

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK LIMBAH TEMBAKAU
(*Nicotiana tabacum* L.) SEBAGAI PESTISIDA NABATI
TERHADAP HAMA KUTU DAUN *Aphis gossypii*
(Hemiptera:Aphididae)**

Oleh
OLIVIA EKA PENGESTU



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**

**UJI EFEKTIVITAS EKSTRAK LIMBAH TEMBAKAU
(*Nicotiana tabacum* L.) SEBAGAI PESTISIDA NABATI
TERHADAP HAMA KUTU DAUN *Aphis gossypii*
(Hemiptera:Aphididae)**



Oleh

OLIVIA EKA PENGESTU

155040201111041

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT STUDI PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2019**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam sripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dari Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP, MP. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Malang, Juli 2019

Olivia Eka Pengestu

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Uji Efektivitas Ekstrak Limbah Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Hama Kutu Daun *Aphis gossypii* (Hemiptera : Aphididae).

Nama Mahasiswa : Olivia Eka Pengestu

NIM : 155040201111041

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Progam Studi : Agroekoteknologi

Disetujui oleh:
Pembimbing Utama,

Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.
NIP. 197708102002121003

Diketahui,
Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 002

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Toto Himawan, SU.
NIP. 19551119 198303 1 002

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIK. 201304 870819 2 001

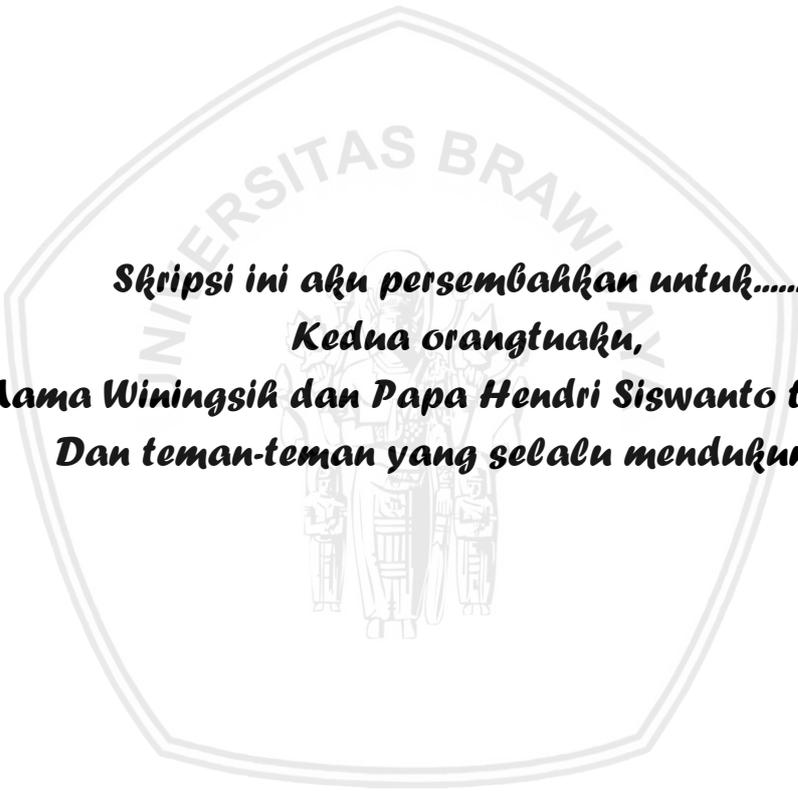
Penguji III

Penguji IV

Dr. Agr. Sc. Haqus Tarno, SP., MP.
NIP. 19770810 200212 1 003

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal lulus :



***Skripsi ini aku persembahkan untuk.....
Kedua orangtuaku,
Mama Winingsih dan Papa Hendri Siswanto tersayang
Dan teman-teman yang selalu mendukungku***

RINGKASAN

Olivia Eka Pengestu. Uji Efektivitas Ekstrak Limbah Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Hama Kutu Daun *Aphis gossypii* (Hemiptera:Aphididae). Dibawah Bimbingan Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP. sebagai Pembimbing Utama.

Tembakau merupakan tanaman yang banyak dikembangkan di Indonesia. Sebagian besar tembakau digunakan sebagai bahan baku rokok. Dengan tingginya produksi rokok di Indonesia maka dapat mengakibatkan meningkatnya limbah hasil pengolahan rokok. Limbah tersebut berpotensi sebagai pestisida nabati karena mengandung senyawa kimia berupa nikotin. Nikotin efektif dalam mengendalikan serangga hama golongan Aphid dan serangga berbadan lunak. Salah satu hama golongan Aphid adalah *A. gossypii*. Selain sebagai hama, serangga ini juga sebagai vektor virus penyakit tanaman. Dalam mengatasi masalah hama *A. gossypii* umumnya petani melakukan pengendalian menggunakan pestisida sintesis. Namun penggunaan pestisida sintesis secara terus-menerus dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan residu pada produk pertanian yang berbahaya. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui keefektifan limbah tembakau dari industri rokok sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama *A. gossypii*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang dimulai bulan Januari hingga Maret 2019. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 bahan yaitu ekstrak limbah tembakau batang (ELTB) dan ekstrak limbah tembakau daun (ELTD) dengan 4 ulangan dan 4 level konsentrasi yaitu 1500, 3000, 4500 dan 6000 ppm serta kontrol. Limbah tembakau diekstraksi menggunakan metode perendaman menggunakan pelarut aquades. Metode aplikasi yang digunakan ekstrak limbah tembakau terhadap serangga uji *A. gossypii* adalah metode semprot dengan variabel pengamatan meliputi mortalitas, penurunan jumlah keturunan dan sifat repelen terhadap *A. gossypii*. Data mortalitas dan penurunan keturunan *A. gossypii* dianalisis menggunakan (ANOVA) dengan analisis lanjutan dengan uji BNJ dengan taraf 5%. Untuk mengetahui nilai LC_{50} dan LT_{50} menggunakan analisis probit PoloPlus.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ELTB dan ELTD dapat dijadikan sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama *A. gossypii* karena bersifat toksik dengan persentase mortalitas tertinggi pada konsentrasi 6000 ppm yaitu 90,64% (ELTB) dan 82,4% (ELTD). Secara berurutan ELTB dan ELTD memiliki nilai LC_{50} 1963,72 ppm dan 2305,25 ppm serta nilai LT_{50} 50,95 dan 62,88 jam. Kedua ekstrak limbah tembakau berpengaruh nyata terhadap penurunan keturunan pada minggu ke 1 setelah aplikasi yaitu antara 75,33-82,99%. Penggunaan ekstrak limbah tembakau mempunyai sifat repelensi terhadap *A. gossypii* dengan rata-rata kelas repelen 52,8 agak kuat (Kelas III) pada ekstrak limbah tembakau batang dan 44,4 agak kuat (Kelas III).

SUMMARY

Olivia Eka Pengestu. Effectiveness Test of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Waste As Vegetable Pesticides Against Leaves Pests *Aphis gossypii* (Hemiptera:Aphididae). Supervised by Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.

Tobacco is a plant that is widely developed in Indonesia. Most tobacco is used as raw material in making cigarettes. With the high production of cigarettes in Indonesia it can result in increased waste from cigarette processing. The waste has the potential as a vegetable pesticide because it contains chemical compounds in the form of nicotine. Nicotine is effective in controlling Aphid and soft-bodied insects. One of the aphid groups is *A. gossypii*. Apart from being a pest, this insect is also a vector of plant disease viruses. In overcoming the problem of pest *A. gossypii*, farmers generally control using synthetic pesticides. However, the continuous use of synthetic pesticides can cause environmental pollution and residues in dangerous agricultural products. Therefore this study was conducted to determine the effectiveness of tobacco waste from the tobacco industry as a vegetable pesticide in controlling pest *A. gossypii*.

The research was carried out at the Biological Control Laboratory, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang, starting from January to March 2019. The study used Completely Randomized Design (CRD) with 2 ingredients namely stem tobacco waste extract (ELTB) and tobacco waste extract leaf (ELTD) with 4 replications and 4 concentration levels namely 1500, 3000, 4500 and 6000 ppm and controls. Tobacco waste was extracted using immersion method using distilled water solvent. The application method used in extracting tobacco waste against *A. gossypii* test insects was the spray method with observational variables including mortality, decreased number of offspring and repellency properties of *A. gossypii*. Mortality data and reduction in offspring of *A. gossypii* were analyzed using (ANOVA) with further analysis with a HRD test with a level of 5%. To find out the LC_{50} and LT_{50} values using the PoloPlus probit analysis.

The results showed that ELTB and ELTD can be used as vegetable pesticides in controlling pest *A. gossypii* because it is toxic with the highest percentage of mortality at a concentration of 6000 ppm, which is 90.64% (ELTB) and 82.4% (ELTD). Sequentially ELTB and ELTD have LC_{50} values of 1963.72 ppm and 2305.25 ppm and the values of LT_{50} are 50.95 and 62.88 hours. Both extracts of tobacco waste have a significant effect on decreasing offspring at week 1 after application, which is between 75.33-82.99%. The use of tobacco waste extract has repellence properties towards *A. gossypii* with a repel class average of 52.8 rather strong (Class III) in stem tobacco waste extract and 44.4 rather strong (Class III).



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Uji Efektivitas Ekstrak Limbah Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Hama Kutu Daun *Aphis gossypii* (Hemiptera:Aphididae)”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan,

1. Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP. selaku dosen pembimbing utama atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingannya kepada penulis.
2. Ketua Jurusan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. atas nasehat dan bimbingan kepada penulis serta seluruh dosen dan karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas segala arahan dan bimbingannya kepada penulis.
3. Kedua orangtua Bapak Hendri Siswanto, Ibu Winingsih segenap keluarga serta orang-orang terdekat atas doa, motivasi, kasih sayang, dukungan, dan pengertian yang diberikan kepada penulis.
4. Teman - teman di Pasuruan, teman – teman di Malang dan teman teman di laboratorium Pengendalian Hayati 1 tanaman atas doa, motivasi, bantuan, dan saran yang diberikan kepada penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Pasuruan pada tanggal 2 Februari 1997, merupakan anak satu-satunya dari Bapak Hendri Siswanto dan Ibu Winingsih. Penulis menempuh pendidikan dasar di MIN (Madrasah Ibtidaiyah Negeri) 1 Beji pada tahun 2003 sampai tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 1 Beji pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Pada tahun 2012 sampai 2015 penulis melanjutkan studi di SMA Negeri 1 Bangil, dengan mengambil jurusan IPA. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang Jawa Timur melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian, penulis pernah mengikuti kepanitian, panitia Pendidikan dasar dan Orentasi Terpadu Keprofesian (PROTEKSI) 2018 sebagai Divisi Konsumsi.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	ii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Hama Kutu Daun (<i>Aphis gossypii</i>)	4
2.1.1 Klasifikasi	4
2.1.2 Morfologi	4
2.1.3 Biologi	7
2.1.4 Penyebaran dan Gejala Kerusakan	9
2.2 Tanaman Tembakau (<i>Nicotiana tabacum</i> L.)	10
2.2.1 Klasifikasi	10
2.2.2 Morfologi	10
2.2.3 Metabolit Sekunder Tanaman Tembakau	11
2.3 Pestisida Nabati	15
2.4 Ekstraksi Pestisida Nabati	16
2.5 Cara Kerja Pestisida	18
2.5.1 Cara Masuk Pestisida ke Dalam Tubuh Serangga (<i>Mode of Entry</i>)	18
2.5.2 Cara Kerja Pestisida Dalam Tubuh Serangga (<i>Mode of Action</i>)	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu	21
3.2 Alat dan Bahan	21



3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.3.1 Penyediaan Tanaman Cabai	21
3.3.2 Identifikasi Serangga Uji	21
3.3.3 Perbanyakkan Serangga Uji.....	22
3.3.4 Proses Ekstraksi Limbah Tembakau	22
3.3.5 Pengujian Ekstrak Limbah Tembakau Terhadap Mortalitas dan Jumlah Keturunan <i>A. gossypii</i>	23
3.3.6 Pengujian Ekstrak Limbah Tembakau Untuk Mengetahui Sifat <i>Repellent</i> Terhadap <i>A. gossypii</i>	23
3.4 Pengamatan	24
3.4.1 Mortalitas <i>A. gossypii</i>	24
3.4.2 Jumlah Keturunan <i>A. gossypii</i>	25
3.4.3 Sifat Repelensi terhadap <i>A. gossypii</i>	26
3.5 Analisis Data	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Pengaruh Ekstrak Limbah Tembakau terhadap Mortalitas <i>A. gossypii</i>	27
4.2 Penentuan <i>Median Lethal Concentrate</i> (LC_{50}) dan <i>Median Lethal Time</i> (LT_{50}) <i>A. gossypii</i>	30
4.3 Pengaruh Ekstrak Limbah Tembakau terhadap Penurunan Jumlah Keturunan <i>A. gossypii</i>	34
4.4 Aktivitas Repelensi Ekstrak Limbah Tembakau Terhadap <i>A. gossypii</i>	36
V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan Limbah Padat Tembakau Bahan Baku Rokok.....	12
2.	Senyawa Kimia Batang Tembakau dalam Ekstrak Air.....	12
3.	Kategori Daya Racun Pestisida untuk Serangga.....	25
4.	Tingkatan Sifat <i>Repellent</i>	26
5.	Rerata Persentase Mortalitas <i>A. gossypii</i> setelah Aplikasi.....	27
6.	Hasil Analisis LC ₅₀ Ekstrak Limbah Tembakau terhadap <i>A. gossypii</i>	31
7.	Hasil Analisis LT ₅₀ Ekstrak Limbah Tembakau terhadap <i>A. gossypii</i>	33
8.	Rerata Penurunan Jumlah Keturunan <i>A. gossypii</i> Setelah Aplikasi Ekstrak Limbah Tembakau.....	34
9.	Nilai Indeks <i>Repellent</i> (IR) Ekstrak Limbah Tembakau terhadap <i>A. gossypii</i>	36

LAMPIRAN

1.	Analisis Ragam Persentase Mortalitas <i>A. gossypii</i> 3 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Limbah Tembakau.....	48
2.	Analisis Ragam Persentase Mortalitas <i>A. gossypii</i> 6 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Limbah Tembakau.....	48
3.	Analisis Ragam Persentase Mortalitas <i>A. gossypii</i> 12 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Limbah Tembakau.....	48
4.	Analisis Ragam Persentase Mortalitas <i>A. gossypii</i> 24 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Limbah Tembakau.....	48
5.	Analisis Ragam Persentase Mortalitas <i>A. gossypii</i> 48 Jam Setelah Aplikasi Ekstrak Limbah Tembakau.....	49
6.	Analisis Ragam Persentase Penurunan Keturunan <i>A. gossypii</i> Perlakuan Ekstrak Limbah Tembakau.....	49



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Karakteristik morfologi <i>A. gossypii</i>	5
2.	Ciri Empat Jenis Kutu Daun di Indonesia.....	6
3.	Telur <i>A. gossypii</i>	7
4.	Nimfa <i>A. gossypii</i>	8
5.	Dewasa bersayap <i>A. gossypii</i>	8
6.	Dewasa tidak bersayap <i>A. gossypii</i>	9
7.	Tanaman Tembakau	11
8.	Struktur Senyawa Nikotin	13
9.	Struktur Senyawa Flavanoid	14
10.	Struktur Senyawa Saponin	14
11.	Struktur Senyawa Terpenoid.....	15
12.	<i>Petri Dish Olfactometer</i> Modifikasi	24
13.	<i>A. gossypii</i> sehat (A), <i>A. gossypii</i> mati setelah aplikasi (B).....	29
14.	Hubungan Antara Probit Mortalitas <i>A. gossypii</i> dengan Log Konsentrasi Ekstrak Limbah Tembakau Batang dan Daun	33

LAMPIRAN

1.	(a) Limbah Tembakau Batang (b) Limbah Tembakau Serbuk Daun.....	46
2.	(a) Penimbangan Limbah Tembakau Batang (b) Penimbangan Limbah Tembakau Serbuk Daun	46
3.	(a) Penambahan Aquades Steril pada Ekstrak Limbah Tembakau (b) Penyaringan Ekstrak Limbah Tembakau.....	46
4.	Hasil Analisis Ekstrak Limbah Tembakau.....	47



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tembakau merupakan salah satu jenis tanaman yang berasal dari Amerika. Tanaman ini banyak dikembangkan di Indonesia terutama di daerah Jawa Timur, Jawa Tengah, NTT dan Jawa Barat. Produksi tembakau di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 193.790 ton dengan luas areal tanam sebesar 209.095 ha (Dirjenbun, 2016). Sebanyak 70% tembakau digunakan untuk bahan baku membuat rokok berbentuk rajangan (Nugraha dan Agustiningsih, 2015). Di Indonesia produksi rokok pada tahun 2015 mencapai 260 miliar batang. Produksi rokok yang sangat tinggi di Indonesia ditambah dengan besarnya jumlah perokok yang pada tahun 2015 mencapai 34,5% dari penduduk Indonesia atau setara dengan 80 juta jiwa (Santoso, 2017) berpotensi dengan semakin meningkatnya limbah hasil pengolahan rokok.

