

**PENGARUH EKSTRAK DAUN MIMBA (*Azadirachta indica*), DAUN
SIRSAK (*Annona muricata*), DAN KOMBINASI KEDUANYA SEBAGAI
INSEKTISIDA NABATI TERHADAP ULAT GRAYAK
(*Spodoptera litura* F.)**

SKRIPSI

**Oleh:
WILDA NAILISH SHOFA
NIM. 17620025**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENGARUH EKSTRAK DAUN MIMBA (*Azadirachta indica*), DAUN
SIRSAK (*Annona muricata*), DAN KOMBINASI KEDUANYA SEBAGAI
INSEKTISIDA NABATI TERHADAP ULAT GRAYAK
(*Spodoptera litura* F.)**

SKRIPSI

**Oleh:
WILDA NAILISH SHOFA
NIM. 17620025**

**diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PENGARUH EKSTRAK DAUN MIMBA (*Azadirachta indica*), DAUN
SIRSAK (*Annona muricata*), DAN KOMBINASI KEDUANYA SEBAGAI
INSEKTISIDA NABATI TERHADAP ULAT GRAYAK
(*Spodoptera litura* F.)**

SKRIPSI

Oleh:
WILDA NAILISH SHOFA
NIM. 17620025

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
tanggal: 21 September 2021

Pembimbing I


Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc
NIP. 19920507201903 2 026

Pembimbing II

Mujahidin Ahmad, M.Sc
NIP. 19860512201903 1 002



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

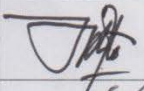
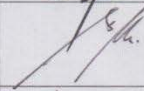
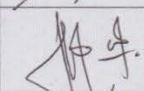


Erika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018200312 2 002

PENGARUH EKSTRAK DAUN MIMBA (*Azadirachta indica*), DAUN SIRSAK (*Annona muricata*), DAN KOMBINASI KEDUANYA SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI TERHADAP ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* F.)

SKRIPSI


Oleh:
WILDA NAILISH SHOFA
NIM. 17620025

telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.)
Tanggal: 18 Oktober 2021

Ketua Penguji	Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. NIP. 19740325200312 1 001	
Anggota Penguji 1	Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si NIP. 1987052220180201 1 232	
Anggota Penguji 2	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc NIP. 19920507201903 2 026	
Anggota Penguji 3	Mujahidin Ahmad, M.Sc NIP. 19860512201903 1 002	



Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi


Dr. Erika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19741018200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kupanjatkan kepada Allah Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya kepadaku sehingga aku dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Engkau berikan kesabaran dan ketabahan untukku dalam menjalani segala ujian cobaan-Mu. Aku persembahkan skripsi ini dengan segala cinta dan kasih kepada Abah Saiful Huda, ibu Lilis Maryati, dan umi' Titik tercinta yang selalu mencurahkan kasih sayang untukku, terimakasih telah mendidik dan membesarkanku dengan cinta dan kasih sayang, selalu mendampingi dan memberikan dukungan moral dan materiil untukku yang tidak pernah bisa kubalaskan dengan apapun.

Terimakasih teruntuk Jawara teman yang selalu mendukung dan memberikan support untukku. Terimakasih juga kuucapkan untuk Mifta, Billa, dan Malinda yang sudah membantuku dalam proses pembuatan skripsi. Terimakasih teruntuk dosenku yang baik hati, Bu Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc dan Bapak Mujahidin Ahmad, M.Sc yang telah sabar dalam membimbingku dan memberikan arahan kepadaku. Kuucapkan juga terimakasih kepada Bapak Dr. Dwi Suheriyanto, M.P dan Bapak Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si yang telah memberikan saran serta kritiknya dalam menyelesaikan tugas akhir.

Terimakasih yang tak terhingga untuk teman seangkatanku Biologi 2017 khususnya kelas A atas kenangan dan kebersamaannya selama ini. Terimakasih juga untuk teman-teman seangkatanku di PP Mahasiswi Al-Azkiya yang memberikan support untukku dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih untuk bantuan juga semangatnya pada kalian teman-temanku yang tidak dapat kusebutkan satu persatu. Terimakasih banyak.

MOTTO

“Alon-alon asal kelakon, ning ora ngremehake wektu”

“When the pain of an obstacle is too great, challenge yourself to be stronger”

“Ketika rasa sakit dari rintangan terlalu besar, tantang dirimu untuk menjadi lebih kuat”

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wilda Nailish Shofa
NIM : 17620025
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*), Daun Sirsak (*Annona muricata*), dan Kombinasi Keduanya sebagai Insektisida Nabati terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 03 September 2021
Yang membuat pernyataan,



Wilda Nailish Shofa

NIM. 17620025

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*), Daun Sirsak (*Annona muricata*), dan Kombinasi Keduanya sebagai Insektisida Nabati terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Wilda Nailish S., Tyas Nyonita Punjungsari, Mujahidin Ahmad

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis, konsentrasi, dan interaksi ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), serta kombinasi keduanya terhadap mortalitas dan perkembangan ulat grayak (*S. litura*), serta untuk mengetahui nilai LC_{50} dari ekstrak daun mimba, daun sirsak, serta kombinasi keduanya. Rancangan penelitian berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan perlakuan yang diujikan meliputi jenis ekstrak daun mimba, daun sirsak, serta kombinasi keduanya; dengan konsentrasi ekstrak yaitu 0%, 5%, 10%, 20%, dan 40%. Ulangan dilakukan tiga kali dengan jumlah larva uji 450 ekor. Parameter yang diamati berupa mortalitas larva, persentase larva menjadi pupa, persentase pupa menjadi imago, dan nilai LC_{50} . Analisis data menggunakan Two Way ANOVA dilanjutkan uji Tukey dan LSD, serta analisis probit dengan program SPSS. Hasil data terdapat pengaruh nyata dari jenis, konsentrasi, serta interaksi ekstrak daun mimba, daun sirsak, dan kombinasi keduanya terhadap mortalitas ulat grayak, dengan perlakuan terbaik yaitu pada jenis ekstrak kombinasi dan konsentrasi 40% menjadi konsentrasi terbaik berdasarkan uji Tukey. Nilai LC_{50} tertinggi sebesar 91,67% pada ekstrak daun mimba, sedangkan terendah sebesar 0,59% pada ekstrak kombinasi. Persentase larva menjadi pupa tertinggi sebesar 70% pada perlakuan kontrol, sedangkan terendah sebesar 0% pada ekstrak tunggal daun mimba dan sirsak konsentrasi 40%, serta ekstrak kombinasi konsentrasi 20% dan 40%. Adapun persentase pupa menjadi imago tertinggi sebesar 76,47% pada perlakuan kontrol, sedangkan terendah sebesar 0% pada ekstrak tunggal daun mimba dan daun sirsak konsentrasi 20% dan 40%, serta ekstrak kombinasi konsentrasi 10%, 20% dan 40%.

Kata kunci: ekstrak daun mimba, daun sirsak, kombinasi, ulat grayak

The Effect Extracts of Neem Tree Leaf (*Azadirachta indica*), Soursop Leaf (*Annona muricata*), and The Combination of Both Leaves as Vegetables Insecticide on Fall Armyworm (*Spodoptera litura* F.)

Wilda Nailish S., Tyas Nyonita Punjungsari, Mujahidin Ahmad

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the type of effects, concentration, and interaction extracts of neem tree leaf (*A. indica*), soursop leaf (*A. muricata*), also the combination of both leaves on the mortality and development of fall armyworm (*S. litura*). It is also to determine the score of LC_{50} from extracts of neem tree leaf, soursop leaf, also the combination of both leaves. The plans of the research consists of Randomized Block Design on a treatments that are tested, they are extracts of neem tree leaf, soursop leaf, also the combination of both leaves; applied on 0%, 5%, 10%, 20%, dan 40% extracts concentration. There are three repetition with an amount of 450 test larvae. The observed parameters consists of larvae's mortality, the presentation of larvae changes into pupa, the presentation of larvae changes into imago, and the LC_{50} score. The data are being analyzed using Two Way ANOVA and continued by Tukey and LSD test, also the Probit analysis using SPSS program. As a result, there is a grand effect from kind, concentration, and extract interaction of neem tree leaf, soursop leaf, also the combination of both leaves on the fall armyworm's mortality. The result can be seen by the well-tested treatment on combination of both extracts with 40% based on Tukey. The highest score of LC_{50} is 91,67% on neem tree leaf's extract. Therefore, the lowest score is 0,59% on the combination extracts. The highest presentation of larvae's changing into pupa is 70% on control treatment, while the lowest is 0% on singular's extract of neem tree and soursop with 40% presentation, also the combination extract on 20% and 40% concentration. Therefore, the pupa changes into imago's presentation is 76,47% on its highest by control treatment. The lowest is 0% on singular extract of neem tree leaf and soursop leaf with 20% dan 40% concentration, also the combination extract of 10%, 20% and 40% concentration.

Keywords: extract of neem tree leaf, soursop leaf, combination, fall armyworm

مستخلص البحث

تأثير خلاصة ورق النيم (أزاديراشتا إنديك)، ورق سيرسك (أنونا موريكاتا)، والضم بين هما كمبيد الحشري النباتي على دودة جرايك (سودويترا ليتورا ف.).

ويلدا نايليش س. ، تياس نيونيتا بونجوتجساري ، مجاهدين أحمد

قسم البيولوجي، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

يقام هذا البحث لمعرفة تأثير نوع وتركيز وتفاعل خلاصة النيم (أ. إنديك)، ورق سيرسك (أ. موريكاتا)، والضم بين هما على معدل الموت وتطور دودة جرايك (س. ليتورا)، ولمعرفة نتيجة LC50 و من خلاصة ورق النيم (أ. إنديك)، ورق سيرسك (أ. موريكاتا)، وضم من كليهما. يعتقد البحث في مختبر قسم البيولوجي، قرية جاجاكان، منطقة سامبونج، مقاطعة بلورا، ومعهد الأركية، منطقة مرجوساري، مدينة مالانج. كان تصميم البحث في شكل التصميم العشوائي الكامل مع المعالجات المختبرة التي تشمل نوع خلاصة ورق النيم (أ. إنديك)، ورق سيرسك (أ. موريكاتا)، وضم من كليهما؛ بتركيزات خلاصة 0%، 5%، 10%، 20%، 40%. التكرار ثلاث مرات مع عدد يرقات الاختبار 450 ذيل. الموجة الملاحظة هي موت اليرقات، النسبة المئوية لليرقات تصبح الشرنقة، النسبة المئوية للشرنقة تصبح إيماجو، LC50 و تحليل البيانات باستخدام *Two Way ANOVA* متبوعًا باختبار *Tukey, LSD* وتحليل بروبيت باستخدام برنامج *SPSS*. أظهرت نتائج البيانات وجود التأثير الحقيقي لنوع وتركيز وتفاعل خلاصة النيم (أ. إنديك)، ورق سيرسك (أ. موريكاتا)، والضم بين هما على معدل الموت لدودة جرايك، مع أجود العلاج هو خلاصة ضم بتركيز 40% بناءً على اختبار *Tukey*. أعلى قيمة LC50 91.67% في خلاصة ورق النيم (أ. إنديك)، أما أقل قيمة 0.59% في خلاصة الضم. كانت قيمة أعلى ل 7.166 ساعة في خلاصة ورق سيرسك (أ. موريكاتا)، أما كانت قيمتها أقل ل 3.457 ساعة في خلاصة الضم. كان أعلى النسبة المئوية لليرقات تصبح الشرنقة 70% في معاملة الضابطة، أما الأقل 0% في الخلاصة الفردي لورق النيم (أ. إنديك) سيرسك (أ. موريكاتا) بتركيز 40%، وخلاصة الضم 20%. حصلت أعلى النسبة المئوية للشرنقة تصبح إيماجو 73.68% في معاملة الضابطة، أما الأقل 0% في الخلاصة الفردي لورق النيم (أ. إنديك) وورق سيرسك (أ. موريكاتا) بتركيزات 20% و 40%. وكذلك خلاصة الضم بتركيز 10% و 20% و 40%.

الكلمات الرئيسية: خلاصة ورق النيم، ورق سيرسك، والضم بين ورق، دودة جرايك.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia serta hidayah-Nya. Tak lupa shalawat serta salam teruntuk junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menuntaskan skripsi yang berjudul “Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*), Daun Sirsak (*Annona muricata*) dan Kombinasi Keduanya Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)”. Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc dan Mujahidin Ahmad, M.Sc selaku pembimbing I dan II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama menyusun skripsi
5. Suyono, M.P selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberikan masukan terhadap penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan baik
6. Seluruh dosen dan laboran Program Studi Biologi yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang berlimpah kepada penulis selama menuntut ilmu
7. Orang tua dan segenap keluarga penulis atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan
8. Teman-teman Biologi yang telah memberikan support dan do'anya. Terimakasih atas kebersamaan yang telah terbangun selama ini

Semoga amal baik yang diberikan mendapat balasan dari Allah Subhanahu Wata'ala. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca diterima dengan terbuka demi perbaikan laporan ini dapat menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Malang, Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vi
HALAMAN PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
مستخلص البحث.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Hipotesis.....	10
1.5 Manfaat Penelitian	11
1.6 Batasan Masalah.....	11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Islam Tentang Serangga	12
2.2 Manfaat Tumbuhan dalam Kajian Islam.....	14
2.3 Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	16
2.3.1 Morfologi Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.)	17

2.3.2 Siklus Hidup Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F.).....	18
2.3.3 Gejala Serangan	22
2.4 Tanaman Mimba (<i>Azadirachtin indica</i>).....	24
2.4.1 Morfologi Tanaman Mimba (<i>Azadirachtin indica</i>).....	25
2.4.2 Kandungan Metabolit Sekunder Mimba (<i>Azadirachtin indica</i>).....	26
2.5 Tanaman Sirsak (<i>Annona muricata</i>)	30
2.5.1 Morfologi Tanaman Sirsak (<i>Annona muricata</i>).....	31
2.5.2 Kandungan Metabolit Sekunder Sirsak (<i>Annona muricata</i>)	31
2.6 Insektisida	36
2.6.1 Jenis Insektisida	37
2.6.2 Insektisida Nabati.....	38
2.7 <i>Lethal Concentration 50% (LC₅₀)</i>	40

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian.....	42
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	42
3.3 Alat dan Bahan.....	43
3.3.1 Alat.....	43
3.3.2 Bahan	43
3.4 Variabel Penelitian	43
3.5 Prosedur Penelitian.....	44
3.5.1 Penyiapan Tanaman Pakan	44
3.5.2 Penyiapan Larva Uji.....	44
3.5.3 Pembuatan Ekstrak Daun Mimba (<i>Azadirachtin indica</i>) dan Daun Sirsak (<i>Annona muricata</i>)	45
3.5.4 Pengenceran Ekstrak Daun Mimba (<i>Azadirachtin indica</i>), Daun Sirsak, (<i>Annona muricata</i>) dan Kombinasi Keduanya.....	45
3.5.5 Pengaplikasian Insektisida Nabati Pada Larva <i>S. litura</i> F	46
3.6 Teknik Pengambilan Data	47
3.7 Teknik Analisis Data.....	47

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mortalitas Larva <i>S. litura</i> Akibat Pemberian Insektisida Nabati Ekstrak Daun Mimba (<i>A. indica</i>), Daun Sirsak (<i>A. muricata</i>) dan Kombinasi Keduanya.....	50
4.1.1 Pengaruh Jenis Insektisida Nabati Ekstrak daun Mimba (<i>A. indica</i>), Daun Sirsak (<i>A. muricata</i>), dan Kombinasi Keduanya Terhadap Mortalitas Larva <i>S. litura</i>	50
4.1.2 Pengaruh Konsentrasi Insektisida nabati Ekstrak daun Mimba (<i>A. indica</i>), Dan Sirsak (<i>A. muricata</i>), dan Kombinasi Keduanya Terhadap Mortalitas Larva <i>S. litura</i>	53
4.1.3 Pengaruh Interaksi Antara Jenis Ekstrak Insektisida Nabati Terhadap Mortalitas <i>S. litura</i>	58
4.2 Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (<i>A. indica</i>), Daun Sirsak (<i>A. muricata</i>), dan Kombinasi Keduanya Terhadap Perkembangan Pupa dan Imago <i>S. litura</i>	63
4.3 Penggunaan Ekstrak Daun Mimba (<i>A. indica</i>), Daun Sirsak (<i>A. muricata</i>), dan Kombinasi Keduanya dalam Pandangan Islam	68

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran.....	72

DAFTAR PUSTAKA	73
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	78
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

4.1 Pengaruh Beberapa Jenis Ekstrak Insektisida Nabati Terhadap Mortalitas larva <i>S. litura</i> Pada 144 JSA dan 168 JSA.....	51
4.2 Pengaruh Beberapa Konsentrasi Ekstrak Insektisida Nabati Terhadap Mortalitas larva <i>S. litura</i> Pada 144 JSA dan 168 JSA	54
4.3 Presentase Mortalitas Larva <i>S. litura</i>	55
4.4 Nilai LC ₅₀ Ekstrak Daun Mimba (<i>A. indica</i>), Daun Sirsak (<i>A. muricata</i>), dan Kombinasi Keduanya Pada Beberapa Waktu	56
4.5 Pengaruh Interaksi Antara Jenis dan Konsentrasi Ekstrak Insektisida Nabati Terhadap Mortalitas Larva <i>S. litura</i> Pada 144 JSA dan 168 JSA	59
4.6 Persentase Larva <i>S. litura</i> yang Menjadi Pupa dan Imago.....	63

DAFTAR GAMBAR

2.1 Fase Telur Ulat Grayak (<i>Spodoptera litura</i> F).....	19
2.2 Fase Larva <i>Spodoptera litura</i> F	21
2.3 Fase Pupa <i>Spodoptera litura</i> F.....	21
2.4 Fase Imago <i>Spodoptera litura</i> F.....	22
2.5 Gejala Serangan Larva <i>Spodoptera litura</i> F. Pada Daun	24
2.6 Tanaman Mimba (<i>Azadirachtin indica</i>).....	25
2.7 Struktur Senyawa Azadirachtin.....	26
2.8 Struktur Senyawa Nimbine	28
2.9 Struktur Senyawa Saponin	29
2.10 Tanaman Sirsak (<i>Annona muricata</i>)	31
2.11 Struktur Senyawa Annonaceous Acetogenin	32
2.12 Struktur Senyawa Flavonoid.....	34
2.13 Struktur Senyawa Alkaloid	34
2.14 Struktur Senyawa Tanin.....	35
2.15 Mortalitas Larva <i>S.litura</i>	60
2.16 Pupa Ulat Grayak (<i>S.litura</i>)	65
2.17 Imago Ulat Grayak (<i>S.litura</i>)	67

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perhitungan Pengenceran Ekstrak Insektisida Nabati.....	78
2. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 24 JSA	79
3. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 48 JSA	81
4. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 72 JSA	83
5. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 96 JSA	85
6. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 120 JSA	87
7. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 144 JSA	89
8. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 168 JSA	91
9. Nilai LC_{50}	100
10. Hasil Pengamatan Larva yang Menjadi Pupa	121
11. Hasil Pengamatan Pupa yang Menjadi Imago	122
12. Dokumentasi Penelitian	123

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Serangga dalam kehidupan manusia memiliki peranan penting. Keberadaan serangga dapat dianggap menjadi hama apabila bersifat merugikan, misalnya sebagai vektor penyakit atau perusak tanaman pertanian sehingga menurunkan hasil panen. Serangga hama yang bersifat fitofag biasanya memakan berbagai bagian dari tanaman semisal daun, batang, bunga, dan akar. Contoh dari serangga fitofag yaitu ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) (Meilin, 2016).

Larva *S. litura* merupakan hama bersifat polifag yang artinya memiliki banyak inang dalam banyak famili. Larva *S. litura* menjadi hama utama dalam merusak beberapa tanaman pertanian contohnya tanaman kedelai, cabai, padi, jagung, tomat, sawi dan kangkung (Marwoto, 2008). Hama ini mampu menyerang keseluruhan stadium tumbuh baik generatif ataupun vegetatif. Serangan dari serangga ini yaitu pada stadia larva, larva yang baru menetas akan bergerak menuju permukaan daun dan melubangi epidermis daun. Hama ini dapat menyebabkan daun serta bunga tanaman menjadi sobek dan berlubang. Terjadinya ledakan populasi ulat grayak seiring dengan perubahan iklim, terutama pada musim kering disertai melimpahnya sumber makanan (Pabbage, 2007).

Gejala serangan dari hama ini yaitu timbulnya lubang-lubang pada daun tanaman, sehingga apabila tidak diatasi dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Serangan ulat grayak dapat mengakibatkan penurunan produksi panen tanaman kedelai mencapai 80% atau gagal panen apabila tidak

segera dikendalikan (Marwoto, 2008). Pengendalian larva *S. litura* telah dilakukan baik secara mekanis ataupun biologis, upaya yang dilakukan petani hingga kini umumnya mengandalkan insektisida sintesis (Pabbage, 2007).

Tohir (2010) memaparkan bahwa pengendalian menggunakan insektisida sintesis dinilai lebih efektif, penerapannya lebih mudah, dan diketahui hasilnya cepat. Namun insektisida sintesis yang digunakan terus-menerus membawa dampak buruk diantaranya, resurgensi hama utama, resistensi hama sasaran, pencemaran lingkungan, dan munculnya hama sekunder. Sembel (2010) menyatakan bahwasanya penggunaan insektisida sintesis terlalu sering menyebabkan hama menjadi resisten saat digunakannya dosis lebih tinggi. Insektisida sintesis meninggalkan residu yang tidak dapat diurai, sehingga menimbulkan pencemaran baik di dalam air minum, air sumur, tanah, bahkan hasil komoditas tanaman yang diberi perlakuan insektisida sintesis (Tohir, 2010).

Penggunaan insektisida sintesis dalam jangka panjang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Allah Subhanahu Wata'ala menyebutkan tentang larangan manusia untuk berbuat kerusakan di muka bumi, sebagaimana termaktub dalam Al-Qur'an surat Al-A'raf ayat 56 yang berbunyi:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: *Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik (QS. Al-A'raf [7]: 56).*

Ibnu Katsir (2003) dalam tafsir Ibnu Katsir jilid 3 menjelaskan secara tersurat mengenai larangan Allah Subhanu Wata'ala kepada manusia untuk

berbuat kerusakan di muka bumi. Allah melarang makhluk ciptaan-Nya untuk berbuat kerusakan setelah memperbaikinya. Timbulnya kerusakan akibat perbuatan manusia dapat berdampak lebih buruk bagi manusia sendiri dan lingkungannya. Allah memberikan rahmat dan nikmat-Nya bagi hamba yang menaati perintah dan menjauhi seluruh larangan-Nya.

Shihab (2002) dalam tafsir *Al-Misbah* menjelaskan secara eksplisit bahwasanya tindakan pengrusakan di muka bumi merupakan perbuatan yang melampaui batas. Allah memperbaiki kerusakan dan mendorong manusia untuk lebih taat beribadah dan berdo'a dalam rasa takut dengan harapan do'anya akan terkabul. Sesungguhnya Allah Subhanahu Wata'ala menurunkan rahmat-Nya paling dekat kepada hamba-Nya yang senantiasa berbuat baik, termasuk menghindari perbuatan merusak lingkungan. Penggunaan insektisida sintesis berdampak buruk pada lingkungan dan makhluk ciptaan-Nya.

Resistensi hama terhadap insektisida sintesis seiring waktu mengalami perkembangan, sehingga menyadarkan sebagian masyarakat akibat dampak negatif penggunaan insektisida sintesis secara kontinyu. Terjadinya dampak negatif menimbulkan dorongan untuk dilakukannya pengembangan teknik pengendalian hama pada tanaman yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan dengan memanfaatkan bagian tanaman sebagai bahan pembuatan insektisida nabati (Ambarningrum, 2012).

Insektisida nabati merupakan insektisida alami terbuat dari bagian tertentu tanaman yang mengandung senyawa aktif bersifat racun bagi serangga hama. Insektisida nabati diperoleh melalui proses ekstraksi dan pengenceran. Sifat dari

insektisida nabati diantaranya memperlambat terjadinya resistensi, mudah untuk dipadukan dengan metode pengendalian hama lain, mudah terurai sehingga tidak meninggalkan residu, dapat menjaga keseimbangan ekosistem karena relatif aman bagi organisme bukan sasaran, dan menjamin keberlanjutan usaha tani (Dadang, 2008).

Pemanfaatan insektisida nabati sebagai alternatif dalam mengurangi penggunaan insektisida sintesis merupakan salah satu karunia yang diturunkan Allah untuk umat-Nya dalam mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan pemakaian insektisida sintesis. Hal ini berkaitan dengan Hadits Rasulullah Shallallahu ‘alaihi wasallam, sebagaimana berikut:

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Artinya: “ *Setiap penyakit ada obatnya. Apabila ditemukan obat yang tepat untuk suatu penyakit, akan sembuhlah penyakit itu dengan izin Allah 'azza wajalla.*” (HR Muslim, 4085).

Hadits Rasulullah yang diriwayatkan Muslim (2003) menjelaskan bahwasanya setiap penyakit yang diturunkan Allah pasti terdapat penyembuhnya. Ungkapan setiap penyakit terdapat penawarnya bersifat umum, termasuk seluruh jenis penyakit yang telah dikenali ataupun belum. Apabila dianalisis lebih lanjut, Allah menurunkan segala jenis penyakit namun kita sebagai manusia belum menemukannya, hal ini dikarenakan pengetahuan kita yang terbatas. Rasulullah Shallallahu ‘alaihi wasallam memberikan motivasi kepada manusia untuk mengusahakan kesembuhan bagi setiap penyakit. Insektisida sintesis menjadi salah satu faktor yang dapat membahayakan kesehatan konsumen dikarenakan residu kimia yang tertinggal, dan mencemari lingkungan. Maka diperlukan

alternatif lain yang bersifat ramah lingkungan, salah satunya memanfaatkan bagian tertentu tanaman sebagai bahan insektisida nabati.

