | .366        | .162        | .490  | -.437       | -.790       | -.310 |
|                     | .300                                  | .399        | .192        | .522  | -.399       | -.716       | -.283 |
|                     | .350                                  | .432        | .225        | .553  | -.364       | -.648       | -.257 |
|                     | .400                                  | .466        | .261        | .586  | -.331       | -.584       | -.232 |
|                     | .450                                  | .502        | .300        | .620  | -.299       | -.522       | -.208 |
|                     | .500                                  | .540        | .345        | .657  | -.268       | -.463       | -.183 |
|                     | .550                                  | .580        | .394        | .698  | -.236       | -.405       | -.156 |
|                     | .600                                  | .624        | .449        | .747  | -.205       | -.348       | -.127 |
|                     | .650                                  | .674        | .511        | .805  | -.172       | -.292       | -.094 |
|                     | .700                                  | .730        | .579        | .882  | -.137       | -.237       | -.055 |
|                     | .750                                  | .796        | .653        | .988  | -.099       | -.185       | -.005 |
|                     | .800                                  | .876        | .732        | 1.142   | -.057       | -.136       | .058  |
|                     | .850                                  | .980        | .819        | 1.381   | -.009       | -.087       | .140  |
|                     | .900                                  | 1.129       | .925        | 1.788   | .053        | -.034       | .252  |
|                     | .910                                  | 1.168       | .951        | 1.907   | .067        | -.022       | .280  |
|                     | .920                                  | 1.212       | .979        | 2.046   | .084        | -.009       | .311  |
|                     | .930                                  | 1.262       | 1.010       | 2.213   | .101        | .004        | .345  |
|                     | .940                                  | 1.321       | 1.046       | 2.417   | .121        | .019        | .383  |
|                     | .950                                  | 1.392       | 1.087       | 2.674   | .144        | .036        | .427  |
|                     | .960                                  | 1.479       | 1.137       | 3.013   | .170        | .056        | .479  |
|                     | .970                                  | 1.594       | 1.200       | 3.494   | .203        | .079        | .543  |
|                     | .980                                  | 1.761       | 1.288       | 4.257   | .246        | .110        | .629  |
|                     | .990                                  | 2.061       | 1.437       | 5.823   | .314        | .158        | .765  |

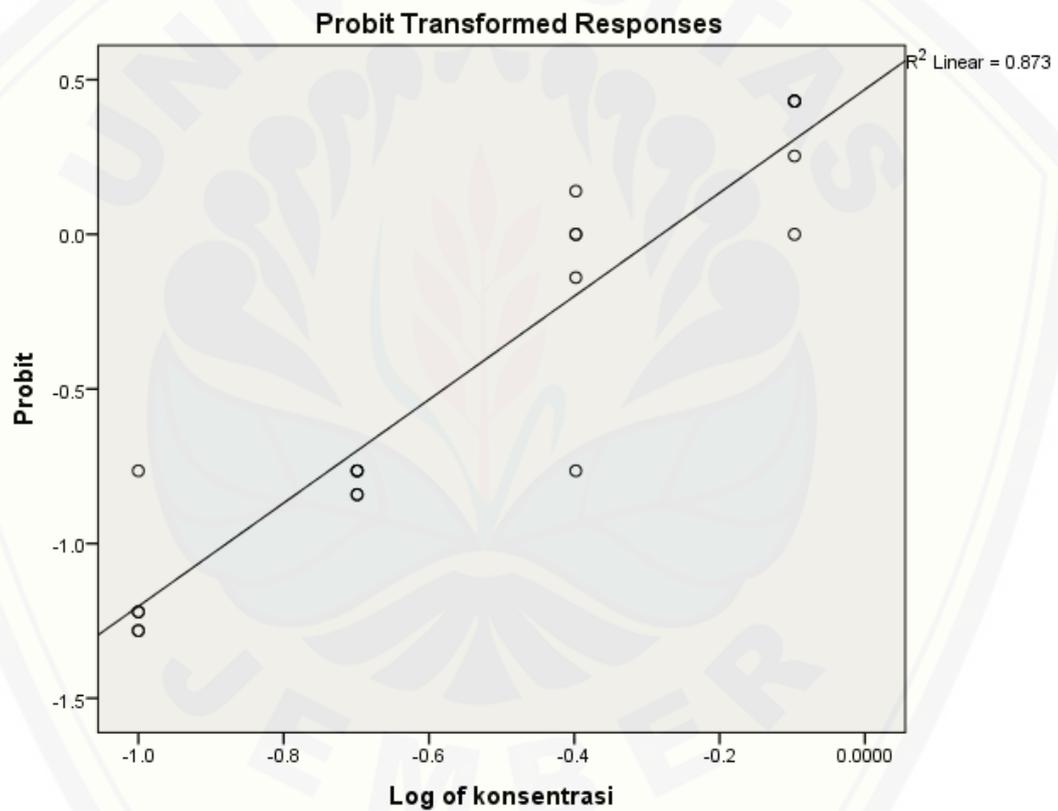
**Parameter Estimates**

| Parameter |             | Estimate | Std. Error | Z      | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|-----------|-------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
|           |             |          |            |        |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| PROBIT    | konsentrasi | 3.998    | .314       | 12.717 | .000 | 3.382                   | 4.614       |
| a         | Intercept   | 1.071    | .059       | 18.136 | .000 | 1.012                   | 1.130       |

a. PROBIT model:  $PROBIT(p) = Intercept + BX$  (Covariates X are transformed using the base 10.000 logarithm.)