Limbah yang dihasilkan industri rokok berasal dari proses udalan, perajangan dan pengayakan tembakau berupa sisa gagang tembakau, gagang cengkeh dan limbah partikel. Saat ini limbah padat tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal, hanya dibakar atau digunakan sebagai bahan bakar industri bata. Menurut Kusumawardhani *et al.* (2012) limbah padat industri rokok berupa gagang tembakau masih mengandung senyawa aktif nikotin sebanyak 2%, senyawa tersebut dapat menolak kehadiran serangga perusak tanaman (hama) sehingga dapat berpotensi sebagai pestisida nabati yang ramah lingkungan. Tembakau sendiri mengandung senyawa-senyawa kimia, meliputi golongan asam, alkohol, aldehid, keton, alkaloid, asam amino, karbohidrat, ester, dan terpenoid (Sudjak *et al.*, 2015). Salah satu senyawa utama dalam tembakau yaitu alkaloid berupa nikotin. Nikotin merupakan racun syaraf yang dapat bereaksi dengan cepat, dapat juga digunakan sebagai racun kontak, fumigan dan racun perut bagi serangga (Afifah *et al.*, 2015). Nikotin efektif dalam mengendalikan serangga hama golongan Aphid dan serangga berbadan lunak lainnya (Wiryadiputra, 2003).

Salah satu spesies hama golongan Aphid adalah *Aphis gossypii*. Hama ini merupakan hama penting sayuran dataran rendah dengan kisaran inang yang luas. Hama ini mempunyai warna tubuh hijau, kuning, dan coklat kehitaman bahkan

hitam yang berubah tergantung oleh cuaca. *Aphis gossypii* berkembang biak secara partenogenesis (tanpa kawin) (Ramadhona *et al.*, 2018). Hama ini mempunyai tipe mulut menusuk menghisap dan menyerang tanaman dengan menusukkan stiletnya dan menghisap cairan pada bagian daun. Serangannya menyebabkan daun tumbuh tidak normal dan daun yang terserang akan menjadi rapuh (Nindatu *et al.*, 2016). Selain sebagai hama penting, hama ini juga sebagai vektor penyakit virus keriting. Kerugian akibat serangan kutu daun sebagai hama mencapai 6-25% dan sebagai vektor penyakit menyebabkan kerugian mencapai lebih dari 90% (Lamin *et al.*, 2013).

Dalam mengatasi masalah hama *A. gossypii* umumnya petani melakukan pengendalian menggunakan pestisida sintetis. Namun penggunaan pestisida sintetis secara terus-menerus dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan residu pada produk pertanian yang berbahaya bagi kesehatan manusia ketika dikonsumsi (Sudjak *et al.*, 2015). Penggunaan pestisida nabati adalah salah satu pilihan alternatif pengendalian selain pestisida sintetis (Hastuti *et al.*, 2014). Salah satu bahan yang dapat berpotensi sebagai pestisida nabati adalah limbah tembakau dari industri rokok dengan senyawa kimia yang dikandungnya. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa hasil uji ekstrak limbah tembakau dengan pelarut air mempunyai potensi daya bunuh terhadap serangga hama *Helopeltis* spp., pada konsentrasi 10% efektif dalam membunuh *Helopeltis* spp. dengan mortalitas 97,50% (Wiryadiputra, 2003). Oleh karena itu dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan limbah tembakau dari industri rokok dalam mengendalikan hama *A. gossypii*. Selain mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida sintetis juga bermanfaat untuk mengurangi limbah industri rokok yang tidak digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah ekstrak limbah tembakau efektif sebagai pestisida nabati terhadap hama *A. gossypii*?

1.3 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui efektivitas ekstrak limbah tembakau sebagai insektisida nabati terhadap *A. gossypii*
2. Mengetahui pengaruh ekstrak limbah tembakau terhadap mortalitas, penurunan jumlah keturunan yang dihasilkan dan sifat repelen terhadap *A. gossypii*
3. Mengetahui nilai LC_{50} dan LT_{50} dari ekstrak limbah tembakau terhadap terhadap *A. gossypii*

1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu:

1. Ekstrak limbah tembakau yang diujikan memiliki toksisitas terhadap *A. gossypii*
2. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak limbah tembakau, maka tingkat mortalitas *A. gossypii* juga semakin tinggi.
3. Ekstrak limbah tembakau yang diujikan dapat menurunkan jumlah keturunan yang dihasilkan *A. gossypii*.
4. Ekstrak limbah tembakau bersifat *repellent* terhadap *A. gossypii*

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk memberikan informasi kepada petani mengenai insektisida nabati dari ekstrak limbah tembakau sebagai alternatif insektisida sintetik untuk mengendalikan *A. gossypii*.
2. Untuk mengurangi limbah dari pabrik rokok berupa cacahan dan serbuk tembakau yang sudah tidak digunakan lagi sebagai pestisida nabati.
3. Untuk mendapatkan konsentasi ekstrak limbah tembakau yang efektif untuk mengendalikan *A. gossypii*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hama Kutu Daun (*Aphis gossypii*)

Kutu daun merupakan hama penting sayuran dataran rendah yang tersebar di seluruh dunia. Kutu daun memiliki ukuran tubuh yang kecil, berbentuk seperti buah pir dengan tekstur lunak dan rapuh. Kutu daun memiliki kisaran inang yang luas. Penyebaran kutu daun meliputi wilayah tropis, subtropis dan wilayah yang beriklim sedang (Schirmer *et al.*, 2008). Di daerah tropis kutu daun selalu dapat ditemukan sepanjang tahun karena dapat berkembangbiak secara partenogenesis (tanpa kawin) (Khodijah, 2014). Serangga ini biasanya berkoloni di bawah permukaan daun atau sela-sela daun (Ramadhona *et al.*, 2018). Kutu daun menyerang tanaman dengan cara menusuk jaringan dan menghisap cairan sel daun yang mengakibatkan daun tumbuh menjadi tidak normal dan pada bagian daun yang terserang akan menjadi rapuh (Nindatu *et al.*, 2016).

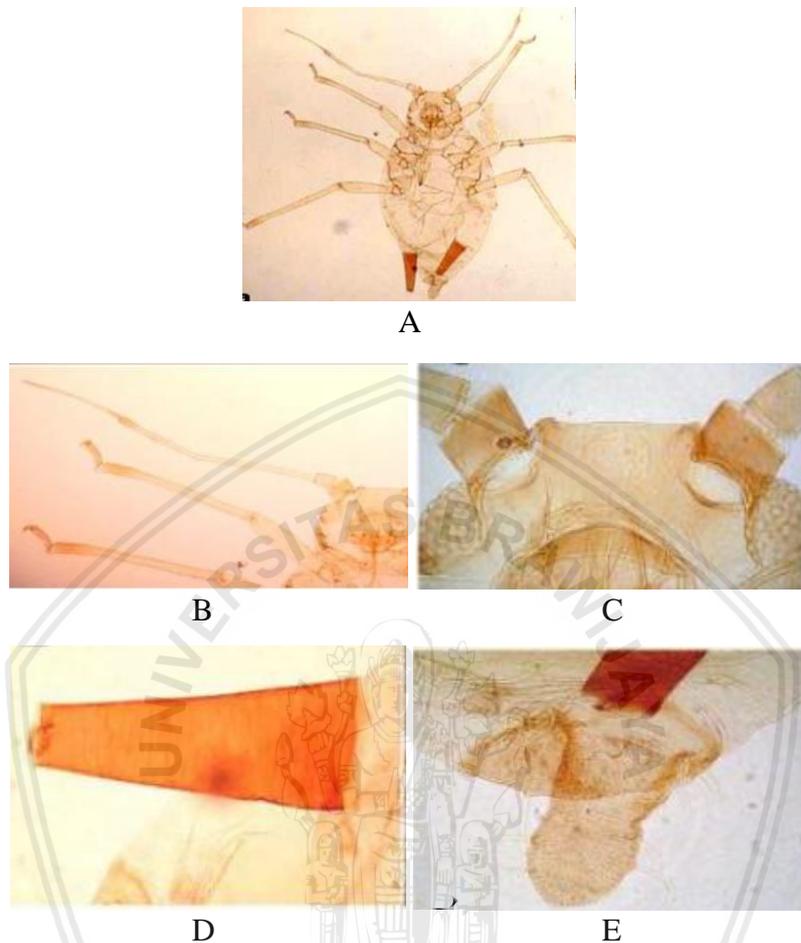
2.1.1 Klasifikasi

Aphis gossypii merupakan salah satu hama penting tanaman di Indonesia. Serangga ini termasuk anggota dari Kingdom: Animalia, Kelas: Insecta, Filum: Arthropoda, Ordo: Hemiptera, Superfamili: Coccoidea, Famili: Aphididae, Subfamili Aphidinae, Tribus: Aphidini, Subtribes: Aphidina, Genus: *Aphis* dan Spesies: *A. gossypii* (Mardiningsih *et al.*, 2012).

2.1.2 Morfologi

Aphis gossypii memiliki warna tubuh hijau, kuning dan coklat kehitaman bahkan hitam. *Aphis gossypii* mempunyai tuberkel kepala berjauhan, kepala depan relatif rata dan tidak terjadi penonjolan di dasar antena. Warna kornikel *A. gossypii* gelap, relatif pendek dan hitam. Ciri khas utama dari kutu daun ini adalah warna kauda yang terlihat lebih pucat dibandingkan warna kornikel dan dua hingga tiga pasang rambut setae (Sinaga, 2014). *Aphis gossypii* mempunyai segmen terminal antena lebih panjang dari segmen terakhir dasar antena, kauda berbentuk lidah yang lebih panjang dari pada lebar pangkalnya, spirakel kecil dan berbentuk ginjal serta tuberkel antena tidak berkembang (Gambar 1). *Aphis gossypii* mempunyai antena lebih pendek dari panjang tubuhnya. Keanekaragaman fenotip *A. gossypii* dipengaruhi oleh tumbuhan inang. Menurut Blackman dan Eastop (2007) bahwa

A. gossypii mempunyai keragaman ukuran dan warna berkaitan erat dengan tumbuhan inang dan geografi.

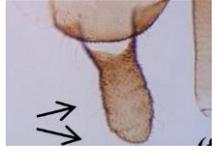
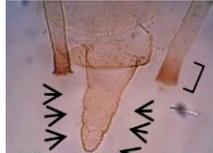
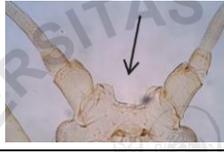


Gambar 1. Karakteristik morfologi *A. gossypii* (A), antena (B), tuberkel antena (C), kornikel (D) dan kauda (E) (Mardiningsih *et al.*, 2012)

Berdasarkan ciri-ciri morfologinya, kutu daun *A. gossypii* dapat dibedakan dengan kelas kutu daun yang lain. Klasifikasi kutu daun di Indonesia terdiri dari 4 kelas kutu daun yaitu :

- a. *Aphis gossypii*
- b. *Myzus persicae*
- c. *Macrosiphum euphorbiae*
- d. *Aulacorthum solani*

Untuk membedakan ke empat macam kelas Aphid ini berdasarkan bentuk dan ukuran badan, bentuk kepala, panjang antena, bentuk dan panjang kornikel serta bentuk dari kauda/ekor (Gambar 2).

Nama	Kepala/Antena-tuberkel	Kornikel	Kauda
<i>Aphis gossypii</i>			
<i>Myzus persicae</i>			
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>			
<i>Aulacorthum Solani</i>			

Gambar 2. Ciri Empat Jenis Kutu Daun di Indonesia (Permatasari, 2013)

Aphis gossypii memiliki bentuk kepala dan antena-tuberkel kelihatan agak rata, bentuk dan ukuran badan agak bulat dan besar jika dibandingkan dengan kelas kutu daun lainnya, panjang antena agak pendek jika dibandingkan dengan *M. euphorbiae* dan *A. solani*, kornikel bentuknya agak segitiga dan pendek, bentuk ekor agak melebar, warna kulit bisa berubah-ubah sesuai dengan keadaan cuaca yaitu hitam, hijau, hitam kekuning-kuningan dan hijau kekuning-kuningan (Permatasari, 2013).

Myzus persicae memiliki kepala berlekuk hampir membentuk huruf W, ukuran dan bentuk badan agak ramping jika dibandingkan dengan *A. gossypii* dengan bentuk oval, panjang antena sedikit lebih panjang dari *A. gossypii*, bentuk kornikel sedikit menggelembung di bagian bawah, bentuk ekor melebar dan runcing, warna kulit setelah dewasa hijau kekuning-kuningan (Permatasari, 2013).

Mecroshiphum euphorbiae memiliki bentuk kepala berlekuk membentuk huruf V, ukuran dan bentuk badan lebih besar dan panjang jika dibandingkan dengan *A. gossypii* dan *M. persicae*, panjang antena lebih panjang dari ukuran badan, bentuk kornikel memanjang dan berbulu dibagian bawahnya, bentuk ekor meruncing, hampir kebanyakan kulitnya berwarna hijau (Permatasari, 2013).

Aulacorthum solani memiliki bentuk tubuh imago oval, berwarna hijau pucat, tuberkel anteran berkembang dengan baik dengan penampakan agak paralel. Kornikel berbentuk silinder, berwarna pucat namun berwarna gelap pada bagian ujung (Permatasari, 2013).