Tanaman yang dilaporkan berpotensi sebagai bahan insektisida nabati diantara banyak tanaman lainnya yaitu tanaman mimba (*A. indica*) dan sirsak (*A. muricata*). Masito (2014) memaparkan bahwa daun sirsak (*A. muricata*) mengandung beberapa senyawa aktif diantaranya tanin, *annonaceous acetogenin*, alkaloid, dan flavonoid. Pradana (2015) menyatakan bahwa *annonaceous acetogenins* adalah senyawa aktif yang terdapat dalam famili *Annonaceae* dengan sifat toksik. Senyawa ini bekerja dengan mengganggu proses respirasi seluler yang berakibat pada terganggunya proses pembentukan energi, hal ini mengakibatkan tidak tercukupinya kebutuhan metabolisme serangga. Santi (2008) menyatakan bahwa flavonoid dan alkaloid bekerja sebagai racun perut dengan menghambat kerja pencernaan serangga saat memasuki tubuh hama. Sedangkan Pabbage (2007) memaparkan bahwa tanin merupakan senyawa aktif yang bekerja dengan memblokir protein dan mengganggu kerja pencernaan serangga.

Lebang (2016) pada penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwasanya ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) dalam konsentrasi 20% berpengaruh terhadap mortalitas walang sangit (*L. acuta*) dengan persentase rata-rata kematian sebesar 83%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirsak berpotensi untuk dijadikan insektisida nabati. Daun sirsak memiliki kandungan senyawa metabolit yang mampu mempengaruhi kesintasan larva *S. litura*. Selain tanaman sirsak, terdapat tanaman mimba (*A. indica*) yang memiliki senyawa aktif bersifat racun bagi

hama. Javandira (2016) memaparkan bahwa insektisida nabati dari tanaman mimba telah memenuhi persyaratan dari para ahli FAO. Insektisida dari tanaman ini telah digunakan di beberapa negara, contohnya Amerika Serikat.

Dewi (2017) memaparkan bahwa di dalam daun mimba (*A. indica*) terdapat senyawa aktif bersifat racun bagi hama yaitu azadirachtin, nimbine, alkaloid, flavonoid, dan tanin. Senyawa azadirachtin bekerja dengan mengganggu proses pergantian kulit hama (*ekdisis*) hingga pertumbuhannya terganggu. Senyawa nimbine bekerja sebagai antivirus serta meliantriol sebagai penolak hama (*repellent*). Javandira (2016) menyatakan bahwa senyawa aktif flavonoid dan alkaloid dapat bertindak sebagai racun perut (*stomach poisoning*) apabila tertelan bersamaan dengan pakan larva. Selain itu, senyawa aktif ini mampu mengganggu reseptor perasa di daerah mulut hama. Senyawa tanin dihasilkan oleh tanaman sebagai pertahanan diri dari serangga dengan cara menghalanginya dalam proses mencerna makanan. Tanin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makan dengan cara mengikat protein pada sistem pencernaan sehingga proses penyerapan protein terganggu (Javandira, 2016).

Dewi (2017) memaparkan dalam penelitiannya bahwa ekstrak daun mimba dalam konsentrasi 25% mampu mematikan 100% larva lalat *Sarchopaga* pada pengamatan ke-7 hari. Masing-masing tanaman mimba dan sirsak berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Selain itu, insektisida nabati berbahan daun mimba dan daun sirsak dapat dikombinasikan untuk meningkatkan efektivitas masing-masing senyawa aktif tumbuhan. Menurut Supriadi (2013)

pengkombinasian insektisida nabati ditujukan untuk meningkatkan efektivitas, memperkecil biaya, dan menekan terjadinya resistensi hama.

Penelitian yang dilakukan Wahid (2010) menyatakan bahwa pemberian insektisida nabati kombinasi dari daun mimba dan sirsak menunjukkan keefektifitasan lebih tinggi dalam menekan tingkat kerusakan daun akibat serangan hama ulat kantong dengan persentase sebesar 12,98%, dibandingkan aplikasinya secara individual baik insektisida daun mimba sebesar 26,6%, dan insektisida dari daun sirsak sebesar 25,32%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat interaksi sinergistik dari kombinasi insektisida berbahan ekstrak daun mimba dan sirsak. Kombinasi dari kedua bahan meningkatkan efektivitas dari senyawa aktif masing-masing dalam menekan dan menghambat aktivitas makan ulat kantong.

Pada penelitian lainnya dari Asmaliyah (2009) menyebutkan kombinasi antara tanaman mimba dan sirsak sebagai insektisida nabati mampu menekan serangan hama *Pagodiella* sp. pada persemaian bibit *Rhizophora apiculata* dibandingkan masing-masing insektisida tunggal. Dari segi ekonomi perlakuan kombinasi mampu meningkatkan efisiensi pengendalian hama karena dibutuhkan kuantitas lebih sedikit untuk memperoleh efek pengendalian sama. Tanaman mimba (*A. indica*), dan sirsak (*A. muricata*) dapat digunakan sebagai insektisida nabati baik tunggal ataupun kombinasi dengan kombinasi sebagai hasil terbaik.

Potensi masing-masing daun mimba (*A. indica*) dan daun sirsak (*A. muricata*) sebagai insektisida nabati dalam mengendalikan serangan larva *S. litura* telah diteliti sebelumnya, namun untuk perlakuan kombinasi ekstrak daun mimba dan daun sirsak sebagai insektisida nabati dalam mengendalikan serangan larva *S.*

litura belum pernah diteliti. Maka dari itu, perlu diketahui pengaruh jenis, konsentrasi, dan interaksi insektisida nabati dari daun mimba, daun sirsak dan kombinasi keduanya dalam mengendalikan serangan hama ini. Perlu dilakukan perhitungan LC_{50} untuk mengetahui efektifitas masing-masing insektisida nabati dalam membunuh larva *S. litura*. Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Kesehatan Lingkungan (2012) memaparkan bahwasanya *Lethal Concentration 50* (LC_{50}) merupakan perhitungan dalam menentukan keefektivan suatu senyawa dengan menghitung berapa konsentrasi yang tepat dalam mematikan 50% populasi uji.

Penelitian ini menggunakan jenis insektisida nabati dari ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya dengan konsentrasi yang digunakan adalah konsentrasi bertingkat diantaranya 0% (kontrol), 5%, 10%, 20%, dan 40%. Hal ini mengacu pada penelitian Rathi (2005) yang menggunakan konsentrasi bertingkat. Konsentrasi bertingkat ditujukan untuk mengetahui beberapa pengaruh dari tingkatan konsentrasi dengan minimum variasi. Selain itu, menggunakan dasar penelitian Mpila (2011) dengan membuat larutan uji konsentrasi 5%; 10%; 20%; dan 40% dengan cara melarutkan 0.05 ml; 0.1 ml; 0.2 ml; dan 0.4 ml ekstrak kedalam pelarut etanol 98% hingga mencapai takaran 1 ml. Melihat potensi daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya sebagai insektisida nabati, maka perlu dilakukan pengujian mengenai pengaruh ekstrak daun mimba, daun sirsak, dan kombinasi keduanya, serta efek lanjutannya sebagai insektisida nabati terhadap hama ulat grayak (*S. litura*).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis ekstrak insektisida nabati dari daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya terhadap mortalitas ulat grayak (*S. litura* F.)?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi ekstrak insektisida nabati dari daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya terhadap mortalitas ulat grayak (*S. litura* F.)?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara jenis ekstrak insektisida nabati dengan konsentrasi terhadap mortalitas ulat grayak (*S. litura* F.)?
4. Bagaimana efek lanjutan pemberian insektisida nabati dari ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya setelah perlakuan terhadap perkembangan pupa dan imago ulat grayak (*S. litura* F.)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan permasalahan yang ada adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh jenis insektisida nabati dari daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya terhadap mortalitas ulat grayak (*S. litura* F.)

2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak insektisida nabati dari daun mimba (*A.indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya terhadap mortalitas ulat grayak (*S. litura* F.)
3. Untuk mengetahui pengaruh interaksi antara jenis ekstrak insektisida nabati dengan konsentrasi terhadap mortalitas ulat grayak (*S. litura* F.)
4. Untuk mengetahui efek lanjutan pemberian insektisida nabati dari ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya setelah perlakuan terhadap perkembangan pupa dan imago ulat grayak (*S. litura* F.)

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh jenis insektisida nabati dari daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya terhadap ulat grayak (*S. litura*)
2. Terdapat pengaruh konsentrasi ekstrak insektisida nabati dari daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya terhadap ulat grayak (*S. litura*)
3. Terdapat pengaruh interaksi antara jenis ekstrak insektisida nabati dengan konsentrasi terhadap mortalitas ulat grayak (*S. litura*)
4. Terdapat efek lanjutan pemberian insektisida nabati dari ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A.muricata*), dan kombinasi keduanya setelah perlakuan terhadap perkembangan pupa dan imago ulat grayak (*S. litura*)

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi bagi peneliti dan pembaca terkait pemanfaatan insektisida nabati berbahan daun mimba, daun sirsak, dan kombinasi keduanya terhadap hama ulat grayak (*S. litura* F.)
2. Mengetahui efek lanjutan dari larva *S. litura* setelah diaplikasikan insektisida nabati berbahan daun mimba, daun sirsak, dan kombinasi keduanya

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Daun mimba (*A.indica*) yang digunakan adalah daun segar yang tumbuh pada bagian daun ketiga dari ujung hingga sebelum pangkal daun.
2. Daun sirsak (*A. muricata*) yang digunakan adalah daun segar yang berasal dari pohon yang telah berbuah dengan bagian daun nomor tiga hingga lima dari ujung.
3. Penelitian ini menggunakan tiga ulangan dan 15 perlakuan
4. Konsentrasi ekstrak yang digunakan adalah 0% sebagai kontrol, 5%, 10%, 20%, dan 40%
5. Objek penelitian ini adalah mortalitas ulat grayak (*S. litura* F.) instar III. Pakan yang diberikan adalah daun sawi
6. Variabel yang diamati adalah mortalitas ulat grayak (*S. litura* F.), dan efek lanjutan perkembangan larva *S. litura* yang menjadi pupa, dan imago

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Islam Tentang Serangga

Allah Subhanahu Wata'ala adalah pencipta dari semua makhluk. Dia sebagai pemilik nama *Al-Qadir* yang artinya “Yang Maha Menentukan”, setiap yang Dia tetapkan pasti akan terjadi. Sesuai firman Allah Subhanu Wata'ala dalam QS. Asy-Syura ayat 29 yang berbunyi sebagai berikut:

وَمِنْ آيَاتِهِ خَلْقُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا بَثَّ فِيهِمَا مِنْ دَابَّةٍ وَهُوَ عَلَىٰ جَمْعِهِمْ إِذَا يَشَاءُ قَدِيرٌ ﴿٢٩﴾

Artinya: *Di antara (ayat-ayat) tanda-tanda-Nya ialah menciptakan langit dan bumi dan makhluk-makhluk yang melata yang Dia sebarkan pada keduanya. Dan Dia Maha Kuasa mengumpulkan semuanya apabila dikehendaki-Nya (QS. Asy-Syura [42]: 29).*

Shihab (2012) memaparkan secara implisit bahwa Allah Subhanahu Wata'ala menciptakan segala sesuatunya termasuk langit, dan bumi beserta makhluk yang telah disebar-Nya di alam semesta. Allah merupakan pencipta yang Maha Agung dan dapat mengumpulkan setiap makhluk ciptaan-Nya dalam masa pembangkitan untuk dihitung amalan ibadahnya. Al-Qurthubi (2008) dalam tafsir Al-Qurthubi menjelaskan bahwasanya Allah Subhanahu Wata'ala menunjukkan tanda-tanda kebesaran-Nya dengan menciptakan langit dan bumi beserta isinya. Terdapat kata *Ad-Dabbah* yang diartikan makhluk melata. Makna tersirat dari kata *Ad-Dabbah* dapat dikaitkan dengan makhluk melata atau makhluk lainnya. Ayat tersebut menafsirkan bahwasanya Allah menciptakan bermacam jenis makhluk hidup yang bergerak, dan bernyawa untuk disebar

dan dikumpulkan di hari akhir. Makhluk hidup disini meliputi berbagai jenis, salah satunya serangga.

Serangga yang menyebabkan terjadinya kerusakan juga dijelaskan dalam ayat Al-Qur'an, diantaranya QS. Saba' ayat 14 yang menyebutkan rayap, dan QS. Al-A'raaf ayat 133 yang menyebutkan belalang dan kutu. Rayap dapat berbuat kerusakan di lingkungan perumahan, sedangkan kutu dan belalang dapat mengakibatkan rusaknya tanaman pertanian. Berikut firman Allah dalam surah Al-A'raf ayat 133:

فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ وَالْقُمَّلَ وَالضَّفَادِعَ وَالْدَّمَ ءآيَاتٍ مُّفَصَّلَاتٍ فَاسْتَكْبَرُوا وَكَانُوا قَوْمًا
مُجْرِمِينَ ﴿١٣٣﴾

Artinya: *Maka Kami kirimkan kepada mereka topan, belalang, kutu, katak dan darah sebagai bukti yang jelas, tetapi mereka menyombongkan diri dan mereka adalah kaum yang berdosa (Al-A'raf [7]: 133).*

Ibnu Katsir (2003) dalam tafsir Ibnu Katsir jilid 3 menjelaskan bahwasanya kata *Al-jarad* diartikan dengan belalang, sedangkan *Al-Qummal* diartikan sebagai kutu atau binatang serupa dengan kutu. Diriwayatkan Allah mengirimkan angin topan, belalang, kutu, katak, dan darah secara beruntun kepada kaum Fir'aun akibat keangkuhan serta keingkaran atas kebenaran berita yang disampaikan Allah melalui Nabi Musa. Dikirimkanlah belalang serta kutu yang merusak rumah, tanaman-tanaman, dan makanan mereka sehingga kaum Fir'aun tidak dapat tidur dengan tenang. Allah mengirimkan bencana berupa serangan serangga belalang dan kutu untuk mereka sebagai peringatan agar tunduk dan taat kepada-Nya.

Allah menurunkan beberapa jenis serangga yang sifatnya merusak, agar manusia tidak menyombongkan dirinya dan tunduk pada kekuasaan Allah.

Kehadiran stadia larva dari *Spodoptera litura* atau ulat grayak dapat menimbulkan kerugian pada manusia dengan menurunkan hasil panen. Marwoto (2008) memaparkan bahwa serangan ulat grayak dapat mengakibatkan penurunan produksi panen mencapai 80% atau gagal panen apabila tidak segera dikendalikan. Ulat grayak bersifat *polyfag* dan rentan dalam merusak berbagai jenis tanaman budidaya petani.

2.2 Manfaat Tumbuhan dalam Kajian Islam

Berbagai macam jenis tumbuhan yang ada di muka bumi merupakan ciptaan Allah Subhanu Wata'ala. Dia-lah yang menciptakan segala sesuatunya dengan banyak hikmah dan pelajaran didalamnya. Hal ini tertulis dalam surah At-Thaha ayat 53 yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ
أَنْبُوتًا مِنْ تَبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya: *Tuhan yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam* (QS. Thaha [20]: 53).

Al-Qurthubi (2008) menjelaskan secara eksplisit bahwa Allah menciptakan bumi menjadi hamparan untuk ditinggali makhluk ciptaan-Nya, menjadikan jalan-jalan untuk dilalui, dan menumbuhkan bermacam jenis tumbuhan dengan air hujan untuk dimanfaatkan secukupnya. Shihab (2002) dalam tafsir *Al-Misbah* mengartikan kata *Nabaatin* sebagai tumbuhan, yang menjelaskan secara eksplisit bahwa Allah Subhanahu Wata'ala menurunkan hujan dari langit yang berguna

untuk menumbuhkan bermacam jenis tumbuhan. Ayat diatas memaparkan bahwasanya Allah menciptakan berbagai macam tumbuhan agar dapat dimanfaatkan manusia sebagai ilmu pengetahuan dan mencukupi kebutuhan. Allah menjadikan berbagai macam tumbuhan yang hidup sebagai salah satu kenikmatan bagi makhluk ciptaan-Nya. Allah menganugerahkan pemeliharaan dan nikmat kepada hamba-Nya, dengan kuasa Allah maka dijadikanlah bumi berupa hamparan dan dibukalah jalan-jalan untuk dapat dilalui.

Setiap makhluk yang hidup di muka bumi diciptakan Allah Subhanahu Wata'ala tidak dalam keadaan sia-sia. Penciptaan langit dan bumi beserta isinya merupakan tanda-tanda kekuasaan yang ditunjukkan Allah. Tanda kekuasaan Allah di alam semesta hanya diketahui oleh ulul albab (orang yang berdzikir dan berpikir, senantiasa ingat kepada Allah dalam segala kondisi). Hal ini sesuai dengan surat Al-Imran ayat 190-191 yang berbunyi sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ
 اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا
 سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: *Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka (QS. Al-Imran [3]: 190-191).*

Ibnu Katsir (2001) menjelaskan bahwasanya semua makhluk yang diciptakan Allah Subhanahu Wata'ala tidak ada yang sia-sia. Ayat tersebut dapat ditafsirkan secara eksplisit bahwasanya Allah Subhanahu Wata'ala menciptakan

segala sesuatunya pasti terdapat hikmah. Allah menjadikan bumi sebagai tempat ujian ketaatan manusia terhadap-Nya. Tumbuhan termasuk makhluk yang diciptakan Allah Subhanu Wata'ala dengan beragam manfaat didalamnya. Beberapa jenis tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai racun bagi hama tanaman pertanian diantaranya adalah tanaman sirsak (*A.muricata*) dan mimba (*A. indica*).

Tanaman sirsak dilaporkan memiliki aktivitas insektisida, senyawa aktif acetogenin yang terkandung dalam daun sirsak berguna sebagai racun penolak serangga. Hal ini sesuai dengan penelitian Ambarningrum (2012) melaporkan bahwa daun sirsak yang diekstraksi pada konsentrasi 2,5% dapat menghambat nafsu makan larva *S. litura* sebesar 65,6%. Pada konsentrasi 10% ekstrak daun sirsak didapatkan persentase penurunan aktivitas makan paling tinggi sebesar 90%. Tanaman mimba juga berpotensi sebagai insektisida nabati. Menurut Rajab (2018) dalam penelitiannya memaparkan bahwa ekstrak daun mimba pada konsentrasi 20% mampu mempengaruhi mortalitas hama kutu daun dengan persentase 97,5%.

2.3 Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Nama *S. litura* F. dikenal petani dengan nama ulat grayak atau ulat tentara. *Spodoptera litura* F. merupakan famili dari Noctuidae dan salah satu hama yang memiliki sifat polifag. Selain itu, hama ini memiliki jumlah inang yang luas sehingga berpotensi menjadi hama bagi bermacam jenis tanaman pertanian buah maupun sayuran. Serangan ulat grayak menyebabkan terjadinya penurunan

kualitas dan kuantitas hasil panen, sehingga perlu segera diatasi agar tidak terjadi kegagalan panen (Noma, 2010).

Noma *et. al* (2010) memaparkan klasifikasi ulat grayak sebagaimana berikut:

Kingdom: Animalia

Phyllum: Arthropoda

Class: Insecta

Order: Lepidoptera

Famili: Noctuidae

Genus: Spodoptera

Species: *Spodoptera litura* F.

Ulat grayak memiliki persebaran yang luas, baik daerah lembab hingga panas, dan dari tropis hingga subtropis. Ulat grayak banyak tersebar di benua Australia hingga Asia. Hama ini tersebar di Indonesia dalam cakupan meliputi: Papua, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Maluku, Nusa Tenggara, Bali, Aceh, Sumatera Selatan, Jambi, dan Jawa (Musyahadah, 2015).

2.3.1 Morfologi Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Ulat grayak memiliki ciri khas pada setiap ruasnya terdapat gambar berbentuk bulan sabit berwarna hitam. Pada samping punggung ulat grayak terdapat garis kuning. Ulat grayak lebih banyak melakukan aktivitas makan di malam hari, apabila wilayah tersebut tidak memiliki sediaan makanan yang cukup, maka ulat grayak akan berpindah ke lahan pertanian lain untuk mencari

makan. Pada siang hari ulat grayak akan berada di dalam tanah yang dangkal untuk bersembunyi dan menghindari panas/kekeringan. Terdapat 5 fase pertumbuhan ulat grayak dimulai dari telur, larva, kepompong, serangga muda, dan serangga dewasa (Novizan, 2002).

Larva *S. litura* F. memiliki tahapan 5 instar. Instar I berumur 2-3 hari, dengan ciri-ciri tubuh berbulu halus dan berwarna kuning, kepala memiliki lebar kisaran 0,2-0,3 mm. Instar II berumur 2-4 hari dicirikan dengan panjang tubuh kisaran 3,75-10 mm dan berwarna hijau, rambut halus tidak tampak lagi, bagian dorsal terdapat garis putih dari toraks hingga ujung abdomen, sedangkan bagian abdomen pertama terdapat garis hitam. Instar III berumur 2-3 hari dicirikan dengan panjang tubuhnya kisaran 8-15 mm dengan bulatan hitam di sepanjang tubuh, dan garis zig zag di bagian lateral abdomen berwarna putih. Instar IV berumur 2-4 hari dicirikan dengan panjang tubuh kisaran 13-20 mm dan memiliki beragam warna yaitu hijau keunguan, hijau kekuningan, serta hitam. Instar V merupakan larva instar akhir berumur 4-6 hari dengan panjang kisaran 35-50 mm, pada larva instar ini akan bergerak dan menjatuhkan diri ke permukaan tanah untuk selanjutnya masuk dalam fase pra-pupa. (Umiati, 2012). Gambaran perkembangan instar tiap larva dapat dilihat pada (Lampiran 12).

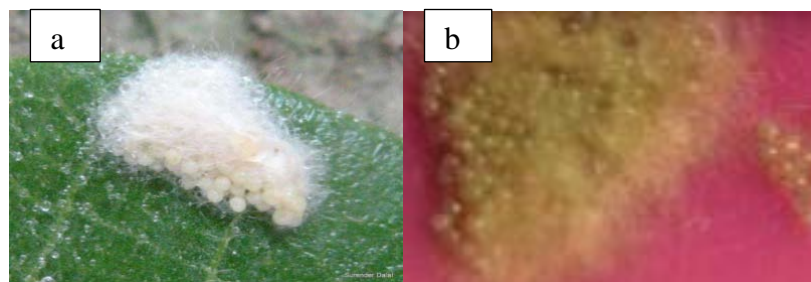
2.3.2 Siklus hidup Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Fase hidup ulat grayak yaitu dari telur, larva, pupa, dan imago (ngengat). Maka dari itu, ulat grayak bertipe metamorfosa holometabola. Lukman (2009) memaparkan bahwasanya holometabola merupakan serangga yang memiliki fase

metamorfosis sempurna. Berikut penjelasan dari fase-fase ulat grayak (*S. litura* F.):

1. Telur

Telur *S. litura* F. diletakkan imago betina di malam hari, telur berbentuk bulat telur/ bulat. Biasanya imago betina meletakkan telur di bawah permukaan daun dengan bagian dasar melekat pada daun (terkadang tersusun atas dua lapis). Jumlah telur yang diletakkan berbeda kisaran antara 100 hingga 1600 butir. Kisaran waktu penetasan untuk memasuki fase larva antara 4-6 hari. Awalnya telur berwarna putih pucat dan seiring waktu berubah menjadi coklat ketika akan menetas. Telur biasanya menetas di waktu pagi hari atau menjelang malam hari. Setelah menetas masuklah fase larva instar I dimana larva ini akan tetap berkumpul untuk sementara, hingga memasuki instar selanjutnya, larva kemudian menyebar (Tjahjadi, 2010).



Gambar 2.1 (a) Fase awal telur berwarna putih (b) Telur yang akan menetas ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan (Fattah, 2016)

2. Larva

Stadia larva terdiri atas 5 instar. Instar merupakan waktu yang menjadi keciri khasan larva baru menetas sampai menuju kedewasaan dengan

ditandai *ekdisis*. Hormon yang mempengaruhi pergantian kulit adalah hormon edikson. Hormon ini berfungsi sebagai pemicu dan perangsang *ekdisis* serta menjadi pendorong bagi perkembangan karakteristik dan perubahan ulat menjadi imago (Tengkano, 2005).

Ciri-ciri *S. litura* F. stadium larva yaitu pada setiap ruas-ruas abdomen terdapat dua bintik hitam menyerupai bulan sabit, khususnya pada ruas keempat dan ketujuh dengan dibatasi garis dorsal membujur hingga sepanjang badan berwarna kuning dan garis lateral. Ulat yang memasuki fase baru menetas berwarna putih atau hampir tidak terlihat dan bagian toraksnya berwarna hitam (Tengkano, 2005).

Pada larva Instar awal kebanyakan menyebar pada bagian pucuk daun untuk menggerak daun sehingga terbentuk lubang-lubang pada kapiler daun. Larva instar akhir memiliki sifat yang hampir sama dengan ulat tanah, perbedaan yang dimiliki terdapat tanda menyerupai bulan sabit, dengan warna hijau keunguan atau hitam dan garis punggung lebih gelap di sepanjang tubuh yang dimiliki ulat grayak. Pada larva instar akhir memiliki kisaran panjang mencapai 5 cm. Larva ini nantinya bergerak hingga menjatuhkan dirinya ke tanah untuk memasuki fase pra-pupa yang kemudian akhirnya berubah menjadi pupa. Stadium larva berlangsung kurang lebih selama 13-17 hari (Tengkano, 2005)



Gambar 2.2 Larva *Spodoptera litura* (Fattah, 2016)

3. Pupa

Sebelum mengalami fase pupa *S.litura* F. mengalami fase prapupa. Masa prapupa merupakan peralihan antara larva yang akan memasuki fase pupa. Pada saat itu larva akan berpuasa dan tidak aktif bergerak atau diam serta diiringi pemendekan tubuh. Masa prapupa berkisar 1-2 hari. Pupa *S. litura* berwarna merah kegelapan dengan kisaran panjang 15-20 mm. Bentuk pupa *S. litura* F. tumpul pada bagian kepala dan meruncing di ujungnya. Pembentukan pupa terjadi di permukaan tanah yang dangkal ataupun tanah yang berongga. Stadia pupa berlangsung antara 7-10 hari (Tengkano, 2005).