**Chi-Square Tests**

|        |                              | Chi-Square | df <sup>b</sup> | Sig.              |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 213.205    | 22              | .000 <sup>a</sup> |



**Lampiran 4.8 Analisis Probit Dan Nilai LC<sub>50</sub> Ekstrak Metanol Kontrol n-Heksana Kulit Batang *R. mucronata* Menggunakan SPSS 20**

| Probability         | 95% Confidence Limits for konsentrasi |             |             | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) <sup>b</sup> |             |             |
|---------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
|                     | Estimate                              | Lower Bound | Upper Bound | Estimate  | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT <sup>a</sup> |                                       |             |             |   |             |             |
| .010                | .131                                  | .003        | .276        | -.883   | -2.545      | -.558       |
| .020                | .154                                  | .005        | .306        | -.811   | -2.322      | -.515       |
| .030                | .172                                  | .007        | .326        | -.766   | -2.180      | -.487       |
| .040                | .186                                  | .008        | .342        | -.731   | -2.074      | -.466       |
| .050                | .198                                  | .010        | .356        | -.703   | -1.987      | -.449       |
| .060                | .209                                  | .012        | .368        | -.680   | -1.913      | -.434       |
| .070                | .219                                  | .014        | .379        | -.659   | -1.849      | -.421       |
| .080                | .229                                  | .016        | .390        | -.640   | -1.791      | -.409       |
| .090                | .238                                  | .018        | .399        | -.623   | -1.739      | -.399       |
| .100                | .247                                  | .020        | .408        | -.608   | -1.690      | -.389       |
| .150                | .286                                  | .032        | .448        | -.543   | -1.491      | -.349       |
| .200                | .322                                  | .047        | .483        | -.492   | -1.332      | -.316       |
| .250                | .357                                  | .064        | .516        | -.447   | -1.197      | -.287       |
| .300                | .391                                  | .084        | .548        | -.408   | -1.076      | -.261       |
| .350                | .425                                  | .108        | .581        | -.371   | -.965       | -.236       |
| .400                | .461                                  | .138        | .614        | -.336   | -.860       | -.212       |
| .450                | .498                                  | .174        | .650        | -.303   | -.759       | -.187       |
| .500                | .537                                  | .218        | .690        | -.270   | -.662       | -.161       |
| .550                | .580                                  | .271        | .735        | -.236   | -.567       | -.133       |
| .600                | .627                                  | .336        | .791        | -.203   | -.473       | -.102       |
| .650                | .679                                  | .415        | .865        | -.168   | -.382       | -.063       |
| .700                | .739                                  | .505        | .971        | -.131   | -.297       | -.013       |
| .750                | .810                                  | .603        | 1.142       | -.092   | -.220       | .058        |
| .800                | .896                                  | .701        | 1.432       | -.048   | -.154       | .156        |
| .850                | 1.008                                 | .799        | 1.951       | .004  | -.098       | .290        |
| .900                | 1.170                                 | .909        | 2.981       | .068  | -.041       | .474        |
| .910                | 1.213                                 | .935        | 3.313       | .084  | -.029       | .520        |
| .920                | 1.261                                 | .963        | 3.720       | .101  | -.017       | .571        |
| .930                | 1.317                                 | .993        | 4.228       | .120  | -.003       | .626        |
| .940                | 1.381                                 | 1.028       | 4.883       | .140  | .012        | .689        |
| .950                | 1.459                                 | 1.068       | 5.761       | .164  | .029        | .760        |
| .960                | 1.556                                 | 1.116       | 7.002       | .192  | .048        | .845        |
| .970                | 1.684                                 | 1.176       | 8.911       | .226  | .070        | .950        |
| .980                | 1.870                                 | 1.259       | 12.295      | .272  | .100        | 1.090       |
| .990                | 2.207                                 | 1.399       | 20.468      | .344  | .146        | 1.311       |

**Parameter Estimates**

| Parameter           |           | Estimate | Std. Error | Z      | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|---------------------|-----------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
|                     |           |          |            |        |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| PROBIT <sup>a</sup> | konstrasi | 3.792    | .352       | 10.769 | .000 | 3.102                   | 4.483       |
|                     | Intercept | 1.023    | .064       | 15.987 | .000 | .959                    | 1.087       |

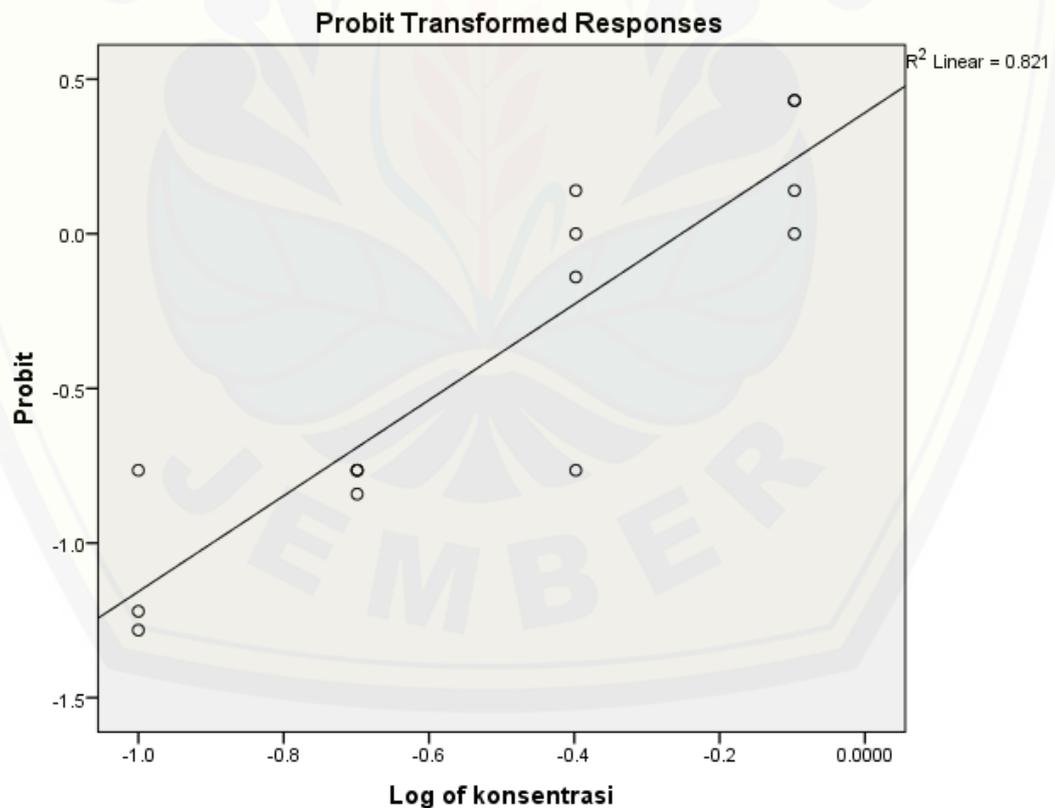
a. PROBIT model:  $PROBIT(p) = Intercept + BX$  (Covariates X are transformed using the base 10.000 logarithm.)