2.1.3 Biologi

Siklus hidup kutu daun termasuk yang tidak biasa dan kompleks. Sebagian besar kutu daun bereproduksi secara seksual dan berkembang melalui metamorfosis sederhana (melalui tahap telur, nimfa, kemudian imago bersayap atau tidak bersayap). Di Indonesia kutu daun bereproduksi secara aseksual, yaitu secara partenogenesis (tanpa kawin) dan bersifat viviporous (lebih banyak melahirkan nimfa langsung dibandingkan bertelur) (Srinivasan, 2009).

Telur *A. gossypii*. Telur *A. gossypii* hanya ditemukan di negara 4 musim. Telur yang baru diletakkan berwarna kuning, tetapi segera menjadi hitam mengkilat (Gambar 3). Telur-telur itu diletakkan pada tumbuhan *Catalpa bignoniodes* dan *Hibiscus syriacus* (Capinera, 2007).



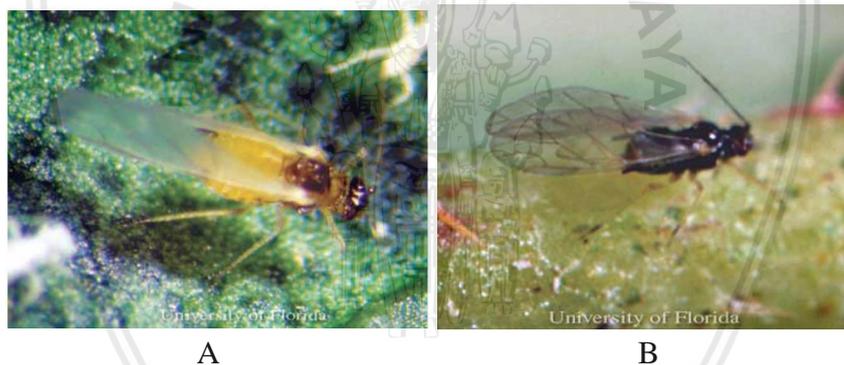
Gambar 3. Telur *A. gossypii* (Begum *et al.*, 2018)

Nimfa *A. gossypii*. Nimfa *A. gossypii* berwarna abu-abu sampai hijau, terkadang mempunyai tanda hitam pada kepala, toraks dan bakal sayap serta abdomen berwarna hijau kehitam-hitaman. Selain itu, tubuh nimfa *A. gossypii* dapat berwarna pudar, ditutupi oleh sekresi lilin. Periode nimfa sekitar 7 hari. Menurut Riyanto (2010), Fase nimfa *A. gossypii* terdiri dari 4 instar dan masing-masing instar mempunyai periode 1-3 hari, dengan total periode nimfa adalah sekitar 4-12 hari. Nimfa *A. gossypii* dapat berkembang menjadi imago bersayap (*alate*) (Gambar 5) dan imago tidak bersayap (*apterous*) (Gambar 6). Dalam kondisi kepadatan tinggi, kerusakan tanaman inang, atau saat memasuki musim gugur, produksi *A. gossypii* bersayap mendominasi (Capinera, 2007).



Gambar 4. Nimfa *A. gossypii* (Capinera, 2007)

Imago *A. gossypii*. Imago *A. gossypii* bersayap (*alate*) memiliki panjang 1,1-1,7 mm. Kepala dan toraks berwarna hitam, abdomen kuning kehijauan dan ujung abdomen lebih gelap (Gambar 5). Imago betina oviparous berwarna gelap hijau keungu-unguan seperti warna imago jantan. Imago viviparous memproduksi keseluruhan 70 - 80 keturunan dengan rata-rata 4,3 ekor nimfa per hari. Periode reproduksi imago sekitar 15 hari. Suhu optimal untuk reproduksi 21°C-27°C (Capinera, 2007).



Gambar 5. Dewasa bersayap *A. gossypii* warna kuning (A), *A. gossypii* dewasa bersayap warna hitam (B) (Capinera, 2007)

Imago *A. gossypii* betina partenogenesis tanpa sayap (*apterous*) memiliki panjang 1-2 mm. Warnanya bervariasi mulai dari hijau cerah sampai hijau gelap, kadang-kadang putih, kuning dan hijau muda. Ujung tungkai tibia dan tarsus serta kornikel berwarna hitam. Kepala dan toraks berwarna hitam, abdomen berwarna hijau kekuningan, kecuali ujung abdomen lebih gelap. Kauda mempunyai dua atau tiga pasang setae. Pada koloni yang padat dihasilkan *A. gossypii* yang berwarna kuning dengan ukuran tubuh lebih kecil (Gambar 6) (Capinera, 2007). Imago dapat hidup selama 28 hari. Satu ekor imago betina dapat menghasilkan 2-35 nimfa/hari. Siklus hidup dari nimfa sampai imago 5-7 hari. Selama satu tahun dapat menghasilkan 16-47 generasi (Mustikawati, 2012).



Gambar 6. Dewasa tidak bersayap *A. gossypii* (Capinera, 2007)

2.1.4 Penyebaran dan Gejala Kerusakan

Aphis gossypii dikenal sebagai kutu daun melon dan kapas. Hama ini memiliki spesies kisaran inang yang luas (polifag) hingga dapat menyerang 900 spesies tanaman (Lamin *et al.*, 2013). *A. gossypii* merupakan hama utama pada tanaman budidaya meliputi famili *Cucurbitaceae*, *Rutaceae*, dan *Malvaceae* (Schirmer *et al.*, 2008). Pada sayuran cucurbit, *A. gossypii* dapat menjadi hama utama pada tanaman semangka, timun, dan belawah (Capinera, 2007). Menurut Kessing dan Mau (2007), tanaman inang *A. gossypii* adalah asparagus, alpukat, pisang, paria, ketimun, terong, jahe yang berbunga, kacang hijau, jambu biji, Hibiscus, belustru, anggrek, pepaya, cabai, kentang, protea (tanaman semak belukar), waluh, bayam, talas, tomat, melon, dan labu zucchini. *A. gossypii* merupakan hama penting pada tanaman timun dan cabai didunia (Tazerouni *et al.*, 2016).

Hama kutu daun menyerang tanaman dengan cara menusuk jaringan dan menghisap cairan sel daun (Nindatu *et al.*, 2016). Serangga ini menghisap cairan tanaman dan ditemukan dalam jumlah yang banyak pada pucuk yang masih lunak atau di bawah permukaan daun. Bekas tusukkannya menyebabkan muncul bercak-bercak klorosis (Riyanto *et al.*, 2016). Gejala kerusakan pada tanaman menyebabkan daun mengkerut, mengeriting dan melingkar, pertumbuhan tanaman terhambat dan tanaman menjadi kerdil (BPTP, 2014). Koloni *A. gossypii* di bagian pucuk tunas menyebabkan pucuk tunas tepinya mengulung atau melengkung (Capinera, 2007). Kerusakan ringan akan menyebabkan daun menguning. Kerusakan berat oleh Aphid akan menyebabkan daun muda mengeriting dan menjadi cacat (Srinivasan, 2009). Kerusakan lain yang diakibatkan diantaranya klorosis, nekrosis, pengkerdilan, layu, aborsi bunga dan buah, serta distorsi dan

defoliasi pada tanaman cabai (da Costa *et al.*, 2011). Koloni *A. gossypii* menyebabkan bunga dan polong gugur, jumlah polong turun dan ukuran kacang kedelai mengecil (Rice dan O'neil, 2008).

Selain sebagai hama serius pada pertanaman sayuran dataran rendah, *A. gossypii* merupakan vektor penyakit virus keriting (Khodijah, 2014). Menurut Blackman dan Eastop (2007), bahwa lebih dari 50 penyakit virus tumbuhan ditularkan oleh *A. gossypii*. Borrer dan Johnson (2005), menginformasikan *A. gossypii* adalah vektor penyakit Citrus Tristeza Virus (CTV) serta penyakit virus mosaik pada mentimun. *A. gossypii* menularkan virus yang bersifat *non-persistent* pada buncis dan kacang polong, seledri, kacang tunggak, cucurbit, dahlia, selada, bawang, pepaya, cabai, kedelai, strawberi, kentang manis, tembakau, dan tulip, sedangkan virus yang *persistent* yakni *Cotton anthocyanosis virus*, *Lily symptomless virus*, PEMV, dan *lily rosette dease* (Blackman dan Eastop, 2007). Kerugian akibat serangan *A. gossypii* dapat mencapai 10-30% selain musim kemarau, sementara saat musim kemarau mampu mencapai 40%, sebagai vektor menyebabkan kerugian sebesar 90% (Khodijah, 2014). *A. gossypii* mengeluarkan kotoran berupa embun madu yang disukai semut dan embun madu tersebut akan menjadi media tumbuh bagi cendawan jelaga yang menutupi permukaan daun sehingga fotosintesis tanaman akan terganggu karena sinar matahari terhalang menyinari daun (Ramadhona *et al.*, 2018).

2.2 Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)

2.2.1 Klasifikasi

Menurut Hanum (2008), tanaman tembakau termasuk kedalam Kingdom: Plantae, Superdevisi: Spermatophyta, Divisi: Magnoliophyta, Kelas: Magnoliopsida, Subkelas: Asteridae, Ordo: Solanales, Famili: Solanaceae, Genus: *Nicotiana* dan Spesies: *Nicotiana tabacum* L.

2.2.2 Morfologi

Tembakau merupakan tanaman yang berasal dari Amerika. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik didaerah beriklim tropis. Tanaman tembakau mempunyai akar tunggang yang dapat menembus tanah kedalaman 50-75 cm. Perakaran akan berkembang baik jika tanahnya gembur, mudah menyerap air, dan

subur. Batang tembakau memiliki bentuk agak bulat, agak lunak tetapi kuat, makin ke ujung, makin kecil. Ruas-ruas batang mengalami penebalan yang ditumbuhi daun, batang tanaman bercabang atau sedikit bercabang. Daun tanaman tembakau berbentuk bulat lonjong (oval) atau bulat, tergantung pada varietasnya. Daun memiliki tulang-tulang menyirip, bagian tepi daun agak bergelombang dan licin. Jumlah daun dalam satu tanaman sekitar 28- 32 helai, tumbuh berselang-seling mengelilingi batang tanaman. Tanaman tembakau berbunga majemuk yang tersusun dalam beberapa tandan dan masing-masing tandan berisi sampai 15 bunga. Bunga berbentuk terompet dan panjang dengan warna bunga merah jambu sampai merah tua pada bagian atas. Bunga tembakau berbentuk malai, masing-masing seperti terompet dan mempunyai bagian sebagai berikut: kelopak bunga, berlekuk dan mempunyai lima buah pancung. Tembakau memiliki bakal buah yang berada di atas dasar bunga. Sekitar tiga minggu setelah penyerbukan, buah tembakau sudah masak. Buah tembakau berbentuk bulat lonjong dan berukuran kecil, di dalamnya berisi biji yang bobotnya sangat ringan. Dalam setiap gram biji berisi + 12.000 biji. Jumlah biji yang dihasilkan pada setiap tanaman rata-rata 25 gram (Hanum, 2008).



Gambar 7. Tanaman Tembakau (Litbang Jember, 2012)

2.2.3 Metabolit Sekunder Tanaman Tembakau

Tembakau merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai pestisida nabati. Tanaman ini dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian hama dan penyakit yang aman bagi lingkungan. Bagian-bagian tanaman tembakau yang digunakan untuk pengendalian hama adalah daun dan batangnya. Menurut Sudjak *et al.* (2015), tembakau mengandung beberapa bahan aktif yang dapat mengendalikan populasi hama antara lain golongan alkaloid berupa nikotin,

golongan fenol berupa flavonoid, golongan saponin berupa steroid dan terpenoid. Menurut Kusumawardhani *et al.* (2012) kandungan nikotin pada limbah padat tembakau yang digunakan sebagai bahan baku rokok adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kandungan Limbah Padat Tembakau Bahan Baku Rokok

No	Bahan Baku	Kadar Nikotin (%)
1.	Stem beat/gagang penuh	1,18
2.	Small fine/gagang kasar	2,09
3.	Debu tembakau kasar (dr. strap dryer)	1,65
4.	Debu tembakau halus (dr. dust unit)	1,91

Sumber: (Kusumawardhani *et al.*, 2012)

Menurut Sharma *et al.*, (2016), berikut adalah senyawa kimia pada tembakau yang dapat diekstraksi menggunakan air (polar) (Tabel 2).

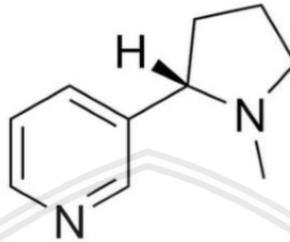
Tabel 2. Senyawa Kimia Batang Tembakau dalam Ekstrak Air

No.	Senyawa	Akuades
1.	Saponin	+
2.	Tanin	-
3.	Flavonoid	+
4.	Terpenoid	+
5.	Napthoquinone	-
6.	Alkaloid	+
7.	Inulin	+
8.	Karbohidrat	-
9.	Fenol	-

Keterangan : (+) ada, bersifat polar; (-) tidak ada, bersifat non-polar (Sumber : Sharma *et al.*, 2016)

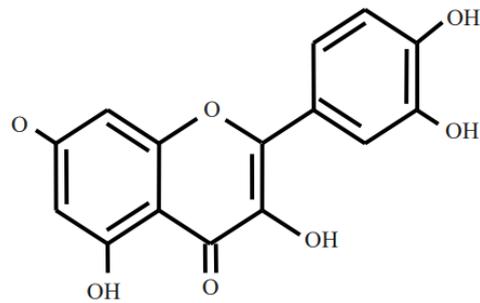
Nikotin. Nikotin adalah suatu alkaloid. Senyawa ini merupakan senyawa organik spesifik yang terkandung dalam tembakau. Kadar nikotin pada tembakau dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, tipe tanah, ketinggian tempat, kerapatan populasi tanaman, dosis pupuk dan jenis lahan (Indriana, 2016). Nikotin dalam jumlah banyak terdapat dalam pada tanaman tembakau, sedangkan dalam jumlah kecil terdapat pada tomat, kentang dan terung. Kadar nikotin berkisar antara 0,6 – 3,0% dari berat kering tembakau, dimana proses biosintesisnya terjadi di akar dan terakumulasi pada daun tembakau. Saat diekstraksi dari daun tembakau nikotin tidak berwarna tetapi segera menjadi coklat ketika bersentuhan dengan udara dan mempunyai kenampakan seperti minyak, larut dalam air dan juga larut dalam pelarut organik pada umumnya, seperti etanol, petroleum eter, dan kloroform (Suhenny, 2010). Fungsi nikotin adalah sebagai bahan kimia antiherbivora dan

adanya kandungan neurotoxin yang sangat sensitif bagi serangga, sehingga nikotin digunakan sebagai insektisida pada masa lalu. Menurut Sudjak *et al.* (2015), nikotin merupakan racun syaraf yang bereaksi cepat dan sebagai racun kontak bagi serangga. Selain itu nikotin juga dapat berperan sebagai *repellen* pada serangga (Ismail, 2006). Senyawa nikotin efektif untuk membunuh serangga hama golongan Aphid dan serangga berbadan lunak lainnya (Wiryadiputra, 2003).