Gambar 2.3 Fase pupa *Spodoptera litura* F. (Fattah, 2016)

4. Imago

Imago atau ngengat memiliki kisaran panjang 10-14 mm dengan rentang sayap antara 2,4-3 cm. Ukuran tubuh imago jantan dan betina

berbeda. Imago jantan berukuran ± 17 mm sedangkan imago betina berukuran ± 14 mm. Warna sayap depan putih keabuan, dan bagian tengah sayap terdapat tiga pasang bintik berwarna silver. Sayap bagian tepi cokelat gelap, sedangkan warna pada sayap bagian belakang adalah putih. Imago biasanya muncul di sore dan malam hari. Imago jantan akan terbang di atas tanaman di pagi hari, sedangkan imago betina berdiam diri di area tanaman untuk melepaskan feromon (Noma, 2010). Imago biasanya menghisap sari madu yang berasal dari bunga tanaman. Kebanyakan imago betina bertelur pada pada jenis tanaman yang telah berbunga misalnya tanaman polong, jagung, dan sayuran. Hal ini bertujuan agar telur yang baru menetas mendapatkan sumber makanan yang cukup (Pracaya, 2007).



Gambar 2.4 Fase imago *Spodoptera litura* F. (Fattah, 2016)

2.3.3 Gejala Serangan

Larva *S. litura* F. termasuk serangga hama yang memiliki ketahanan tubuh yang tinggi sehingga perkembangbiakannya sulit untuk dikendalikan. Ulat grayak memiliki inang dengan kisaran yang luas, hampir seluruh jenis tanaman pertanian (hortikultura dan pangan) (Musyahadah, 2015). Serangan larva *S. litura*

dapat menurunkan hasil dan kualitas panen, serangan larva *S. litura* pada tanaman kedelai dapat mencapai kerusakan 80% hingga menyebabkan kegagalan panen (Marwoto, 2008).

Hama ini memiliki kemampuan merusak yang terletak pada perkembangan instarnya. Larva instar II dan III memakan daun dengan meninggalkan tulang daunnya. Larva instar IV sampai V dapat memakan seluruh daun hingga tanpa sisa. Serangan larva *Spodoptera litura* F. bersifat berkelompok dan serentak (Marwoto, 2008). Daun yang mengalami kerusakan akan berakibat pada terganggunya mekanisme fotosintesis tanaman, sehingga menyebabkan hilangnya hasil panen. Hilangnya hasil panen tergantung persentase tingkat kerusakan. Daun yang rusak pada persentase 12,5% dapat menimbulkan kerugian materi setara dengan budget aplikasi pestisida sebanyak dua kali (Tengkano, 2005).

Larva instar akhir memakan daun baik tua maupun muda. Gejala serangan berupa daun menjadi rusak dan tidak beraturan, terdapat lubang-lubang pada daun. Terkadang larva instar akhir akan menyerang tunas dan bunga tanaman. Larva instar akhir memiliki kemampuan makan besar. Daun dan buah yang habis dimakan ulat akan gundul apabila terjadi serangan berat. Serangan berat biasanya terjadi pada kemarau hingga menyebabkan penggundulan daun. Larva *S. litura* F. biasanya menyerang tanaman pertanian diantaranya bawang merah, kacang-kacangan, cabai, sawi, kubis, kentang dan padi (Marwoto, 2008).



Gambar 2.5 Gejala serangan larva *Spodoptera litura* F. pada daun (Musyahadah, 2015)

2.4 Tanaman Mimba (*A. indica*)

A. indica atau dikenal sebagai tanaman mimba memiliki klasifikasi sebagai berikut menurut Sukrasno (2003):

Kingdom: Plantae

Division: Spermatophyta

Class: Dicotyledone

Order: Rutales

Famili: Meliaceae

Genus: *Azadirachta*

Species: *Azadirachta indica*

Mimba merupakan tanaman yang berasal dari negara India. Pada negara Indonesia mimba dapat ditemukan di Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Nusa Tenggara dan Bali. Tanaman mimba dapat tumbuh di dataran rendah serta lahan dengan tanah kering. Mimba dapat tumbuh pada ketinggian antara 1-800 dpl. Tanaman mimba memiliki banyak nama daerah diantaranya Jawa (mimba dan imbha), Madura (membha dan mempheuh), Bali (intaran dan mimba) serta nama asing *neem tree* (Inggris), *margostree*, *margosier* (Wibawa, 2019).

2.4.1 Morfologi Tanaman Mimba (*A. indica*)

Tanaman mimba adalah tanaman berhabitus pohon dengan tinggi batang dapat mencapai 20 m. Kulit batang mimba memiliki lapisan yang tebal dan tekstur batang yang kasar. Daun mimba berbentuk oval dengan ujung runcing, tepi bergerigi, dan menyirip genap. Mimba menghasilkan buah dalam kurun waktu setahun sekali, kisaran antara bulan desember-januari, buah dari tanaman mimba berbentuk lonjong, dengan warna hijau muda apabila belum matang dan berubah warna menjadi kuning ketika masak. Biji mimba ditutupi oleh lapisan keras berwarna coklat gelap, batang mimba bengkok sehingga kayunya tidak berukuran besar (Wibawa, 2019).

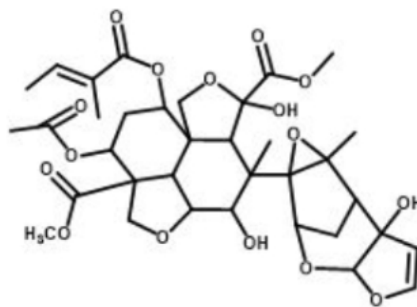
Susunan daun mimba spiralis dan berkumpul di ujung rantai. Jumlah genap pada anak daun terletak di ujung tangkai, jumlah helaian daun berkisar 8-16. Daun memiliki ketebalan yang tipis dengan tepi bergerigi. Panjang helaian daun berkisar antara 5-6 cm, dan lebar 2-4 cm. Pangkal daun miring, dan ujungnya meruncing. Tulang daun menyirip dengan cabang utama tulang daun yang sejajar. Tanaman mimba dapat diperbanyak dengan beberapa cara yaitu melalui cangkok, stek, dan penanaman biji. Mimba berbuah umumnya mulai pada usia 3-5 tahun, hasilnya dapat mencapai 50 kg per satu pohonnya (Wibawa, 2019).



Gambar 2.6 Tanaman mimba (*Azadirachta indica*) (Wibawa, 2019)

2.4.2 Kandungan Senyawa Aktif Mimba (*A. indica*)

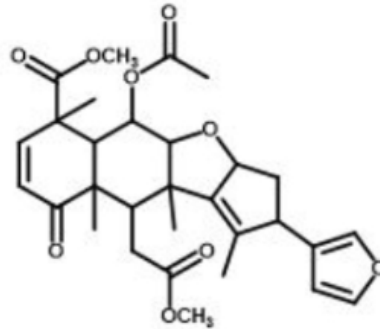
Wibawa (2019) melaporkan dalam penelitiannya bahwa daun mimba mengandung beberapa senyawa aktif bersifat racun bagi hama, diantaranya azadirachtin, nimbine, flavonoid dan terpenoid. Dewi (2017) memaparkan bahwasanya azadirachtin merupakan senyawa metabolit sekunder utama dari tanaman mimba. Azadirachtin terbentuk dalam substansi yang termasuk dari molekul organik tetranortriterpenoids. Azadirachtin berguna sebagai *ecdysion blocker*, *antifeedant*, dan mengganggu sistem reproduksi dan perkembangan hama. Senyawa ini apabila termakan hama dalam kapasitas kecil akan mengakibatkan hama tidak dapat bergerak dan perlahan mati.



Gambar 2.7 Struktur senyawa azadirachtin (Khare, 2007)

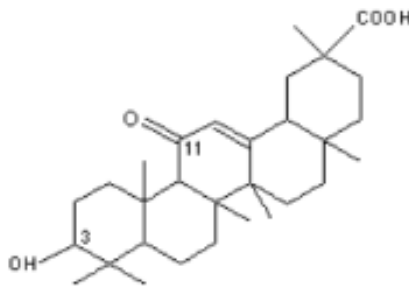
Senyawa azadirachtin merupakan bahan aktif yang dapat digunakan dalam mengganggu pertumbuhan serangga hama, baik pada fase larva, pupa dan imago. Mekanisme kerja dari senyawa azadirachtin adalah dengan mengganggu proses metabolisme hormon otak (*brain hormone*). Azadirachtin berefek primer dengan bekerja sebagai *antifeedant* dan penolak makan melalui stimulasi spesifikasi pada *chemoreceptor* bagian mulut serangga dan berakibat mengganggu respon makan. Senyawa ini juga mengganggu proses pergantian kulit serangga dengan

menghambat kerja hormon ecdison. Dampak fisiologis yang terjadi pada serangga akibat senyawa azadirachtin terjadi secara langsung dan tidak langsung. Dampak langsungnya azadirachtin berpengaruh terhadap sel-sel dan jaringan, sel yang telah menyerap azadirachtin akan menghambat sintesis protein. Dampak secara tidak langsung berpengaruh terhadap endokrin. Azadirachtin mempengaruhi *neurosecretory* otak untuk menyumbat hormon PTTH (*hormone prothoracicotropic*), serta *allatostatins*. Hormon tersebut mengatur fungsi kelenjar *prothoracic* dan *corpora allata*. Hormon moulting (20-hidroxy-ecdysone) yang terdapat pada kelear *prothoracic* dalam pergantiannya mengontrol kutikula dan ecdisis (*extrication* dari kutikula lama). *Juvenile hormone* (JH) yang terdapat pada *corpora allata* mengatur pembentukan serangga pada tahap remaja. Kedua hormon sebelumnya pada keadaan dewasa berguna mengendalikan dekoposisi kuning telur. Gangguan yang sering terjadi yaitu kemandulan dan nonfungsional pada mulut. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan maka jumlah racun yang memasuki tubuh hama semakin banyak. Kompleksitas dari struktur molekuler azadirachtin yang dapat menghalangi terjadinya sintesis secara struktural telah membentuk dasar penggunaan mimba sebagai pestisida. Azadirachtin mudah diabsorpsi tumbuhan, masuk secara sistemik, serta racun kontak dengan kadar kecil. Azadirachtin memiliki spektrum yang luas untuk mengendalikan serangga contohnya ulat, belalang dan trips. Selain itu, dalam daun mimba (*A. indica*) mengandung senyawa aktif nimbine dan salannin. (Dewi, 2017).



Gambar 2.8 Struktur senyawa nimbine (Khare, 2007).

Senyawa salannin bekerja sebagai penghambat nafsu makan hama (*antifeedant*). Senyawa nimbine bekerja sebagai antivirus serta meliantriol sebagai penolak hama (*repellent*). Meliantriol dan salannin dapat menyebabkan serangga menolak makan, tetapi tidak berpengaruh dalam proses pergantian kulit (Dewi, 2017). Selain itu, berdasarkan uji fitokimia yang dilakukan Javandira (2016) pada tanaman mimba terdapat kandungan senyawa aktif yang berguna sebagai pestisida diantaranya alkaloid, flavonoid, tanin dan saponin. Senyawa alkaloid pada tanaman mimba memiliki sifat toksik, senyawa alkaloid dan flavonoid dapat berfungsi sebagai racun perut (*Stomach poisoning*). Maka dari itu, apabila senyawa flavonoid dan alkaloid memasuki tubuh hama melalui pakan yang tertelan akan mengganggu kerja pencernaan. Mekanisme kerja flavonoid dengan menyerang sistem saraf di beberapa organ penting serangga sehingga menimbulkan kelemahan saraf misalnya pernapasan serta kontraksi jantung hingga menyebabkan kematian. (Lebang, 2016).



Gambar 2.9 Struktur senyawa saponin (Illing, 2017).

Tanin pada tanaman mimba sebagai pelindung dari serangan dalam jaringan maupun luar jaringan. Selain itu, tanin juga berfungsi sebagai antifeedant dan racun perut. Racun perut berpengaruh terhadap metabolisme larva, sebab racun yang tersisa akan diedarkan dengan darah sehingga dapat mempengaruhi sistem metabolisme (Javandira, 2016). Cara kerja senyawa aktif ini dengan masuk dalam tubuh serangga kemudian mengakibatkan terjadinya hemolisis darah dan melemahnya sistem saraf. Sel saraf yang mengalami kerusakan akan berakibat pada turunnya nafsu makan dan akhirnya tubuh serangga mati lemas, sedangkan terjadinya hemolisis pada hemoglobin pernapasan berakibat pada lumpuhnya sistem saraf pusat sehingga mengakibatkan terganggunya laju pernapasan serangga, dan mengakibatkan kematian (Nurhudiman, 2018). Saponin dapat bekerja sebagai racun perut dan racun kontak, dimana senyawa ini apabila masuk ke dalam tubuh larva melalui mulut akan berakibat pada keracunan (Arismawati, 2017). Saponin yang bekerja sebagai racun kontak dapat menurunkan tegangan permukaan kulit serangga serta mengikat sterol bebas dalam sistem pencernaan. Sterol adalah prekursor dari hormon edikson, apabila sterol bebas mengalami penurunan maka proses pergantian kulit akan terganggu dan merusak sistem fisiologi serangga (Widodo, 2005).

2.5 Tanaman Sirsak (*A. muricata*)

Tanaman sirsak berasal dari Amerika sekitar Peru, Meksiko, dan Argentina, selanjutnya tanaman ini tersebar di kawasan Asia. Kata sirsak berasal dari bahasa Belanda “Zuurzak” yang artinya kantung asam. Menurut Apriliana (2016) klasifikasi dari tanaman sirsak adalah sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Division: Spermatophyta

Class: Magnoliopsida

Order: Magnoliales

Famili: Annonaceae

Genus: Annona

Species: *Annona muricata*

Tanaman sirsak merupakan tanaman yang dapat ditemukan di berbagai tempat sehingga memiliki banyak nama daerah. Sirsak termasuk tanaman tahunan yang dimanfaatkan buahnya untuk dikonsumsi. Daging buah sirsak berwarna putih dan bercita rasa asam sehingga beberapa orang banyak yang menyukainya karena dirasa segar. Tanaman sirsak dapat ditemukan di Indonesia dengan cakupan luas meliputi Jawa, Sumatera, Nusa Tenggara, Sulawesi dan Papua. Tanaman sirsak dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang mempunyai ketinggian kisaran dari 1000 meter di atas permukaan laut (Kurniasih, 2015).

2.5.1 Morfologi Tanaman Sirsak (*A. muricata*)

Secara morfologi daun sirsak berbentuk bulat memanjang dengan ujung daun lancip. Helaian daun melekat pada tangkai daun dengan permukaan licin. Daun muda tanaman ini berwarna hijau muda/hijau kekuningan, sedangkan daun tua berwarna hijau gelap. Daun sirsak kaku dan tebal serta tegak atau menyirip di urat daun utama. Daun sirsak berbau tidak sedap (Rukmana, 2015).

Batang sirsak berkayu dengan tipe bunga sempurna dan termasuk golongan bunga tunggal/*flos simplex* yang berpistil majemuk. Mahkota bunga terdiri atas 6 sepal dengan 2 lingkaran, bentuk menyerupai segitiga, kaku serta tebal. Daging buah bertekstur lunak berbentuk segmen, berserat berair banyak, berwarna putih pucat, rasa manis agak asam, dan beraroma khas. Buah sirsak masuk dalam golongan buah sejati berganda. Biji sirsak berkulit keras, ujung tumpul dan berbentuk pipih. Jumlah biji sirsak berkisar 20-70 butir biji normal (Sunarjono, 2005).

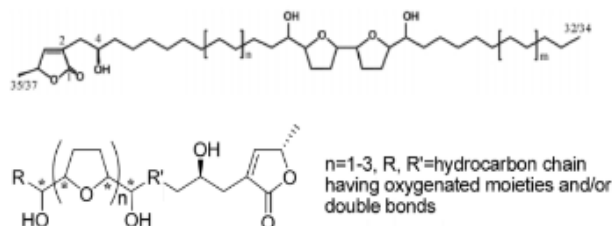


Gambar 2.10 Tanaman Sirsak (*Annona muricata*) (Rukmana, 2015)

2.5.2 Kandungan Senyawa Aktif Sirsak (*A. muricata* L.)

Hasil pengujian yang dilakukan Desiyanti (2016) menyebutkan bahwa dalam daun sirsak terdapat kandungan flavonoid, saponin, dan terpenoid.

Ambarningrum (2012) memaparkan bahwa dalam daun sirsak terdapat senyawa aktif *annonaceous acetogenin*, flavonoid, saponin, dan alkaloid. Menurut Suryawinata (2016) bahwa kandungan *Annonaceous acetogenin* merupakan senyawa utama yang terdapat pada *A. muricata*, senyawa ini dapat diisolasi dari daun, biji, batang dan akar. Senyawa *annonaceous acetogenin* bekerja secara racun kontak dengan masuk kedalam tubuh melalui kutikula sehingga menyebabkan gangguan pada fisik serangga dan dapat mengganggu proses pencernaan hama apabila tertelan. *Annonaceous acetogenin* memiliki derivat diantaranya *asimiscin*, *squamocin*, dan *bulatacin* (Jannah, 2010).



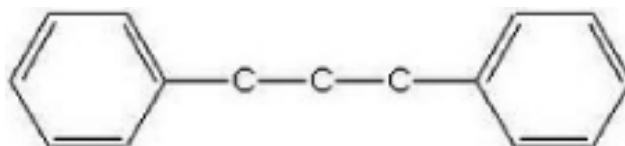
Gambar 2.11 Struktur senyawa *annonaceous acetogenin* (Suryawinata, 2016)

Squamocin dapat menghambat terjadinya transport elektron pada sistem kerja respirasi sel, sehingga menyebabkan terhambatnya gradien proton, dan cadangan energi tidak dapat menjadi ATP. Selain itu, terdapat fungsi lain sebagai pemicu dehidrasi akibat dari rusaknya permukaan kulit hama, hal ini dikarenakan serangga kehilangan cairan tubuh terus menerus hingga mengakibatkan dehidrasi. Senyawa turunan lainnya yaitu *bulatacin* dengan sistem mengganggu kerja enzim NADH-ubiquinone reduktase yang dibutuhkan dalam reaksi respirasi pada mitokondria (Jannah, 2010). Kandungan senyawa pada acetogenin dalam dosis

tinggi dapat berfungsi sebagai *anti feedent*. Senyawa *anti feedent* dapat mengakibatkan turunnya nafsu makan serangga terhadap tanaman inangnya. Pada dosis rendah senyawa acetogenin dapat menjadi racun perut hingga mengakibatkan kematian. Selain itu, acetogenin berfungsi sebagai racun pernapasan serta mengganggu proses pembentukan energi bagi serangga hama (Pradana, 2015).

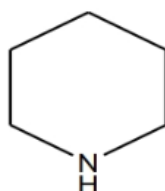
Kandungan flavonoid juga banyak ditemukan dalam tanaman sirsak. Flavonoid merupakan golongan fenol di alam yang memiliki kecondongan dalam mengikat protein sehingga menyebabkan gangguan pada proses metabolisme. Flavonoid masuk ke dalam tubuh melalui spirakel yang terdapat pada sistem pernapasan, dan akhirnya mengakibatkan kerusakan sistem saraf serta pernapasan serangga yang berakibat pada kematian serangga karena kekurangan napas (Wahyuni, 2018). Senyawa flavonoid juga dapat merusak membran sitoplasma dengan menginaktifkan kerja enzim. Hal ini mengakibatkan fosfolipid tidak dapat mempertahankan bentuk dari membrannya hingga menyebabkan membran sitoplasma pecah dan larva mengalami hambatan pada pertumbuhannya (Arismawati, 2017). Dalam senyawa flavonoid terdapat *rotenon* yang berdampak buruk bagi serangga hama. Kerjanya dengan menghambat transport elektron antara FeS serta koenzim ubiquinone di mitokondria. Rotenon mengakibatkan terganggunya siklus oksidasi respirasi mitokondria dengan menghalangi perpindahan elektron dari protein kompleks besi sulfur (FeS) ke ubiquinon (Q) hingga jumlah energi sebagai sumber respirasi berkurang, hal ini menyebabkan

terganggunya proses kerja penting bagi tubuh serangga misalnya proses pernapasan dan kontraksi jantung yang berakibat pada kematian (Utami, 2010).



Gambar 2.12 Struktur senyawa flavonoid (Sastrohamidjojo, 1996).

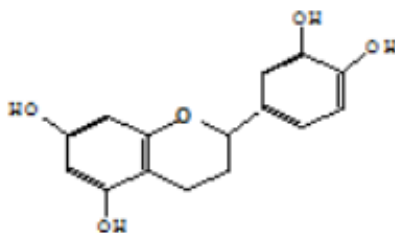
Alkaloid dapat berfungsi sebagai racun kontak (*contact poisoning*). Alkaloid bekerja dengan mendegradasi membran sel, selanjutnya masuk dalam tubuh melalui absorbsi dan merusak sel. Selain itu, Alkaloid bekerja sebagai *antifeedant*, dalam senyawa alkaloid terdapat *isoquanolin* yang berfungsi sebagai penghilang nafsu makan pada hama atau bersifat *anti feedant*. Alkaloid masuk dalam tubuh serangga hama melalui racun perut yang tertelan bersamaan dengan pakan. Senyawa ini berfungsi sebagai racun pada lambung. Racun perut dapat berpengaruh terhadap metabolisme hama. Racun masuk ke dalam tubuh kemudian diedarkan bersama darah, terbawanya racun oleh darah berpengaruh pada sistem saraf larva (Sangi, 2008).



Gambar 2.13 Struktur senyawa alkaloid (Robbinson, 1995)

Senyawa terpenoid ditemukan bebas di jaringan tanaman dan tidak terikat protein, dalam keadaan segar senyawa ini berupa cairan tidak berwarna, namun jika telah teroksidasi akan mengalami perubahan menjadi gelap. Terpenoid bercita

rasa pahit dan dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati karena dapat digunakan sebagai racun perut, dengan mengganggu kerja organ dan melemahkan sistem saraf (Hidayati, 2013). Tanin adalah senyawa metabolit sekunder yang masuk ke dalam golongan polifenol, senyawa ini dapat ditemukan di alam dalam cakupan besar berada di tumbuhan. Mekanisme kerja senyawa tanin adalah dengan memblokir ketersediaan protein sehingga membentuk jaringan kompleks yang tidak dapat dicerna hama, singkatnya senyawa ini mampu menurunkan sistem kerja pencernaan hama. Senyawa ini mampu memblokir dan menghambat aktivitas enzim dalam pencernaan hama, sehingga mengakibatkan hama tidak mendapatkan nutrisi yang cukup (Pabbage, 2007).



Gambar 2.14 Struktur senyawa tanin (Effendi, 2007)

Saponin adalah glikosida yang bersifat menyerupai sabun (basa), larut dalam air, dan dapat dijadikan insektisida dengan cara kerja mengganggu penyerapan makanan serta menurunkan aktivitas enzim. Saponin merupakan senyawa metabolit sekunder yang berefek merusak protein sel dan merusak membran sel karena menurunkan tegangan permukaan kulit. Senyawa saponin terikat pada fosfolipid dan merusak membran sel hingga mengakibatkan terganggunya permeabilitas dalam membran sel. Menurunnya permeabilitas membran sel menyebabkan senyawa racun masuk ke dalam tubuh hama hingga mengakibatkan

terganggunya sistem metabolisme. Terbentuknya ATP juga mengalami penghambatan sehingga energi yang dihasilkan terganggu, berakibat pada kekurangan energi dan akhirnya menyebabkan kematian (Widodo, 2005).

2.6 Insektisida

Insektisida berasal dari kata *insect* yang diartikan serangga dan *cida* yang diartikan pembunuh, maka secara harfiah diartikan pembunuh serangga. Sedangkan pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama dan *cida* yang berarti pembunuh, maka secara harfiah dapat diartikan pembunuh hama. Insektisida merupakan salah satu golongan dari pestisida yang bekerja untuk mematikan serangga hama. Golongan lain dari pestisida yaitu nematisida (pembunuh bagi nematoda), acarisida (pembunuh bagi kutu), rodentisida (pembunuh bagi rodensia/tikus) (Soeleman, 2013).

Insektisida dalam penggunaan di bidang pengendalian hama ditujukan untuk membunuh serangga hama menggunakan bahan kimia ataupun senyawa aktif dari beberapa tumbuhan. Meskipun terdapat alat-alat untuk membunuh serangga misalnya alat pemukul atau alat kejut listrik, namun alat tersebut tidak dapat dimasukkan dalam kelompok insektisida. Penggunaan insektisida baiknya dilakukan pada pagi hari atau sore hari. Pengaplikasian yang dilakukan di siang hari dapat menyebabkan tanaman rusak dan terbakar, serta menurunnya efektivitas insektisida karena terpapar sinar matahari (Soeleman, 2013).

2.6.1 Jenis Insektisida

Berdasarkan cara kerja insektisida dalam meracuni serangga hama terbagi atas 3 jenis, menurut Djojosumarto (2008) diantaranya sebagai berikut:

1. Insektisida sistemik

Insektisida sistemik merupakan senyawa racun hama yang masuk ke dalam tubuh tanaman kemudian diserap melalui bagian lentisel batang, jaringan meristem, stomata, serta celah alami yang dimiliki suatu tanaman. Insektisida sistemik akan masuk ke dalam sel kemudian menuju jaringan pengangkut dan akhirnya meninggalkan sisa-sisa pada sel yang telah dilalui. Dari jaringan pengangkut kemudian dikirimkan ke bagian-bagian tanaman, baik bagian atas maupun bawah, termasuk pada bunga atau bagian yang baru tumbuh. Serangga hama yang telah memakan bagian tanaman yang mengandung sisa insektisida akhirnya akan mati.

2. Insektisida non-sistemik

Insektisida non-sistemik merupakan senyawa racun hama yang menempel di bagian luar tanaman, namun tidak mampu diserap ke dalam oleh tanaman. Hal ini mengakibatkan penyemprotan dilakukan pada seluruh bagian tanaman. Serangga perlahan akan mati jika memakan bagian tanaman yang teraplikasi insektisida ini.

3. Insektisida sistemik lokal

Insektisida sistemik lokal merupakan senyawa racun hama yang dapat diserap ke dalam jaringan tanaman namun tidak dapat ditranslokasikan ke bagian-bagian tanaman lainnya. Contohnya jika insektisida sistemik lokal

jatuh mengenai daun maka akan diserap dan menembus sel epidermis sehingga masuk ke dalam bagian mesofil dalam jaringan parenkim dan menyebar luas ke mesofil daun. Apabila serangga hama memakan bagian tersebut perlahan akan mengakibatkan kematian.

