

**UJI EFEKTIVITAS NIKOTIN LIMBAH PUNTUNG ROKOK DAN
POTENSINYA SEBAGAI INSEKTISIDA KUTU BUSUK (*Cimex sp.*)**

SKRIPSI

**Oleh:
YUDHA PUTRA DARMAWAN
NIM. 17630036**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**UJI EFEKTIVITAS NIKOTIN LIMBAH PUNTUNG ROKOK DAN
POTENSINYA SEBAGAI INSEKTISIDA KUTU BUSUK (*Cimex sp.*)**

SKRIPSI

**Oleh:
YUDHA PUTRA DARMAWAN
NIM. 17630036**

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

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**UJI EFEKTIVITAS NIKOTIN LIMBAH PUNTUNG ROKOK DAN
POTENSINYA SEBAGAI INSEKTISIDA KUTU BUSUK (*Cimex sp.*)**

SKRIPSI

Oleh:
YUDHA PUTRA DARMAWAN
NIM. 17630036

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 25 Juni 2024

Pembimbing I



Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P
NIP. 19750410 200501 2 009

Pembimbing II



Okky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIP. 19890113 202321 1 028

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Rachmawati Nugroho, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

**UJI EFEKTIVITAS NIKOTIN LIMBAH PUNTUNG ROKOK DAN
POTENSINYA SEBAGAI INSEKTISIDA KUTU BUSUK (*Cimex sp.*)**

SKRIPSI

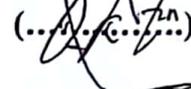
**Oleh:
YUDHA PUTRA DARMAWAN
NIM. 17630036**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 25 Juni 2024**

**Ketua Penguji : Dr. Anton Prasentyo, M.Si
NIP. 19770925 200604 1 003**



**Anggota Penguji I : Dr. Anik Maunatin, S.T., M.P
NIP. 19760105 202321 2 012**



**Anggota Penguji II : Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P
NIP. 19750410 200501 2 009**



**Anggota Penguji III : Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I
NIP. 19890113 202321 1 028**



**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**

**Bachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudha Putra Darmawan
NIM : 17630036
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Kimia
Judul Penelitian : Uji Efektivitas Nikotin Limbah Puntung Rokok dan Potensinya Sebagai Insektisida Kutu Busuk (*Cimex sp.*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 25 Juni 2024
Yang membuat Pernyataan



Yudha Putra Darmawan
NIM. 17630036

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ku persembahkan skripsiku ini untuk:

Keluargku yang selalu menantikan kelulusanku

Orang-orang terdekatku yang selalu *push* dan *support* aku

Orang tersayangku yang setia menemani di segala keadaanku

Thanks a lot for all....

MOTTO

“ It (success)

must come

to me truly

-and it will ’’

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Swt. karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Uji Efektivitas Nikotin Limbah Puntung Rokok dan Potensinya Sebagai Insektisida Kutu Busuk (*Cimex sp.*)”**. *Sholawat* dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw., keluarga, sahabat, serta umat pengikutnya.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi baik dukungan moral maupun spiritual demi suksesnya penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sampaikan ucapan terimakasih serta doa dan harapan kepada semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Ibu Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Ibu Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P selaku dosen pembimbing penelitian sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses kuliah dan penyusunan skripsi
5. Bapak Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I selaku dosen pembimbing agama yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi
6. Bapak Dr. Anton Prasetyo, M.Si dan Ibu Dr. Anik Maunatin S.T, M.P selaku dosen penguji skripsi yang memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi
7. Segenap dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah meluangkan waktu sekaligus memberikan dukungan sarana dan prasana dalam penyusunan skripsi

8. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan bimbingan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi penyusunan, bahasa, maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi acuan untuk penulisan yang lebih baik lagi. Dengan penuh rasa syukur, semoga naskah skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. *Aamiin*.