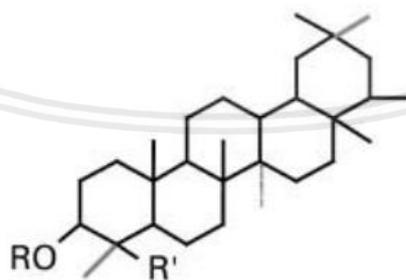
Gambar 8. Struktur Senyawa Nikotin (Indriana, 2016)

Flavonoid. Flavonoid adalah kelompok senyawa polifenolik dalam tanaman yang biasa ditemukan pada sayuran, buah, bunga, biji, maupun madu dan propolis (Ahmad *et al.*, 2015). Senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, dan biru, dan sebagian zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Pada daun, flavonoid berguna sebagai fungsi fisiologis tumbuhan, yaitu menjaganya dari jamur dan radiasi UV-B. Senyawa flavonoid dapat menghambat pertumbuhan serangga, seperti mencegah pergerakan serangga dan menghambat metamorfosis yang diakibatkan tidak berkembangnya hormon otak, hormon edikson dan hormon pertumbuhan (Karimah, 2006). Flavonoid juga berperan sebagai *antifeedant* (Dian *et al.*, 2015). Menurut Okigbo *et al.* (2009), flavonoid disintesis oleh tanaman sebagai respon terhadap infeksi mikroba, dan senyawa ini efektif melawan beragam mikroorganisme. Zat ini bekerja sebagai inhibitor pernapasan. Flavonoid diduga mengganggu metabolisme energi didalam mitokondria dengan menghambat sistem pengangkutan elektron (Rimijuna *et al.*, 2013). Flavonoid bekerja sebagai inhibitor kuat pernapasan atau sebagai racun pernapasan. Senyawa ini mempunyai cara kerja dengan masuk ke dalam tubuh larva melalui sistem pernapasan yang kemudian akan menimbulkan kelayuan pada syaraf serta kerusakan pada sistem pernapasan dan mengakibatkan larva tidak bisa bernapas dan akhirnya mati (Koneri dan Pontoring, 2016).



Gambar 9. Struktur Senyawa Flavanoid (Redha, 2010)

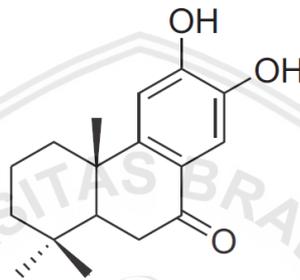
Saponin. Saponin adalah senyawa yang dapat menimbulkan busa bila dikocok dengan air (Irfan, 2016). Saponin terdapat pada berbagai jenis tumbuhan dan bersama-sama dengan substansi sekunder tumbuhan lainnya. Senyawa ini berperan sebagai pertahanan diri dari serangan serangga karena saponin yang terdapat pada makanan yang dikonsumsi serangga dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Saponin dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi korosif (Koneri dan Pontoring, 2016). Senyawa ini bersifat seperti sabun jika dilarutkan dalam air. Rasanya pahit membuat serangga menolak untuk mengonsumsi makanannya. Senyawa ini dapat menyebabkan hemolisis sel-sel darah merah pada hewan (Okwu, 2005 ; Francis *et al.*, 2002). Menurut Chaieb (2010), saponin memiliki sifat insektisida yang dapat mempengaruhi perilaku makan, pertumbuhan, dan bahkan mematikan serangga.



Gambar 10. Struktur Senyawa Saponin (Francis *et al.*, 2002)

Terpenoid. Terpenoid merupakan kelompok terbesar dari semua metabolit (Bohlmann dan Keeling, 2008). Filtrat daun tembakau juga mengandung senyawa aktif terpenoid. Terpenoid memiliki rasa yang pahit dan bersifat *antifeedant* yang dapat menghambat aktivitas makan serangga. Terpenoid juga bersifat sebagai penolak serangga (*repellent*) karena ada bau menyengat yang tidak disukai oleh

serangga sehingga serangga tidak mau makan. Senyawa ini berperan sebagai racun perut yang dapat mematikan serangga. Senyawa ini akan masuk ke dalam saluran pencernaan melalui makanan yang serangga makan, kemudian diserap oleh saluran pencernaan tengah. Saluran ini berfungsi sebagai tempat perombakan makanan secara enzimatik (Jumar, 2000). Endah dan Heri (2000) menyatakan bahwa, senyawa tersebut dapat mempengaruhi fungsi saraf yaitu menghambat enzim kolinesterase, sehingga terjadi gangguan transmisi rangsang yang mengakibatkan menurunnya koordinasi kerja otot, konvulsi, dan kematian serangga.



Gambar 11. Struktur Senyawa Terpenoid (Passos *et al.*, 2018)

2.3 Pestisida Nabati

Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari bahan dasar alami seperti tanaman atau tumbuhan (Tigauw *et al.*, 2015). Tumbuhan memiliki dua macam metabolisme yaitu metabolisme primer dan metabolisme sekunder. Metabolisme primer menghasilkan metabolit primer, sedangkan metabolisme sekunder menghasilkan metabolit sekunder. Metabolisme primer terdapat dalam semua organisme dengan proses dan jalur yang hampir sama, sedangkan metabolisme sekunder mempunyai jalur dan produk yang spesifik dan unik untuk setiap organisme. Metabolisme primer terlibat secara langsung dalam pertumbuhan, sedangkan metabolisme sekunder umumnya tidak terlibat dalam aktivitas pertumbuhan. Metabolit primer berperan dalam proses fotosintesis dan respirasi, sedangkan metabolit sekunder lebih berperan dalam fungsi pertahanan tanaman (Kumar *et al.*, 2015).

Pestisida nabati terbuat dari sari bagian tanaman yang mengandung senyawa metabolit sekunder tertentu. Bagian tanaman yang dapat digunakan yaitu bunga, buah, biji, kulit batang, daun dan akar (Afifah *et al.*, 2015). Pestisida nabati dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengendalian hama dan penyakit yang aman

bagi lingkungan. Kandungan bahan kimia dalam tanaman tersebut menunjukkan bioaktivitas pada serangga, seperti bahan penolak (*repellent*), penghambat makan (*antifeedant*), penghambat perkembangan serangga (*insect growth regulator*), racun syaraf dan penghambat peneluran (*oviposition deterrent*) (Listiyati *et al.*, 2012). Penilaian efektivitas pestisida nabati lebih disarankan berdasarkan efek biologi serangga uji, misalnya menyebabkan cacat, menghambat pertumbuhan, memperpanjang siklus hidup serangga uji, dan menyebabkan kemandulan serangga uji (Sudjak *et al.*, 2015). Produk nabati memiliki keunggulan sebab resistensi serangga relatif lambat terjadi terhadap pestisida nabati, karena insektisida nabati tidak hanya mengandung satu jenis bahan aktif (*single active ingredient*), namun terdiri atas beberapa jenis bahan aktif (*multiple active ingredient*). Perkembangan resistensi lebih cepat terjadi pada insektisida tunggal dibandingkan dengan insektisida ganda atau campuran (Sholehah, 2011). Karena terbuat dari bahan alami atau nabati, maka jenis pestisida ini bersifat mudah terurai (*bio-degradable*) di alam, sehingga tak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan (Syakir, 2011). Pestisida nabati memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut Sinaga (2014), kelebihan dari pestisida nabati adalah: (1) Degradasi atau penguraian yang cepat oleh sinar matahari (2) Memiliki pengaruh yang cepat, yaitu menghentikan nafsu makan serangga walaupun jarang menyebabkan kematian (3) Toksisitasnya umumnya rendah terhadap binatang dan relatif lebih aman pada manusia dan lingkungan (4) Memiliki spektrum pengendalian yang luas (racun lambung dan syaraf) (5) Fitotoksisitas rendah, yaitu tidak meracuni dan merusak tanaman dan (6) Murah dan mudah dibuat oleh petani. Sedangkan kekurangan dari pestisida nabati adalah: (1) Cepat terurai dan kerjanya relatif lambat sehingga aplikasinya harus lebih sering (2) Daya racunnya rendah (tidak langsung mematikan serangga) (3) Produksinya belum dapat dilakukan dalam jumlah besar karena keterbatasan bahan baku (4) Kurang praktis dan (5) Tidak tahan disimpan.

2.4 Ekstraksi Pestisida Nabati

Proses ekstraksi adalah proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Pelarut yang digunakan dalam metode ekstraksi tergantung pada jenis senyawa yang diekstrak, jika senyawa polar maka jenis

pelarutnya juga polar, jika senyawa non-polar maka pelarutnya juga non-polar. Jenis-jenis ekstraksi yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

Maserasi. Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhiani, 2011).

Perkolasi. Pada metode perkolasi, serbuk sampel dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator (wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya). Pelarut ditambahkan pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes perlahan pada bagian bawah. Kelebihan dari metode ini adalah sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Sedangkan kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu (Mukhiani, 2011).

Sokletasi. Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu reflux. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Kerugiannya adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus-menerus berada pada titik didih (Mukhiani, 2011).

Reflux dan Destilasi Uap. Pada metode reflux, sampel dimasukkan bersama pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan

hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu. Destilasi uap memiliki proses yang sama dan biasanya digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial (campuran berbagai senyawa menguap). Selama pemanasan, uap terkondensasi dan destilat (terpisah sebagai 2 bagian yang tidak saling bercampur) ditampung dalam wadah yang terhubung dengan kondensor. Kerugian dari kedua metode ini adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi (Mukhiani, 2011).

2.5 Cara Kerja Pestisida

Cara kerja suatu pestisida nabati dalam tubuh serangga dikenal sebagai *mode of action* dan cara masuk atau *mode of entry*. *Mode of action* adalah cara pestisida nabati memberikan pengaruh melalui titik tangkap didalam tubuh serangga. Titik tangkap pada serangga biasanya berupa enzim atau protein. Cara kerja pestisida nabati yang digunakan dalam pengendalian hama terbagi lima kelompok yaitu mempengaruhi sistem saraf, menghambat produksi energi, mempengaruhi sistem endokrin, menghambat produksi kutikula dan menghambat keseimbangan air. *Mode of entry* adalah cara pestisida nabati masuk kedalam tubuh serangga, dapat melalui kutikula (racun kontak), alat pencernaan (racun perut), atau lubang pernafasan (racun pernafasan) (Safirah *et al.*, 2016).

2.5.1 Cara Masuk Pestisida ke Dalam Tubuh Serangga (*Mode of Entry*)

Racun Kontak. Pestisida jenis ini berkeja dengan masuk ke dalam tubuh serangga melalui kulit (kutikula) dan kemudian ditransportasikan ke bagian tubuh serangga tempat pestisida aktif bekerja. Racun yang telah masuk kedalam tubuh serangga merupakan bahan-bahan yang bertujuan untuk menghambat proses metabolisme secara mekanis, seperti minyak yang di gunakan untuk mengendalikan larva nyamuk dengan cara menghambat atau menyumbat ingsang. Beberapa racun fisik lainnya adalah abrasive dust (seperti asam borat), ditomaceous earth, silika gel, dan aerosilika gel. Bahan-bahan tersebut membunuh serangga dengan cara menyerap lilin dari kutikula serangga, dan selanjutnya dapat menyebabkan kehilangan air dari tubuh serangga. Serangga kemudian akan mengalami desikasi dan mati karena dehidrasi (Ware, 1927).

Racun Pernafasan (Fumigan). Pestisida jenis ini dapat membunuh serangga dengan bekerja lewat saluran pernapasan. Jenis insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernapasan dalam bentuk gas. Kelompok insektisida ini biasanya digunakan untuk mengendalikan hama-hama gudang (Ware, 1927).

Racun Perut. Jenis pestisida yang membunuh serangga sasaran jika termakan oleh serangga sasaran tertentu tersebut serta masuk ke dalam organ pencernaannya. Jenis insektisida yang dimakan oleh serangga dan membunuh serangga itu khususnya dengan merusak atau mengabsorpsi sistem pencernaan. Kelompok insektisida ini digunakan untuk mengendalikan hama serangga yang bertipe mengunyah makanan (Ware, 1927).

2.5.2 Cara Kerja Pestisida Dalam Tubuh Serangga (*Mode of Action*)

Mempengaruhi sistem syaraf. Racun syaraf, biasanya mengganggu fungsi syaraf sehingga kematian cepat terjadi. Umumnya insektisida yang beredar dipasaran sekarang ini adalah golongan organofosfat, karbamat, dan piretroid. Racun Syaraf ini memiliki beberapa jenis racun, diantaranya sebagai berikut. Racun Narkotika beberapa fumigan terutama fumigan halogen (yang mengandung khlorin, bromine, atau fluorine) merupakan kelompok narkotika, yang cara kerjanya lebih bersifat fisik daripada kimiawi. Racun Axonic adalah pemanjangan tubuh sel saraf (=neuron), terutama penting dalam transmisi impuls dari satu sel saraf yang lain. Semua transmisi axonic mengandung daya listrik. Racun Synaptic: sinapse merupakan suatu celah yang menghubungkan sel syaraf satu dengan sel-sel somatik (pada otot), beberapa kelenjar maupun sel reseptor sendiri. Bagian inilah yang merupakan sasaran dari racun “synaptic” (Ware, 1983).

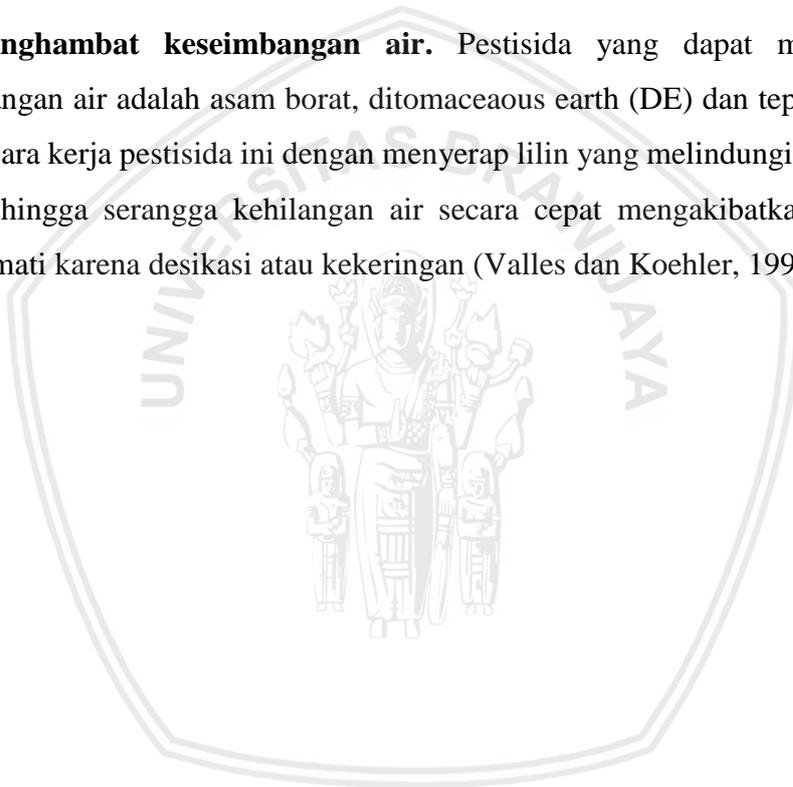
Menghambat produksi energi. Beberapa kelas pestisida yang cara kerjanya menghambat produksi energi yaitu fluoroalifatik berklor (amidinohirazon, fluoroalifatik, sulfonamid), pirol dan sulfuril fluorida. Insektisida ini terikat pada sitokrom pada sistem transportasi elektron pada mitokondria. Ikatan ini memblok produksi ATP yang mengakibatkan serangga mati kehabisan tenaga (Valles dan Koehler, 1997).