2.6.2 Insektisida Nabati

Insektisida nabati merupakan senyawa racun bagi serangga hama yang terbuat dari bahan alami dan berasal dari tanaman yang memiliki golongan senyawa aktif, serta mengandung bermacam senyawa bioaktif semisal fenolik, alkaloid, dan senyawa kimia sekunder lainnya. Senyawa bioaktif ini tidak akan mengganggu tanaman maupun mekanisme fotosintesis yang dilakukan tanaman, namun sebaliknya apabila diaplikasikan pada Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) maka akan mengakibatkan keracunan dan kematian (Setiawati, 2008).

Insektisida nabati merupakan bahan aktif majemuk ataupun tunggal berasal dari bagian tanaman dan berguna sebagai pengendali Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Insektisida nabati berguna sebagai pembunuh, antifertilitas (menyebabkan kemandulan), penarik, dan penolak. Insektisida nabati berasal dari tanaman sehingga mudah diuraikan di alam. Keuntungan ini menjadikan lingkungan tidak tercemar, relatif aman apabila dikonsumsi, dan residunya mudah diuraikan. Banyak jenis tanaman yang diketahui mengandung senyawa aktif contohnya saponin, terpenoid, alkaloid, flavonoid, dan lainnya yang berguna juga sebagai agen perlindungan bagi tanaman (Setiawati, 2008).

Insektisida nabati membunuh dan merusak sistem kerja serangga hama baik tunggal ataupun dengan perpaduan pengendalian hama lainnya. Musyahadah (2015) memaparkan cara kerja insektisida nabati secara spesifik yaitu menghambat perkembangan serangga, *repellent*, mengganggu aktivitas makan serangga, menurunkan nafsu makan, menghambat sistem reproduksi, penolak makan, menghambat kerja komunikasi, mengganggu proses pergantian kulit, dan mengganggu tahap metamorfosis. Hasyim (2014) memaparkan peranan insektisida nabati dalam mengganggu dan mematikan serangga hama diantaranya sebagai berikut:

1. *Attractant* adalah senyawa yang berfungsi memikat serangga untuk hadir sehingga senyawa ini dapat menjadi perangkap bagi serangga
2. Merusak kerja syaraf
3. *Anti feedant* adalah senyawa yang menurunkan nafsu makan serangga, hal ini menyebabkan serangga kekurangan suplai nutrisi dan perlahan berakibat pada kematian
4. *Repellent* adalah senyawa yang berfungsi sebagai penolak serangga. Senyawa kelompok ini biasanya berbau menyengat sehingga menyebabkan serangga menolak untuk mendekat. Selain itu, senyawa ini mampu mencegah kehadiran serangga yang akan melakukan proses peletakkan telur sehingga dapat mengganggu proses penetasan.
5. Mengganggu sistem kerja pernapasan serangga

Kelebihan insektisida nabati menurut Dadang (2008) yaitu tidak meninggalkan residu di alam karena mudah terurai (*biodegradable*), mampu

menjaga keseimbangan lingkungan karena dinilai lebih aman bagi organisme bukan sasaran, mampu dipadukan pada komponen pengendalian hama lainnya sehingga dapat menerapkan teknologi dan strategi lainnya secara bersama, memperlambat laju kecepatan resistensi hama, keseimbangan ekosistem berjalan dengan baik, dan menjamin ketahanan serta keberlanjutan usaha tani. Kelemahan insektisida nabati menurut Naria (2005) diantaranya dalam pengaplikasian insektisida nabati diperlukan frekuensi lebih tinggi dibandingkan dengan insektisida sintesis/kimia dikarenakan sifat insektisida nabati yang mudah terurai di alam, bahan aktif yang kompleks dimiliki insektisida nabati terkadang tidak terdeteksi, dan kurang efisien.

2.7 *Lethal Concentration 50% (LC₅₀)*

Toksisitas merupakan kemampuan suatu senyawa dalam mengakibatkan keracunan bagi suatu organisme. Toksisitas umumnya dinyatakan dalam angka ataupun dosis konsentrasi untuk mematikan organisme. Hal ini bisa disebut dengan *Lethal Dose* (LD) ataupun *Lethal Concentration* (LC). Toksisitas adalah suatu kapasitas jumlah suatu senyawa yang membahayakan organisme. Pada dosis rendah suatu senyawa biasanya dapat ditolerir oleh organisme melalui sistem homeostatis yang artinya kemampuan dimana makhluk hidup dalam mempertahankan keseimbangan antara fisiologi dan psikologi (Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, 2012).

LC₅₀ merupakan dosis konsentrasi yang mengakibatkan kematian pada organisme sebanyak 50% dari seluruh organisme uji. LC₅₀ umumnya dihitung

melalui grafik ataupun estimasi waktu pengamatan contohnya LC_{50} 24 jam, LC_{50} 48 jam, LC_{50} 72 jam, dan LC_{50} 96 jam. LC_{50} dapat dihitung melalui analisis probit baik menggunakan SPSS ataupun Excel (Arifudin, 2013).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Ulangan yang dilakukan sebanyak tiga kali dengan 15 perlakuan. Jenis perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Faktor 1 jenis ekstrak insektisida nabati

J1 : Insektisida nabati dari ekstrak daun mimba (*A. indica*)

J2 : Insektisida nabati dari ekstrak daun sirsak (*A. muricata*)

J3 : Insektisida nabati dari kombinasi ekstrak daun mimba dan sirsak

Faktor 2 konsentrasi ekstrak insektisida nabati

K0 : Konsentrasi ekstrak insektisida nabati 0%

K1 : Konsentrasi ekstrak insektisida nabati 5%

K2 : Konsentrasi ekstrak insektisida nabati 10%

K3 : Konsentrasi ekstrak insektisida nabati 20%

K4 : Konsentrasi ekstrak insektisida nabati 40%

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei sampai bulan Juli 2021. Bertempat di Desa Gagakan, Kecamatan Sambong, Kabupaten Blora, PP Mahasiswi Al-Azkiya, Merjosari, Malang, dan di Laboratorium Fisiologi

Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, pinset, gelas erlenmeyer, lateks, karung, gunting, kertas saring, penggaris, *rotary evaporator*, oven, wadah plastik, blender, tabung reaksi, toples plastik ukuran 16 cm, gelas ukur, vortex, mortar, alat tulis, kamera, kain kasa, kuas, laptop, sprayer, aluminium foil, ayakan, ember, gayung, mangkok, sendok dan corong.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun mimba (*A. indica*) yang tumbuh pada daun ketiga dari ujung hingga sebelum pangkal sebanyak 1 kg, daun sirsak (*A. muricata*) yang berasal dari pohon yang telah berbuah dengan bagian daun nomor tiga hingga lima dari ujung sebanyak 1 kg, larva *S. litura* instar III sebanyak 450 ekor, akuades sebanyak 1 L, etanol 70% 7 L, air, daun sawi, karet, tisu, dan kertas label.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas: Jenis daun yang digunakan yaitu daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi daun mimba (*A.*

indica) serta daun sirsak (*A muricata*); konsentrasi yang digunakan adalah konsentrasi bertingkat: 0%, 5%, 10%, 20%, dan 40%.

2. Variabel terikat: Persentase mortalitas larva *S. litura* setelah perlakuan dan efek lanjutannya.
3. Variabel kontrol: Larva yang digunakan adalah *S. litura* instar III, jumlah larva yang digunakan sebanyak 10 ekor per tiap ulangan, jenis tanamana yang digunakan pakan dan waktu pengamatan.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Penyiapan Tanaman Pakan

Tanaman pakan disiapkan dengan cara melakukan penyemaian benih sawi hijau (*Brassica juncea*) pada polybag berukuran 15-30 cm di kebun PP mahasiswa Al-Azkiya. Kompos dan tanah sebagai media tanam dimasukkan kedalam polybag kemudian benih sawi disebar di atasnya. Tanaman dipelihara dengan disiram air setiap hari sekali pada pagi hari selama \pm 40 hari.

3.5.2 Penyiapan Larva Uji

Larva uji dalam penelitian ini adalah *S.litura* instar III, tiap kelompok uji terdiri atas tiga ulangan. Setiap ulangan berisi 10 ekor larva. Larva diperoleh dari pembiakan di Laboratorium Entomologi Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS). Larva instar III diperoleh setelah \pm 6 hari penetasan telur. Larva yang digunakan memiliki ukuran panjang sekitar 10-13 mm sebanyak 450 ekor. Selama pembiakan larva diberi pakan daun sawi.

3.5.3 Pembuatan Ekstrak Daun Mimba (*A. indica*) dan Daun Sirsak (*A. muricata*)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan ekstrak adalah sebagai berikut menurut Rahman (2017):

1. Daun *A. indica* dan *A. muricata* yang telah dikumpulkan sesuai kriteria dibersihkan dengan air mengalir, kemudian dikering-anginkan.
2. Selanjutnya, ditimbang daun masing-masing sebanyak 1 kg kemudian dihaluskan menggunakan blender untuk didapatkan simplisia.
3. Selanjutnya, direndam simplisia menggunakan etanol 70% sebanyak 3000 ml pada masing-masing simplisia kemudian diendapkan selama 24 jam
4. Setelah itu, disaring rendaman simplisia menggunakan kertas saring untuk diambil filtratnya
5. Filtrat yang didapatkan kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu 50°C, dan diperoleh ekstrak yang masih mengandung pelarut dalam volume kecil, kemudian dilanjutkan penguapan dengan oven suhu 40°C, hasil dari penguapan merupakan ekstrak kental konsentrasi 100%

3.5.4 Pengenceran Ekstrak Daun Mimba (*A. indica*), Daun Sirsak (*A. muricata*), dan Kombinasi Keduanya

Pengenceran ekstrak insektisida nabati dilakukan dengan rumus pengenceran bertingkat untuk didapatkan konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 40%.

Perhitungan pengenceran dapat dilihat pada Lampiran 1. Rumus pengenceran larutan adalah sebagai berikut menurut Mpila (2011):

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

Keterangan:

M1 : Konsentrasi awal

M2 : Konsentrasi yang ingin dibuat

V1 : Volume yang diperlukan

V2 : Volume yang akan dibuat

3.5.5 Pengaplikasian Insektisida Nabati Pada Larva *S. litura*

Langkah kerja dalam mengaplikasikan insektisida nabati menurut Julaily (2013) adalah sebagai berikut:

1. Disiapkan toples bening berdiameter 16 cm sebanyak 45 buah, kain kasa 45 lembar, karet 45 buah, kertas label 45 buah dan larva *S. litura* sebanyak 450 ekor.
2. Ditempelkan kertas label yang telah tertulis konsentrasi masing-masing pada toples bening sebagai penanda
3. Diberikan daun sawi segar pada setiap toples dan dimasukkan larva *S. litura* sebanyak 10 ekor tiap toplesnya.
4. Dilakukan penyemprotan ekstrak sesuai jenis dan konsentrasi yang ditentukan. Penyemprotan menggunakan sprayer dilakukan sebanyak 2-3 ml tiap toplesnya dimulai dari konsentrasi terendah sampai konsentrasi tertinggi. Selanjutnya tutup toples menggunakan kasa dan karet

3.6 Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data mortalitas larva *S. litura* dilakukan selama 7 hari dengan rentan waktu 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, 120 jam, 144 jam dan 168 jam setelah perlakuan. Larva yang tidak mati akan dipelihara untuk diamati efek lanjutan dari pengaplikasian insektisida nabati dari ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya. Pengamatan meliputi persentase larva yang menjadi pupa dengan dilakukan pengamatan hingga hari ke-10 setelah perlakuan, dan persentase pupa yang menjadi imago.

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diamati mortalitas larva dengan menghitung jumlah kematian larva selama 24 jam sampai dengan 168 jam setelah perlakuan. Persentase mortalitas larva adalah sebagai berikut menurut Siahaya (2014):

$$M = \frac{d}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

N : Jumlah keseluruhan larva uji

d : Jumlah larva uji yang mati

M: Persentase mortalitas

2. Dilakukan perhitungan koreksi mortalitas. Hal ini dilakukan apabila terdapat kematian pada perlakuan kontrol. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Abbot, 1925 dalam Negara, 2003):

$$P = \frac{p1 - C}{100 - C} \times 100$$

Keterangan:

P1: Mortalitas larva yang diberikan perlakuan insektisida nabati (%)

P : Mortalitas terkoreksi (%)

C : Mortalitas kontrol (%)

3. Diamati persentase larva yang menjadi pupa dengan menghitung menggunakan rumus berikut menurut Notosandjojo (2007):

$$P = \frac{p}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

N : Jumlah keseluruhan larva uji

P : Jumlah larva yang menjadi pupa

P : Persentase larva yang menjadi pupa

4. Diamati persentase pupa yang menjadi imago dengan menghitung menggunakan rumus sebagai berikut menurut Notosandjojo (2007):

$$I = \frac{i}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

N : Jumlah awal pupa

i : Jumlah pupa yang menjadi imago

I : Persentase pupa yang menjadi imago

5. Analisis Variansi (Anava)

Data yang didapatkan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis variansi (Anava), apabila terdapat pengaruh nyata pada data hasil kemudian dilanjutkan uji Post Hoc (Tukey dan LSD). Jenis dan konsentrasi ekstrak dianalisis menggunakan uji Tukey, sedangkan interaksi antara jenis dan konsentrasi ekstrak dianalisis menggunakan uji LSD. Perhitungan menggunakan SPSS 23 *for windows*.

6. Analisis Probit

Hasil data penelitian dianalisis probit menggunakan SPSS 23 dengan taraf kepercayaan 95%. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan membunuh ekstrak insektisida nabati terhadap 50% larva uji dinyatakan dalam LC_{50} .

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mortalitas Larva *S. litura* Akibat Pemberian Insektisida Nabati Ekstrak Daun Mimba (*A. indica*), Daun Sirsak (*A. muricata*), dan Kombinasi

4.1.1 Pengaruh Jenis Insektisida Nabati Ekstrak Daun Mimba (*A. indica*), Daun Sirsak (*A. muricata*), dan Kombinasi Keduanya Terhadap Mortalitas *S. litura*

Pengaruh jenis masing-masing ekstrak insektisida nabati telah dianalisis. Hasil uji homogenitas menunjukkan data bersifat homogen, dikarenakan nilai signifikansi $> 0,05$. Dilanjutkan dengan uji Anava dua arah, yang menunjukkan terdapat pengaruh nyata antara masing-masing jenis ekstrak insektisida nabati. Hal ini ditandai dengan nilai signifikansi (0,001) pada pengamatan 168 JSA $< 0,05$ (Lampiran 8). Aqil (2015) memaparkan bahwa hipotesis penelitian dikatakan berpengaruh apabila nilai Sig (p-value) lebih kecil daripada 0,05. Langkah selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan Tukey Post Hoc. Setiawan (2019) memaparkan bahwa uji Tukey merupakan uji lanjut yang menganalisis adanya perbedaan signifikan antara kelompok uji. Hasil analisis Tukey pada masing-masing jenis ekstrak dapat dilihat pada (Lampiran 8 Tabel 6).

Setiawan (2019) menyatakan dalam menganalisa data Post Hoc perlu melihat tanda (*) pada kolom mean difference. Pada pengamatan 168 JSA menunjukkan mean ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) berbeda signifikan dengan ekstrak kombinasi. Mean ekstrak daun mimba (*A. indica*) berbeda signifikan dengan ekstrak kombinasi. Mean ekstrak kombinasi berbeda signifikan dengan ekstrak *A.*

muricata dan *A. indica*. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kombinasi merupakan perlakuan paling berpengaruh dikarenakan memiliki perbedaan mean yang signifikan dengan ekstrak tunggal *A. muricata* dan *A. indica* (Lampiran 8). Langkah berikutnya menganalisa output post hoc homogenous subsets untuk melihat variabel mana yang tidak terlalu signifikan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagaimana berikut:

Tabel 4.1 Pengaruh beberapa jenis ekstrak insektisida nabati terhadap mortalitas larva *S. litura* pada 168 Jam Setelah Aplikasi (JSA)

Jenis Ekstrak	Rerata
Daun Mimba (<i>A. indicia</i>)	45,424 a
Daun Sirsak (<i>A. muricata</i>)	45,624 a
Kombinasi	58,368 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey ($\alpha=0,05$)

Hasil uji Tukey pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa ekstrak *A. indica* dan *A. muricata* pada pengamatan 168 JSA tidak berbeda secara signifikan, hal ini terlihat angka yang diikuti huruf notasi sama. Tabel 4.1 juga memperlihatkan bahwa ekstrak kombinasi berbeda signifikan dilihat dari notasi huruf yang berbeda dari ekstrak tunggal. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak kombinasi berpengaruh paling nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Ekstrak kombinasi dari daun *A. indica* dan *A. muricata* bekerja secara sinergis dengan meningkatkan efektivitas masing-masing senyawa aktif dari tumbuhan dan menekan tingkat mortalitas hama. Wahid (2010) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pemberian ekstrak kombinasi pada hama ulat kantong mampu menekan aktivitas

makan hama dibandingkan insektisida tunggal dari ekstrak *A. indica* dan *A. muricata*.

Senyawa aktif dari *A.indica* dan *A. muricata* masing-masing melengkapi kerja ekstrak kombinasi. Dewi (2017) memaparkan bahwa daun mimba (*A. indica*) didominasi senyawa azadirachtin. Selain itu, terdapat senyawa flavonoid dan alkaloid. Sedangkan, Ambarningrum (2012) memaparkan bahwa dalam daun sirsak (*A.muricata*) terdapat senyawa aktif *annonaceous acetogenin* sebagai kandungan utama, serta flavonoid, saponin dan tanin. Kekurangan dan kelebihan masing-masing senyawa aktif dari *A. indica* dan *A.muricata* bekerja saling melengkapi. Rusdy (2009) menyatakan bahwa senyawa azadirachtin dan flavonoid bekerja dengan menghambat pertumbuhan larva. Kedua senyawa tersebut memasuki tubuh larva melalui racun kontak dengan flavonoid yang bekerja merusak membran sitoplasma sehingga berakibat pada pecahnya sitoplasma karena fosfolipida yang tidak dapat mempertahankan bentuknya, serta azadirachtin mengganggu proses pergantian kulit dengan melepaskan hormon-hormon yang berpengaruh penting (JH dan *moulting hormone*).

Jannah (2010) memaparkan bahwa senyawa *annonaceous acetogenin* bekerja secara racun kontak dengan masuk kedalam tubuh melalui kutikula sehingga menyebabkan gangguan pada fisik serangga dan dapat mengganggu proses pencernaan hama apabila tertelan. Susanti (2015) memaparkan bahwa flavonoid dan tanin bekerja sebagai antifeedant dengan cara merangsang saraf penolak makan (chemoreceptor) yang terdapat pada bagian mulut hingga mengakibatkan gangguan persepsi makan. Menurut Asmaliyah (2006) insektisida

mimba bekerja sebagai racun kontak, racun perut tapi terbatas, antifeedant, mengganggu pertumbuhan, dan perkembangan serangga, dilengkapi insektisida sirsak yang memiliki kandungan annonain yang bekerja sebagai racun perut, racun kontak dan antifeedant. Hal ini menyebabkan senyawa aktif ekstrak kombinasi bekerja lebih efektif dalam menekan mortalitas hama dibandingkan ekstrak tunggal.

4.1.2 Pengaruh Konsentrasi Insektisida Nabati Ekstrak Daun Mimba (*A. indica*), Daun Sirsak (*A. muricata*), dan Kombinasi Keduanya Terhadap Mortalitas *S. litura*

Pengaruh konsentrasi masing-masing ekstrak insektisida nabati telah dianalisis. Pada uji Anava pengamatan 168 JSA didapatkan data bahwa konsentrasi masing-masing ekstrak berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *S. litura*. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai signifikansi (0,001) pada pengamatan 168 JSA $< 0,05$ (Lampiran 8). Langkah selanjutnya, dilakukan uji lanjut Tukey. Hasil analisis Tukey pada masing-masing konsentrasi ekstrak dapat dilihat pada (Lampiran 8 Tabel 7).

Pada pengamatan 168 JSA menunjukkan mean ekstrak konsentrasi 0% berbeda signifikan dengan konsentrasi 5%, 10%, 20%, dan 40%. Mean ekstrak konsentrasi 5% berbeda signifikan dengan konsentrasi 0%, 20%, dan 40%. Mean ekstrak konsentrasi 10% berbeda signifikan dengan konsentrasi 0%, 20%, dan 40%. Mean ekstrak konsentrasi 20% berbeda signifikan dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 40%. Sedangkan, mean ekstrak konsentrasi 40% berbeda signifikan

dengan konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 20% (Lampiran 8). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak konsentrasi 40% merupakan perlakuan paling berpengaruh nyata dibandingkan konsentrasi ekstrak lainnya, dikarenakan memiliki perbedaan mean yang signifikan. Langkah berikutnya menganalisa output post hoc homogenous subsets untuk melihat variabel mana yang tidak terlalu signifikan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagaimana berikut:

Tabel 4.2 Pengaruh beberapa konsentrasi ekstrak insektisida nabati terhadap mortalitas larva *S. litura* pada 168 JSA

Konsentrasi (%)	Rerata
0	6,143 a
5	49,663 b
10	55,304 bc
20	63,661 cd
40	74,257 d

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey ($\alpha=0,05$)

Hasil uji Tukey pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada pengamatan 168 JSA terlihat pada setiap konsentrasi ekstrak memiliki notasi berbeda, hal ini menunjukkan terdapat pengaruh signifikan antara konsentrasi 5%, 10%, 20%, dan 40% terhadap mortalitas larva *S.litura*. Konsentrasi ekstrak 40% paling berpengaruh nyata dibandingkan konsentrasi lainnya. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.2 bahwa nilai yang didapat diikuti notasi paling berbeda. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka senyawa aktif yang terkandung juga semakin banyak dalam mempercepat kematian hama. Hal ini sesuai dengan pemaparan Muta'ali (2015) bahwa konsentrasi ekstrak yang

semakin tinggi memicu kematian larva dan menghambat pertumbuhan dikarenakan kandungan senyawa aktif yang tinggi.

Tabel 4.3 Persentase mortalitas larva *Spodoptera litura* pada 168 JSA

Jenis	Konsentrasi (%)	Mortalitas (%)
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	3,33
	5	50
	10	60
	20	70
	40	86,67
Daun Sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	3,33
	5	50
	10	63,3
	20	73,33
	40	80
Kombinasi	0	3,33
	5	73,33
	10	76,67
	20	90
	40	100

Peningkatan konsentrasi ekstrak meningkatkan persentase kematian larva, hal ini terlihat pada tabel 4.3. Tingkat mortalitas terendah pengamatan 168 JSA terdapat pada ekstrak *A. muricata*, *A. indica* dan kombinasi perlakuan kontrol sebesar 3,33% diikuti ekstrak *A. muricata* dan *A. indica* konsentrasi 5% masing-masing sebesar 50%, sedangkan tingkat mortalitas tertinggi terdapat pada ekstrak kombinasi konsentrasi 40% sebesar 100%. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak kombinasi konsentrasi 40% merupakan perlakuan terbaik dalam mematikan seluruh larva *S. litura* selama tujuh hari waktu pengamatan (Lampiran 2-Lampiran 8). Penelitian ini juga diperlukan analisis LC_{50} untuk mengetahui konsentrasi yang dibutuhkan dalam mematikan 50% larva uji. Menurut Arifudin (2013) LC_{50}

merupakan dosis konsentrasi yang mengakibatkan kematian pada organisme sebanyak 50% dari seluruh organisme uji. LC_{50} umumnya dihitung melalui grafik ataupun estimasi waktu pengamatan contohnya LC_{50} 24 jam, LC_{50} 48 jam, LC_{50} 72 jam, dan LC_{50} 96 jam. Nilai LC_{50} dianalisis menggunakan SPSS 23.00. Nilai LC_{50} dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Nilai LC_{50} ekstrak daun mimba (*A.indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya dalam beberapa waktu

Jenis Ekstrak	Waktu (JSA)	LC_{50} (%)
Daun mimba (<i>A.indica</i>)	24	91,670
	48	74,063
	72	67,354
	96	43,246
	120	24,089
	144	11,941
	168	3,425
Daun sirsak (<i>A.muricata</i>)	24	87,161
	48	84,784
	72	74,802
	96	45,674
	120	30,195
	144	17,012
	168	10,513
Kombinasi	24	82,499
	48	67,354
	72	39,042
	96	14,411
	120	4,049
	144	1,672
	168	0,590

Nilai LC_{50} pada tabel 4.4 menunjukkan bahwa ekstrak daun mimba (*A. indica*) pengamatan 24 JSA sebesar 91,67%. Hal ini diartikan dalam waktu 24 jam diperlukan konsentrasi 91,670% ekstrak daun mimba (*A. indica*) untuk mematikan 50% larva ulat grayak. Persentase konsentrasi terendah ekstrak daun *A. indica*

terdapat pada pengamatan 168 JSA yaitu sebesar 3,425%. Nilai LC_{50} tertinggi pada ekstrak daun sirsak (*A.muricata*) didapatkan pada pengamatan 24 JSA yaitu sebesar 87,161%, sedangkan nilai LC_{50} terendah terdapat di pengamatan 168 JSA sebesar 10,513%. Pada ekstrak kombinasi didapatkan nilai LC_{50} tertinggi pada pengamatan 24 JSA sebesar 82,499%, dan nilai LC_{50} terendah terdapat di pengamatan 168 JSA sebesar 0,590%.

Hasil analisis probit LC_{50} menjelaskan bahwa semakin rendah konsentrasi yang digunakan maka semakin panjang waktu yang dibutuhkan dalam mematikan 50% larva uji. Ak'yunin (2008) memaparkan bahwa LC_{50} menjadi salah satu parameter dalam melakukan uji toksisitas. LC_{50} diartikan sebagai konsentrasi yang dibutuhkan dalam membunuh 50% populasi uji. Semakin tinggi nilai LC_{50} maka semakin rendah nilai toksisitas insektisida, sedangkan semakin rendah nilai LC_{50} maka semakin tinggi nilai toksisitas insektisida.