Malang, 25 Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRACT	xiv
ABSTRAK	xv
ملخص البحث.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tembakau	8
2.2 Rokok.....	10
2.3 Isolasi Nikotin.....	13
2.3.1 Nikotin	13
2.3.2 Alkaloid.....	16
2.3 Nikotin Sebagai Insektisida	17
2.4 Kutu Busuk (<i>Cimex sp.</i>).....	19
2.5 Ekstraksi Soxhlet	22
2.6 Metode Titrimetri.....	25
BAB III METODOLOGI	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.2.1 Alat.....	24
3.2.2 Bahan	24
3.3 Rancangan Penelitian.....	24
3.4 Tahapan Penelitian.....	25

3.5 Pelaksanaan Penelitian.....	26
3.5.1 Preparasi Sampel.....	26
3.5.2 Ekstraksi Nikotin dari Tembakau Rokok.....	26
3.5.3 Uji Rendemen Nikotin	26
3.5.4 Penentuan Kadar Nikotin	27
3.5.5 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Preparasi Sampel dan Pengeringan Tembakau	30
4.2 Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder Tembakau.....	31
4.3 Hasil Uji Kualitatif Senyawa Nikotin Ekstrak Tembakau.....	33
4.4 Hasil Uji Kuantitatif Senyawa Nikotin Ekstrak Tembakau.....	35
4.4 Pengaruh Ekstrak Nikotin Tembakau Terhadap Kutu Busuk.....	37
4.5 Analisis Nilai LC_{50} dan LT_{50} Terhadap Toksisitas Ekstrak Tembakau (<i>Nicotiana tabacum</i>)	41
BAB V PENUTUP	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tembakau	8
Gambar 2.2 Struktur nikotin	13
Gambar 2.3 Skema metabolisme nikotin dalam tembakau	14
Gambar 2.4 Biosintesis nikotin	15
Gambar 2.5 Siklus hidup kutu busuk	21
Gambar 4.1 Tembakau kering: (a) puntung rokok, (b) rokok utuh.....	30
Gambar 4.2 Ekstrak tembakau: (a) rokok utuh, (b) puntung rokok	32
Gambar 4.3 Reaksi penetralan asam basa nikotin.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan kimia tembakau bahan rokok	9
Tabel 4.1 Nilai rendemen.....	32
Tabel 4.2 Kadar nikotin pada sampel ekstrak tembakau.....	36
Tabel 4.3 Persentase kematian kutu busuk (<i>Cimex sp.</i>) per 10 menit	38
Tabel 4.4 Nilai LC_{50} dan LT_{50}	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir.....	51
Lampiran 2. Perhitungan.....	54
Lampiran 3. Tabel Perhitungan.....	56
Lampiran 4. Gambar Pengamatan.....	59

ABSTRACT

Darmawan, Y.P. 2024. **The Effectiveness of Cigarette Waste Nicotine and Its Potential as a Bed Bug Insecticide** (*Cimex sp.*). Chemistry Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P. Supervisor II: Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I

Keywords: Bedbugs (*Cimex sp.*), Insecticide, Tobacco, Nicotine Extraction

Bed bugs (*Cimex sp.*) were one of the insects that can disturb human comfort when resting because they usually lived in bed. One way to deal with this insect was to apply insecticide. This research aimed to determine the effectiveness of tobacco extract as an insecticide against bed bugs (*Cimex sp.*). In this research, nicotine was isolated using Soxhlet extraction with 96% ethanol solvent. The extract was then titrated to determine the nicotine content. This study used a completely randomized design with concentrations consisting of five levels (0 (control); 2.5; 5; 7.5; 10 and 12.5%) and each treatment was repeated three times. Tobacco extract was applied to bed bugs using a spraying method. The effectiveness of tobacco extract against bed bugs was carried out by observing mortality (larval death rate) and the effect of administering tobacco extract. The results of the study showed that administering plant-based insecticides by spraying tobacco extract solution had a significant effect on bed bug mortality. Based on the results of this study, it was found that the average nicotine content in whole cigarette tobacco was 1.362 mg/g, while the average nicotine content in cigarette butts is 0.718 mg/g. The effectiveness level of tobacco extract as an insecticide for bed bugs (*Cimex sp.*) has an LC_{50} value at a concentration of 4% and an LT_{50} value at 23,283 minutes.