Mempengaruhi sistem endokrin. Pestisida yang mempengaruhi sistem endokrin adalah zat pengatur tumbuh (ZPT) atau *insect growth regulator* (IGR). Pestisida ini adalah mimik hormon kemudaan (*juvenile hormon*). Serangga yang

terpapar dengan pestisida ini tidak mampu berganti kulit secara sempurna dan tidak mampu bereproduksi. Contoh pestisida ini antara lain hidropen, metopren, fenosikarb dan piriproksifen (Valles dan Koehler, 1997).

Menghambat produksi kutikula. Produksi sintesa kitin atau chitin *synthesis inhibitor* (CSI) merupakan komponen utama dari eksoskeleton, antara lain triflumuron, diflubenzuron, heksaflumuron, flufenoksuron dan noviflumuron. Serangga yang terpapar oleh PSK/CSI tidak mampu mensintesa kitin baru sehingga proses ganti kulit menuju stadia berikutnya menjadi gagal (Valles dan Koehler, 1997).

Menghambat keseimbangan air. Pestisida yang dapat mengganggu keseimbangan air adalah asam borat, ditomaceous earth (DE) dan tepung baruan sorptif. Cara kerja pestisida ini dengan menyerap lilin yang melindungi permukaan kutikula hingga serangga kehilangan air secara cepat mengakibatkan serangga tersebut mati karena desikasi atau kekeringan (Valles dan Koehler, 1997).



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Maret 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah timbangan, ember, pengaduk, saringan, kain kasa, botol, gunting, toples, karet gelang, gelas ukur 100 ml, gelas beaker, *hand sprayer* 100 ml, kertas label, mika plastik, kuas, *polybag*, alat tulis, dan kamera. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah serangga uji berupa kutu daun *Aphis gossypii* yang berasal dari pertanaman cabai yang diperoleh dari Sigura-gura, tanaman cabai dalam *polybag*, aquades steril, limbah tembakau batang dan daun yang berasal dari PT. Karya Niaga Bersama (PT. Grendel).

1.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Penyediaan Tanaman Cabai

Tanaman cabai digunakan sebagai inang perbanyak dari serangga uji *A. gossypii*. Bibit tanaman cabai ditanam dalam *polybag* berukuran 18 x 25 cm. Media tanam yang digunakan berupa tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1.

3.3.2 Identifikasi Serangga Uji

Serangga uji yang akan digunakan didapatkan dari pertanaman cabai yang terserang kutu daun. Serangga uji tersebut terlebih dahulu dilakukan identifikasi bertujuan untuk memastikan bahwa spesies serangga adalah kutu daun *A. gossypii*. Identifikasi diawali dengan pengamatan dibawah mikroskop berdasarkan karakter taksonomi dari serangga uji. Identifikasi kutu daun dilakukan dengan melakukan pengamatan pada karakter taksonomi berupa tuberkel antena, kauda, kornikel, dan jumlah rambut pada organ tubuh tertentu. Setiap karakter didokumentasikan menggunakan kamera yang ditempatkan pada mikroskop dan dihubungkan dengan komputer. Setelah didapatkan foto dari perbesaran kutu daun dilakukan identifikasi mengacu pada buku identifikasi *Aphids on The World Crop: An Identification and Information Guide* oleh Blackman & Eastop (2000). Identifikasi kutu daun

dilakukan berdasarkan morfologi kutu daun yang tidak bersayap dengan karakter taksonomi kutu daun yang diamati antara lain tuberkel antena, kauda, kornikel, dan jumlah rambut pada organ tubuh tertentu (Damayanti *et al.*, 2010).

3.3.3 Perbanyak Serangga Uji

Perbanyak serangga uji terdiri dari 2 tahap yaitu pengambilan dari lapang dan perbanyak. Imago *A. gossypii* diambil dari pertanaman cabai menggunakan kuas. *Aphis gossypii* yang telah didapatkan kemudian ditempatkan pada sebuah wadah. Imago *A. gossypii* diperbanyak secara langsung pada tanaman cabai. Imago *A. gossypii* yang telah di infestasikan pada tanaman cabai disungkup menggunakan mika bening dengan atap berupa kain kasa. Penyungkupan bertujuan untuk menghindari serangga uji berpindah (migrasi) ke tanaman lain, mencegah datangnya predator dan hama lain. *A. gossypii* dipelihara hingga didapatkan keturunan pertama (F1) yang tidak bersayap. *Aphis gossypii* yang digunakan sebagai serangga uji ketika nimfa instar IV (berumur 6 hari). Serangga uji yang digunakan dalam penelitian sebanyak 20 ekor setiap perlakuan.

3.3.4 Proses Ekstraksi Limbah Tembakau

Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah perendaman. Bahan yang digunakan meliputi limbah tembakau daun dan limbah tembakau batang yang berasal dari limbah padat industri rokok. Limbah tembakau daun tersebut berasal dari limbah padat hasil perajangan tembakau dalam bentuk debu tembakau halus, sedangkan limbah tembakau batang juga berasal dari perajangan tembakau dalam bentuk gagang kasar. Masing-masing bahan ditimbang sebanyak 0,25 kg dan dimasukkan kedalam ember. Kemudian ditambahkan aquades steril sebanyak 2,25 liter. Perbandingan yang digunakan antara limbah tembakau dan aquades adalah 1 : 9. Rendaman diaduk dan ditutup hingga 24 jam. Setelah 24 jam hasil rendaman disaring menggunakan kain saring dan diperas untuk didapatkan air rendaman dari limbah tembakau. Penggunaan aquades sebagai pelarut dalam proses ekstraksi dilatar belakangi oleh bahan yang mudah didapatkan dan harga yang terjangkau. Selain itu air merupakan pelarut polar dapat mengekstrak komponen lainnya yang bersifat non polar ataupun semi polar (Sa'adah dan Nurhasnawati, 2015). Menurut penelitian Prima (2016) beberapa senyawa tembakau dapat larut dalam air diantaranya, alkaloid, flavonoid, terpenoid dan inulin.

Metode perendaman ini mengacu pada penelitian Wiryadiputra (2003) dengan cara merendam sebanyak 1 kg limbah tembakau ke dalam 9 liter air selama 24 jam. Hasil ekstraksi disimpan dalam botol pada suhu ruangan kemudian keesokan harinya digunakan untuk aplikasi.

3.3.5 Pengujian Ekstrak Limbah Tembakau Terhadap Mortalitas dan Jumlah Keturunan *A. gossypii*

Aplikasi ekstrak limbah tembakau terhadap hama *A. gossypii* dilakukan menggunakan metode penyemprotan dengan alat *hand sprayer* 100 ml. Perlakuan yang digunakan dengan 2 bahan yaitu ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun dengan masing-masing 4 level konsentrasi yaitu 1500 ppm, 3000 ppm, 4500 ppm, 6000 ppm, serta 1 kontrol dengan 4 ulangan.

Nimfa *A. gossypii* instar IV yang telah dipelihara pada tanaman cabai dipindahkan sebanyak 20 ekor beserta daunnya untuk aplikasi. Saat aplikasi nimfa *A. gossypii* beserta daun cabai disemprot dengan masing-masing konsentrasi sebanyak 3 kali semprotan (Nindatu *et al.*, 2016). Setelah dilakukan aplikasi, nimfa beserta daun cabai dimasukkan ke dalam toples dan ditutup menggunakan kain kasa lalu diikat menggunakan karet gelang. Toples diberi label sesuai dengan konsentrasi ekstrak limbah tembakau yang disemprotkan pada masing-masing perlakuan. *Aphis gossypii* ditempatkan pada toples bersamaan dengan daun tanaman cabai inangnya yang bertujuan sebagai makanan selama aplikasi.

3.3.6 Pengujian Ekstrak Limbah Tembakau Untuk Mengetahui Sifat *Repellent* Terhadap *A. gossypii*

Pengujian ekstrak limbah tembakau untuk sifat repelen terhadap *A. gossypii* menggunakan metode *Petri Dish Olfactometer*. Metode ini adalah pengembangan dari metode Olfactometer. Pembuatan *Petri Dish Olfactometer* ini dimodifikasi dengan menggunakan cawan petri (d = 14cm) dengan dua botol yang menempel pada bagian bawah cawan yang terdapat pada Gambar 12. Cawan petri diberi dua lubang dengan diameter 2,5 cm jarak antara lubang yaitu 7 cm, dan jarak lubang botol ke tepi cawan 2 cm. Botol yang digunakan adalah botol yang memiliki tinggi 6 cm, dan diameter 4 cm. Pada bagian tutup cawan petri diberi lubang dengan diameter 1 cm dan ditambahkan kain kasa agar serangga tidak keluar.

Masing-masing daun cabai yang berukuran 3 x 3 cm dicelupkan pada masing-masing konsentrasi ekstrak limbah tembakau yang telah disiapkan, sedangkan pada perlakuan kontrol dicelupkan ke dalam aquadest steril selama 5 menit. Kemudian dikeringanginkan selama ± 15 menit. Jumlah hama *A. gossypii* yang dibutuhkan sebanyak 20 ekot diletakkan pada tengah *Petri Dish Olfactometer* pada setiap ulangan dengan konsentrasi yang digunakan 1500, 3000, 4500 dan 6000 ppm dilakukan pengamatan 3 jam setelah aplikasi dengan ulangan sebanyak 4 kali.



Gambar 1. *Petri Dish Olfactometer* Modifikasi (Weeks *et al.*, 2013); Tampak samping (A) dan Tampak atas (B)

3.4 Pengamatan

3.4.1 Mortalitas *A. gossypii*

Pengamatan dan pengumpulan data mortalitas dilakukan dengan menghitung jumlah *A. gossypii* yang mati dan hidup. Pengamatan dilakukan selama 48 jam dengan interval waktu 3, 6, 12, 24 dan 48 jam setelah aplikasi. Adapun kriteria kematian *A. gossypii* yaitu *A. gossypii* tidak ada pergerakan dan adanya perubahan fisik *A. gossypii* pada warna tubuh dan kondisi tubuh. Warna tubuh kehitaman atau yang hampir hitam mengkilat menjadi pucat sehingga warnanya menjadi cenderung coklat abu-abu dan gejala lanjutan kondisi tubuh *A. gossypii* terlihat mengisut dan kaku serta kutikula *A. gossypii* yang mengelupas (Ramadhona *et al.*, 2018).

Menurut Hidayati *et al.* (2013) persentase mortalitas *A. gossypii* dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$M = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan: M : Mortalitas (%)

a : Jumlah *A. gossypii* yang mati (ekor)

b : Jumlah *A. gossypii* dalam perlakuan (ekor)

Apabila terdapat kematian pada kontrol, maka persen mortalitas perlu dikoreksi. Apabila kematian serangga pada kontrol $\geq 20\%$, maka pengujian harus diulang (Matsumura, 1975). Persen kematian terkoreksi dihitung berdasarkan rumus (Abbott, 1987) sebagai berikut (Abbott, 1987).

$$MT = \frac{X-Y}{X} \times 100\%$$

Keterangan: MT : Mortalitas terkoreksi (%)

X : Serangga yang hidup pada control (ekor)

Y : Serangga yang hidup pada perlakuan (ekor)

Selain itu juga dilakukan perhitungan nilai LC_{50} dan LT_{50} menggunakan analisis probit. Data yang dihasilkan dikategorikan dalam penggolongan daya racun atau tingkat toksisitas berdasarkan tabel berikut,

Tabel 1. Kategori daya racun pestisida untuk serangga

Derajat Daya Racun	Metode Pemberian	
	Nilai LC_{50} melalui mulut (ppm)	Nilai LD_{50} melalui kulit (ppm)
6 Super Beracun	< 5 ppm	< 20 ppm
5 Luas Biasa Beracun	5-50 ppm	20-200 ppm
4 Sangat Beracun	50-500 ppm	200-1000 ppm
3 Agak Beracun	500-5000 ppm	1000-2000 ppm
2 Kurang Beracun	5000-15000 ppm	2000-20000 ppm
1 Praktis Tidak Beracun	15000 ppm	> 20000 ppm

Sumber: IPCS, 1986

3.4.2 Jumlah Keturunan *A. gossypii*

Pengamatan jumlah keturunan *A. gossypii* yang dihasilkan dilakukan dengan interval waktu 1 minggu setelah aplikasi (MSA). Untuk mengetahui persentase penurunan jumlah keturunan yang dihasilkan oleh serangga uji dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TP = \frac{(\text{Jumlah keturunan kontrol} - \text{Jumlah keturunan perlakuan})}{\text{Jumlah keturunan pada kontrol}} \times 100\%$$

Dengan TP : Tingkat penghambatan

Jadi untuk menentukan persentase penurunan jumlah keturunan akibat pemberian ekstrak limbah tembakau dapat dihitung menggunakan rumus penghambatan reproduksi.

3.4.3 Sifat Repelensi terhadap *A. gossypii*

Variabel yang diamati adalah jumlah serangga yang respon pada kontrol dan respon pada perlakuan, pengamatan dilakukan 3 jam setelah aplikasi. Persentase *repellent* dihitung dengan rumus Pascual-villalobos dan Robledo, (1998):

$$IR = \frac{C-T}{C+T} \times 100\%$$

Keterangan: IR : Indeks *repellent* (%)

C : Jumlah serangga yang respon pada kontrol

T : Jumlah serangga yang respon pada perlakuan

Apabila nilai IR positif, maka mengindikasikan adanya sifat *repellent*. Sedangkan jika nilai IR negatif mengindikasikan adanya sifat antraktan (Pascual-villalobos dan Robledo, 1998). Untuk menentukan tingkat *repellent* digunakan kriteria sebagai berikut:

Tabel 2. Tingkatan Sifat *Repellent*

Kelas Repelensi	Tingkat Repelensi	Nilai Repelen (%)
0	Lemah	<0,1
I	Agak Sedang	0,1-20
II	Sedang	20,1-40
III	Agak kuat	40,1-60
IV	Kuat	60,1-80
V	Sangat kuat	80,1-100

Sumber: Hasyim *et al.*, 2014

3.5 Analisis Data

Data mortalitas dan penurunan reproduksi *A. gossypii* dianalisis menggunakan *Analisis of varian* (ANOVA) pada progam Microsoft Excel. Apabila antar perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan analisis lanjutan dengan uji BNJ dengan taraf 5%. Dari persentase mortalitas dilakukan analisis probit dengan menentukan nilai LC₅₀ untuk mengetahui konsentrasi yang dibutuhkan dalam mematikan 50% dari serangga uji dan LT₅₀ untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam mematikan 50% dari serangga uji menggunakan analisis software PoloPlus.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Ekstrak Limbah Tembakau terhadap Mortalitas *A. gossypii*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun bersifat racun dan dapat mematikan atau menyebabkan mortalitas pada serangga uji *A. gossypii*. Aplikasi ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun terhadap *A. gossypii* menggunakan konsentrasi 1500, 3000, 4500 dan 6000 ppm dengan pengamatan yang dilakukan pada 3, 6, 12, 24, dan 48 jam setelah aplikasi ekstrak limbah tembakau.