**Chi-Square Tests**

|        |                              | Chi-Square | df <sup>b</sup> | Sig.              |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 204.602    | 17              | .000 <sup>a</sup> |

a. Since the significance level is less than .500, a heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

b. Statistics based on individual cases differ from statistics based on aggregated cases.



**Lampiran 4.9 Analisis Probit dan Nilai LC<sub>50</sub> Ekstrak n-Heksana Kontrol  
Akuades Kulit Batang *R. mucronata* Menggunakan SPSS 20**

| Probability              | 95% Confidence Limits for konsentrasi |             |             | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) <sup>b</sup> |             |             |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
|                          | Estimate                              | Lower Bound | Upper Bound | Estimate  | Lower Bound | Upper Bound |
| PROBIT <sup>a</sup> .010 | .103                                  | .000        | .383        | -.988   | -4.203      | -.416       |
| .020                     | .130                                  | .000        | .442        | -.885   | -3.855      | -.354       |
| .030                     | .151                                  | .000        | .484        | -.820   | -3.635      | -.315       |
| .040                     | .169                                  | .000        | .519        | -.771   | -3.469      | -.285       |
| .050                     | .186                                  | .000        | .549        | -.731   | -3.334      | -.261       |
| .060                     | .201                                  | .001        | .575        | -.697   | -3.219      | -.240       |
| .070                     | .215                                  | .001        | .600        | -.667   | -3.119      | -.222       |
| .080                     | .229                                  | .001        | .623        | -.641   | -3.029      | -.205       |
| .090                     | .242                                  | .001        | .645        | -.616   | -2.947      | -.190       |
| .100                     | .255                                  | .001        | .666        | -.594   | -2.872      | -.177       |
| .150                     | .315                                  | .003        | .760        | -.501   | -2.561      | -.119       |
| .200                     | .373                                  | .005        | .845        | -.428   | -2.314      | -.073       |
| .250                     | .432                                  | .008        | .926        | -.365   | -2.102      | -.033       |
| .300                     | .492                                  | .012        | 1.007       | -.308   | -1.913      | .003        |
| .350                     | .555                                  | .018        | 1.090       | -.256   | -1.738      | .037        |
| .400                     | .623                                  | .027        | 1.176       | -.206   | -1.573      | .070        |
| .450                     | .696                                  | .039        | 1.268       | -.157   | -1.413      | .103        |
| .500                     | .776                                  | .055        | 1.368       | -.110   | -1.257      | .136        |
| .550                     | .866                                  | .079        | 1.479       | -.063   | -1.102      | .170        |
| .600                     | .967                                  | .113        | 1.606       | -.014   | -.946       | .206        |
| .650                     | 1.085                                 | .164        | 1.757       | .035  | -.786       | .245        |
| .700                     | 1.225                                 | .239        | 1.945       | .088  | -.621       | .289        |
| .750                     | 1.395                                 | .356        | 2.197       | .145  | -.449       | .342        |
| .800                     | 1.613                                 | .542        | 2.573       | .208  | -.266       | .410        |
| .850                     | 1.911                                 | .845        | 3.243       | .281  | -.073       | .511        |
| .900                     | 2.365                                 | 1.323       | 4.837       | .374  | .122        | .685        |
| .910                     | 2.490                                 | 1.445       | 5.437       | .396  | .160        | .735        |
| .920                     | 2.633                                 | 1.577       | 6.226       | .420  | .198        | .794        |
| .930                     | 2.800                                 | 1.720       | 7.292       | .447  | .236        | .863        |
| .940                     | 2.999                                 | 1.877       | 8.783       | .477  | .274        | .944        |
| .950                     | 3.243                                 | 2.053       | 10.968      | .511  | .312        | 1.040       |
| .960                     | 3.556                                 | 2.257       | 14.394      | .551  | .354        | 1.158       |
| .970                     | 3.982                                 | 2.507       | 20.341      | .600  | .399        | 1.308       |
| .980                     | 4.628                                 | 2.842       | 32.657      | .665  | .454        | 1.514       |
| .990                     | 5.865                                 | 3.397       | 70.221      | .768  | .531        | 1.846       |

### Parameter Estimates

| Parameter                       | Estimate | Std. Error | Z      | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|---------------------------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
|                                 |          |            |        |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| PROBIT <sup>a</sup> konsentrasi | 2.649    | .244       | 10.839 | .000 | 2.170                   | 3.128       |
| Intercept                       | .291     | .108       | 2.689  | .007 | .183                    | .400        |