Konsentrasi 40% merupakan konsentrasi tertinggi dalam penelitian ini. Nilai LC_{50} menunjukkan bahwa ekstrak kombinasi pada 72 JSA memerlukan konsentrasi 39,042% dalam mematikan 50% larva uji (Lampiran 4), sedangkan pada ekstrak *A. indica* dan *A. muricata* dalam pengamatan 96 JSA memerlukan masing-masing 43,246% dan 45,674% dalam mematikan 50% larva uji (Lampiran 5). Masing-masing ekstrak dengan konsentrasi 40% tidak dapat dengan cepat mematikan 50% larva uji dalam waktu 24 jam. Namun dalam penghambatan makan masing-masing ekstrak dengan konsentrasi 5%, 10%, 20%, dan 40% mampu bekerja dengan baik. Adanya penghambatan makan mengakibatkan larva kekurangan energi dan lama kelamaan mati lemas. Hal ini dapat dilihat pada

(Lampiran 2-Lampiran 8) persentase mortalitas larva menunjukkan peningkatan persentase pada pengamatan hingga ke-168 JSA. Hal ini dapat dikaitkan dengan konsep pengendalian hayati. Hidayati (2013) memaparkan bahwa konsep pengendalian hayati lebih mengutamakan pencegahan kerusakan yang disebabkan hama dibandingkan mematikan 100% hama. Hal tersebut dimaksudkan agar hama sebagai musuh alami tetap tersedia dalam tingkat populasi rendah..

4.1.3 Pengaruh Interaksi Antara Jenis Ekstrak Insektisida Nabati dengan Konsentrasi Terhadap Mortalitas *S. litura*

Pengaruh interaksi ekstrak insektisida nabati dianalisis menggunakan perhitungan statistik Anava. Analisis dilakukan pada pengamatan 168 JSA. Pada pengamatan 168 JSA nilai signifikansi (0,028) (Lampiran 8). Nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, hal ini menunjukkan terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi ekstrak. Interaksi antara konsentrasi dan jenis suatu ekstrak berpengaruh dalam mematikan larva uji. Langkah selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan LSD (*Least Significant Differences*). Aqil (2015) memaparkan bahwa uji lanjut LSD diperuntukkan dalam menguji perbedaan nilai rerata perlakuan. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagaimana berikut:

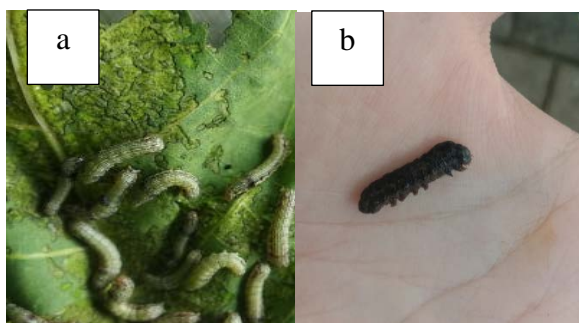
Tabel 4.5 Pengaruh interaksi antara jenis dan konsentrasi ekstrak insektisida nabati terhadap mortalitas larva *S. litura* pada 168 JSA

Interaksi	Rerata
EK*konsentrasi 0%	3,503 a
EDM*konsentrasi 0%	3,503 a
EDS*konsentrasi 0%	3,503 a
EDM*konsentrasi 5%	44,997 b
EDS*konsentrasi 5%	44,997 b
EDM*konsentrasi 10%	51,143 bc
EDS*konsentrasi 10%	53,063 bc
EDM*konsentrasi 20%	56,990 bc
EDS*konsentrasi 20%	58,997 c
EK*konsentrasi 5%	58,998 c
EDS*konsentrasi 40%	63,923 c
EK*konsentrasi 10%	64,170 c
EDM*konsentrasi 40%	68,850 cd
EK*konsentrasi 20%	70,443 d
EK*konsentrasi 40%	90,000 e

Keterangan: EDM (Ekstrak Daun Mimba), EDS (Ekstrak Daun Sirsak), EK (Ekstrak Kombinasi), * (Interaksi), angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji LSD ($\alpha=0,05$)

Hasil uji LSD pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa, pada pengamatan 168 JSA interaksi terbaik antara jenis dan konsentrasi terdapat pada ekstrak kombinasi dengan konsentrasi 40%, hal ini dapat dilihat pada hasil data yang diikuti notasi berbeda. Pada interaksi perlakuan ekstrak *A. indica* dan *A. muricata* dengan konsentrasi 5% tidak berbeda signifikan, sama halnya dengan interaksi jenis dan konsentrasi lainnya yang diikuti notasi sama. Apabila hasil rerata diikuti notasi sama menunjukkan tidak signifikannya interaksi antara jenis dan konsentrasi. Tingkatan dosis mempengaruhi efektivitas suatu jenis ekstrak dalam mematikan larva *S. litura*. Larva pada perlakuan kontrol tetap sehat dan aktif memakan pakan,

sedangkan larva *S. litura* yang diberi perlakuan masing-masing ekstrak mengalami penghambatan makan.



Gambar 2.15 Mortalitas larva *S.litura* (a) larva sehat (b) larva menghitam (Dok. Pribadi, 2021)

Gambar 2.15 (a) menunjukkan larva yang diberi perlakuan kontrol masih sehat dan aktif memakan daun, sedangkan pada gambar 2.15 (b) merupakan larva mati akibat pemberian ekstrak insektisida nabati. Pemberian insektisida nabati baik dari ekstrak *A. muricata*, *A. indicia*, dan kombinasi keduanya memiliki gejala sama pada ulat grayak (*S.litura*). Tanda-tanda yang dapat dilihat yaitu larva cenderung diam, nafsu makan berkurang, bersembunyi di bawah pakan daun, pergerakan melambat, larva mengeluarkan kotoran lebih banyak, dan tubuh larva menghitam. Gejala-gejala tersebut terjadi dikarenakan terdapat senyawa aktif bersifat racun bagi hama pada masing-masing jenis insektisida nabati baik dari ekstrak daun *A. muricata*, *A. indica*, dan kombinasi keduanya. Dewi (2017) memaparkan pada tanaman mimba (*A. indica*) terdapat kandungan senyawa aktif yang berguna sebagai insektisida nabati diantaranya azadirachtin, nimbine, flavonoid, tanin, dan saponin. Hasan (2020) menguji secara fitokimia bahwa daun

A. muricata mengandung senyawa aktif diantaranya annonain, alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin.

Senyawa azadirachtin berefek primer berupa *antifeedant* dengan menghasilkan stimulan *chemoreceptor* di bagian mulut larva, stimulasi tersebut mengakibatkan persepsi rangsang terganggu. Azadirachtin juga berefek sekunder dengan mengganggu perkembangan serta kerja reproduksi, hal ini berdampak langsung bagi sel somatik dan jaringan reproduksi. Selain itu, senyawa ini berdampak tidak langsung bagi kerja neuroendocrine yang terganggu. Efek sekunder lainnya menghambat kerja ekdison (*ecdyson blocker*) dengan mengganggu serangga untuk memproduksi hormon ekdison yang berasal dari neurosekretori. Azadirachtin memasuki organ neurosekretori untuk mengganggu proses transmisi, hal ini menyebabkan serangga terganggu dalam proses *ekdisis* (pergantian kulit) dan metamorfosis serangga. Kegagalan dalam proses ini umumnya mengakibatkan kematian pada serangga (Dewi, 2017).

Ulat grayak yang mengalami kematian terdapat gejala seperti di gambar 2.15 (b) yaitu tubuh larva menghitam. Hal ini dapat disebabkan kerja senyawa aktif saponin dan tanin. Novizan (2002) memaparkan bahwasanya saponin berpengaruh dalam merusak lapisan luar serangga (kutikula), apabila lapisan lilin yang melindungi tubuh mengalami kerusakan, maka serangga kehilangan banyak cairan sehingga mengakibatkan kematian. Larva yang terlihat menghitam dari ujung hingga keseluruhan tubuh diakibatkan lapisan kutikula mengalami kerusakan. Sa'diyah (2013) memaparkan saponin dapat mengganggu proses pergantian kulit (*ekdisis*), larva yang telah memakan pakan yang mengandung senyawa saponin

akan terhambat dalam perkembangan instarnya. Widodo (2005) menyatakan bahwa saponin yang bekerja sebagai racun kontak dapat menurunkan tegangan permukaan kulit serangga serta mengikat sterol bebas dalam sistem pencernaan. Sterol adalah prekursor dari hormon edikson, apabila sterol bebas mengalami penurunan maka proses pergantian kulit akan terganggu sehingga merusak sistem fisiologi serangga.

Kerusakan fisiologi larva juga dapat dipicu oleh senyawa tanin. Sukorini (2006) memaparkan bahwa kerja senyawa tanin sebagai zat astringent dengan menyusutkan jaringan dan merusak struktur protein dari mulut, serta mukosa hingga mengakibatkan tubuh larva kehilangan berat. Menurut Hidayati (2013), senyawa tanin dapat bekerja sebagai *antifeedant* dengan cara menghambat kemampuan larva dalam mencerna dan mengganggu kerja enzim transkriptase balik dan DNA topoisomerase. Apabila mekanisme kerja enzim protease terganggu maka dapat menyebabkan pepton, proteosa, dan polipeptida tidak dapat diubah menjadi asam amino. Turunnya asam amino mengakibatkan sintesis protein terhambat dan ATP (energi) tidak dapat terbentuk, berkurangnya energi dapat mengakibatkan larva semakin melemah dan mati. Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan bahwa terdapat gejala larva cenderung lebih banyak diam dan pergerakan yang melambat.

Flavonoid bekerja sebagai *antifeedant*, aktivitas ini terjadi karena terdapat kandungan senyawa penurun nafsu makan yang menutup, serta mengacaukan respon rangsangan makan. Kerja sebagai *antifeedant* dengan mengganggu reseptor kimia yang terdapat pada bagian mulut larva sehingga mengakibatkan

gangguan persepsi makan (Susanti, 2015). Menurut Dewi (2017) kandungan, flavonoid, alkaloid, dan tanin dapat menghambat pertumbuhan serta mobilitas serangga. Ditandai dengan perubahan perilaku diantaranya terjadi penolakan makan, serta larva menjadi tidak aktif (stress) dan akhirnya mati.

4.2 Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (*A. indica*), Daun Sirsak (*A. muricata*), dan Kombinasi Keduanya Terhadap Perkembangan Pupa dan Imago *S.litura*

Pengamatan jumlah larva yang menjadi pupa dilakukan pada hari ke-10 setelah aplikasi. Terdapat efek lanjutan masing-masing ekstrak terhadap pembentukan pupa dan imago *S. litura*. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagaimana berikut:

Tabel 4.6 Persentase larva *S. litura* yang menjadi pupa dan imago

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Jumlah Larva (Awal)	Jumlah Pupa	Pupa (%)	Jumlah Imago	Imago (%)
Daun Mimba	0	30	19	63,33	14	73,68
	5	30	2	6,67	1	50,00
	10	30	3	10,00	1	33,33
	20	30	1	3,33	0	00,00
	40	30	0	0	0	00,00
Daun Sirsak	0	30	21	70,00	15	71,42
	5	30	5	16,67	3	60,00
	10	30	3	10,00	1	33,33
	20	30	2	6,67	0	00,00
	40	30	0	0	0	00,00
Kombinasi	0	30	17	56,67	13	76,47
	5	30	2	6,67	1	50,00
	10	30	1	3,33	0	00,00
	20	30	0	0	0	00,00
	40	30	0	0	0	00,00

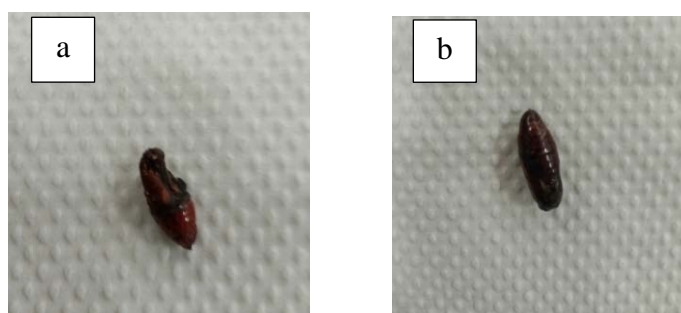
Berdasarkan data pada tabel 4.6 menunjukkan bahwa pembentukan pupa terjadi hanya pada perlakuan kontrol, masing-masing ekstrak tunggal *A. indica* dan *A. muricata* konsentrasi 5%, 10%, dan 20%, serta ekstrak kombinasi konsentrasi 5% dan 10%. Hal ini terjadi dikarenakan pada perlakuan kontrol tidak diberikan ekstrak insektisida nabati, sedangkan perlakuan yang diberikan ekstrak pada konsentrasi kecil masih terbentuk pupa, hal ini disebabkan rendahnya konsentrasi berefek pada rendahnya senyawa aktif yang diaplikasikan ke larva. Muta'ali (2015) memaparkan bahwa konsentrasi ekstrak yang semakin tinggi dapat memicu kematian larva dan menghambat pertumbuhan dikarenakan kandungan senyawa aktif yang tinggi.

Pada perlakuan ekstrak kombinasi konsentrasi 20% dan 40% tidak terdapat perubahan larva menjadi pupa. Perubahan ini terjadi pada konsentrasi dibawah 20%. Pada konsentrasi 5% dan 10% berturut-turut sebesar 6,67% dan 3,33%. Pada pemberian ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) konsentrasi 40% tidak terdapat larva yang berubah menjadi pupa. Perubahan terjadi pada konsentrasi dibawah 40%. Persentase perubahan larva menjadi pupa pada konsentrasi 5%, 10% dan 20% berturut-turut sebesar 16,67%, 10%, dan 6,67%.

Pada pemberian ekstrak daun mimba (*A.indica*) konsentrasi 40% tidak terdapat perubahan larva menjadi pupa, perubahan ini terjadi pada konsentrasi dibawah 40%. Persentase perubahan larva menjadi pupa pada konsentrasi 10% sebesar 10%, sedangkan pada konsentrasi 5% sebesar 6,67% lebih sedikit daripada konsentrasi 10%. Meskipun begitu, pada ekstrak daun *A. indica* konsentrasi 10% mengalami penurunan dibandingkan konsentrasi 5% dalam

pembentukan pupa menjadi imago. Hal ini dapat dilihat pada tabel 4.6 persentase pembentukan pupa menjadi imago pada ekstrak daun *A. indica* konsentrasi 5% didapatkan jumlah sebesar 50%, sedangkan pada konsentrasi 10% didapatkan nilai persentase sebesar 33,33%. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun *A. indica* dapat berefek lanjutan pada pertumbuhan pupa dan imago *S. litura*. Dewi (2017) memaparkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak *A. indica* dapat berefek lanjutan pada pembentukan pupa dan imago serangga.

Konsentrasi ekstrak yang tinggi dapat merusak tubuh pupa. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.16. Pada gambar tersebut terdapat pupa yang gagal terbentuk gambar 2.16 (a) dan berwarna hitam gambar 2.16 (b). Tubuh pupa yang gagal berkembang menjadi imago, dan berwarna hitam diduga karena senyawa aktif yang masuk ke dalam tubuh larva. Menurut Siahaya (2014) kerusakan atau tidak berkembangnya larva *S.litura* diduga akibat dari kerja senyawa toksik yang mengganggu jaringan saraf, contohnya senyawa alkaloid yang dapat menghambat larva menjadi pupa.



Gambar 2.16 Pupa ulat grayak (*S. litura*) (a) Pupa gagal membentuk (b) Pupa menghitam (Dokumentasi pribadi, 2021)

Robbinson (1995) memaparkan bahwa alkaloid dapat berfungsi dalam menghambat metamorfosis serangga. Larva yang memiliki daya tahan tubuh rendah apabila terpapar senyawa ini akan mengakibatkan kematian, tetapi bagi larva yang memiliki daya tahan tubuh kuat maka dapat berubah menjadi pupa, namun harus memaksimalkan sebaik mungkin sumber energi dalam tubuh untuk bertahan hidup.

Berdasarkan gambar 2.16 (a) menunjukkan bahwa terdapat larva yang gagal membentuk pupa. Menurut Maghfiroh (2019) pada saat stadium pembentukan pupa banyak larva yang mengalami kegagalan. Biasanya larva yang gagal membentuk pupa telah menggali pasir tetapi pembentukan pupa berlangsung abnormal hingga menyebabkan serangga mati dalam tanah. Hal ini juga dapat terjadi disebabkan peranan senyawa aktif pada masing-masing jenis insektisida nabati. Menurut Dewi (2017), Senyawa azadirachtin pada daun mimba (*A. indica*) dapat mengganggu proses ganti kulit sehingga proses pertumbuhan serangga menjadi pupa dan imago terganggu. Senyawa azadirachtin menghambat kerja hormon ecdison hingga berakibat pada terganggunya proses pergantian kulit. Azadirachtin dapat merusak sistem kerja hormon dengan merusak sistem komunikasi kimiawi dan pergantian kulit. Mekanisme pergantian kulit oleh otak AH (*Activation Hormone*) melalui aliran darah dan ecdison. Hormon otak diproduksi oleh sel nurosektori, senyawa ini masuk melalui pembuluh darah melalui asesori. Selanjutnya, terjadi sirkulasi menuju aktivasi protoraks serangga. Kelenjar kecil di protoraks difungsikan untuk menstimulasi sekresi ecdison (hormon *molting*) yang memicu pergantian kulit serangga.

Berdasarkan tabel 4.6 dapat diketahui bahwa pembentukan imago tertinggi pada keseluruhan perlakuan kontrol, sedangkan pada pembentukan imago terendah terdapat pada ekstrak daun *A. indica* (konsentrasi 20% dan 40%), ekstrak daun *A. muricata* (konsentrasi 20% dan 40%), dan ekstrak kombinasi (konsentrasi 10%, 20%, dan 40%) masing-masing memiliki persentase sama yaitu 0%. Siahaya (2014) stadia imago memiliki keterkaitan dengan pembentukan pupa. Semakin tinggi jumlah larva yang menjadi pupa maka semakin tinggi pula persentase pupa yang menjadi imago.

Pada perlakuan kontrol didapatkan beberapa larva yang tidak mengalami perubahan menjadi pupa dan imago. Hal ini dapat terjadi dikarenakan ketidacermatan dalam memilih larva pada awal pembagian larva uji, sehingga pembagian larva uji tidak merata. Larva *S. Litura* pada perlakuan kontrol memiliki kecepatan pertumbuhan yang baik dibandingkan perlakuan larva uji yang diberi ekstrak, ketika larva memasuki instar 5 akhir pemberian pasir mengalami keterlambatan dan berakibat pada beberapa pupa yang tidak terbentuk sempurna. Hal ini sesuai dengan penelitian Maghfiroh (2019) bahwa pertumbuhan pupa yang gagal terbentuk diakibatkan terlambatnya pemberian pasir sebagai pendukung bagi pertumbuhan larva.



Gambar 2.17 Imago ulat grayak (*S.litura*) (Dokumentasi pribadi, 2021)

4.3 Penggunaan Ekstrak Daun Mimba (*A. indica*), Daun Sirsak (*A. muricata*), dan Kombinasi Keduanya dalam Pandangan Islam

Insektisida sintesis merupakan salah satu produk teknologi modern yang berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Penggunaan dengan cara tepat merupakan hal mutlak yang harus dilakukan mengingat insektisida sintesis termasuk bahan beracun. Namun dalam bidang pertanian penggunaan insektisida sintesis tidak semua tepat sasaran. Wahyuni (2020) memaparkan penggunaan insektisida sintesis di bidang pertanian tidak semua tepat sasaran (organisme yang dituju), kurang lebih 20% insektisida sintesis mengenai sasaran dan sisanya jatuh ke tanah. Residu insektisida sintesis yang jatuh ke tanah akan terakumulasi dan akhirnya mencemari lingkungan.

Tanah yang telah mengalami pencemaran akan berakibat tercemarnya kesediaan air bersih. Apabila tanah dalam kondisi jenuh air untuk waktu yang lama, maka migrasi insektisida kimia dari tanah ke dalam air tanah terjadi. Hal ini menyebabkan air tanah mengalami kontaminasi senyawa kimia. Perpindahan senyawa kimia insektisida dipengaruhi aliran masa air dan difusi. Allah Subhanahu Wata'ala berfirman dalam Al-Qur'an surat Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya: *Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)* (QS. Ar-Rum [30]: 41).

Ibnu Katsir (2004) dalam tafsirnya menjelaskan secara eksplisit bahwasanya kerusakan yang terdapat di darat dan laut banyak terjadi karena ulah manusia. Berkurangnya ketersediaan bahan pangan diakibatkan perbuatan maksiat yang dilakukan karena kebaikan di bumi dan langit bersumber pada ketaatan hamba-Nya. Barangsiapa yang berbuat kemaksiatan di muka bumi, maka ia telah berbuat kerusakan di dalamnya. Allah memberikan akibat dari perbuatan mereka berupa ujian kekurangan buah-buahan, jiwa, dan harta sebagai teguran agar mereka kembali. Tingkat serangan hama pertanian yang semakin tinggi karena terjadinya resisten hama serta berkurangnya tanaman dan buah-buahan disebabkan perbuatan maksiat dari manusia. Pencemaran lingkungan merupakan perbuatan maksiat yang tidak disukai Allah.

Allah menegaskan bahwa berbagai kerusakan yang terdapat di darat dan laut akibat ulah manusia, kerusakan yang ditimbulkan mengakibatkan terjadinya bencana lain dan akhirnya merugikan diri sendiri. Hendaknya dengan teguran bencana yang ditimbulkan dapat dijadikan peringatan bagi manusia untuk mengurangi pencemaran yang dilakukan. Salah satu pencemaran yang dilakukan adalah penggunaan insektisida sintesis. Insektisida sintesis dalam penerapannya banyak yang tidak tepat sasaran, bahkan dapat membunuh organisme yang menguntungkan. Oleh karena itu, diperlukan solusi lain dalam mengatasi serangan hama. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah penggunaan insektisida nabati. Dadang (2008) memaparkan bahwa insektisida nabati merupakan insektisida yang berbahan dasar alami. Maka dari itu, insektisida nabati lebih mudah terurai di alam, sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan insektisida nabati dari ekstrak daun mimba, daun sirsak dan kombinasi keduanya dapat menekan perkembangan dan mematikan ulat grayak (*S. litura*). Oleh sebab itu, penggunaan insektisida nabati berbahan ekstrak daun mimba (*A.indica*), daun sirsak (*A.muricata*) dan kombinasi keduanya dapat dijadikan alternatif lain dalam mengurangi pemakaian insektisida sintesis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Jenis ekstrak dari daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *S. litura*
2. Konsentrasi dari ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *S. litura*
3. Terdapat interaksi antara jenis ekstrak insektisida nabati dengan konsentrasi terhadap mortalitas larva *S. litura*
4. Ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*) dan kombinasi keduanya dapat menghambat perkembangan larva ulat grayak (*S. litura*)
Persentase larva menjadi pupa tertinggi sebesar 70% pada perlakuan kontrol, sedangkan terendah sebesar 0% pada ekstrak tunggal daun mimba (*A. indica*) dan sirsak (*A. muricata*) konsentrasi 40%, serta ekstrak kombinasi konsentrasi 20% dan 40%. Adapun persentase pupa menjadi imago tertinggi sebesar 76,47% pada perlakuan kontrol, sedangkan terendah sebesar 0% pada ekstrak tunggal daun mimba (*A. indica*) dan daun sirsak (*A. muricata*) konsentrasi 20% dan 40%, serta ekstrak kombinasi konsentrasi 10%, 20% dan 40%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Baiknya dalam mempersiapkan tanaman pakan diperlukan jumlah yang banyak untuk berjaga, sebab larva *S.litura* tergolong serangga polifag yang memiliki nafsu makan besar.
2. Pada penelitian selanjutnya, perlu dilakukan peningkatan konsentrasi ekstrak daun mimba (*A. indica*), daun sirsak (*A. muricata*), dan kombinasi keduanya agar mendapatkan hasil lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ak'yunin, Kurniatul. 2008. Toksisitas Beberapa Golongan Insektisida Terhadap Mortalitas *Selenothrips rubrocinctus*(Giard) Pada Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Al-Albani, Nashirudin. 2003. *Ringkasan Shahih Muslim II*. Jakarta: Pustaka Azzam
- Al-Qurthubi. 2008. *Tafsir Al Qurthubi jilid 11*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Al-Qurthubi. 2008. *Tafsir Al Qurthubi jilid 16*. Jakarta: Pustaka Azzam.
- Ambarningrum, Trisnowati B., Endang A. Setyowati, Priyo Susatyo. 2012. Aktivitas Anti Makan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata*) dan Pengaruhnya Terhadap Indeks Nutrisi serta Terhadap Struktur Membran Peritrofik Larva Instar V *Spodoptera litura* F. *Jurnal HPT Tropika*. 12(2):169-176.
- Apriliana, Ety., Adlia Ulfa Syafira. 2016. Ekstraksi Daun Sirsak (*Annona muricata*) sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Propionibacterium acnes*. *Majority*. 5(1):1-5.
- Aqil, Muhammad dan Roy Effendi. 2015. *Aplikasi SPSS dan SAS untuk Perancangan Percobaan*. Yogyakarta: Absolute Media.
- Arifudin, M. 2013. Sitoksisitas Bahan Aktif Lamun dari Kepulauan Spermonde Kota Makassar Terhadap *Artemia Salina* (Linnaeus, 1758). *Skripsi*. Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Arismawati., La, O. M. S., Hittah, W. S. 2017. Efek Larvasida Ekstrak Biji Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Larva Instar III *Aedes aegypti* L. *E-ISSN*. 4(2):332-343.
- Asmaliyah dan Illa A. 2009. Uji Aplikasi Beberapa Bioinsektisida dan Kombinasinya Terhadap Serangan Hama Ulat Kantong *Pagodiella* sp. Pada Bibit *Rhizophora apiclata* di Persemaian. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 6(1):37-43.
- Asmaliyah., S. Utami, Y. 2006. Efikasi Beberapa Jenis Insektisida Terhadap Hama Pemakan Daun Pada Tanaman Pulau Darat. *Jurnal Peneliitan Hutan Tanaman*. 3(2):83-91.
- Dadang dan Prijono. 2008. *Insektisida Nabati Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan*. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman.
- Desiyanti, Ni Made D., I Made D. Swantara, I Putu Sudiarta. 2016. Uji Efektivitas dan Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Daun Sirsak sebagai Insektiisida Nabati Terhadap Mortalitas Kutu Daun Persik (*Myzus persicae* Sulz.) Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Kimia*. 10(1):1-6.
- Dewi, A. A. Lidya Nirmala., I. W. Karta, candra W., Andini Dewi. 2017. Uji Efektivitas Larvasida Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Larva Ulat *Sacrophaga* Pada Daging Upkarya Yadnya di Bali. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 6(1):126-136.