Tabel 1. Rerata Persentase Mortalitas *A. gossypii* setelah Aplikasi

Perlakuan (ppm)	Mortalitas (%)				
	3 JSA ($\bar{x} \pm SD$)	6 JSA ($\bar{x} \pm SD$)	12 JSA ($\bar{x} \pm SD$)	24 JSA ($\bar{x} \pm SD$)	48 JSA ($\bar{x} \pm SD$)
B 1500	11,25±0,50 a	17,90±0,50 a	22,73±1,00 a	29,75±0,58 a	40,64±0,82 a
B 3000	16,25±0,50 abc	29,48±0,00 bc	36,04±0,96 bc	47,37±0,50 bc	65,06±0,96 b
B 4500	23,75±0,50 de	34,61±0,58 cd	48,03±0,82 de	59,50±0,50 d	79,75±0,96 cd
B 6000	28,75±0,96 e	43,62±0,97 e	57,31±0,82 f	72,95±0,82 e	90,64±0,96 d
D 1500	10,00±0,00 a	14,02±0,50 a	17,33±0,50 a	24,32±1,29 a	33,85±0,50 a
D 3000	17,50±0,58 bc	26,80±0,50 b	31,90±0,58 b	40,50±0,50 b	60,80±0,50 b
D 4500	22,50±0,50 cde	33,20±0,50 bc	41,30±0,82 cd	54,10±0,58 cd	73,00±0,58 bc
D 6000	26,30±0,50 de	41,00±0,50 de	50,70±0,50 ef	62,10±0,50 d	82,40±0,50 cd

Keterangan : JSA : Jam Setelah Aplikasi; Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kesalahan 5%; JSA : Jam Setelah Aplikasi; B : Ekstrak Limbah Tembakau Batang; D : Ekstrak Limbah Tembakau Daun; SB : Simpangan Baku; ppm : Part Permillion

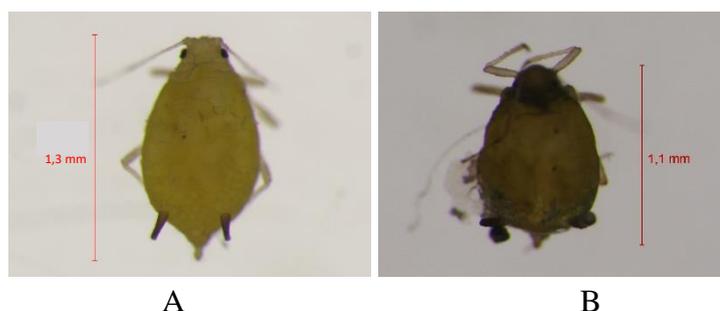
Hasil analisis ragam terhadap persentase mortalitas *A. gossypii* menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel sehingga diperoleh hasil yang berbeda nyata antar perlakuan atau tingkatan konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tingkat mortalitas *A. gossypii* (Tabel Lampiran 5). Berdasarkan data mortalitas pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa pada ekstrak limbah tembakau batang, rerata mortalitas tertinggi pada 48 jam setelah aplikasi didapatkan pada konsentrasi 6000 ppm yaitu sebesar 90,64% dan mortalitas terendah didapatkan pada konsentrasi 1500 ppm yaitu sebesar 40,64%. Sedangkan pada ekstrak limbah tembakau daun, mortalitas *A. gossypii* tertinggi pada 48 jam setelah aplikasi didapatkan pada konsentrasi 6000 ppm yaitu sebesar 82,40% dan mortalitas terendah didapatkan pada konsentrasi 1500 ppm yaitu sebesar 33,85%.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi pula persentase mortalitas *A. gossypii*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prima (2016) yang menyatakan bahwa konsentrasi dan mortalitas yang berbanding lurus disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi, maka kandungan senyawa aktif pada air rendaman ekstrak tersebut juga akan semakin banyak. Didukung oleh penelitian Tigauw *et al.* (2015), pemberian ekstrak tembakau pada kutudaun *M. persicae* menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aplikasi ekstrak tembakau maka semakin efektif daya bunuh terhadap kutu daun yang ditandai dengan semakin tinggi mortalitas kutu daun. Ekstrak daun tembakau pada konsentrasi 60% dapat mengendalikan kutu daun *M. persicae* dengan mortalitas mencapai 76,33%. Sedangkan penggunaan ekstrak batang tembakau pada rayap tanah menyebabkan mortalitas mencapai 100% pada konsentrasi 9% (Arbaiatusholeha *et al.*, 2016). Hal ini disebabkan karena adanya senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman tembakau yang dapat bersifat racun pada beberapa jenis serangga dan salah satunya adalah serangga golongan Aphid.

Tembakau mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, terpenoid, steroid, dan flavonoid (Putri *et al.*, 2014). Kandungan utama dari tembakau adalah alkaloid berupa nikotin. Nikotin dapat mempengaruhi saraf pusat pada serangga dan menyebabkan kematian (Arbaiatusholeha *et al.*, 2016). Nikotin bersifat sebagai racun syaraf yang bereaksi cepat untuk mengendalikan hama pengisap (Tuti *et al.*, 2014) Senyawa nikotin efektif untuk membunuh serangga terutama pada golongan Aphid dan serangga berbadan lunak lainnya (Wiryadiputra, 2003). Nikotin sebagai racun kontak masuk ke dalam tubuh serangga melalui kutikula. Setelah masuk, racun akan menyebar ke seluruh tubuh dan menyerang sistem saraf sehingga dapat mengganggu aktivitas hidup serangga. Mokodompit *et al.* (2013) juga menjelaskan bahwa alkaloid dan flavonoid merupakan senyawa yang dapat bertindak sebagai *stomach poisoning* atau racun perut, sehingga apabila senyawa alkaloid dan flavonoid masuk ke dalam tubuh serangga maka alat pencernaannya akan terganggu, senyawa tersebut juga mampu menghambat reseptor perasa pada daerah mulut serangga, sehingga menyebabkan serangga tidak mampu mengenali makanannya, hingga mati kelaparan. Menurut Diden (2007), mekanisme kerja racun perut di dalam tubuh kutu daun diserap oleh dinding

ventrikulus, kemudian ditranslokasikan menuju ke pusat saraf kutu daun sehingga dapat mengganggu aktivitas metabolisme serangga dan menyebabkan penurunan aktivitas dan akhirnya serangga mati. Tembakau juga mengandung senyawa terpenoid yang dapat mempengaruhi fungsi syaraf yaitu menghambat enzim kolinesterase, sehingga terjadi gangguan transmisi rangsang yang mengakibatkan menurunnya koordinasi kerja otot, konvuli, dan kematian serangga (Afifah *et al.*, 2015). Selain itu ekstrak tembakau mengandung saponin yang memiliki rasa pahit membuat *A. gossypii* menolak untuk mengkonsumsi makanannya. Senyawa tersebut dapat menghambat reseptor perasa pada daerah mulut serangga, yang dapat mengakibatkan serangga gagal mendapatkan stimulus rasa. Sehingga serangga tidak mampu mengenali makanannya yang pada akhirnya menyebabkan kematian pada serangga (Arbaiatusholeha *et al.*, 2016).

Serangga *A. gossypii* mengalami perubahan pergerakan setelah diaplikasikan ekstrak limbah tembakau yaitu pergerakan menjadi lebih lamban dan pasif. Gejala kematian *A. gossypii* berdasarkan pengamatan terjadi perubahan fisik *A. gossypii* yang semula berwarna hijau muda berubah menjadi hitam dan mengkerut (Gambar 13B). Hal ini sesuai dengan penelitian Ramadhona *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa aplikasi ekstrak daun pepaya sebagai pestisida nabati menyebabkan perubahan pergerakan *A. gossypii* yaitu tungkai bergerak lemah atau pasif dan kaku yang pada awalnya terlihat bergerak aktif. Selain itu terjadi perubahan *A. gossypii* pada warna tubuh menjadi kehitaman atau hampir hitam mengkilat menjadi pucat sehingga warnanya menjadi cenderung cokelat abu-abu dan gelap lanjutan terlihat mengisut dan kaku. Menurut Arbaiatusholeha *et al.* (2016) ekstrak tembakau yang meresap melalui kutikula serangga sehingga setelah terkena ekstrak tembakau, akan memberikan pengaruh terhadap perilaku *A. gossypii* dan dapat menurunkan aktifitas dari *A. gossypii* tersebut.



Gambar 1. *A. gossypii* sehat (A), *A. gossypii* mati setelah aplikasi (B)

Jika dibandingkan, ekstrak limbah tembakau batang mempunyai nilai mortalitas yang tidak berbeda nyata dengan ekstrak limbah tembakau daun. Keduanya mampu menyebabkan mortalitas *A. gossypii* >50% pada 48 JSA. Namun kandungan nikotin pada ekstrak limbah tembakau batang lebih tinggi dibandingkan ekstrak limbah tembakau daun. Hasil analisa fitokimia menunjukkan bahwa hasil persentase nikotin pada ekstrak limbah tembakau batang sebesar 0,19% atau setara dengan 1900 ppm sedangkan ekstrak limbah tembakau daun sebesar 0,18% atau setara dengan 1800 ppm (Gambar Lampiran 4). Kedua ekstrak tersebut berselisih 0,01% atau 100 ppm. Semakin tinggi kandungan senyawa aktif pada pestisida nabati maka daya racun yang dihasilkan semakin tinggi sehingga mortalitas pada serangga uji juga semakin besar. Menurut penelitian Kusumawardhani *et al.* (2012), limbah padat tembakau yang dihasilkan pabrik rokok dari proses perajangan tembakau dapat berupa gagang dan debu tembakau. Gagang kasar tembakau mengandung nikotin sebesar 2,09%, sedangkan pada debu tembakau halus mengandung nikotin sebesar 1,91%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan nikotin pada gagang kasar tembakau lebih tinggi dibandingkan debu tembakau. Debu tembakau bukan murni dari bagian daun tembakau melainkan campuran antara serpihan daun tembakau dengan kotoran-kotoran non-tembakau seperti cengkeh dan kotoran-kotoran lain, sedangkan gagang tembakau berasal dari bagian batang tembakau yang tidak digunakan dalam proses pembuatan rokok. Sehingga dihasilkan nikotin yang lebih tinggi pada bagian gagang dibandingkan pada debu tembakau.

4.2 Penentuan *Median Lethal Concentrate* (LC₅₀) dan *Median Lethal Time* (LT₅₀) *A. gossypii*

Toksistas atau daya racun suatu bahan dinyatakan dengan nilai LC₅₀ (*Median Lethal Concentration*), yang menyatakan jumlah atau banyaknya bahan racun yang dapat mematikan 50% dari populasi serangga uji, yang dalam penelitian ini adalah nimfa *A. gossypii*. Hubungan antara konsentrasi dan respon dapat dihitung dengan menggunakan analisis Probit. Hasil analisis probit toksistas ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun terhadap *A. gossypii* diperoleh nilai LC₅₀ dan LC₉₀ yang disajikan pada (Tabel 6).

Tabel 2. Hasil Analisis LC₅₀ Ekstrak Limbah Tembakau terhadap *A. gossypii*

Perlakuan	LC ₅₀ (ppm)	LC ₉₀ (ppm)	Persamaan Regresi	SE	Batas Acuan LC ₅₀ (%)	
					Bawah	Atas
ELTB	1963.72	6521.80	$y = -3,09 + 2,46x$	0,38	1565.55	2304.33
ELTD	2305.25	8762.90	$y = -2,43 + 2,21x$	0,37	1845.49	2707.61

Keterangan : LC₅₀ : *Lethal Concentration*; ELTB : Ekstrak Limbah Tembakau Batang; ELTD : Ekstrak Limbah Tembakau Daun; SE : *Standard Error*; ppm : *Part Permilion*

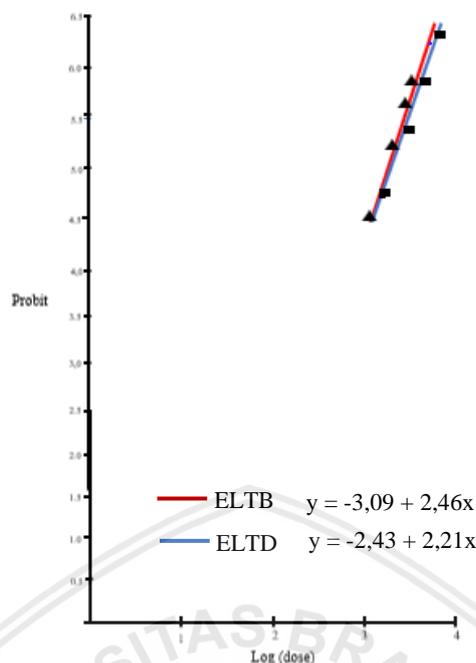
Hasil analisis probit LC₅₀ pada Tabel 6. menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak limbah tembakau batang yang dapat menyebabkan kematian 50% serangga uji *A. gossypii* (LC₅₀) tercapai pada konsentrasi 1963,72 ppm. Sedangkan pada ekstrak limbah tembakau daun konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian 50% *A. gossypii* (LC₅₀) tercapai saat konsentrasi 2305,25 ppm. Semakin rendah nilai LC₅₀ maka dapat dikatakan semakin tinggi toksisitas insektisida tersebut.

Hasil penelitian Wiryadiputra (2003), menyatakan bahwa pemberian ekstrak limbah tembakau dengan metode perendaman menggunakan air pada konsentrasi 2,5% atau setara 25000 ppm dapat membunuh 50% serangga hama *Helopeltis* sp. dengan kematian serangga mencapai 52,50%. Sedangkan pada penelitian Arbaiatusholeha *et al.* (2016) menyatakan bahwa konsentrasi ekstrak batang tembakau yang dibutuhkan untuk mematikan rayap mencapai 50% (LC₅₀) adalah 2.073 ppm. Perbedaan konsentrasi yang berbeda jauh antara konsentrasi yang menyebabkan mortalitas antara *A. gossypii* dengan *Helopeltis* sp. ini menunjukkan bahwa ekstrak limbah tembakau lebih efektif dalam mengendalikan hama *A. gossypii* dibandingkan *Helopeltis* sp. Menurut Kaihena *et al.*, (2012) bahwa perbedaan serangga uji menyebabkan adanya perbedaan efektivitas konsentrasi suatu pestisida nabati, dimana serangga yang berukuran lebih besar lebih tahan terhadap insektisida. Mekanisme resistensi serangga dipengaruhi oleh morfologi berupa besar kecil ukuran tubuh, tebal dan tipis kutikula, adanya penghalang atau bulu pada serangga.

Dari kedua macam ekstrak dapat diketahui bahwa ekstrak limbah tembakau batang mempunyai sifat lebih toksik dibandingkan ekstrak limbah tembakau daun. Hal ini dapat dilihat dari nilai LC₅₀ ekstrak limbah tembakau batang yang lebih rendah dibandingkan ekstrak limbah tembakau daun. Nilai LC₅₀ yang lebih rendah tersebut menunjukkan bahwa dibutuhkan lebih sedikit konsentrasi ekstrak limbah

tembakau batang untuk mematikan 50% dari serangga uji *A.gossypii* karena semakin tinggi daya racun yang terkandung didalamnya. Berdasarkan kategori daya racun pestisida oleh IPCS (1986), Ekstrak limbah tembakau tergolong ke dalam kategori agak beracun karena memiliki nilai LC_{50} pada rentang konsentrasi 1500-2000 ppm. Efek racun yang ditimbulkan tersebut diduga karena metode perendaman limbah tembakau batang dan limbah tembakau daun yang dilakukan kurang lama, sehingga senyawa alkaloid nikotin yang terdapat pada batang dan daun tembakau tersebut belum seluruhnya terlarut dalam aquades selama proses perendaman. Hasil ini juga didukung hasil uji fitokimia ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun yang menunjukkan bahwa persentase nikotin pada ekstrak limbah tembakau batang sebesar 0,19% atau 1900 ppm dan pada ekstrak limbah tembakau daun sebesar 0,18% atau 1800 ppm (Gambar Lampiran 4). Dari persentase kadar nikotin tersebut juga menunjukkan bahwa konsentrasi yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji *A. gossypii* juga akan lebih rendah karena kandungan didalamnya.