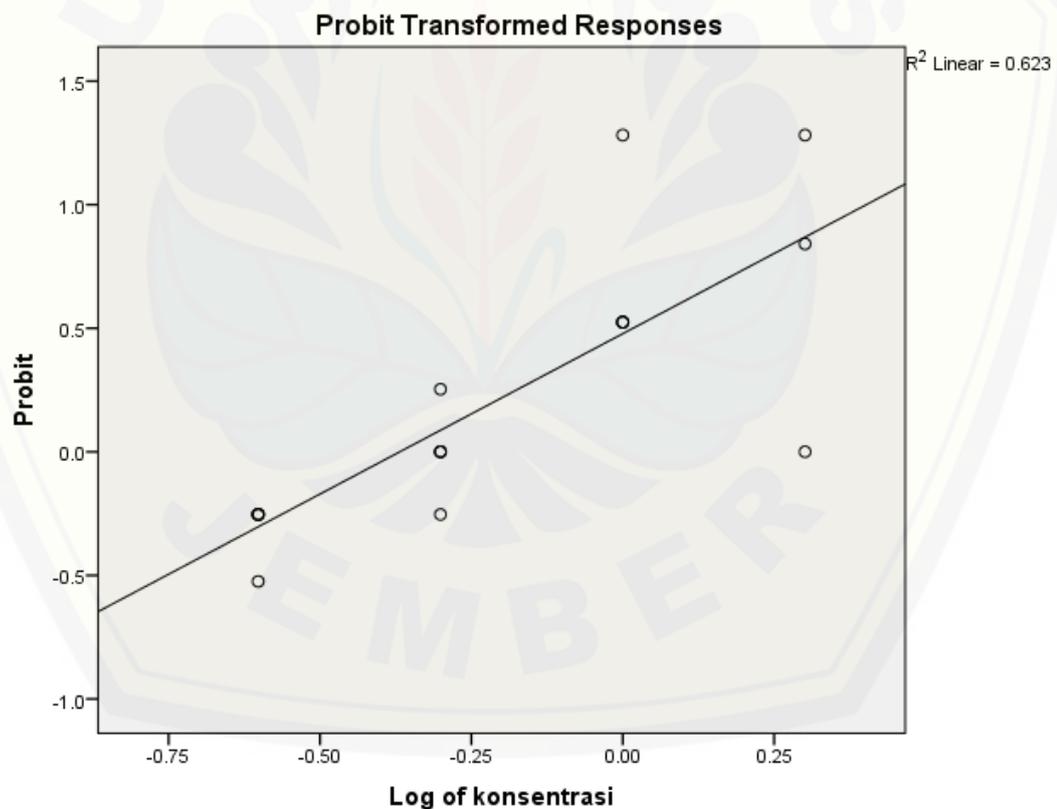
a. PROBIT model:  $\text{PROBIT}(p) = \text{Intercept} + \text{BX}$  (Covariates X are transformed using the base 10.000 logarithm.)

### Chi-Square Tests

|        |                              | Chi-Square | df <sup>b</sup> | Sig.              |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 299.240    | 22              | .000 <sup>a</sup> |

a. Since the significance level is less than .500, a heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

b. Statistics based on individual cases differ from statistics based on aggregated cases.



**Lampiran 4.10 Analisis Probit dan Nilai LC<sub>50</sub> Ekstrak n-Heksana Kontrol  
Metanol Kulit Batang *R. mucronata* Menggunakan SPSS 20**

| Probability         | 95% Confidence Limits for konsentrasi |             |             | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) <sup>b</sup> |             |             |       |
|---------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------|
|                     | Estimate                              | Lower Bound | Upper Bound | Estimate  | Lower Bound | Upper Bound |       |
| PROBIT <sup>a</sup> | .010                                  | .105        | .000        | .369  | -.979       | -3.682      | -.433 |
|                     | .020                                  | .133        | .000        | .426  | -.877       | -3.373      | -.371 |
|                     | .030                                  | .154        | .001        | .467  | -.812       | -3.177      | -.331 |
|                     | .040                                  | .172        | .001        | .500  | -.764       | -3.030      | -.301 |
|                     | .050                                  | .189        | .001        | .530  | -.724       | -2.910      | -.276 |
|                     | .060                                  | .204        | .002        | .556  | -.690       | -2.808      | -.255 |
|                     | .070                                  | .218        | .002        | .580  | -.661       | -2.718      | -.237 |
|                     | .080                                  | .232        | .002        | .602  | -.634       | -2.638      | -.220 |
|                     | .090                                  | .245        | .003        | .623  | -.610       | -2.566      | -.205 |
|                     | .100                                  | .258        | .003        | .644  | -.588       | -2.499      | -.191 |
|                     | .150                                  | .319        | .006        | .735  | -.497       | -2.222      | -.133 |
|                     | .200                                  | .377        | .010        | .818  | -.424       | -2.003      | -.087 |
|                     | .250                                  | .435        | .015        | .898  | -.361       | -1.815      | -.047 |
|                     | .300                                  | .495        | .023        | .977  | -.305       | -1.647      | -.010 |
|                     | .350                                  | .558        | .032        | 1.058   | -.253       | -1.492      | .024  |
|                     | .400                                  | .625        | .045        | 1.142   | -.204       | -1.345      | .058  |
|                     | .450                                  | .698        | .063        | 1.232   | -.156       | -1.204      | .091  |
|                     | .500                                  | .778        | .086        | 1.329   | -.109       | -1.065      | .124  |
|                     | .550                                  | .867        | .118        | 1.438   | -.062       | -.928       | .158  |
|                     | .600                                  | .967        | .162        | 1.562   | -.014       | -.790       | .194  |
|                     | .650                                  | 1.084       | .224        | 1.710   | .035        | -.649       | .233  |
|                     | .700                                  | 1.221       | .314        | 1.894   | .087        | -.504       | .277  |
|                     | .750                                  | 1.390       | .445        | 2.139   | .143        | -.352       | .330  |
|                     | .800                                  | 1.605       | .643        | 2.503   | .205        | -.192       | .398  |
|                     | .850                                  | 1.898       | .945        | 3.139   | .278        | -.024       | .497  |
|                     | .900                                  | 2.344       | 1.398       | 4.584   | .370        | .146        | .661  |
|                     | .910                                  | 2.466       | 1.511       | 5.108   | .392        | .179        | .708  |
|                     | .920                                  | 2.607       | 1.634       | 5.783   | .416        | .213        | .762  |
|                     | .930                                  | 2.770       | 1.767       | 6.676   | .443        | .247        | .825  |
|                     | .940                                  | 2.965       | 1.915       | 7.898   | .472        | .282        | .898  |
|                     | .950                                  | 3.204       | 2.081       | 9.643   | .506        | .318        | .984  |
|                     | .960                                  | 3.510       | 2.276       | 12.298  | .545        | .357        | 1.090 |
|                     | .970                                  | 3.926       | 2.516       | 16.742  | .594        | .401        | 1.224 |
|                     | .980                                  | 4.556       | 2.842       | 25.519  | .659        | .454        | 1.407 |
|                     | .990                                  | 5.761       | 3.387       | 50.414  | .761        | .530        | 1.703 |