- Direktorat Jendral Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. 2012. *Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Djojosumarto, P. 2008. *Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian*. Yogyakarta: Kanisus.
- Effendi. 2007. *Perspektif Baru Kimia Koordinasi Jilid I*. Malang: Banyu Media Publishing.
- Fattah, Abdul dan Asriyanti Ilyas. 2016. Siklus Hidup Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) dan Tingkat Serangan Pada Beberapa Varietas Unggul Kedelai di Sulawesi Selatan. *Prosding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*: 834-842.
- Hasan, A. E. Zainal., Nurliani Bermawie, Heddy Julistiono. 2020. Phytochemical Screening and Anti-Breastcancer Activities of *Annona muricata* (L.) Leaf Extracts. *Pharmacology*. 2:23-30.
- Hasyim A., Setiawati W., Jayanti H. dan Krestini EH. 2014. Repelensi Minyak Atsiri Terhadap Hama Gudang Bawang *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) di Laboratorium. *Jurnal Hortikultura*. 24(4):336-345.
- Hidayati, N. Nurul, Yuliani, Nur Kuswati. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Surean dan Daun Mahoni erhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Pada Tanaman Kubis. *Lentera Bio*. 2(1):95-99.
- Hudayya, dan Jayanti. 2012. *Pengelompokan Pestisida Berdasarkan Cara Kerjanya (Made of Actio)*. Bandung: Penerbit Yayasan Bina Tani Sejahtera.
- Ibnu Katsir. 2001. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 2*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Ibnu Katsir. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Ibnu Katsir. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 4*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Ibnu Katsir. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Ibnu Katsir. 2005. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 8*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Illing, Ilmiati., Wulan Safitri, Erfiana. 2017. Uji Fitokimia Ekstrak Buah Dengan. *Jurnal Dinamika*. 8(1):66-84.
- Jannah, Rahmawati Nur. 2010. Uji Aktivitas Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) sebagai Pestisida Nabati Terhadap Pengendalian Hama Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Javandira, Cokorda., I Ketut W. dan I Gusti Agung S. 2016. Kajian Fitokimia dan Potensi Ekstrak Daun Tanaman Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai Pestisida Nabati. *Seminar Nasional*.
- Julaily, N., Mukarlina dan T.R. Setyawati. 2013. Pengendalian Hama Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.). *Probiont*. 2(3):171-175.
- Khare, CP. 2007. *Indian Medical Plants*. Springer Sciences Publishers.
- Kurniasih, Nunung., Mimin Kusmiyati, Nurhasanah, Riska Puspita Sari, Riza Wafdan. 2015. Potensi Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn), Daun Bihanong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) dan Daun Benalu Mangga

- (*Dendrothoe pentandra*) sebagai Antioksidan Pencegah Kanker. *Edisi Juni*. Vol. 9(1):162-184.
- Lebang, Midy San., Dantje Taroreh, Jimmy Rimbing. 2016. Efektivitas Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Daun Gamal (*Gliricidia sepium*) dalam Pengendalian Hama Walang Sangit (*Leptocorisa acuta* T) Pada Tanaman Padi. *Jurnal Bioslogos*. 6(2):51-60.
- Lukman, Arizal. 2009. Peran Hormon dalam Metamorfosis Serangga. *Biospecies*. 2(1):42-45.
- Maghfiroh, Devie. 2019. Pengaruh Ekstrak Gulma Ajeran (*Bidens pilosa* L.) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Marwoto, dan Suharsono. 2008. Strategi dan Komponen teknologi Pengendalian ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Litbang dan Pertanian*. 27(4).
- Masito, Galuh A. T., Dyah W. R., Rohlan R. 2014. Pengaruh Lima Macam Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Senyawa Aktif Daun Sirsak (*Annona muricata* L.). *Vegetalika*. 3 (3):97-105.
- Meilin, Araz., dan Nasamsir. 2016. Serangga dan Peranannya dalam Bidang Pertanian dan Kehidupan. *Jurnal Media Pertanian*. 1(1):18-28.
- Mpila, D., Fatimawali, W. I Wiyono. 2011. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Mayana (*Coleus atropureus* [L.]) terhadap *S. aureus*, *E. coli* dan *P. aeruginosa*.
- Musyhadah, N., Harlani, N., dan Hendra M. 2015. Uji Efektivitas Ekstrak daun Tigaron (*Crateva religiosa* G. Forst.) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) (Lepidoptera:Noctuidae) di Laboratorium. *Prosiding Seminar Sains dan Teknologi FMIPA Unmul*. 1(1):1-7.
- Muta'ali, R. & K. I. Purwani. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 4(2).
- Naria, Evi. 2005. Insektisida Nabati untuk Rumah Tangga. 28-32.
- Negara, Abdi. 2003. Penggunaan Analisis Probit Untuk Pendugaan Tingkat Kepekaan Populasi *Spodoptera exigua* Terhadap Deltametrin di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Informatika Pertanian*. 12:1-9.
- Noma, T. M., Colunga-Gracia, M. Brewer, J. Landis, and A. Gooch. 2010. *Oriental Leafworm Spodoptera litura*. Michigan State University: Michigan Departement of Agriculture.
- Notosandjojo, Y. V., dan M. K. Himawati. 2007. Uji Toksisitas Minyak Laka Terhadap *Crociodolomia binotalis* Zell. Pada Tanaman Caisin. *Seminar Nasional Hortikultura*.
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Novizan, 2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestsida Ramah Lingkungan*. Jakarta: Agromedia.
- Nurhudiman., Rosma Hasibuan, Agus M. Hariri, dan Purnomo. 2018. Uji Potensi Daun Babandotan (*Ageratum conyzoides* L.) sebagai Insektisida Botani

- Terhadao Hama (*Plutella xylostella* L.) di Laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*. 6(2):91-98.
- Pabbage, M. S., A. M. Adnan, dan N. Nonci. 2007. *Pengelolaan Hama Prapanen Jagung*. Maros: Balai Penelitian Serelia.
- Pracaya. 2007. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pradana, Pulung Yudhariska., Suratmo, dan Rurini Retnowati. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Turunan Acetogenin dari Daun Sirsak (*Annona muricata*) serta Uji Toksisitas. *Kimia. Student Journal*. 1(1).
- Rajab, Ahmad M., A. Hidayati, Hasan Z. 2018. Pengaruh Larutan Kombinasi Daun Mimba (*Azadirachtin indica*) dengan Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Terhadap Mortalitas Kutu Daun Hijau (*Aphis gossypii*) secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Sains*. 1(1):1-6.
- Rahman, Friska A., Tetiana Haniastuti, Triana W. 2017. Skrining Fitokimia dan aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Pada *Sterptococcus mutans* ATCC 35668. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*. 13(1):1-7.
- Rathi, M. dan Gopalakrishan, S. 2005. Insecticidal Activity of Aerial Parts of *Sinedrella nodiflora* Gaertn (Composite) on *Spodoptera litura* (Fab.). *Journal Central European Agriculture*. 6(3):223-228.
- Robbinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan*. Bandung : ITB.
- Rukmana, Rahmat. 2015. *Untung Berlipat dari Budidaya Sirsak*. Yogyakarta: Andi.
- Rusdy, Alfian. 2009. Efektivitas Ekstrak Nimba Dalam Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Pada Tanaman Selada. *Jurnal Floratek*. 4:41-54.
- Sa'diyah, N. Alindatus. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerberra odollam*) Terhadap Perkembangan Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(2)
- Sangi, Meiske., Max. R. J. Runtuwene, Herny Simbala, dan Veronica M. A Makang. 2008. Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chem. Prong*. 1(1):47-53.
- Sastrohamidjojo, H.1996. *Sintesis Bahan Alam*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sembel, D. T. 2010. *Pengendalian Hayati Hama-hama Serangga Tropis dan Gulma*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Setiawan, Kukuh. 2019. *Buku Ajar Metodologi Penelitian*. Lampung: Universitas Lampung.
- Setiawati, W., Murtiningsih R., Gunaeni N., dan Rubianti T. 2008. *Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)*. Bandung: Prima Tani Balista.
- Shihab, Quraish. 2002. *Tafsir Al-Misbah Vol. 5*. Jakarta. Lentera Hati.
- Shihab, Quraish. 2012. *Tafsir Al-Misbah Vol. 10*. Jakarta. Lentera Hati.
- Siahaya, V.G., R. Y.Rumthe. 2014. Uji Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) Terhadap Larva *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Agrologia*. 3(2): 112-116.
- Soeleman, S. dan Rahayu, D. 2013. *Halaman Organik: Mengubah Taman Rumah Menjadi Taman Sayuran Organik untuk Gaya Hidup Sehat*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.

- Sukorini, Henik. 2006. Pengaruh Pestisida Organik dan Interval Penyemprotan terhadap Hama *Plutella xylostella* pada Budidaya Tanaman Kubis Organik. *Gamma*. 2 (1):33-38.
- Sukrasno, G.2003. Mimba Tanaman Obat Multifungsi. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Sunarjono. 2015. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: UI Press.
- Supriadi. 2013. Optimasi Pemanfaatan Berbagai Jenis Pestisida untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 32(1):1-9.
- Suryawinata, Arli, Asep Sukohar.2016. Potensi *Annonaceous acetogenin* dari Sirsak (*Annona muricata*) sebagai Agen Kemoterapi melalui Induksi Apoptosis dan Inhibisi HIF-1. *Majority*. 5(5):97-102.
- Susanti, Dian., Rahma W., dan Ato S. 2015. Aktivitas Antifeedant dan Antiovoposisi Ekstrak Daun Tithonia Terhadap Kutu Kebul. *Agrosains*. 17(2):33-38.
- Tengkanoo, Wedanimbi. 2005. Ulat Grayak *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) Pada Tanaman Kedelai dan Pengendaliannya. *Buletin Palawija*. 10: 43-52.
- Tjahjadi. 2010. *Bertanam Cabai*. Yogyakarta: Penerbit Kanisus.
- Tohir, Aji Mohamad. 2010. Teknik Ekstraksi dan Aplikasi Beberapa Pestisida untuk Menurunkan Palatabilitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) di Laboratorium. *Buletin Teknik Pertanian*. Vol. 15(1):37-40.
- Umiaati dan Nuryanti. 2012. *Beberapa Pestisida Nabati yang Dapat Digunakan untuk Mengendalikan Ulat Grayak (Spodoptera litura) Pada Tanaman Tembakau*. Surabaya: Ditjenbun.
- Utami, S., Lailan, S. Noor, F. H. 2010. Daya Racun Ekstrak Kasar Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn) terhadap Larva *Spodoptera litura* Fabricius. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 15(2):96-100.
- Wahid, A. 2010. Efikasi Bioinsektida dan Kombinasinya Terhadap Serangan Hama Ulat Kantong *Pagodiella* spp. Pada Bibit Mangrove *Rhizophora* spp. di Persemaian. *Jurnal Agroland*. 17(2):162-168.
- Wahyuni, Ike. 2020. Dampak Penggunaan Insektisida bagi Lingkungan. <https://cybex.pertanian.go.id/artikel/94519/dampak-penggunaan-pestisida>. diakses tanggal 6 Juli 2021.
- Wahyuni, D., Reni A. 2018. Uji Efektifitas Ekstrak Daun Srikaya (*Annona squamosa*) terhadap Kematian Kecoa Amerika (*Periplaneta Americana*). *Jurnal Photon*. 8(2).
- Wibawa, I Putu Ahus H. 2019. Uji Efektivitas Ekstrak Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss.) untuk Mengendalikan Hama Penggerek Daun Pada Tanaman *Podocarpus neriifolius*. *Jurnal Agroeknologi*. 8(1).20-31.
- Widodo, W. 2005. *Tanaman Beracun Dalam Kehidupan Ternak*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Perhitungan pengenceran ekstrak insektisida nabati

- a. Ekstrak konsentrasi 0%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = 0\% \times 10$$

$$V1 = \frac{0}{100}$$

$$V1 = 0 \text{ ml}$$

- b. Ekstrak konsentrasi 5%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = 5\% \times 10$$

$$V1 = \frac{50}{100}$$

$$V1 = 0,5 \text{ ml}$$

- c. Ekstrak konsentrasi 10%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = 10\% \times 10$$

$$V1 = \frac{100}{100}$$

$$V1 = 1 \text{ ml}$$

- d. Ekstrak konsentrasi 20%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = 20\% \times 10$$

$$V1 = \frac{200}{100}$$

$$V1 = 2 \text{ ml}$$

- e. Ekstrak konsentrasi 40%

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$100\% \times V1 = 40\% \times 10$$

$$V1 = \frac{400}{100}$$

$$V1 = 4 \text{ ml}$$

LAMPIRAN 2. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 24 JSA

Tabel 1. Jumlah kematian larva 24 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0
	10	0	1	0	1	0,33
	20	1	1	0	2	0,67
	40	2	0	2	4	1,33
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	1	1	0,33
	10	1	0	0	1	0,33
	20	1	2	0	3	1
	40	1	1	2	4	1,33
Kombinasi	0	0	0	0	0	0
	5	0	2	1	3	1
	10	1	2	0	3	1
	20	1	1	3	5	1,67
	40	2	4	1	7	2,33

Tabel 2. Persentase mortalitas larva 24 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0
	10	0	10	0	10	3,33
	20	10	10	0	20	6,67
	40	20	0	20	40	13,33
Daun mimba (<i>B. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	10	10	3,33
	10	10	0	0	10	3,33
	20	10	20	0	30	10
	40	10	10	20	40	13,33
Kombinasi	0	0	0	0	0	0
	5	0	20	10	30	10
	10	10	20	0	30	10
	20	10	10	30	50	16,67
	40	20	40	10	70	23,33

Tabel 3. Mortalitas terkoreksi 24 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	0	0	0	0	0
	10	0	10	0	10	3,33
	20	10	10	0	20	6,67
	40	20	0	20	40	13,33
	0	0	0	0	0	0
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	5	0	0	10	10	3,33
	10	10	0	0	10	3,33
	20	10	20	0	30	10
	40	10	10	20	40	13,33
	0	0	0	0	0	0
Kombinasi	5	0	20	10	30	10
	10	10	20	0	30	10
	20	10	10	30	50	16,67
	40	20	40	10	70	23,33

LAMPIRAN 3. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 48 JSA

Tabel 1. Jumlah kematian larva 48 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	1	1	0	2	0,67
	10	0	1	0	1	0,33
	20	1	2	0	3	1
	40	2	1	3	6	2
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	1	0	1	2	0,67
	10	1	1	1	3	1
	20	2	2	1	5	1,67
Kombinasi	40	2	3	2	7	2,33
	0	0	0	0	0	0
	5	1	3	1	5	1,67
	10	2	3	1	6	2
	20	2	3	3	8	2,67
	40	2	5	3	10	3,33

Tabel 2. Persentase mortalitas larva 48 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	10	10	0	20	6,67
	10	10	20	0	30	10
	20	20	10	20	50	16,67
	40	20	10	30	60	20
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	10	0	10	20	6,67
	10	10	10	10	30	10
	20	20	20	10	50	16,67
Kombinasi	40	20	30	20	70	23,33
	0	0	0	0	0	0
	5	10	30	10	50	16,67
	10	20	30	10	60	20
	20	20	30	30	80	26,67
	40	20	50	30	100	33,33

Tabel 3. Mortalitas terkoreksi larva 48 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	10	10	0	20	6,67
	10	10	20	0	30	10
	20	20	10	20	50	16,67
	40	20	10	30	60	20
	0	0	0	0	0	0
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	5	10	0	10	20	6,67
	10	10	10	10	30	10
	20	20	20	10	50	16,67
	40	20	30	20	70	23,33
	0	0	0	0	0	0
Kombinasi	5	10	30	10	50	16,67
	10	20	30	10	60	20
	20	20	30	30	80	26,67
	40	20	50	30	100	33,33

LAMPIRAN 4. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 72 JSA

Tabel 1. Jumlah kematian larva 72 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	2	1	1	4	1,33
	10	2	2	1	5	1,67
	20	2	3	2	7	2,33
	40	2	3	3	8	2,67
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	2	1	2	5	1,67
	10	2	3	1	6	2
	20	3	2	3	8	2,67
Kombinasi	40	3	5	2	10	3,33
	0	0	0	0	0	0
	5	2	3	2	7	2,33
	10	4	3	2	9	3
	20	4	3	4	11	3,67
	40	7	4	4	15	5

Tabel 2. Presentase mortalitas larva 72 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	20	10	10	40	13,33
	10	20	20	10	50	16,67
	20	20	30	20	70	23,33
	40	20	30	30	80	26,67
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	20	10	20	50	16,67
	10	20	30	10	60	20
	20	30	20	30	80	26,67
Kombinasi	40	30	50	20	100	33,33
	0	0	0	0	0	0
	5	20	30	20	70	23,33
	10	40	30	20	90	30
	20	40	30	40	110	36,67
	40	70	40	40	150	50

Tabel 3. Mortalitas terkoreksi larva 72 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	20	10	10	40	13,33
	10	20	20	10	50	16,67
	20	20	30	20	70	23,33
	40	20	30	30	80	26,67
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	20	10	20	50	16,67
	10	20	30	10	60	20
	20	30	20	30	80	26,67
	40	30	50	20	100	33,33
Kombinasi	0	0	0	0	0	0
	5	20	30	20	70	23,33
	10	40	30	20	90	30
	20	40	30	40	110	36,67
	40	70	40	40	150	50

LAMPIRAN 5. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 96 JSA

Tabel 1. Jumlah kematian larva 96 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	1	0	0	1	0,33
	5	2	2	1	5	1,67
	10	2	3	2	7	2,33
	20	3	3	4	10	3,33
	40	5	3	5	13	4,33
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	2	3	2	7	2,33
	10	2	3	4	9	3
	20	5	3	3	11	3,67
	40	6	5	3	14	4,67
Kombinasi	0	0	0	0	0	0
	5	3	4	5	12	4
	10	6	5	3	14	4,67
	20	5	6	7	18	6
	40	6	9	7	22	7,33

Tabel 2. Presentase mortalitas larva 96 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	10	0	0	10	3,33
	5	20	20	10	50	16,67
	10	20	30	20	70	23,33
	20	30	30	40	100	33,33
	40	50	30	50	130	43,33
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	20	30	20	70	23,33
	10	20	30	40	90	30
	20	50	30	30	110	36,67
	40	60	50	30	140	46,67
Kombinasi	0	0	0	0	0	0
	5	30	40	50	120	40
	10	60	50	30	140	46,67
	20	50	60	70	180	60
	40	60	90	70	220	73,33

Tabel 3. Mortalitas terkoreksi larva 96 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	11,11	20	10	41,11	13,8
	10	11,11	30	20	61,11	20,37
	20	22,22	30	40	92,22	30,74
	40	44,44	30	50	124,44	41,48
	0	0	0	0	0	0
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	5	20	30	20	70	23,33
	10	20	30	40	90	30
	20	50	30	30	110	36,67
	40	60	50	30	140	46,67
	0	0	0	0	0	0
Kombinasi	5	30	40	50	120	40
	10	60	50	30	140	46,67
	20	50	60	70	180	60
	40	60	90	70	220	73,33

LAMPIRAN 6. Hasil Pengamatan mortalitas larva 120 JSA

Tabel 1. Jumlah kematian larva 120 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	1	0	0	1	0,33
	5	2	2	1	5	2,33
	10	2	4	2	8	2,67
	20	4	4	4	12	4
	40	6	5	7	18	6
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	2	4	3	9	3
	10	3	3	5	11	3,67
	20	6	5	4	15	5
	40	7	5	5	17	6,33
Kombinasi	0	0	0	0	0	0
	5	5	5	5	15	5
	10	7	5	5	17	5,67
	20	7	8	7	22	7,33
	40	8	9	9	26	8,67

Tabel 2. Presentase mortalitas larva 120 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	10	0	0	10	3,33
	5	20	20	10	50	23,33
	10	20	40	20	80	26,67
	20	40	40	40	120	40
	40	60	50	70	180	60
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	20	40	30	90	30
	10	30	30	50	110	36,67
	20	60	50	40	150	50
	40	70	50	50	170	63,33
Kombinasi	0	0	0	0	0	0
	5	50	50	50	150	50
	10	70	50	50	170	56,67
	20	70	80	70	220	73,33
	40	80	90	90	260	86,67

Tabel 3. Mortalitas terkoreksi larva 120 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	11,11	20	10	41,11	13,8
	10	11,11	40	20	71,11	23,7
	20	33,33	40	40	113,33	37,8
	40	55,57	50	70	175,57	58,53
	0	0	0	0	0	0
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	5	20	40	30	90	30
	10	30	30	50	110	36,67
	20	60	50	40	150	50
	40	70	50	50	170	63,33
	0	0	0	0	0	0
Kombinasi	5	50	50	50	150	50
	10	70	50	50	170	56,67
	20	70	80	70	220	73,33
	40	80	90	90	260	86,67

LAMPIRAN 7. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 144 JSA

Tabel 1. Jumlah kematian larva 144 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	1	0	0	1	0,33
	5	3	4	3	10	3,33
	10	4	6	3	13	4,33
	20	5	7	5	17	5,67
	40	7	7	8	22	7,33
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	4	5	3	12	4
	10	6	4	5	15	5
	20	7	5	6	18	6
	40	8	7	8	23	7,67
Kombinasi	0	0	0	1	1	0,33
	5	6	5	7	18	6
	10	8	7	6	21	7
	20	8	8	9	25	8,33
	40	10	10	9	29	9,67

Tabel 2. Presentase mortalitas larva 144 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	10	0	0	10	3,33
	5	30	40	30	100	33,33
	10	40	60	30	130	43,33
	20	50	70	50	170	56,67
	40	70	70	80	220	73,33
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	0	0	0	0	0
	5	40	50	30	120	40
	10	60	40	50	150	50
	20	70	50	60	180	60
	40	80	70	80	230	76,67
Kombinasi	0	0	0	10	10	3,33
	5	60	50	70	180	60
	10	80	70	60	210	70
	20	80	80	90	250	83,33
	40	100	100	90	290	96,67

Tabel 3. Mortalitas terkoreksi larva 144 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	22,22	40	30	92,22	30,74
	10	33,33	60	30	123,33	41,11
	20	44,44	70	50	164,44	54,81
	40	66,67	70	80	216,67	72,23
	0	0	0	0	0	0
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	5	40	50	30	120	40
	10	60	40	50	150	50
	20	70	50	60	180	60
	40	80	70	80	230	76,67
	0	0	0	0	0	0
Kombinasi	5	60	50	66,67	176,67	58,89
	10	80	70	55,56	205,56	68,52
	20	80	80	88,88	248,88	82,96
	40	100	100	88,88	288,88	96,29

LAMPIRAN 8. Hasil Pengamatan Mortalitas Larva 168 JSA

Tabel 1. Jumlah kematian larva 168 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	1	0	0	1	0,33
	5	4	6	5	15	5
	10	5	8	6	19	6,33
	20	8	7	7	22	7,33
	40	8	7	9	24	8
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	1	0	0	1	0,33
	5	5	7	3	15	5
	10	8	5	5	18	6
	20	8	6	7	21	7
	40	8	9	9	26	8,67
Kombinasi	0	0	0	1	1	0,33
	5	8	7	7	22	7,33
	10	9	7	7	23	7,67
	20	9	8	10	27	9
	40	10	10	10	30	10

Tabel 2. Presentase mortalitas larva 168 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	0	10	0	0	10	3,33
	5	40	60	50	150	50
	10	50	80	60	190	63,33
	20	80	70	70	220	73,33
	40	80	70	90	240	80
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	0	10	0	0	10	3,33
	5	50	70	30	150	50
	10	80	50	50	180	60
	20	80	60	70	210	70
	40	80	90	90	260	86,67
Kombinasi	0	0	0	10	10	3,33
	5	80	70	70	220	73,33
	10	90	70	70	230	76,67
	20	90	80	100	270	90
	40	100	100	100	300	100

Tabel 3. Mortalitas terkoreksi larva 168 JSA

Jenis Ekstrak	Konsentrasi (%)	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
	0	0	0	0	0	0
Daun sirsak (<i>A. muricata</i>)	5	33,33	60	50	143,33	47,78
	10	44,44	80	60	184,44	61,48
	20	77,78	70	70	217,76	72,58
	40	77,78	70	90	237,78	79,26
	0	0	0	0	0	0
Daun mimba (<i>A. indica</i>)	5	44,44	70	30	144,44	48,14
	10	77,78	50	50	177,78	59,26
	20	77,78	60	70	207,78	69,26
	40	77,78	90	90	257,78	85,92
	0	0	0	0	0	0
Kombinasi	5	80	70	66,67	216,67	72,23
	10	90	70	66,67	226,67	75,56
	20	90	80	100	270	90
	40	100	100	100	300	100

Tabel 4. Hasil uji homogenitas

F	df1	df2	Sig.
1.000	20	44	.120

Tabel 5. Hasil uji Anava

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26982.459 ^a	16	1686.404	22.365	<.001
Intercept	111628.694	1	111628.694	1480.434	<.001
Jenis	1649.983	2	824.992	10.941	<.001
Konsentrasi	24538.817	4	6134.704	81.359	<.001
Jenis * Konsentrasi	667.848	8	83.481	1.107	.028
Error	2111.275	28	75.403		
Total	140722.427	45			
Corrected Total	29093.734	44			

Tabel 6. Hasil uji Tukey jenis ekstrak

(I) Jenis_ekstrak	(J) Jenis_ekstrak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Daun sirsak	Daun mimba	-.2000	3.17076	.998	-8.0456	7.6456
	Kombinasi	-12.9440 [*]	3.17076	<.001	-20.7896	-5.0984
Daun mimba	Daun sirsak	.2000	3.17076	.998	-7.6456	8.0456
	Kombinasi	-12.7440 [*]	3.17076	.001	-20.5896	-4.8984
Kombinasi	Daun sirsak	12.9440 [*]	3.17076	<.001	5.0984	20.7896
	Daun mimba	12.7440 [*]	3.17076	.001	4.8984	20.5896

Jenis_ekstrak	N	Subset	
		1	2
Daun sirsak	15	45.4247a	
Daun mimba	15	45.6247a	
Kombinasi	15		58.3687b
Sig.		.998	1.000