ABSTRAK

Darmawan, Y.P. 2024. **Uji Efektivitas Nikotin Limbah Puntung Rokok dan Potensinya Sebagai Insektisida Kutu Busuk (*Cimex sp.*)**. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Pembimbing I: Dr. Akyunul Jannah, S.Si., M.P. Pembimbing II: Oky Bagas Prasetyo, M.Pd.I

Kata Kunci: Kutu Busuk (*Cimex sp.*), Insektisida, Tembakau, Ekstraksi Nikotin

Kutu busuk (*Cimex sp.*) merupakan salah satu serangga yang dapat mengganggu kenyamanan manusia saat istirahat karena biasa berhabitat di tempat tidur. Salah satu cara penanganan serangga ini adalah pemberian insektisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak tembakau sebagai insektisida terhadap kutu busuk (*Cimex sp.*). Dalam penelitian ini, dilakukan isolasi nikotin secara ekstraksi Soxhlet dengan pelarut etanol 96%. Ekstrak yang didapat kemudian dititrasi untuk dapat diketahui kadar nikotinnya. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan konsentrasi yang terdiri dari lima taraf (0 (kontrol); 2,5; 5; 7,5; 10 dan 12,5%) dan masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Ekstrak tembakau diaplikasikan ke kutu busuk dengan menggunakan cara penyemprotan. Efektivitas ekstrak tembakau terhadap kutu busuk dilakukan dengan mengamati mortalitas (tingkat kematian larva) dan efek pemberian ekstrak tembakau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian insektisida nabati dengan cara penyemprotan larutan ekstrak tembakau berpengaruh secara signifikan terhadap mortalitas kutu busuk. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa kadar nikotin rata-rata dalam tembakau rokok utuh yaitu 1,362 mg/g. sedangkan kadar nikotin rata-rata dalam tembakau puntung rokok yaitu 0,719 mg/g. Tingkat efektivitas ekstrak tembakau sebagai insektisida kutu busuk (*Cimex sp.*) memiliki nilai LC_{50} pada konsentrasi 4% dan nilai LT_{50} pada menit ke 23,283.

ملخص البحث

دارماوان، ي.ب. ٢٠٢٤. اختبار فعالية النيكوتين الناتج عن أعقاب السجائر وإمكاناته كمبيد حشري لبق الفراش (*Cimex sp.*). حثت جامعي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة موالان مالك إبراهيم الإسماعيلية احلومية مالنج. المشرف الأول: الدكتور أكيونول جنة، المشرف الثاني: أوكي باغاس براسيتيو

الكلمات الرئيسية : بق الفراش، مبيدات الحشرات، التبغ، استخراج النيكوتين

بق الفراش (*Cimex sp.*) هي إحدى الحشرات التي يمكن أن تززع راحة الإنسان أثناء الراحة لأنها عادة ما تعيش في السرير. إحدى طرق التعامل مع هذه الحشرات هي استخدام المبيدات الحشرية. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة فعالية مستخلص التبغ كمبيد حشري ضد بق الفراش (*Cimex sp.*). في هذه الدراسة، تم عزل النيكوتين عن طريق الاستخلاص Soxhlet باستخدام الإيثانول ٩٦٪ كمذيب. ثم يتم معايرة المستخلص الناتج لتحديد محتوى النيكوتين فيه. تستخدم هذه الدراسة تصميمًا عشوائيًا كاملاً مع تركيزات تتكون من خمسة مستويات (٠ (عنصر تحكم) ؛ ٢,٥ ؛ ٥ ؛ ٧,٥ ؛ ١٠ و ١٢,٥٪) مع تكرار كل معاملة ثلاث مرات. يوضع مستخلص التبغ على بق الفراش بالرش. يتم تقييم فعالية مستخلص التبغ ضد بق الفراش من خلال مراقبة معدل الوفيات (معدل وفيات اليرقات) وتأثير إعطاء مستخلص التبغ. أظهرت نتائج الدراسة أن إعطاء المبيدات الحشرية النباتية عن طريق رش محلول مستخلص التبغ له تأثير كبير على معدل وفيات بق الفراش. بناءً على نتائج هذه الدراسة، تم الحصول على متوسط محتوى النيكوتين في سجائر التبغ الكاملة وهو ١,٣٦٢ مجم / جم. بينما يبلغ متوسط محتوى النيكوتين في أعقاب السجائر ٠,٧١٨ مجم / جم. مستوى فعالية مستخلص التبغ كمبيد حشري لبق الفراش (*Cimex sp.*) له قيمة LC_{٥٠} بتركيز ٤٪ وقيمة LT_{٥٠} في الدقيقة ٢٣,٢٨٣.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kutu busuk atau *Cimex sp.* merupakan salah satu jenis serangga yang terdapat di alam bebas dimana keberadaan kutu busuk ini dapat mengganggu kenyamanan manusia saat beristirahat. Akibat yang ditimbulkan oleh kutu busuk atau *Cimex sp.* berupa gigitan pada area kulit yang dapat menyebabkan dermatitis dan alergi pada orang tertentu. Secara umum jenis kutu busuk yang mengganggu kenyamanan manusia antara lain *Cimex lectularius* dan *Cimex hemipterus*. Kutu busuk ini tumbuh subur dalam kondisi suhu dan kelembaban yang nyaman bagi manusia. Penyebaran kutu busuk biasanya terdapat di daerah yang umumnya tidak bersih dan sanitasinya tidak terjaga, seperti di pondok pesantren, asrama, penginapan, dan biasanya di tempat tidur (Sumanto dan Alhamidy, 2010).