**Parameter Estimates**

| Parameter           |             | Estimate | Std. Error | Z      | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|---------------------|-------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
|                     |             |          |            |        |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| PROBIT <sup>a</sup> | konsentrasi | 2.675    | .232       | 11.507 | .000 | 2.219                   | 3.131       |
|                     | Intercept   | .292     | .100       | 2.912  | .004 | .192                    | .392        |

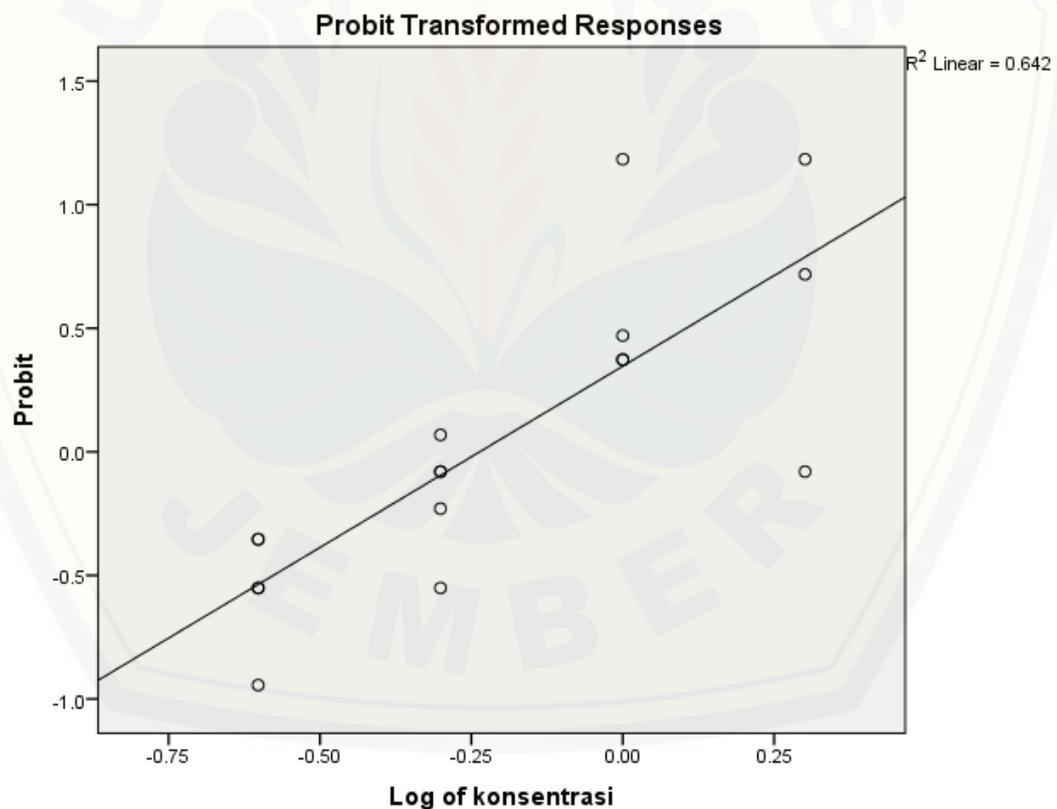
a. PROBIT model:  $PROBIT(p) = Intercept + BX$  (Covariates X are transformed using the base 10.000 logarithm.)

**Chi-Square Tests**

|        |                              | Chi-Square | df <sup>b</sup> | Sig.              |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 306.133    | 22              | .000 <sup>a</sup> |

a. Since the significance level is less than .500, a heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

b. Statistics based on individual cases differ from statistics based on aggregated cases.



**Lampiran 4.11 Analisis Probit dan Nilai LC<sub>50</sub> Ekstrak n-Heksana Kontrol n-Heksana Kulit Batang *R. mucronata* Menggunakan SPSS 20**

| Probability         | 95% Confidence Limits for konsentrasi |             |             | 95% Confidence Limits for log(konsentrasi) <sup>b</sup> |             |             |       |
|---------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------|
|                     | Estimate                              | Lower Bound | Upper Bound | Estimate  | Lower Bound | Upper Bound |       |
| PROBIT <sup>a</sup> | .010                                  | .103        | .000        | .363  | -.988       | -3.705      | -.440 |
|                     | .020                                  | .130        | .000        | .419  | -.886       | -3.395      | -.377 |
|                     | .030                                  | .151        | .001        | .460  | -.822       | -3.199      | -.338 |
|                     | .040                                  | .169        | .001        | .493  | -.773       | -3.052      | -.307 |
|                     | .050                                  | .185        | .001        | .521  | -.733       | -2.932      | -.283 |
|                     | .060                                  | .200        | .001        | .547  | -.700       | -2.830      | -.262 |
|                     | .070                                  | .214        | .002        | .571  | -.670       | -2.740      | -.244 |
|                     | .080                                  | .227        | .002        | .593  | -.644       | -2.660      | -.227 |
|                     | .090                                  | .240        | .003        | .614  | -.620       | -2.588      | -.212 |
|                     | .100                                  | .253        | .003        | .634  | -.598       | -2.521      | -.198 |
|                     | .150                                  | .312        | .006        | .724  | -.506       | -2.244      | -.140 |
|                     | .200                                  | .369        | .009        | .806  | -.433       | -2.024      | -.094 |
|                     | .250                                  | .426        | .015        | .884  | -.370       | -1.837      | -.054 |
|                     | .300                                  | .485        | .021        | .962  | -.314       | -1.668      | -.017 |
|                     | .350                                  | .547        | .031        | 1.041   | -.262       | -1.513      | .018  |
|                     | .400                                  | .612        | .043        | 1.124   | -.213       | -1.366      | .051  |
|                     | .450                                  | .684        | .060        | 1.212   | -.165       | -1.225      | .084  |
|                     | .500                                  | .762        | .082        | 1.308   | -.118       | -1.086      | .117  |
|                     | .550                                  | .849        | .113        | 1.414   | -.071       | -.949       | .151  |
|                     | .600                                  | .948        | .155        | 1.536   | -.023       | -.810       | .186  |
|                     | .650                                  | 1.062       | .214        | 1.681   | .026        | -.669       | .225  |
|                     | .700                                  | 1.197       | .300        | 1.860   | .078        | -.523       | .269  |
|                     | .750                                  | 1.362       | .426        | 2.098   | .134        | -.371       | .322  |
|                     | .800                                  | 1.573       | .617        | 2.449   | .197        | -.210       | .389  |
|                     | .850                                  | 1.860       | .911        | 3.058   | .270        | -.040       | .485  |
|                     | .900                                  | 2.297       | 1.358       | 4.435   | .361        | .133        | .647  |
|                     | .910                                  | 2.417       | 1.470       | 4.934   | .383        | .167        | .693  |
|                     | .920                                  | 2.555       | 1.592       | 5.577   | .407        | .202        | .746  |
|                     | .930                                  | 2.716       | 1.725       | 6.429   | .434        | .237        | .808  |
|                     | .940                                  | 2.907       | 1.872       | 7.594   | .463        | .272        | .880  |
|                     | .950                                  | 3.141       | 2.038       | 9.260   | .497        | .309        | .967  |
|                     | .960                                  | 3.441       | 2.231       | 11.795  | .537        | .348        | 1.072 |
|                     | .970                                  | 3.849       | 2.469       | 16.041  | .585        | .393        | 1.205 |
|                     | .980                                  | 4.468       | 2.792       | 24.429  | .650        | .446        | 1.388 |
|                     | .990                                  | 5.650       | 3.332       | 48.226  | .752        | .523        | 1.683 |