Tabel 7. Hasil uji Tukey konsentrasi ekstrak

(I) Dosis_ ekstrak	(J) Dosis_ ekstrak	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	5%	-43.5200*	4.09343	<.001	-55.4462	-31.5938
	10%	-49.1611*	4.09343	<.001	-61.0873	-37.2349
	20%	-57.5178*	4.09343	<.001	-69.4439	-45.5916
	40%	-68.1144*	4.09343	<.001	-80.0406	-56.1883
5%	0%	43.5200*	4.09343	<.001	31.5938	55.4462
	10%	-5.6411	4.09343	.646	-17.5673	6.2851
	20%	-13.9978*	4.09343	.015	-25.9239	-2.0716
	40%	-24.5944*	4.09343	<.001	-36.5206	-12.6683
10%	0%	49.1611*	4.09343	<.001	37.2349	61.0873
	5%	5.6411	4.09343	.646	-6.2851	17.5673
	20%	-8.3567*	4.09343	.003	-20.2828	3.5695
	40%	-18.9533*	4.09343	<.001	-30.8795	-7.0272
20%	0%	57.5178*	4.09343	<.001	45.5916	69.4439
	5%	13.9978*	4.09343	.015	2.0716	25.9239
	10%	8.3567*	4.09343	.003	-3.5695	20.2828
	40%	-10.5967*	4.09343	.010	-22.5228	1.3295
40%	0%	68.1144*	4.09343	<.001	56.1883	80.0406
	5%	24.5944*	4.09343	<.001	12.6683	36.5206
	10%	18.9533*	4.09343	<.001	7.0272	30.8795
	20%	10.5967*	4.09343	.010	-1.3295	22.5228

Dosis_ekstrak	N	Subset			
		1	2	3	4
0%	9	6.1433a			
5%	9		49.6633b		
10%	9		55.3044bc	55.3044bc	
20%	9			63.6611cd	63.6611cd
40%	9				74.2578d
Sig.		1.000	.646	.273	.100

Tabel 8. Hasil uji lanjut LSD interaksi antara jenis dan konsentrasi ekstrak

Pairwise Comparisons						
Dependent Variable: Larva_mati						
(I) Interaksi	(J) Interaksi	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
					Lower Bound	Upper Bound
Sirsak0%	sirsak5%	-41,493	6,652	,000	-55,078	-27,908
	sirsak10%	-49,560	6,652	,000	-63,145	-35,975
	sirsak20%	-55,493	6,652	,000	-69,078	-41,908
	sirsak40%	-60,420	6,652	,000	-74,005	-46,835
	mimba0%	,000	6,652	1,000	-13,585	13,585
	mimba5%	-41,493	6,652	,000	-55,078	-27,908
	mimba10%	-47,640	6,652	,000	-61,225	-34,055
	mimba20%	-53,487	6,652	,000	-67,072	-39,902
	mimba40%	-65,347	6,652	,000	-78,932	-51,762
	kombinasi0%	,000	6,652	1,000	-13,585	13,585
	kombinasi5%	-55,494	6,652	,000	-69,079	-41,909
	kombinasi10%	-60,667	7,437	,000	-75,855	-45,478
	kombinasi20%	-66,939	6,222	,000	-79,647	-54,231
	kombinasi40%	-86,497	6,652	,000	-100,082	-72,912
sirsak5%	sirsak0%	41,493	6,652	,000	27,908	55,078
	sirsak10%	-8,067	6,652	,235	-21,652	5,518
	sirsak20%	-14,000	6,652	,044	-27,585	-,415
	sirsak40%	-18,927	6,652	,008	-32,512	-5,342
	mimba0%	41,493	6,652	,000	27,908	55,078
	mimba5%	-1,071E-013	6,652	1,000	-13,585	13,585
	mimba10%	-6,147	6,652	,363	-19,732	7,438
	mimba20%	-11,993	6,652	,081	-25,578	1,592
	mimba40%	-23,853	6,652	,001	-37,438	-10,268
	kombinasi0%	41,493	6,652	,000	27,908	55,078
	kombinasi5%	-14,001	6,652	,044	-27,586	-,416
	kombinasi10%	-19,173	7,437	,015	-34,362	-3,985
	kombinasi20%	-25,446	6,222	,000	-38,154	-12,738
	kombinasi40%	-45,003	6,652	,000	-58,588	-31,418
sirsak10%	sirsak0%	49,560	6,652	,000	35,975	63,145
	sirsak5%	8,067	6,652	,235	-5,518	21,652
	sirsak20%	-5,933	6,652	,380	-19,518	7,652
	sirsak40%	-10,860	6,652	,113	-24,445	2,725
	mimba0%	49,560	6,652	,000	35,975	63,145
	mimba5%	8,067	6,652	,235	-5,518	21,652
	mimba10%	1,920	6,652	,775	-11,665	15,505
	mimba20%	-3,927	6,652	,559	-17,512	9,658
	mimba40%	-15,787	6,652	,024	-29,372	-2,202
	kombinasi0%	49,560	6,652	,000	35,975	63,145
	kombinasi5%	-5,934	6,652	,379	-19,519	7,651
	kombinasi10%	-11,107	7,437	,146	-26,295	4,082
	kombinasi20%	-17,379	6,222	,009	-30,087	-4,671
	kombinasi40%	-36,937	6,652	,000	-50,522	-23,352
sirsak20%	sirsak0%	55,493	6,652	,000	41,908	69,078
	sirsak5%	14,000	6,652	,044	-,415	27,585
	sirsak10%	5,933	6,652	,380	-7,652	19,518
	sirsak40%	-4,927	6,652	,465	-18,512	8,658
	mimba0%	55,493	6,652	,000	41,908	69,078
	mimba5%	14,000	6,652	,044	-,415	27,585
	mimba10%	7,853	6,652	,247	-5,732	21,438
	mimba20%	2,007	6,652	,765	-11,578	15,592
	mimba40%	-9,853	6,652	,149	-23,438	3,732

	kombinasi0%	55,493	6,652	,000	41,908	69,078
	kombinasi5%	-,001	6,652	1,000	-13,586	13,584
	kombinasi10%	-5,173	7,437	,492	-20,362	10,015
	kombinasi20%	-11,446	6,222	,026	-24,154	1,262
	kombinasi40%	-31,003	6,652	,000	-44,588	-17,418
	sirsak0%	60,420	6,652	,000	46,835	74,005
	sirsak5%	18,927	6,652	,008	5,342	32,512
	sirsak10%	10,860	6,652	,113	-2,725	24,445
	sirsak20%	4,927	6,652	,465	-8,658	18,512
	mimba0%	60,420	6,652	,000	46,835	74,005
	mimba5%	18,927	6,652	,008	5,342	32,512
sirsak40%	mimba10%	12,780	6,652	,064	-,805	26,365
	mimba20%	6,933	6,652	,306	-6,652	20,518
	mimba40%	-4,927	6,652	,465	-18,512	8,658
	kombinasi0%	60,420	6,652	,000	46,835	74,005
	kombinasi5%	4,926	6,652	,465	-8,659	18,511
	kombinasi10%	-,247	7,437	,974	-15,435	14,942
	kombinasi20%	-6,519	6,222	,303	-19,227	6,189
	kombinasi40%	-26,077	6,652	,000	-39,662	-12,492
	sirsak0%	,000	6,652	1,000	-13,585	13,585
	sirsak5%	-41,493	6,652	,000	-55,078	-27,908
	sirsak10%	-49,560	6,652	,000	-63,145	-35,975
	sirsak20%	-55,493	6,652	,000	-69,078	-41,908
	sirsak40%	-60,420	6,652	,000	-74,005	-46,835
	mimba5%	-41,493	6,652	,000	-55,078	-27,908
mimba0%	mimba10%	-47,640	6,652	,000	-61,225	-34,055
	mimba20%	-53,487	6,652	,000	-67,072	-39,902
	mimba40%	-65,347	6,652	,000	-78,932	-51,762
	kombinasi0%	,000	6,652	1,000	-13,585	13,585
	kombinasi5%	-55,494	6,652	,000	-69,079	-41,909
	kombinasi10%	-60,667	7,437	,000	-75,855	-45,478
	kombinasi20%	-66,939	6,222	,000	-79,647	-54,231
	kombinasi40%	-86,497	6,652	,000	-100,082	-72,912
	sirsak0%	41,493	6,652	,000	27,908	55,078
	sirsak5%	1,071E-013	6,652	1,000	-13,585	13,585
	sirsak10%	-8,067	6,652	,235	-21,652	5,518
	sirsak20%	-14,000	6,652	,044	-27,585	-,415
	sirsak40%	-18,927	6,652	,008	-32,512	-5,342
	mimba0%	41,493	6,652	,000	27,908	55,078
mimba5%	mimba10%	-6,147	6,652	,363	-19,732	7,438
	mimba20%	-11,993	6,652	,081	-25,578	1,592
	mimba40%	-23,853	6,652	,001	-37,438	-10,268
	kombinasi0%	41,493	6,652	,000	27,908	55,078
	kombinasi5%	-14,001	6,652	,044	-27,586	-,416
	kombinasi10%	-19,173	7,437	,015	-34,362	-3,985
	kombinasi20%	-25,446	6,222	,000	-38,154	-12,738
	kombinasi40%	-45,003	6,652	,000	-58,588	-31,418
	sirsak0%	47,640	6,652	,000	34,055	61,225
	sirsak5%	6,147	6,652	,363	-7,438	19,732
	sirsak10%	-1,920	6,652	,775	-15,505	11,665
	sirsak20%	-7,853	6,652	,247	-21,438	5,732
	sirsak40%	-12,780	6,652	,064	-26,365	,805
	mimba0%	47,640	6,652	,000	34,055	61,225
mimba10%	mimba5%	6,147	6,652	,363	-7,438	19,732
%	mimba20%	-5,847	6,652	,386	-19,432	7,738
	mimba40%	-17,707	6,652	,012	-31,292	-4,122
	kombinasi0%	47,640	6,652	,000	34,055	61,225
	kombinasi5%	-7,854	6,652	,247	-21,439	5,731
	kombinasi10%	-13,027	7,437	,090	-28,215	2,162
	kombinasi20%	-19,299	6,222	,004	-32,007	-6,591
	kombinasi40%	-38,857	6,652	,000	-52,442	-25,272

	sirsak0%	53,487	6,652	,000	39,902	67,072
	sirsak5%	11,993	6,652	,081	-1,592	25,578
	sirsak10%	3,927	6,652	,559	-9,658	17,512
	sirsak20%	-2,007	6,652	,765	-15,592	11,578
	sirsak40%	-6,933	6,652	,306	-20,518	6,652
mimba20%	mimba0%	53,487	6,652	,000	39,902	67,072
	mimba5%	11,993	6,652	,081	-1,592	25,578
	mimba10%	5,847	6,652	,386	-7,738	19,432
	mimba40%	-11,860	6,652	,085	-25,445	1,725
kombinasi0%	kombinasi0%	53,487	6,652	,000	39,902	67,072
	kombinasi5%	-2,008	6,652	,765	-15,593	11,577
	kombinasi10%	-7,180	7,437	,342	-22,369	8,009
	kombinasi20%	-13,453	6,222	,039	-26,160	-,745
kombinasi40%	kombinasi40%	-33,010	6,652	,000	-46,595	-19,425
	sirsak0%	65,347	6,652	,000	51,762	78,932
	sirsak5%	23,853	6,652	,001	10,268	37,438
	sirsak10%	15,787	6,652	,024	2,202	29,372
sirsak20%	sirsak20%	9,853	6,652	,149	-3,732	23,438
	sirsak40%	4,927	6,652	,465	-8,658	18,512
	mimba0%	65,347	6,652	,000	51,762	78,932
	mimba5%	23,853	6,652	,001	10,268	37,438
mimba40%	mimba10%	17,707	6,652	,012	4,122	31,292
	mimba20%	11,860	6,652	,085	-1,725	25,445
	kombinasi0%	65,347	6,652	,000	51,762	78,932
	kombinasi5%	9,852	6,652	,149	-3,733	23,437
kombinasi10%	kombinasi10%	4,680	7,437	,534	-10,509	19,869
	kombinasi20%	-1,593	6,222	,800	-14,300	11,115
	kombinasi40%	-21,150	6,652	,003	-34,735	-7,565
	sirsak0%	,000	6,652	1,000	-13,585	13,585
sirsak5%	sirsak5%	-41,493	6,652	,000	-55,078	-27,908
	sirsak10%	-49,560	6,652	,000	-63,145	-35,975
	sirsak20%	-55,493	6,652	,000	-69,078	-41,908
	sirsak40%	-60,420	6,652	,000	-74,005	-46,835
mimba0%	mimba0%	,000	6,652	1,000	-13,585	13,585
	mimba5%	-41,493	6,652	,000	-55,078	-27,908
	mimba10%	-47,640	6,652	,000	-61,225	-34,055
	mimba20%	-53,487	6,652	,000	-67,072	-39,902
mimba40%	mimba40%	-65,347	6,652	,000	-78,932	-51,762
	kombinasi5%	-55,494	6,652	,000	-69,079	-41,909
	kombinasi10%	-60,667	7,437	,000	-75,855	-45,478
	kombinasi20%	-66,939	6,222	,000	-79,647	-54,231
kombinasi40%	kombinasi40%	-86,497	6,652	,000	-100,082	-72,912
	sirsak0%	55,494	6,652	,000	41,909	69,079
	sirsak5%	14,001	6,652	,044	,416	27,586
	sirsak10%	5,934	6,652	,379	-7,651	19,519
sirsak20%	sirsak20%	,001	6,652	1,000	-13,584	13,586
	sirsak40%	-4,926	6,652	,465	-18,511	8,659
	mimba0%	55,494	6,652	,000	41,909	69,079
	mimba5%	14,001	6,652	,044	,416	27,586
mimba10%	mimba10%	7,854	6,652	,247	-5,731	21,439
	mimba20%	2,008	6,652	,765	-11,577	15,593
	mimba40%	-9,852	6,652	,149	-23,437	3,733
	kombinasi0%	55,494	6,652	,000	41,909	69,079
kombinasi10%	kombinasi10%	-5,172	7,437	,492	-20,361	10,016
	kombinasi20%	-11,445	6,222	,076	-24,153	1,263
	kombinasi40%	-31,002	6,652	,000	-44,587	-17,417
	sirsak0%	60,667	7,437	,000	45,478	75,855
sirsak5%	sirsak5%	19,173	7,437	,015	3,985	34,362
	sirsak10%	11,107	7,437	,146	-4,082	26,295
	sirsak20%	5,173	7,437	,492	-10,015	20,362
	sirsak40%	,247	7,437	,974	-14,942	15,435
mimba0%	mimba0%	60,667	7,437	,000	45,478	75,855

	mimba5%	19,173	7,437	,015	3,985	34,362
	mimba10%	13,027	7,437	,090	-2,162	28,215
	mimba20%	7,180	7,437	,342	-8,009	22,369
	mimba40%	-4,680	7,437	,534	-19,869	10,509
	kombinasi0%	60,667	7,437	,000	45,478	75,855
	kombinasi5%	5,172	7,437	,492	-10,016	20,361
	kombinasi20%	-6,273	7,055	,381	-20,682	8,137
	kombinasi40%	-25,830	7,437	,002	-41,019	-10,641
	sirsak0%	66,939	6,222	,000	54,231	79,647
	sirsak5%	25,446	6,222	,000	12,738	38,154
	sirsak10%	17,379	6,222	,009	4,671	30,087
	sirsak20%	11,446	6,222	,026	-1,262	24,154
	sirsak40%	6,519	6,222	,303	-6,189	19,227
	mimba0%	66,939	6,222	,000	54,231	79,647
kombinasi	mimba5%	25,446	6,222	,000	12,738	38,154
20%	mimba10%	19,299	6,222	,004	6,591	32,007
	mimba20%	13,453	6,222	,039	,745	26,160
	mimba40%	1,593	6,222	,800	-11,115	14,300
	kombinasi0%	66,939	6,222	,000	54,231	79,647
	kombinasi5%	11,445	6,222	,076	-1,263	24,153
	kombinasi10%	6,273	7,055	,381	-8,137	20,682
	kombinasi40%	-19,557	6,222	,004	-32,265	-6,850
	sirsak0%	86,497	6,652	,000	72,912	100,082
	sirsak5%	45,003	6,652	,000	31,418	58,588
	sirsak10%	36,937	6,652	,000	23,352	50,522
	sirsak20%	31,003	6,652	,000	17,418	44,588
	sirsak40%	26,077	6,652	,000	12,492	39,662
	mimba0%	86,497	6,652	,000	72,912	100,082
kombinasi	mimba5%	45,003	6,652	,000	31,418	58,588
40%	mimba10%	38,857	6,652	,000	25,272	52,442
	mimba20%	33,010	6,652	,000	19,425	46,595
	mimba40%	21,150	6,652	,003	7,565	34,735
	kombinasi0%	86,497	6,652	,000	72,912	100,082
	kombinasi5%	31,002	6,652	,000	17,417	44,587
	kombinasi10%	25,830	7,437	,002	10,641	41,019
	kombinasi20%	19,557	6,222	,004	6,850	32,265

Hasil notasi uji lanjut LSD interaksi antara jenis dan konsentrasi ekstrak

No.	Interaksi	Mean
1.	kombinasi0%	3,503 a
2.	mimba0%	3,503 a
3.	sirsak0%	3,503 a
4.	mimba5%	44,997 b
5.	sirsak5%	44,997 b
6.	mimba10%	51,143 bc
7.	sirsak10%	53,063 bc
8.	mimba20%	56,990 bc
9.	sirsak20%	58,997 c
10.	kombinasi5%	58,998 c
11.	sirsak40%	63,923 c
12.	kombinasi10%	64,170 c
13.	mimba40%	68,850 cd
14.	kombinasi20%	70,443 d
15.	kombinasi40%	90,000 e

LAMPIRAN 9. Nilai LC₅₀

Tabel 1. Ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) 24 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-52,591	.	.
	,020	-36,215	.	.
	,030	-25,825	.	.
	,040	-18,009	.	.
	,050	-11,651	.	.
	,060	-6,240	.	.
	,070	-1,495	.	.
	,080	2,753	.	.
	,090	6,617	.	.
	,100	10,174	.	.
	,150	24,899	.	.
	,200	36,602	.	.
	,250	46,642	.	.
	,300	55,659	.	.
	,350	64,014	.	.
	,400	71,942	.	.
	,450	79,612	.	.
	,500	87,161	.	.
	,550	94,710	.	.
	,600	102,381	.	.
	,650	110,309	.	.
	,700	118,664	.	.
	,750	127,681	.	.
	,800	137,721	.	.
	,850	149,424	.	.
	,900	164,149	.	.
	,910	167,706	.	.
	,920	171,569	.	.
	,930	175,818	.	.
	,940	180,563	.	.
	,950	185,974	.	.
	,960	192,332	.	.
	,970	200,148	.	.
	,980	210,538	.	.
	,990	226,914	.	.

Tabel 2. Ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) 48 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-95,050	.	.
	,020	-73,977	.	.
	,030	-60,607	.	.
	,040	-50,550	.	.
	,050	-42,368	.	.
	,060	-35,405	.	.
	,070	-29,299	.	.
	,080	-23,833	.	.
	,090	-18,861	.	.
	,100	-14,284	.	.
	,150	4,664	.	.
	,200	19,724	.	.
	,250	32,644	.	.
	,300	44,246	.	.
	,350	54,997	.	.
	,400	65,199	.	.
	,450	75,070	.	.
	,500	84,784	.	.
	,550	94,498	.	.
	,600	104,368	.	.
	,650	114,570	.	.
	,700	125,322	.	.
	,750	136,924	.	.
	,800	149,844	.	.
	,850	164,903	.	.
	,900	183,852	.	.
	,910	188,428	.	.
	,920	193,400	.	.
	,930	198,867	.	.
	,940	204,973	.	.
	,950	211,936	.	.
	,960	220,117	.	.
	,970	230,175	.	.
	,980	243,545	.	.
	,990	264,618	.	.

Tabel 3. Ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) 72 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-1,624	-287,114	14,702
	,020	7,331	-188,637	20,795
	,030	13,013	-127,058	25,561
	,040	17,288	-81,980	30,393
	,050	20,764	-47,320	36,331
	,060	23,724	-21,223	44,789
	,070	26,319	-3,363	57,227
	,080	28,642	7,528	73,464
	,090	30,755	14,031	91,633
	,100	32,700	18,212	110,163
	,150	40,753	28,098	194,305
	,200	47,153	33,120	264,013
	,250	52,644	36,813	324,433
	,300	57,574	39,892	378,929
	,350	62,143	42,626	429,546
	,400	66,479	45,149	477,648
	,450	70,674	47,545	524,234
	,500	74,802	49,869	570,114
	,550	78,931	52,167	616,019
	,600	83,125	54,483	662,685
	,650	87,461	56,859	710,934
	,700	92,030	59,348	761,796
	,750	96,961	62,020	816,699
	,800	102,452	64,981	877,850
	,850	108,852	68,419	949,143
	,900	116,905	72,727	1038,863
	,910	118,850	73,765	1060,536
	,920	120,963	74,891	1084,081
	,930	123,286	76,129	1109,972
	,940	125,881	77,511	1138,888
	,950	128,840	79,085	1171,869
	,960	132,317	80,932	1210,619
	,970	136,591	83,201	1258,260
	,980	142,273	86,214	1321,594
	,990	151,229	90,955	1421,423

Tabel 4. Ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) 96 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-64,335	-490,972	-24,983
	,020	-51,445	-413,298	-17,791
	,030	-43,266	-364,051	-13,193
	,040	-37,113	-327,030	-9,709
	,050	-32,109	-296,939	-6,853
	,060	-27,849	-271,347	-4,401
	,070	-24,114	-248,928	-2,230
	,080	-20,770	-228,875	-,267
	,090	-17,728	-210,659	1,539
	,100	-14,929	-193,913	3,224
	,150	-3,337	-124,959	10,581
	,200	5,875	-71,215	17,486
	,250	13,778	-27,954	26,256
	,300	20,876	1,748	43,280
	,350	27,453	15,380	72,947
	,400	33,693	22,176	107,237
	,450	39,731	26,991	142,173
	,500	45,674	31,083	177,202
	,550	51,616	34,869	212,536
	,600	57,654	38,545	248,612
	,650	63,895	42,236	286,007
	,700	70,472	46,049	325,492
	,750	77,569	50,107	368,160
	,800	85,473	54,578	415,721
	,850	94,685	59,746	471,202
	,900	106,276	66,204	541,054
	,910	109,076	67,759	557,931
	,920	112,117	69,445	576,267
	,930	115,461	71,298	596,431
	,940	119,196	73,365	618,953
	,950	123,456	75,719	644,642
	,960	128,461	78,482	674,827
	,970	134,613	81,874	711,940
	,980	142,792	86,378	761,280
	,990	155,683	93,466	839,059

Tabel 5. Ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) 120 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-55,129	-186,828	-25,334
	,020	-45,131	-159,397	-19,109
	,030	-38,787	-142,013	-15,139
	,040	-34,015	-128,950	-12,138
	,050	-30,134	-118,337	-9,685
	,060	-26,830	-109,314	-7,586
	,070	-23,933	-101,412	-5,737
	,080	-21,339	-94,346	-4,072
	,090	-18,980	-87,928	-2,548
	,100	-16,809	-82,030	-1,137
	,150	-7,819	-57,742	4,839
	,200	-,674	-38,708	9,857
	,250	5,456	-22,792	14,575
	,300	10,961	-9,219	19,533
	,350	16,062	2,041	25,445
	,400	20,903	10,661	33,118
	,450	25,586	16,855	42,689
	,500	30,195	21,522	53,537
	,550	34,803	25,426	65,147
	,600	39,487	28,984	77,354
	,650	44,327	32,423	90,209
	,700	49,428	35,895	103,908
	,750	54,933	39,535	118,799
	,800	61,063	43,507	135,462
	,850	68,208	48,067	154,954
	,900	77,198	53,737	179,547
	,910	79,370	55,099	185,495
	,920	81,728	56,576	191,959
	,930	84,322	58,196	199,070
	,940	87,219	60,003	207,014
	,950	90,523	62,060	216,079
	,960	94,405	64,473	226,733
	,970	99,177	67,433	239,836
	,980	105,520	71,361	257,262
	,990	115,518	77,537	284,742

Tabel 6. Ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) 144 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBI	,010	-62,945	-189,707	-31,628
T	,020	-53,575	-165,847	-25,722
	,030	-47,631	-150,721	-21,963
	,040	-43,159	-139,350	-19,127
	,050	-39,522	-130,107	-16,814
	,060	-36,426	-122,245	-14,840
	,070	-33,711	-115,356	-13,104
	,080	-31,280	-109,193	-11,546
	,090	-29,070	-103,591	-10,125
	,100	-27,035	-98,439	-8,812
	,150	-18,610	-77,160	-3,326
	,200	-11,915	-60,342	1,128
	,250	-6,170	-46,028	5,063
	,300	-1,012	-33,333	8,757
	,350	3,769	-21,813	12,423
	,400	8,304	-11,284	16,305
	,450	12,693	-1,811	20,774
	,500	17,012	6,298	26,386
	,550	21,331	12,756	33,650
	,600	25,720	17,795	42,553
	,650	30,255	21,995	52,763
	,700	35,036	25,836	64,109
	,750	40,194	29,631	76,703
	,800	45,939	33,629	90,954
	,850	52,634	38,124	107,731
	,900	61,059	43,639	128,981
	,910	63,094	44,956	134,128
	,920	65,304	46,382	139,725
	,930	67,735	47,945	145,885
	,940	70,450	49,685	152,769
	,950	73,546	51,663	160,627
	,960	77,183	53,980	169,866
	,970	81,655	56,821	181,233
	,980	87,599	60,584	196,354
	,990	96,969	66,495	220,209

Tabel 7. Ekstrak daun sirsak (*A. muricata*) 168 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-49,283	-667,957	-104,955
	,020	-42,559	-600,022	-92,817
	,030	-38,285	-556,927	-85,116
	,040	-35,066	-524,513	-79,323
	,050	-32,443	-498,150	-74,610
	,060	-30,208	-475,714	-70,599
	,070	-28,245	-456,045	-67,082
	,080	-26,486	-438,436	-63,933
	,090	-24,883	-422,423	-61,070
	,100	-23,407	-407,685	-58,433
	,150	-17,266	-346,693	-47,519
	,200	-12,345	-298,259	-38,844
	,250	-8,079	-256,751	-31,403
	,300	-4,195	-219,529	-24,719
	,350	-,525	-185,107	-18,527
	,400	3,056	-152,544	-12,650
	,450	6,677	-121,194	-6,965
	,500	10,513	-90,614	-1,369
	,550	14,910	-60,594	4,226
	,600	20,814	-31,528	9,912
,650	31,516	-6,086	15,788	
,700	53,698	9,824	21,981	
,750	86,495	18,133	28,664	
,800	126,234	24,168	36,106	
,850	173,786	29,972	44,780	
,900	234,259	36,632	55,695	
,910	248,917	38,188	58,331	
,920	264,855	39,865	61,195	
,930	282,395	41,694	64,344	
,940	301,998	43,723	67,861	
,950	324,371	46,021	71,872	
,960	350,673	48,704	76,584	
,970	383,026	51,985	82,378	
,980	426,059	56,321	90,079	
,990	493,923	63,116	102,217	

Tabel 8. Ekstrak daun mimba (*A. indica*) 24 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-21,392	.	.
	,020	-8,202	.	.
	,030	,166	.	.
	,040	6,461	.	.
	,050	11,582	.	.
	,060	15,940	.	.
	,070	19,762	.	.
	,080	23,184	.	.
	,090	26,295	.	.
	,100	29,160	.	.
	,150	41,020	.	.
	,200	50,446	.	.
	,250	58,532	.	.
	,300	65,794	.	.
	,350	72,524	.	.
	,400	78,909	.	.
	,450	85,087	.	.
	,500	91,167	.	.
	,550	97,247	.	.
	,600	103,425	.	.
	,650	109,811	.	.
	,700	116,540	.	.
	,750	123,802	.	.
	,800	131,888	.	.
	,850	141,314	.	.
	,900	153,174	.	.
	,910	156,039	.	.
	,920	159,151	.	.
	,930	162,572	.	.
	,940	166,394	.	.
	,950	170,752	.	.
	,960	175,873	.	.
	,970	182,168	.	.
	,980	190,536	.	.
	,990	203,726	.	.