Pada persamaan regresi ekstrak limbah tembakau batang $y = -3,09 + 2,46x$ menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi 1500 ppm maka mortalitas akan meningkat sebesar 2,46% dan pada persamaan regresi ekstrak limbah tembakau daun $y = -2,43 + 2,21x$ menunjukkan bahwa setiap penambahan konsentrasi 1500 ppm maka mortalitas akan meningkat sebesar 2,21%. Nilai koefisien regresi variabel konsentrasi (x) sebesar 2,46% dan 2,21% menunjukkan bahwa tingkat kematian memiliki hubungan positif atau searah dengan garis regresi tersebut. Grafik hubungan antara konsentrasi yang dibutuhkan ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau serbuk daun untuk mematikan 50% *A. gossypii* (Gambar 14).



Gambar 2. Hubungan Antara Probit Mortalitas *A. gossypii* dengan Log Konsentrasi Ekstrak Limbah Tembakau Batang dan Daun

Efektivitas daya racun suatu bahan juga harus mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan untuk dapat mematikan serangga uji yang dinyatakan dengan nilai LT_{50} . Nilai LT_{50} yang diperlukan untuk dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mematikan serangga uji *A. gossypii* sebesar 50% dari seluruh serangga uji yang diaplikasikan ekstrak limbah tembakau. Hasil perhitungan LT_{50} dari kisaran konsentrasi yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 7.

Tabel 3. Hasil Analisis LT_{50} Ekstrak Limbah Tembakau terhadap *A. gossypii*

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Persamaan Regresi ($y=a+bx$)	Nilai LT_{50} (Jam)
ELTB	1500	$y= 3,44+0,86x$	64,82
	3000	$y= 3,55+1,12x$	19,95
	4500	$y= 3,65+1,28x$	11,37
	6000	$y= 3,69+1,50x$	7,48
ELTD	1500	$y= 3,36+0,81x$	106,29
	3000	$y= 3,60+0,99x$	25,43
	4500	$y= 3,65+1,16x$	14,37
	6000	$y= 3,78+1,25x$	9,56

Keterangan : LT_{50} : *Lethal Time*; ELTB : Ekstrak Limbah Tembakau Batang; ELTD : Ekstrak Limbah Tembakau Batang; ppm : *Part Permilion*

Hasil analisa LT_{50} pada Tabel 7. menunjukkan waktu yang berbeda pada masing-masing konsentasi. Waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% *A. gossypii* dipengaruhi oleh konsentrasi yang diberikan pada penelitian ini. Semakin

tinggi konsentrasi maka waktu yang diperlukan untuk mematikan 50% *A. gossypii* semakin cepat atau nilai LT_{50} semakin kecil. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa waktu tercepat untuk mematikan 50% *A. gossypii* terjadi pada konsentrasi tertinggi 6000 ppm, yaitu 7,48 jam untuk ekstrak limbah tembakau batang dan 9,56 jam untuk ekstrak limbah tembakau serbuk daun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi, kemampuan membunuh semakin cepat (Nurhudiman *et al.*, 2018). Dari kedua ekstrak tersebut waktu tercepat dalam mematikan 50% *A. gossypii* adalah ekstrak limbah tembakau batang yaitu 7,48 jam. Hasil perhitungan interpolasi berdasarkan data konsentrasi dan nilai LT_{50} , untuk nilai LC_{50} ekstrak limbah tembakau batang konsentrasi 1963,72 ppm waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji diperlukan waktu 50,95 jam. Sedangkan pada ekstrak limbah tembakau serbuk daun nilai LC_{50} konsentrasi 2305,25 ppm waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% serangga uji diperlukan waktu 62,88 jam.

4.3 Pengaruh Ekstrak Limbah Tembakau terhadap Penurunan Jumlah Keturunan *A. gossypii*

Daya racun dari ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun juga dilihat terhadap jumlah keturunan yang dihasilkan. Perhitungan jumlah keturunan dilakukan pada 1 minggu setelah aplikasi (MSA). Pengamatan penurunan jumlah keturunan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari residu ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun terhadap biologi *A. gossypii*.

Tabel 4. Rerata Penurunan Jumlah Keturunan *A. gossypii* Setelah Aplikasi Ekstrak Limbah Tembakau

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Rerata Penurunan Reproduksi (%)
ELTB	1500	30,84 d
	3000	57,94 bc
	4500	72,34 ab
	6000	82,99 a
ELTD	1500	28,60 d
	3000	51,21 c
	4500	60,56 bc
	6000	75,33 ab

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kesalahan 5%; ELTB : Ekstrak Limbah Tembakau Batang; ELTD : Ekstrak Limbah Tembakau Daun; ppm: *Part Permilion*

Hasil analisis ragam terhadap penurunan jumlah keturunan *A. gossypii* menunjukkan bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel sehingga diperoleh hasil yang berbeda nyata antar perlakuan (Tabel Lampiran 6). Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah keturunan *A. gossypii* setelah diaplikasikan ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau serbuk daun. Pada masing-masing ekstrak persentase penurunan jumlah keturunan terbesar terdapat pada konsentrasi 6000 ppm yaitu 82,99% pada ekstrak limbah tembakau batang dan 75,33% pada ekstrak limbah tembakau daun. Penurunan jumlah keturunan *A. gossypii* karena aplikasi ekstrak limbah tembakau batang menunjukkan bahwa ekstrak limbah tembakau batang efektif dalam mempengaruhi jumlah keturunan *A. gossypii*. Penurunan jumlah keturunan yang dihasilkan disebabkan adanya residu dari ekstrak limbah tembakau yang terdapat pada badan *A. gossypii*. Hal ini sesuai dengan penelitian Indriati dan Prijono (2015) yang menyatakan bahwa perlakuan konsentrasi subletal ekstrak *P. retrofractum* menyebabkan penurunan jumlah keturunan *H. antonii*, hal ini kemungkinan terjadi karena residu bahan aktif dalam tubuh serangga uji. Residu tersebut dapat mempengaruhi metabolisme nutrisi yang diperlukan untuk mendukung perkembangan dan reproduksi serangga. Residu bahan aktif dalam tubuh *A. gossypii* berasal dari ekstrak limbah tembakau yang diaplikasikan terhadap *A. gossypii* dan masih terdapatnya kandungan bahan aktif pada daun cabai setelah proses aplikasi ekstrak limbah tembakau. Menurut Sari (2014), menyatakan bahwa apabila dalam pakan yang dimakan oleh serangga terdapat kandungan senyawa kimia tertentu, maka akan dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga. Kondisi makan yang tidak sesuai bagi pencernaan serangga akan menyebabkan perkembangan populasi serangga menjadi terhambat.

Bahan aktif yang diduga dapat mempengaruhi jumlah keturunan *A. gossypii* yaitu nikotin. Nikotin masuk kedalam saluran pencernaan dan akan mempengaruhi sistem reproduksi yang pada akhirnya akan menyebabkan kemandulan pada lalat buah dewasa, selain itu juga dapat mempengaruhi kerja sistem saraf serangga (Palennari dan Hartati, 2009). Menurut penelitian Afifah *et al.* (2015) ekstrak daun tembakau juga dapat mengakibatkan kutu daun (*T. citricidus*) mandul dan mengalami kematian. Tembakau juga mengandung senyawa aktif seperti terpenoid.

Triterpenoid juga bersifat sebagai penolak serangga (*repellent*) karena ada bau menyengat yang tidak disukai oleh serangga sehingga serangga tidak mau makan. Senyawa ini berperan sebagai racun perut yang dapat mematikan serangga. Senyawa ini akan masuk ke dalam saluran pencernaan melalui makanan yang mereka makan, kemudian diserap oleh saluran pencernaan tengah. Saluran ini berfungsi sebagai tempat perombakan makanan secara enzimatik (Jumar, 2000). Aktivitas penghambat makan dapat berpengaruh dalam proses perkembangan serangga sehingga akan menurunkan pemanfaatan nutrisi untuk aktivitas pertumbuhan dan reproduksi serangga. Penurunan pemanfaatan nutrisi oleh serangga dapat mengganggu proses pembentukan telur, produksi telur, masa oviposisi, dan perkembangan serangga (Dono *et al.*, 2008).

4.4 Aktivitas Repelensi Ekstrak Limbah Tembakau Terhadap *A. gossypii*

Pengujian sifat *repellent* ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun pada serangga *A. gossypii* bertujuan untuk mengetahui aktivitas *repellent* yang terdapat pada limbah tembakau. Hasil pengujian aktivitas *repellent* dianalisis dengan menghitung Indeks *Repellent* (IR) dari perlakuan dan kontrol. Nilai IR yang didapatkan menunjukkan nilai IR positif menandakan ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau serbuk daun memiliki sifat *repellent*.

Tabel 5. Nilai Indeks *Repellent* (IR) Ekstrak Limbah Tembakau terhadap *A. gossypii*

Perlakuan	Konsentrasi (ppm)	Rerata Indeks Repelen 3 JSA (%)	Kelas Repelen
ELTB	1500	22,5	Agak sedang (I)
	3000	40,0	Sedang (II)
	4500	63,8	Kuat (IV)
	6000	85,0	Sangat Kuat (V)
ELTD	1500	17,5	Agak Sedang (I)
	3000	32,5	Sedang (II)
	4500	55,0	Agak Kuat (III)
	6000	80	Kuat (IV)

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf kesalahan 5%; ELTB : Ekstrak Limbah Tembakau Batang; ELTD : Ekstrak Limbah Tembakau Daun; ppm: *Part Permilion*

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau serbuk daun memiliki sifat *repellent* (penolak) terhadap hama *A. gossypii*. Pada perlakuan ekstrak limbah

tembakau batang konsentrasi 6000 ppm bersifat repelen sangat kuat (kelas V), sedangkan pada ekstrak limbah tembakau serbuk daun konsentrasi 6000 ppm bersifat kuat (kelas IV) terhadap hama *A. gossypii*. Tembakau mengandung bahan aktif berupa golongan fenol berupa flavonoid, golongan alkaloid berupa nikotin, golongan saponin berupa steroid dan juga minyak atsiri berupa terpenoid (Putri *et al.*, 2014). Kandungan alkaloid nikotin dapat berperan sebagai *repellen* pada serangga (Isman, 2006). Tembakau juga mengandung senyawa aktif seperti terpenoid. Triterpenoid juga bersifat sebagai penolak serangga (*repellent*) karena ada bau menyengat yang tidak disukai oleh serangga sehingga serangga tidak mau makan. Menurut Tuti *et al.* (2014) ekstrak limbah tembakau memiliki bau yang sangat menyengat sehingga dapat menjadi senyawa *repellent* (penolak serangga). Penggunaan *repellent* umumnya tidak langsung mematikan serangga, namun lebih berfungsi untuk menolak kehadiran serangga, terutama disebabkan oleh baunya yang menyengat. Menurut penelitian Boesri *et al.* (2015) ekstrak daun tembakau dosis 100% efektif digunakan sebagai repelen selama tiga jam yang mampu menolak 84,9% gigitan nyamuk. Daya tolak terhadap gigitan nyamuk disebabkan oleh ekstrak daun tembakau yang mengandung zat nikotin.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun dapat dijadikan sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama *A. gossypii* karena memiliki sifat racun yang dapat mematikan hama *A. gossypii*. Mortalitas tertinggi didapatkan pada ekstrak limbah tembakau batang dan ekstrak limbah tembakau daun konsentrasi 6000 ppm dengan rerata mortalitas 90,64% dan 82,40%. Konsentrasi yang dibutuhkan ekstrak limbah tembakau batang yang dapat mematikan 50% serangga uji *A. gossypii* (LC_{50}) adalah sebesar 1963,72 ppm dengan waktu 50,95 jam (LT_{50}), sedangkan pada ekstrak limbah tembakau daun adalah sebesar 2305,25 ppm dengan waktu 62,88 (LT_{50}). Kedua ekstrak limbah tembakau mempengaruhi jumlah keturunan *A. gossypii* pada 1 minggu setelah aplikasi. Selain itu, ekstrak limbah tembakau mempunyai sifat repelensi terhadap *A. gossypii* dengan rata-rata kelas repelen 52,8 agak kuat (Kelas III) pada ekstrak limbah tembakau batang dan 46,2 agak kuat (Kelas III).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh lain ekstrak limbah tembakau terhadap hama *A. gossypii*. selain itu perlu dilakukan penelitian dengan skala yang lebih luas seperti skala lapang dengan mengacu pada nilai LC_{90} yaitu 6521,80 ppm pada ekstrak limbah tembakau batang dan 8762,90 ppm pada ekstrak limbah tembakau daun sebagai alternatif pengendalian ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, W. 1987. A Method of Computing the Effectiveness of An Insecticide. J. Am. Mosq. Control Assoc. 3(2): 302–303.
- Afifah, F., Y.S. Rahayu, and U. Faizah. 2015. Efektivitas Kombinasi Filtrat Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*) dan Filtrat Daun Paitan (*Thitonia diversifolia*) sebagai Pestisida Nabati Hama Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*) pada Tanaman Padi. Lentera Bio 4(1): 25–31.
- Ahmad, A., M. Kaleem, Z. Ahmed, and H. Shafiq. 2015. Therapeutic Potential of Flavonoids and Their Mechanism of Action Against Microbial and Viral Infections-A review. Food Res. Int. 77: 221–235.
- Arbaiatusholeha, R., S. Yuliawati, and L.D. Saraswati. 2016. Uji Efikasi Ekstrak Batang Tembakau (*Nicotiana* spp.) untuk Pengendalian Rayap Tanah (*Coptotermes* spp.). J. Kesehat. Masy. 4(1): 201–210.
- Begum, M., M.K. Mandal, A. Islam, and M.A. Howlader. 2018. Biology, Nature of Infestation and Control of The Aphid, *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Hemiptera:Aphididae) on Arum Plant, Colocasia Esculenta. Bangladesh J. Zool 46(1): 63–70.
- Blackman R.L., and V.F. Eastop. 2007. Taxonomy issues. Di dalam Emden IIF'V, Harrington, R. 2007. Aphid as crop pests. Printed and Bound in The UK by ell Press, Trowbridge. London.
- Boesri, H., B. Heriyanto, L. Susanti, and S.W. Handayani. 2015. Uji Repelen (Daya Tolak) Beberapa Ekstrak Tumbuhan Terhadap Gigitan Nyamuk *Aedes aegypti* Vektor Demam Berdarah Dengue. Vektora 7(2): 79–85.
- Borror DJ, Johnson NF. 2005. Introduction to study of insects. 7 th Edition. Thomson Brooks/Cole. United Kingdom, USA.
- Bohlmann, J., and C.I. Keeling. 2008. Terpenoid Biomaterials. Plant J. 54(4): 656–669.
- BPTP. 2014. Hama dan Penyakit pada Tanaman Cabai Serta Pengendaliannya. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jambi.
- Capinera, J.L. 2007. Melon Aphid or Cotton Aphid, *Aphis gossypii* Glover (Insecta: Hemiptera: Aphididae). Inst. Food Agric. Sci. (January): 1–4.
- Chaieb, I. 2010. Saponins as Insecticides. Tunis. J. Plant Prot. 5(January 2010): 39–50.