### Parameter Estimates

| Parameter                       | Estimate | Std. Error | Z      | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|---------------------------------|----------|------------|--------|------|-------------------------|-------------|
|                                 |          |            |        |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| PROBIT <sup>a</sup> konsentrasi | 2.673    | .232       | 11.514 | .000 | 2.218                   | 3.128       |
| Intercept                       | .316     | .100       | 3.168  | .002 | .216                    | .416        |

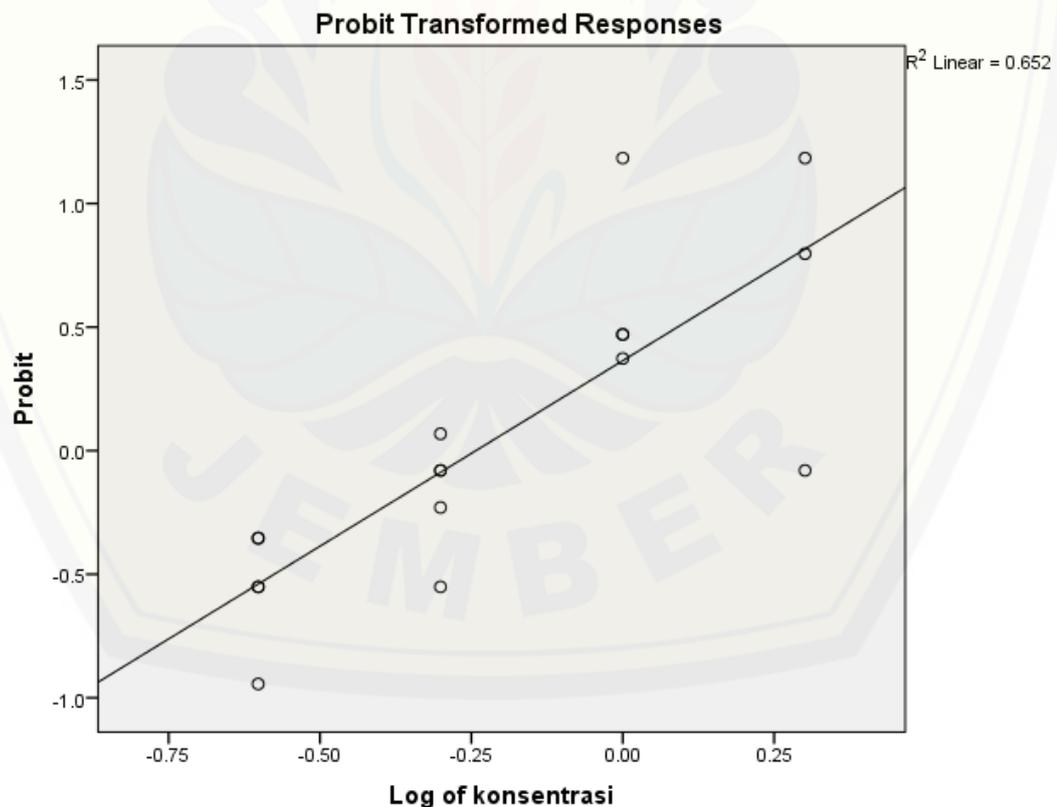
a. PROBIT model:  $\text{PROBIT}(p) = \text{Intercept} + \text{BX}$  (Covariates X are transformed using the base 10.000 logarithm.)

### Chi-Square Tests

|        |                              | Chi-Square | df <sup>b</sup> | Sig.              |
|--------|------------------------------|------------|-----------------|-------------------|
| PROBIT | Pearson Goodness-of-Fit Test | 306.455    | 22              | .000 <sup>a</sup> |

a. Since the significance level is less than .500, a heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

b. Statistics based on individual cases differ from statistics based on aggregated cases.