Tabel 9. Ekstrak daun mimba (*A. indica*) 48 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-41,630	.	.
	,020	-28,073	.	.
	,030	-19,472	.	.
	,040	-13,001	.	.
	,050	-7,738	.	.
	,060	-3,258	.	.
	,070	,670	.	.
	,080	4,187	.	.
	,090	7,385	.	.
	,100	10,330	.	.
	,150	22,520	.	.
	,200	32,208	.	.
	,250	40,520	.	.
	,300	47,984	.	.
	,350	54,900	.	.
	,400	61,464	.	.
	,450	67,814	.	.
	,500	74,063	.	.
	,550	80,312	.	.
	,600	86,662	.	.
	,650	93,225	.	.
	,700	100,142	.	.
	,750	107,606	.	.
	,800	115,918	.	.
	,850	125,606	.	.
	,900	137,796	.	.
	,910	140,741	.	.
	,920	143,939	.	.
	,930	147,456	.	.
	,940	151,384	.	.
	,950	155,864	.	.
	,960	161,127	.	.
	,970	167,597	.	.
	,980	176,199	.	.
	,990	189,755	.	.

Tabel 10. Ekstrak daun mimba (*A. indica*) 72 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-90,952	.	.
	,020	-72,402	.	.
	,030	-60,632	.	.
	,040	-51,779	.	.
	,050	-44,577	.	.
	,060	-38,447	.	.
	,070	-33,072	.	.
	,080	-28,260	.	.
	,090	-23,883	.	.
	,100	-19,854	.	.
	,150	-3,174	.	.
	,200	10,082	.	.
	,250	21,455	.	.
	,300	31,669	.	.
	,350	41,133	.	.
	,400	50,114	.	.
	,450	58,803	.	.
	,500	67,354	.	.
	,550	75,905	.	.
	,600	84,594	.	.
	,650	93,575	.	.
	,700	103,039	.	.
	,750	113,252	.	.
	,800	124,625	.	.
	,850	137,882	.	.
	,900	154,562	.	.
	,910	158,591	.	.
	,920	162,968	.	.
	,930	167,780	.	.
	,940	173,155	.	.
	,950	179,285	.	.
	,960	186,486	.	.
	,970	195,340	.	.
	,980	207,110	.	.
	,990	225,660	.	.

Tabel 11. Ekstrak daun mimba (*A. indica*) 96 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-93,180	.	.
	,020	-77,194	.	.
	,030	-67,051	.	.
	,040	-59,421	.	.
	,050	-53,215	.	.
	,060	-47,932	.	.
	,070	-43,300	.	.
	,080	-39,153	.	.
	,090	-35,381	.	.
	,100	-31,909	.	.
	,150	-17,534	.	.
	,200	-6,110	.	.
	,250	3,691	.	.
	,300	12,493	.	.
	,350	20,649	.	.
	,400	28,389	.	.
	,450	35,877	.	.
	,500	43,246	.	.
	,550	50,615	.	.
	,600	58,103	.	.
	,650	65,843	.	.
	,700	73,999	.	.
	,750	82,801	.	.
	,800	92,602	.	.
	,850	104,027	.	.
	,900	118,401	.	.
	,910	121,873	.	.
	,920	125,645	.	.
	,930	129,792	.	.
	,940	134,424	.	.
	,950	139,707	.	.
	,960	145,913	.	.
	,970	153,543	.	.
	,980	163,686	.	.
	,990	179,672	.	.

Tabel 12. Ekstrak daun mimba (*A. indica*) 120 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-72,020	-296,846	-33,544
	,020	-60,758	-257,909	-26,866
	,030	-53,613	-233,221	-22,614
	,040	-48,237	-214,660	-19,405
	,050	-43,865	-199,570	-16,786
	,060	-40,144	-186,734	-14,549
	,070	-36,881	-175,486	-12,581
	,080	-33,959	-165,420	-10,813
	,090	-31,302	-156,273	-9,199
	,100	-28,856	-147,858	-7,707
	,150	-18,729	-113,102	-1,447
	,200	-10,681	-85,638	3,686
	,250	-3,776	-62,298	8,312
	,300	2,424	-41,698	12,826
	,350	8,170	-23,279	17,679
	,400	13,622	-7,213	23,696
	,450	18,897	5,446	32,402
	,500	24,089	14,005	44,871
	,550	29,280	19,787	60,115
	,600	34,555	24,321	76,947
	,650	40,008	28,372	94,979
	,700	45,753	32,300	114,323
	,750	51,954	36,332	135,405
	,800	58,859	40,680	159,023
	,850	66,907	45,638	186,663
	,900	77,034	51,778	221,538
	,910	79,480	53,250	229,973
	,920	82,137	54,845	239,139
	,930	85,058	56,596	249,222
	,940	88,321	58,547	260,487
	,950	92,043	60,767	273,340
	,960	96,415	63,369	288,447
	,970	101,790	66,562	307,025
	,980	108,936	70,797	331,730
	,990	120,197	77,454	370,686

Tabel 13. Ekstrak daun mimba (*A. indica*) 144 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-74,441	-257,601	-37,038
	,020	-64,319	-227,509	-30,883
	,030	-57,897	-208,427	-26,968
	,040	-53,065	-194,079	-24,016
	,050	-49,136	-182,413	-21,610
	,060	-45,791	-172,488	-19,558
	,070	-42,858	-163,790	-17,754
	,080	-40,232	-156,004	-16,136
	,090	-37,844	-148,927	-14,661
	,100	-35,645	-142,416	-13,301
	,150	-26,544	-115,499	-7,626
	,200	-19,310	-94,175	-3,047
	,250	-13,104	-75,963	,964
	,300	-7,531	-59,716	4,674
	,350	-2,367	-44,819	8,270
	,400	2,534	-30,935	11,934
	,450	7,275	-17,951	15,928
	,500	11,941	-6,047	20,733
	,550	16,607	4,153	27,241
	,600	21,349	11,954	36,418
	,650	26,249	17,682	48,237
	,700	31,413	22,325	62,087
	,750	36,986	26,600	77,769
	,800	43,192	30,941	95,651
	,850	50,426	35,730	116,765
	,900	59,528	41,549	143,538
	,910	61,726	42,933	150,026
	,920	64,114	44,431	157,080
	,930	66,740	46,071	164,844
	,940	69,673	47,895	173,522
	,950	73,018	49,967	183,427
	,960	76,948	52,393	195,073
	,970	81,779	55,365	209,401
	,980	88,201	59,301	228,462
	,990	98,323	65,479	258,530

Tabel 14. Ekstrak daun mimba (*A. indica*) 168 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-71,892	-223,834	-37,152
	,020	-63,066	-199,946	-31,683
	,030	-57,467	-184,798	-28,206
	,040	-53,254	-173,407	-25,586
	,050	-49,828	-164,145	-23,451
	,060	-46,912	-156,264	-21,631
	,070	-44,355	-149,357	-20,032
	,080	-42,065	-143,175	-18,599
	,090	-39,983	-137,555	-17,293
	,100	-38,066	-132,383	-16,089
	,150	-30,130	-110,995	-11,081
	,200	-23,823	-94,036	-7,061
	,250	-18,412	-79,529	-3,569
	,300	-13,553	-66,551	-,384
	,350	-9,050	-54,591	2,633
	,400	-4,777	-43,330	5,584
	,450	-,643	-32,569	8,574
	,500	3,425	-22,196	11,733
	,550	7,493	-12,209	15,278
	,600	11,627	-2,807	19,626
	,650	15,900	5,505	25,526
	,700	20,403	12,196	33,813
	,750	25,262	17,488	44,684
	,800	30,673	22,140	58,030
	,850	36,980	26,840	74,310
	,900	44,916	32,282	95,263
	,910	46,833	33,555	100,366
	,920	48,915	34,926	105,922
	,930	51,205	36,420	112,043
	,940	53,762	38,077	118,892
	,950	56,678	39,953	126,716
	,960	60,104	42,142	135,924
	,970	64,317	44,817	147,260
	,980	69,916	48,351	162,352
	,990	78,742	53,884	186,174

Tabel 15. Ekstrak kombinasi 24 JSA

	Confidence Limits			
	95% Confidence Limits for Dosis			
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-57,094	.	.
	,020	-40,737	.	.
	,030	-30,359	.	.
	,040	-22,551	.	.
	,050	-16,201	.	.
	,060	-10,796	.	.
	,070	-6,056	.	.
	,080	-1,813	.	.
	,090	2,047	.	.
	,100	5,599	.	.
	,150	20,307	.	.
	,200	31,997	.	.
	,250	42,026	.	.
	,300	51,032	.	.
	,350	59,378	.	.
	,400	67,297	.	.
	,450	74,959	.	.
	,500	82,499	.	.
	,550	90,039	.	.
	,600	97,701	.	.
	,650	105,620	.	.
	,700	113,966	.	.
	,750	122,972	.	.
	,800	133,000	.	.
	,850	144,690	.	.
	,900	159,399	.	.
	,910	162,951	.	.
	,920	166,810	.	.
	,930	171,054	.	.
	,940	175,793	.	.
	,950	181,199	.	.
	,960	187,549	.	.
	,970	195,356	.	.
	,980	205,734	.	.
	,990	222,092	.	.

Tabel 16. Ekstrak kombinasi 48 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-90,952	.	.
	,020	-72,402	.	.
	,030	-60,632	.	.
	,040	-51,779	.	.
	,050	-44,577	.	.
	,060	-38,447	.	.
	,070	-33,072	.	.
	,080	-28,260	.	.
	,090	-23,883	.	.
	,100	-19,854	.	.
	,150	-3,174	.	.
	,200	10,082	.	.
	,250	21,455	.	.
	,300	31,669	.	.
	,350	41,133	.	.
	,400	50,114	.	.
	,450	58,803	.	.
	,500	67,354	.	.
	,550	75,905	.	.
	,600	84,594	.	.
,650	93,575	.	.	
,700	103,039	.	.	
,750	113,252	.	.	
,800	124,625	.	.	
,850	137,882	.	.	
,900	154,562	.	.	
,910	158,591	.	.	
,920	162,968	.	.	
,930	167,780	.	.	
,940	173,155	.	.	
,950	179,285	.	.	
,960	186,486	.	.	
,970	195,340	.	.	
,980	207,110	.	.	
,990	225,660	.	.	

Tabel 17. Ekstrak kombinasi 72 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-79,833	-811,113	-32,481
	,020	-65,904	-694,961	-24,941
	,030	-57,066	-621,292	-20,132
	,040	-50,417	-565,891	-16,496
	,050	-45,009	-520,842	-13,523
	,060	-40,406	-482,511	-10,980
	,070	-36,370	-448,916	-8,737
	,080	-32,756	-418,848	-6,716
	,090	-29,470	-391,514	-4,866
	,100	-26,445	-366,367	-3,150
	,150	-13,919	-262,450	4,156
	,200	-3,964	-180,329	10,431
	,250	4,576	-110,825	16,764
	,300	12,246	-51,104	25,145
	,350	19,353	-6,585	43,734
	,400	26,096	12,725	84,307
	,450	32,621	20,651	134,319
	,500	39,042	25,883	186,106
	,550	45,464	30,268	238,740
	,600	51,988	34,344	292,601
	,650	58,732	38,351	348,477
	,700	65,839	42,442	407,493
	,750	73,509	46,767	471,272
	,800	82,049	51,513	542,362
	,850	92,004	56,984	625,287
	,900	104,529	63,809	729,684
	,910	107,555	65,451	754,906
	,920	110,841	67,232	782,309
	,930	114,455	69,188	812,442
	,940	118,491	71,369	846,099
	,950	123,094	73,853	884,489
	,960	128,502	76,768	929,596
	,970	135,150	80,347	985,053
	,980	143,988	85,097	1058,782
	,990	157,918	92,571	1175,000

Tabel 18. Ekstrak kombinasi 96 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-73,154	-254,806	-36,118
	,020	-62,893	-224,251	-29,878
	,030	-56,383	-204,877	-25,908
	,040	-51,486	-190,309	-22,914
	,050	-47,502	-178,465	-20,473
	,060	-44,111	-168,389	-18,390
	,070	-41,139	-159,559	-16,560
	,080	-38,477	-151,656	-14,918
	,090	-36,056	-144,472	-13,420
	,100	-33,827	-137,863	-12,038
	,150	-24,601	-110,547	-6,269
	,200	-17,268	-88,918	-1,604
	,250	-10,977	-70,460	2,498
	,300	-5,328	-54,020	6,315
	,350	-,093	-38,987	10,056
	,400	4,875	-25,062	13,943
	,450	9,681	-12,218	18,334
	,500	14,411	-,824	23,902
	,550	19,141	8,360	31,678
	,600	23,947	15,075	42,198
	,650	28,914	20,149	54,936
	,700	34,149	24,491	69,367
	,750	39,799	28,637	85,479
	,800	46,090	32,935	103,741
	,850	53,423	37,726	125,244
	,900	62,649	43,582	152,473
	,910	64,877	44,979	159,068
	,920	67,298	46,490	166,238
	,930	69,960	48,146	174,127
	,940	72,933	49,988	182,945
	,950	76,324	52,083	193,009
	,960	80,307	54,536	204,841
	,970	85,205	57,542	219,396
	,980	91,715	61,525	238,758
	,990	101,975	67,780	269,297

Tabel 19. Ekstrak kombinasi 120 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-67,518	-196,329	-35,377
	,020	-59,132	-175,177	-30,092
	,030	-53,811	-161,763	-26,731
	,040	-49,808	-151,677	-24,199
	,050	-46,552	-143,477	-22,135
	,060	-43,781	-136,500	-20,375
	,070	-41,351	-130,385	-18,830
	,080	-39,176	-124,912	-17,444
	,090	-37,197	-119,937	-16,182
	,100	-35,376	-115,359	-15,018
	,150	-27,835	-96,430	-10,175
	,200	-21,842	-81,425	-6,286
	,250	-16,701	-68,594	-2,908
	,300	-12,083	-57,121	,175
	,350	-7,805	-46,553	3,097
	,400	-3,745	-36,613	5,956
	,450	,183	-27,126	8,852
	,500	4,049	-17,996	11,909
	,550	7,915	-9,227	15,327
	,600	11,843	-,980	19,464
,650	15,903	6,359	24,925	
,700	20,182	12,422	32,350	
,750	24,799	17,387	41,942	
,800	29,941	21,844	53,694	
,850	35,934	26,380	68,052	
,900	43,474	31,643	86,561	
,910	45,296	32,874	91,072	
,920	47,274	34,200	95,984	
,930	49,450	35,645	101,397	
,940	51,880	37,247	107,455	
,950	54,651	39,062	114,377	
,960	57,907	41,179	122,524	
,970	61,909	43,765	132,556	
,980	67,230	47,182	145,913	
,990	75,616	52,530	167,002	

Tabel 20. Ekstrak kombinasi 144 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-52,537	-143,386	-27,897
	,020	-46,511	-129,156	-24,033
	,030	-42,687	-120,133	-21,576
	,040	-39,810	-113,349	-19,725
	,050	-37,471	-107,832	-18,217
	,060	-35,479	-103,139	-16,931
	,070	-33,733	-99,025	-15,803
	,080	-32,170	-95,343	-14,791
	,090	-30,748	-91,996	-13,869
	,100	-29,439	-88,915	-13,020
	,150	-24,020	-76,177	-9,488
	,200	-19,713	-66,075	-6,659
	,250	-16,018	-57,431	-4,211
	,300	-12,700	-49,691	-1,988
	,350	-9,625	-42,548	,100
	,400	-6,707	-35,805	2,117
	,450	-3,884	-29,327	4,114
	,500	1,672	-23,019	6,146
	,550	4,114	-16,808	8,277
	,600	4,495	-10,658	10,601
	,650	7,413	-4,580	13,283
	,700	10,487	1,311	16,624
	,750	13,806	6,754	21,143
	,800	17,500	11,519	27,471
	,850	21,807	15,794	36,127
	,900	27,226	20,202	47,988
	,910	28,535	21,184	50,936
	,920	29,957	22,227	54,161
	,930	31,521	23,353	57,730
	,940	33,267	24,588	61,738
	,950	35,258	25,973	66,331
	,960	37,598	27,578	71,751
	,970	40,475	29,523	78,442
	,980	44,298	32,076	87,369
	,990	50,325	36,047	101,491

Tabel 21. Ekstrak kombinasi 168 JSA

Confidence Limits				
95% Confidence Limits for Dosis				
	Probability	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
PROBIT	,010	-46,091	-175,774	-22,279
	,020	-41,214	-159,924	-19,365
	,030	-38,120	-149,871	-17,513
	,040	-35,792	-142,311	-16,118
	,050	-33,899	-136,162	-14,982
	,060	-32,287	-130,931	-14,013
	,070	-30,874	-126,344	-13,163
	,080	-29,609	-122,239	-12,401
	,090	-28,459	-118,506	-11,707
	,100	-27,400	-115,070	-11,067
	,150	-23,015	-100,855	-8,410
	,200	-19,529	-89,571	-6,285
	,250	-16,540	-79,903	-4,449
	,300	-13,855	-71,234	-2,787
	,350	-11,366	-63,217	-1,230
	,400	-9,006	-55,629	,265
	,450	-6,721	-48,311	1,736
	,500	,59	-41,140	3,215
	,550	1,736	-34,016	4,740
	,600	3,215	-26,847	6,361
	,650	4,740	-19,558	8,155
	,700	4,908	-12,107	10,278
	,750	7,593	-4,577	13,078
	,800	10,583	2,562	17,444
	,850	14,068	8,391	25,024
	,900	18,453	12,983	37,304
	,910	19,512	13,872	40,490
	,920	20,663	14,785	44,004
	,930	21,928	15,742	47,916
	,940	23,341	16,766	52,328
	,950	24,952	17,892	57,402
	,960	26,846	19,174	63,405
	,970	29,173	20,705	70,829
	,980	32,267	22,691	80,748
	,990	37,144	25,747	96,456

LAMPIRAN 10. Hasil Pengamatan Larva yang Menjadi Pupa

Tabel 1. Jumlah larva yang menjadi pupa

Jenis Ekstrak	Konsentrasi	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
<i>A. indica</i>	0%	5	8	6	19	6,33
	5%	1	1	0	2	0,67
	10%	1	0	2	3	1,00
	20%	1	0	0	1	0,33
	40%	0	0	0	0	0
<i>A. muricata</i>	0%	7	5	9	21	7,00
	5%	3	0	2	5	1,67
	10%	1	2	0	3	1,00
	20%	1	0	0	0	0,33
	40%	0	0	0	0	0
Kombinasi	0%	4	7	6	17	5,67
	5%	0	2	0	2	0,67
	10%	1	0	0	1	0,33
	20%	0	0	0	0	0
	40%	0	0	0	0	0

Tabel 2. Presentase larva yang menjadi pupa

Jenis Ekstrak	Konsentrasi	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
<i>A. indica</i>	0%	50	80	60	190	63,33
	5%	10	10	0	20	6,67
	10%	10	0	20	30	10,00
	20%	10	0	0	10	3,33
	40%	0	0	0	0	0
<i>A. muricata</i>	0%	70	50	90	210	70,00
	5%	30	0	20	50	16,67
	10%	10	20	0	30	10,00
	20%	10	0	0	0	3,33
	40%	0	0	0	0	0
Kombinasi	0%	40	70	60	170	56,67
	5%	0	20	0	20	6,67
	10%	10	0	0	10	3,33
	20%	0	0	0	0	0
	40%	0	0	0	0	0

LAMPIRAN 11. Hasil Pengamatan Pupa yang Menjadi Imago

Tabel 1. Jumlah pupa yang menjadi imago





Jenis Ekstrak	Konsentrasi	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
<i>A. indica</i>	0%	4	7	3	14	4,67
	5%	0	1	0	1	0,33
	10%	0	0	1	1	0,33
	20%	0	0	0	0	0
	40%	0	0	0	0	0
<i>A. muricata</i>	0%	4	3	8	15	5,00
	5%	1	0	2	3	1,00
	10%	0	1	0	1	0,33
	20%	0	0	0	0	0
	40%	0	0	0	0	0
Kombinasi	0%	6	2	3	13	4,33
	5%	0	1	0	1	0,33
	10%	0	0	0	0	0
	20%	0	0	0	0	0
	40%	0	0	0	0	0

Tabel 2. Presentase pupa yang menjadi imago

Jenis Ekstrak	Konsentrasi	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
<i>A. indica</i>	0%	40	70	30	140	46,67
	5%	0	10	0	10	3,33
	10%	0	0	10	10	3,33
	20%	0	0	0	0	0
	40%	0	0	0	0	0
<i>A. muricata</i>	0%	40	30	80	150	50,00
	5%	10	0	20	30	10,00
	10%	0	10	0	10	3,33
	20%	0	0	0	0	0
	40%	0	0	0	0	0
Kombinasi	0%	60	20	30	130	43,33
	5%	0	10	0	10	3,33
	10%	0	0	0	0	0
	20%	0	0	0	0	0
	40%	0	0	0	0	0

LAMPIRAN 12. Dokumentasi Penelitian

<p>Penyiapan tanaman pakan</p>	<p>Pengumpulan daun mimba (<i>A. indica</i>) dan daun sirsak (<i>A. muricata</i>)</p>
	
<p>Pembersihan daun yang telah dikumpulkan dengan air mengalir</p>	<p>Pengeringan daun setelah dibersihkan</p>
	
<p>Penghalusan daun yang telah dikeringkan</p>	<p>Hasil serbuk simplisia yang dihaluskan</p>
	
<p>Perendaman simplisia menggunakan etanol 70% selama 24 jam</p>	<p>Filtrat yang telah disaring menggunakan kertas saring</p>
	
<p>Penguapan filtrat</p>	<p>Pengenceran ekstrak sesuai konsentrasi menggunakan vortex</p>

 A photograph of a laboratory setup for rearing larvae. It includes a blue and white incubator, a blue and white water bath, and various glassware and tubing on a wooden table.	 A close-up photograph of a hand holding a test tube containing a yellow liquid. The test tube is being held over a white bucket containing a dark liquid, likely for sampling or measurement.
<p>Larva instar I</p>	<p>Larva instar II-V</p>
 A photograph of a green leaf covered with numerous small, yellowish-green larvae, likely in the first instar stage, feeding on the leaf.	 A photograph showing three dark, curved larvae, likely in the second to fifth instar stages, resting on a light-colored tiled surface.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Wilda Nailish Shofa
NIM : 17620025
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2021/2022
Pembimbing : Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc
Judul Skripsi : Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*), Daun Sirsak (*Annona muricata*) dan Kombinasi Keduanya Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	2021-02-15	Konsultasi Proposal Skripsi Bab I, II, III	
2.	2021-02-18	Revisi Proposal Skripsi Bab I, II, III	
3.	2021-03-23	Revisi Proposal Skripsi Bab I, II, III, dan Daftar Pustaka	
4.	2021-05-07	Revisi Proposal Skripsi Judul, Bab I, II, dan III	
5.	2021-07-16	Konsultasi Bab IV dan V	
6.	2021-08-04	Revisi Bab IV dan V	
7.	2021-08-16	Revisi Bab IV dan V	
8.	2021-08-25	Revisi Naskah Skripsi	
9.	2021-09-07	Revisi Abstrak	

Pembimbing Skripsi,

Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc
NIP.19920507201903 2 026



Malang, 29 Oktober 2021
Kepala Program Studi,

Evika Sandi Savitri, M.P
NIP.197410182003122002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp (0341) 558933, Fax. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Wilda Nailish Shofa
NIM : 17620025
Program Studi : S1 Biologi
Semester : Genap TA 2021/2022
Pembimbing : Mujahidin Ahmad, M.Sc
Judul Skripsi : Pengaruh Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*), Daun Sirsak (*Annona muricata*) dan Kombinasi Keduanya Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

No	Tanggal	Uraian Materi Konsultasi	Ttd. Pembimbing
1.	2021-03-01	Konsultasi Integrasi Al-Qur'an Bab I dan II	
2.	2021-03-13	Revisi Integrasi Al-Qur'an Bab I dan II	
3.	2021-03-29	Revisi Integrasi Al-Qur'an Bab I dan II	
4.	2021-08-31	Konsultasi Integrasi Al-Qur'an Bab IV	
5.	2021-09-07	Revisi Integrasi Al-Qur'an Bab IV	

Pembimbing Skripsi,

Mujahidin Ahmad, M. Sc
NIP. 198605122019031002



Malang, 5 Oktober 2020
Ketua Program Studi,

Erika Sandi Savitri, M.P
NIP.19741018200312202