- Da Costa, J.G., E.V. Pires, A. Riffel, M.A. Birkett, E. Bleicher, et al. 2011. Differential Preference of *Capsicum* spp. Cultivars by *Aphis gossypii* is Conferred by Variation in Volatile SEemiochemistry. *J. Euphytica* 177: 299–307.
- Damayanti, T.A., E. Muliarti, and D. Sartiami. 2010. Efisiensi Penularan Virus Mosaik Bengkuang dengan *Aphis craccivora* Koch. dan *Aphis gossypii* Glover. *AGRIVIGOR* 3(2): 101–109.
- Dian, S., R. Widyastuti, and S. Ato. 2015. Aktivitas Antifeedant dan Antioviposisi Ekstrak Daun *Tithonia* Terhadap Kutu Kebul. *Agrosains* 17(2): 33–38.
- Diden. 2007. Posisi Hama Penting pada Setiap Fase Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* L. Mer) di Kebun Percobaan Pegok. Skripsi: Universitas Udayana. Denpasar.
- Dirjenbun. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Tembakau 2015-2017 (Y. Hendaryati, D.D.H. dan Arianto, editor). Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Dono, D., S. Hidayat, C. Nasahi, and E. Anggraini. 2008. Pengaruh Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica* L. (Kurz) (Lecythidaceae) Terhadap Mortalitas Larva dan Fekunditas *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Agrik.* 19(1): 5–14.
- Francis, G., Z. Kerem, H.P.S. Makkar, and K. Becker. 2002. The Biological Action of Saponins in Animal Systems : a review. *Br. J. Nutr.* 88: 587–605.
- Hanum, C. 2008. Teknik Budidaya Tanaman Jilid 3. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Hastuti, U.S., P. Yakub, and H.N. Khasanah. 2014. Biodiversity of Indigenous Amylolytic and Cellulolytic Bacteria in Sago Waste Product at Susupu, North Moluccas. *J. Life Sci.* 8: 920–924.
- Hasyim, A., W. Setiawati, H. Jayanti, and E. Krestini. 2014. Repelensi Minyak Atsiri Terhadap Hama Gudang Bawang *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera : Pyralidae) di Laboratorium. *J. Hortik.* 24(4): 336–345.
- Hidayati, N.N., Yuliani, and N. Kuswanti. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Suren dan Daun Mahoni terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Kubis. *LenteraBio.* 2(1): 95–99.
- Indriana, K.R. 2016. Produksi Bersih Pada Efisiensi Dosis Pupuk N dan Umur Panen Daun Tembakau Terhadap Kadar Nikotin dan Gula pada Tembakau Virginia. *J. Agrotek Indones.* 2(1): 2016.

- Indriati, G., and D. Prijono. 2015. Aktivitas Insektisida Ekstrak Buah Cabai Jawa (*Piper retrofractum*) Terhadap *Helopeltis antonii* (Hemiptera: Miridae). J. Litri 21(1): 33–40.
- International Program on Chemical Safety (IPCS). 1986. Environmental Health Criteria #63. Organophosphorus Insecticides: A General Introduction. Geneva: World Health Organization.
- Irfan, M. 2016. Uji Pestisida Nabati Terhadap Hama dan Penyakit Tanaman. J. Agroteknologi 6(2): 39 – 45.
- Isman, M.B. 2006. Botanical Insecticides, Deterrents, and Repellents in Modern Agriculture and an Increasingly Regulated World. Annu. Rev. Entomol. 51: 45–66.
- Jumar, 2000. Entomologi Pertanian. Rineka Cipta, Jakarta
- Karimah, L.N. 2006. Uji Aktivitas Larvasida Ekstrak Etanol 96% Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq) terhadap Larva Nyamuk *Anopheles aconitus* Instrar III serta Profil Kromatografi Lapis Tipis. Skripsi: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kaihena, M., V. Lalihatu, and M. Nindatu. 2012. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Sirih (*Piper bettle* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* sp. dan *Culex*. Molucca Medica 4(1): 88–105.
- Kessing, J.L.M., and R.F.L. Mau. 2007. *Aphis gossypii* (Glover). Department of Entomology, Honolulu, Hawaii.
- Khodijah. 2014. Kelimpahan Serangga Predator kutu daun *Aphis gossypii* di Sentra Tanaman Sayuran di Sumatera Selatan. Biosaintifika 6(2): 77–84.
- Koneri, R., and H.H. Pontororing. 2016. Uji Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla*) Terhadap Larva *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah. J. MKMI 12(4): 216–223.
- Kumar, A., R. Irchhaiya, A. Yadav, N. Gupta, S. Kumar, et al. 2015. Metabolites in Plants and its Classification. Word J. Pharm. Pharm. Sci. 4(1): 287–305.
- Kusumawardhani, A.L., Basir, Subandriyo, and Nilawati. 2012. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Rokok untuk Pestisida Nabati. J. Ris. Teknol. Pencegah. Pencemaran Ind. 2(1): 21–28.
- Lamin, S., M. Kamal, and Fatimahulzahra. 2013. Kemampuan Memangsa , Fekunditas *Menochillus sexmaculata* Fabr . (Coleoptera : Coccinellidae) pada Kepadatan Aphis. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. p. 415–420

- Listiyati, A.K., U. Nurkalis, and R. Hestningsih. 2012. Ekstraksi Nikotin dari Daun Tembakau (*Nicotina Tabacum*) dan Pemanfaatannya Sebagai Insektisida Nabati Pembunuh Aedes sp. J. Ilm. Mhs. 2(2): 67–70.
- Mardiningsih, T.L., D. Sartiami, N. Khumaida, N.N. Kristina, and C. Sukmana. 2012. Kutu Tanaman Dan Trips Berasosiasi Dengan Tanaman Daun Ungu Dan Tingkat Kerusakan Tanaman. Bul. Littro 23(1): 70–82.
- Matsumura, F. 1975. Toxicology of Insecticides. New York: Plenum Press.
- Mokodompit, T.A., R. Koneri, P. Siahaan, and A.M. Tangapo. 2013. Uji Ekstrak Daun *Tithonia diversifolia* sebagai Penghambat Daya Makan *Nilaparvata lugens* Stal. pada *Oryza sativa* L. J. BIOS LOGOS 3(2): 51–56.
- Mukhiani. 2011. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. J. Kesehat. VII(2): 361–367.
- Mustikawati, D.R. 2012. Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Sayuran. BPTP, Lampung.
- Nindatu, M., D.D. Moniharapon, and S. Latuputty. 2016. Efektifitas Ekstrak Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Terhadap Mortalitas Kutu Daun (*Aphis gossypii*) Pada Tanaman Cabai. Agrolgia 5(1): 01–47.
- Nugraha, S.P., and W.R. Agustningsih. 2015. Pelatihan Pemanfaatan Limbah Tembakau Sebagai Bahan Pembuatan Biopestisida Nabati. J. Inov. dan Kewirausahaan 4(1): 63–67.
- Nurhudiman, R. Hasibuan, A.M. Hariri, and Purnomo. 2018. Uji Potensi Daun Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) Sebagai Insektisida Botani terhadap Hama (*Plutella xylostella* L.) di Laboratorium. J. Agorek Trop. 6(2): 91–98.
- Okigbo, R., C. Anuagasi, and J. Amadi. 2009. Advances In Selected Medicinal and Aromatic Plants Indigenous To Africa. J. Med. Plants Res. 3(2): 86–95.
- Okwu, D.E. 2005. Phytochemicals, Vitamins and Mineral Contents of Two Nigerian Medicinal Plants. Int. J. Molucular Med. Sci. 1(4): 375–381.
- Palennari, M., and Hartati. 2009. Pengaruh Ekstrak Tembakau Sebagai Insektisida Botani Terhadap Perkembangan Lalat Buah (*Drosophila melanogaster*). Bionature 10(2): 79–83.
- Pascual-villalobos, M.J., and A. Robledo. 1998. Screening for Anti-insect Activity in Mediterranean Plants. Journa; Ind. Crop. Prod. 8: 183–194.
- Passos, M. de S., A.R. d. Carvalho, S.I. Boeno, L. de L.G. das Virgens, S.D. Calixto, et al. 2018. Terpenoids Isolated from *Azadirachta Indica* Roots and Biological Activities. Brazilian J. Pharmacogn.: 4–9.

- Permatasari, D. 2013. Identifikasi Spesies, Karakteristik Koloni dan Kunci Identifikasi Kutudaun (Hemiptera:Aphididae) pada Tanaman Hias di Daerah Bogor dan Cianjur. Skripsi: Institut Pertanian Bogor.
- Prima, D.A.D. 2016. Pemanfaatan Air Rendaman Batang Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) Sebagai Alternatif Bioinsektisida Ulat Kubis (*Plutella xylostella*). Skripsi: Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Putri, R.H., I. Barid, and B. Kusumawardani. 2014. Daya Hambat Ekstrak Daun Tembakau terhadap Pertumbuhan Mikroba Rongga Mulut. *Stomatognatic (J.K.G Unej)* 11(2): 27–31.
- Ramadhona, R., Djamilah, and Mukhtasar. 2018. Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya Dalam Pengendalian Kutu Daun Pada Fase Vegetatif Tanaman Terung. *J. Ilmu-ilmu Pertan. Indones.* 20(1): 1–6.
- Redha, A. 2010. Flavonoid : Struktur , Sifat Antioksidatif Dan Peranannya Dalam Sistem Biologis. *J. Berlian* 9(2): 196–202.
- Rice, M.E., and M. O'Neal. 2008. Soybean Aphid Management Field Guide. Iowa State University of Science and Technology, Iowa Soybean Association.
- Rimijuna, I., E. Yenie, and E. Shinta. 2013. Nabati Menggunakan Metode Ekstraksi Dari Kulit Jengkol dan Umbi Bawang Putih. *JOM FTEKNIK* 4(1): 1–6.
- Riyanto. 2010. Kelimpahan Serangga Predator Kutu Daun (*Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) sebagai Sumbangan Materi Kontekstual pada Mata Kuliah Entomologi di Program Studi Pendidikan Biologi Fkip Unsri. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Riyanto, D. Zen, and Z. Arifin. 2016. Studi Biologi Kutu Daun (*Aphis gossypii* Glover) (Hemiptera:Aphididae). *J. Pembelajaran Biol.* 3(2): 104–224.
- Sa'adah, H., and H. Nurhasnawati. 2015. Perbandingan Pelarut Etanol dan Air pada Pembuatan Ekstrak Umbi Bawang Tiwai (*Eleutherine americana* Merr) Menggunakan Metode Maserasi. *J. Ilm. Manuntung* 1(2): 149–153.
- Safirah, R. 2016. Uji Efektivitas Insektisida Nabati Buah *Crescentia cujete* dan Bunga *Syzygium aromaticum* terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* Secara In Vitro Sebagai Sumber Belajar Biologi. *J. Pendidik. Biol. Indones.* 2(3): 265–270.
- Santoso, R. 2017. Dilema Kebijakan Pengendalian Tembakau Di Indonesia. *Kajian* 21(3): 201–219.
- Sari, D. E. 2014. Disparitas Bioaktivasi Ekstrak Tanaman terhadap Kepik Hitam (*Paraucosmetus pallicornis* Dallas). Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Makassar

- Schirmer, S.T., C.E. Sengonca, and P.E. Blaeser. 2008. Influence of Abiotic Factors on Some Biological and Ecological Characteristics of the Aphid Parasitoid *Aphelinus asychis* (Hymenoptera : Aphelinidae) Parasitizing *Aphis gossypii* (Sternorrhyncha : Aphididae). J. Entomol 105: 121–129.
- Sharma, Y., D. Dua, and N. Srivastava. 2016. Antibacterial Activity, Phytochemical Screening and Antioxidant Activity of Stem of *Nicotiana tabacum*. Int. J. Pharm. Sci. Res. 7(3): 1156–1167.
- Sholehah, D.N. 2011. Uji Aktifitas Anti Rayap Tembakau dan Salak Madura. AGROVIGOR 4(1): 38–41.
- Sinaga, J.C.H. 2014. Identifikasi Kutudaun (Hemiptera: Aphididae) Pada Tanaman Buah di Bogor. 8(33).
- Srinivasan, R. 2009. Insect and Mite Pests On (M. Mecozzi, editor). AVRDC-The World Vegetable Center, Shanhua, Taiwan.
- Sudjak, D.A. Sunarto, and E.N. Diana. 2015. Toksisitas Beberapa Hasil Ekstrak Daun Tembakau Terhadap *Myzus persicae* (Homoptera;Aphididae). AGROVIGOR 8(1): 37–42.
- Suhenry, S. 2010. Pengambilan Nikotin dari Batang Tembakau. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri. Universitas Pembangunan Nasional.
- Susetyo, P.H. 2003. Identifikasi dan Klasifikasi Hama Aphid (Kutu Daun) pada tanaman Kentang. Artikel Umum. Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian.
- Syakir, M. 2011. Status Penelitian Pestisida Nabati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan. Badan Litbang Pertanian
- Tazerouni, Z., A.A. Talebi, Y. Fathipour, and M. Soufbaf. 2016. Bottom-up Effect of Two Host Plants on Life Table Parameters of *Aphis gossypii* (Hemiptera : Aphididae). J. Agric. Sci. Technol. 18: 1–12.
- Tigauw, S.M.I., C.L. Salaki, and J. Manueke. 2015. Efektivitas Ekstrak Bawang Putih dan Tembakau Terhadap Kutu Daun (*Myzus persicae* Sulz.) pada Tanaman Cabai (*Capsicum* sp.). Eugenia 21(3): 135–141.
- Tuti, H.K., R. Wijayanti, and Supriyono. 2014. Efektivitas Limbah Tembakau Terhadap Wereng Coklat dan Pengaruhnya Terhadap Laba-laba Predator. J. Ilmu-ilmu Pertan. XXIX(1): 17–24.
- Valles, S.M. and P.G. Koehler, 1997. Insecticide Used Urban Environment : Mode of Action. Doc. No. ENY-282. Comparative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida,Gainesville, USA.

- Ware, W.G. 1927. Pesticides: Theory and Application. W.H. Freeman and Company. San Francisco.
- Weeks, E.N.I., J.G. Logan, M.A. Birkett, J.A. Pickett, and M.M. Cameron. 2013. Tracking Bed bugs { *Cimex lectularius*): a Study of the Effect of Physiological and Extrinsic Factors on the Response to Bed bug-derived vVlatiles. *J. Exp. Biol.* 216: 460–469.
- Wiryadi Putra, S. 2003. Keefektifan Limbah Tembakau Sebagai Insektisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama *Helopeltis* sp. pada Kakao. *J. Perlindungan Tanam. Indones.* 9(1): 35–45.