**Lampiran 4.12 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan Software SPSS 20 Pada Ekstrak Metanol Kontrol Akuades**

**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    |
| .10   | 5  | 18.0000  | 8.36660        | 3.74166    | 7.6115                           | 28.3885     | 10.00   | 30.00   |
| .20   | 5  | 26.0000  | 5.47723        | 2.44949    | 19.1991                          | 32.8009     | 20.00   | 30.00   |
| .40   | 5  | 48.0000  | 10.95445       | 4.89898    | 34.3983                          | 61.6017     | 30.00   | 60.00   |
| .80   | 5  | 64.0000  | 8.94427        | 4.00000    | 52.8942                          | 75.1058     | 50.00   | 70.00   |
| 1.00  | 5  | 100.0000 | 0.00000        | 0.00000    | 100.0000                         | 100.0000    | 100.00  | 100.00  |
| Total | 30 | 42.6667  | 34.03176       | 6.21332    | 29.9590                          | 55.3743     | 0.00    | 100.00  |

**ANOVA**

Mortalitas

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 32386.667      | 5  | 6477.333    | 129.547 | .000 |
| Within Groups  | 1200.000       | 24 | 50.000      |         |      |
| Total          | 33586.667      | 29 |             |         |      |

**Post Hoc Tests**

**Homogeneous Subsets**

**Mortalitas**

Duncan

| konsentrasi | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |         |          |
|-------------|---|-------------------------|---------|---------|---------|----------|
|             |   | 1                       | 2       | 3       | 4       | 5        |
| .00         | 5 | 0.0000                  |         |         |         |          |
| .10         | 5 |                         | 18.0000 |         |         |          |
| .20         | 5 |                         | 26.0000 |         |         |          |
| .40         | 5 |                         |         | 48.0000 |         |          |
| .80         | 5 |                         |         |         | 64.0000 |          |
| 1.00        | 5 |                         |         |         |         | 100.0000 |
| Sig.        |   | 1.000                   | .086    | 1.000   | 1.000   | 1.000    |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**Lampiran 4.13 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan Software SPSS 20 Pada Ekstrak Metanol 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    |
| .10   | 5  | 12.8889  | 5.24699        | 2.34652    | 6.3739                           | 19.4039     | 10.00   | 22.22   |
| .20   | 5  | 21.3333  | 1.21716        | .54433     | 19.8220                          | 22.8446     | 20.00   | 22.22   |
| .40   | 5  | 44.4444  | 13.02893       | 5.82672    | 28.2669                          | 60.6220     | 22.22   | 55.56   |
| .80   | 5  | 62.0000  | 7.30297        | 3.26599    | 52.9322                          | 71.0678     | 50.00   | 66.67   |
| 1.00  | 5  | 100.0000 | 0.00000        | 0.00000    | 100.0000                         | 100.0000    | 100.00  | 100.00  |
| Total | 30 | 40.1111  | 34.71265       | 6.33763    | 27.1492                          | 53.0730     | 0.00    | 100.00  |

**ANOVA**

Mortalitas

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 33935.680      | 5  | 6787.136    | 161.535 | .000 |
| Within Groups  | 1008.395       | 24 | 42.016      |         |      |
| Total          | 34944.075      | 29 |             |         |      |

**Post Hoc Tests**

**Homogeneous Subsets**

**Mortalitas**

Duncan

| konsentrasi | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |         |          |
|-------------|---|-------------------------|---------|---------|---------|----------|
|             |   | 1                       | 2       | 3       | 4       | 5        |
| .00         | 5 | 0.0000                  |         |         |         |          |
| .10         | 5 |                         | 12.8889 |         |         |          |
| .20         | 5 |                         | 21.3333 |         |         |          |
| .40         | 5 |                         |         | 44.4444 |         |          |
| .80         | 5 |                         |         |         | 62.0000 |          |
| 1.00        | 5 |                         |         |         |         | 100.0000 |
| Sig.        |   | 1.000                   | .050    | 1.000   | 1.000   | 1.000    |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**Lampiran 4.14 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan Software SPSS 20 Pada Ekstrak Metanol 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    |
| .10   | 5  | 10.6660  | 7.87945        | 3.52380    | .8824                            | 20.4496     | 0.00    | 22.22   |
| .20   | 5  | 21.3320  | 1.21594        | .54379     | 19.8222                          | 22.8418     | 20.00   | 22.22   |
| .40   | 5  | 44.4440  | 13.03083       | 5.82756    | 28.2641                          | 60.6239     | 22.22   | 55.56   |
| .80   | 5  | 61.7800  | 8.55642        | 3.82655    | 51.1558                          | 72.4042     | 50.00   | 70.00   |
| 1.00  | 5  | 100.0000 | 0.00000        | 0.00000    | 100.0000                         | 100.0000    | 100.00  | 100.00  |
| Total | 30 | 39.7037  | 35.10534       | 6.40933    | 26.5951                          | 52.8122     | 0.00    | 100.00  |

**ANOVA**

Mortalitas

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | 34512.842      | 5  | 6902.568    | 135.089 | .000 |
| Within Groups  | 1226.316       | 24 | 51.097      |         |      |
| Total          | 35739.158      | 29 |             |         |      |

**Post Hoc Tests**

**Homogeneous Subsets**

**Mortalitas**

Duncan

| konsentrasi | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |         |         |          |
|-------------|---|-------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
|             |   | 1                       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6        |
| .00         | 5 | 0.0000                  |         |         |         |         |          |
| .10         | 5 |                         | 10.6660 |         |         |         |          |
| .20         | 5 |                         |         | 21.3320 |         |         |          |
| .40         | 5 |                         |         |         | 44.4440 |         |          |
| .80         | 5 |                         |         |         |         | 61.7800 |          |
| 1.00        | 5 |                         |         |         |         |         | 100.0000 |
| Sig.        |   | 1.000                   | 1.000   | 1.000   | 1.000   | 1.000   | 1.000    |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**Lampiran 4.15 Hasil Analisis Varian (ANOVA) dan Uji Lanjut Duncan dengan *Software* SPSS 20 Pada Ekstrak n-Heksana Kontrol Akuades**

**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    |
| .25   | 5  | 38.0000  | 4.47214        | 2.00000    | 32.4471                          | 43.5529     | 30.00   | 40.00   |
| .50   | 5  | 50.0000  | 7.07107        | 3.16228    | 41.2201                          | 58.7799     | 40.00   | 60.00   |
| 1.00  | 5  | 80.0000  | 14.14214       | 6.32456    | 62.4402                          | 97.5598     | 70.00   | 100.00  |
| 2.00  | 5  | 84.0000  | 20.73644       | 9.27362    | 58.2523                          | 109.7477    | 50.00   | 100.00  |
| 4.00  | 5  | 100.0000 | 0.00000        | 0.00000    | 100.0000                         | 100.0000    | 100.00  | 100.00  |
| Total | 30 | 58.6667  | 35.49972       | 6.48133    | 45.4109                          | 71.9225     | 0.00    | 100.00  |

**ANOVA**

mortalitas

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 33746.667      | 5  | 6749.333    | 57.851 | .000 |
| Within Groups  | 2800.000       | 24 | 116.667     |        |      |
| Total          | 36546.667      | 29 |             |        |      |

**Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets**

mortalitas

Duncan

| konsentrasi | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |          |
|-------------|---|-------------------------|---------|---------|----------|
|             |   | 1                       | 2       | 3       | 4        |
| .00         | 5 | 0.0000                  |         |         |          |
| .25         | 5 |                         | 38.0000 |         |          |
| .50         | 5 |                         | 50.0000 |         |          |
| 1.00        | 5 |                         |         | 80.0000 |          |
| 2.00        | 5 |                         |         | 84.0000 |          |
| 4.00        | 5 |                         |         |         | 100.0000 |
| Sig.        |   | 1.000                   | .092    | .564    | 1.000    |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**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    |
| .25   | 5  | 33.7778  | 7.26908        | 3.25083    | 24.7520                          | 42.8035     | 22.22   | 40.00   |
| .50   | 5  | 46.6667  | 8.42542        | 3.76796    | 36.2051                          | 57.1282     | 33.33   | 55.56   |
| 1.00  | 5  | 78.4444  | 15.18609       | 6.79143    | 59.5884                          | 97.3005     | 66.67   | 100.00  |
| 2.00  | 5  | 83.3333  | 20.78699       | 9.29622    | 57.5229                          | 109.1438    | 50.00   | 100.00  |
| 4.00  | 5  | 100.0000 | 0.00000        | 0.00000    | 100.0000                         | 100.0000    | 100.00  | 100.00  |
| Total | 30 | 57.0370  | 36.02342       | 6.57695    | 43.5857                          | 70.4884     | 0.00    | 100.00  |

**ANOVA**

Mortalitas

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 34486.749      | 5  | 6897.350    | 52.615 | .000 |
| Within Groups  | 3146.173       | 24 | 131.091     |        |      |
| Total          | 37632.922      | 29 |             |        |      |

**Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets**

**Mortalitas**

Duncan

| konsentrasi | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |          |
|-------------|---|-------------------------|---------|---------|----------|
|             |   | 1                       | 2       | 3       | 4        |
| .00         | 5 | 0.0000                  |         |         |          |
| .25         | 5 |                         | 33.7778 |         |          |
| .50         | 5 |                         | 46.6667 |         |          |
| 1.00        | 5 |                         |         | 78.4444 |          |
| 2.00        | 5 |                         |         | 83.3333 |          |
| 4.00        | 5 |                         |         |         | 100.0000 |
| Sig.        |   | 1.000                   | .088    | .506    | 1.000    |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**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    |
| .25   | 5  | 33.7778  | 7.26908        | 3.25083    | 24.7520                          | 42.8035     | 22.22   | 40.00   |
| .50   | 5  | 46.6667  | 8.42542        | 3.76796    | 36.2051                          | 57.1282     | 33.33   | 55.56   |
| 1.00  | 5  | 79.1111  | 14.60171       | 6.53008    | 60.9807                          | 97.2415     | 66.67   | 100.00  |
| 2.00  | 5  | 83.7778  | 20.66189       | 9.24028    | 58.1227                          | 109.4329    | 50.00   | 100.00  |
| 4.00  | 5  | 100.0000 | 0.00000        | 0.00000    | 100.0000                         | 100.0000    | 100.00  | 100.00  |
| Total | 30 | 57.2222  | 36.10536       | 6.59191    | 43.7403                          | 70.7042     | 0.00    | 100.00  |

**ANOVA**

Mortalitas

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 34748.519      | 5  | 6949.704    | 54.582 | .000 |
| Within Groups  | 3055.802       | 24 | 127.325     |        |      |
| Total          | 37804.321      | 29 |             |        |      |

**Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets**

**Mortalitas**

Duncan

| konsentrasi | N | Subset for alpha = 0.05 |         |         |          |
|-------------|---|-------------------------|---------|---------|----------|
|             |   | 1                       | 2       | 3       | 4        |
| .00         | 5 | 0.0000                  |         |         |          |
| .25         | 5 |                         | 33.7778 |         |          |
| .50         | 5 |                         | 46.6667 |         |          |
| 1.00        | 5 |                         |         | 79.1111 |          |
| 2.00        | 5 |                         |         | 83.7778 |          |
| 4.00        | 5 |                         |         |         | 100.0000 |
| Sig.        |   | 1.000                   | .083    | .519    | 1.000    |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**Lampiran 4.18 Surat Keterangan Determinasi Tanaman *Rhizophora mucronata***



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
 Jln. Kalimantan 37 Kampus Tegalboto Kotak Pos 159 Jember 68121  
 Telp. (0331) 334293 Fax (0331) 330225

**SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI**

No. 001 /2018

Ketua Laboratorium Botani Jurusan Biologi dengan ini menerangkan bahwa material tanaman yang dibawa oleh:

Nama : Eka Safitri Lailatul Aini  
 NIP/NIM/NIK : 141810301011  
 Institusi asal : Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember

pada tanggal 27 April 2018, telah diidentifikasi/determinasi berdasarkan buku Panduan Pengenalan Mangrove Di Indonesia, karangan Yus Rusila Noor dkk. halaman 120, adalah :

| No. | Genus      | Species                           | Family         |
|-----|------------|-----------------------------------|----------------|
| 1.  | Rhizophora | <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk. | Rhizophoraceae |

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya

Jember, 02 Mei 2018

Ketua Laboratorium Botani

Dra. Dwi Setyati, M.Si.

NIP. 196404171991032001

Determined by Prof. Sudarmadji, Ph.D