Penggunaan insektisida piretroid menjadi golongan insektisida yang umum digunakan setelah semakin meningkat insektisida golongan organofosfat dan organoklorin resisten dalam beberapa tahun terakhir. Penyemprotan insektisida ini efektif terhadap infestasi (penyebaran kutu busuk) tahap awal dikarenakan kontak langsung dari larutan insektisida dengan kutu busuk itu diperlukan untuk menimbulkan kematian. Kurangnya efek residual dari penyemprotan insektisida terhadap infestasi kutu busuk berat menyebabkan diperlukannya penyemprotan insektisida berulang untuk menghilangkan kutu busuk dewasa atau nimfa yang terlewat dalam penyemprotan sebelumnya (Potter, 2008). Evolusi resistensi insektisida bisa menjadi faktor utama dalam menjelaskan kemunculan kembali kasus infestasi kutu busuk. Resistensi tinggi *C. lectularius* terhadap jenis insektisida

piretroid yaitu deltametrin dan λ -cyhalotrin telah dilaporkan terjadi di beberapa negara bagian di Amerika Serikat dan di beberapa negara eropa.

Mengingat dampak dan risiko terhadap lingkungan dan menciptakan resistensi terhadap serangga, maka perlu meminimalisir dampak tersebut dengan memanfaatkan bahan alam yang ramah lingkungan, salah satunya dengan penggunaan insektisida alami sebagai alternatif (Adi dan Anita, 2018). Pestisida alami atau bisa disebut juga pestida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti akar, daun, batang atau buah. Bahan tersebut diolah menjadi bahan mentah berbentuk tepung, ekstrak, atau resin. Abu hasil pembakaran bagian tumbuhan yang digunakan sebagai pestisida juga dapat dikategorikan sebagai pestisida nabati. Salah satu pestisida nabati adalah tembakau (Suharti, 2010).

Nikotin merupakan senyawa alkaloid yang secara natural ada di tanaman tembakau. Nikotin juga didapati pada tanaman-tanaman lain dari *family biologis Solanaceae* seperti tomat, kentang, terong dan merica hijau pada level yang sangat kecil dibanding pada tembakau. Nikotin tidak berwarna, tetapi segera menjadi coklat ketika bersentuhan dengan udara. Nikotin dapat menguap dan dapat dimurnikan dengan cara penyulingan uap dari larutan yang dibasakan (Drastinawati, 2013). Kadar senyawa nikotin pada tembakau murni sebanyak 3-5% sebagai senyawa dominan jenis metabolit sekunder (Alegantina, 2017). Sedangkan menurut Matsumura (1989), kadar nikotin pada tembakau murni yaitu antara 2-8 %, hal ini tergantung pada spesies tembakaunya. Senyawa alkaloid lain yang mirip dengan nikotin yaitu nornikotin dan anabasin juga ditemukan dalam daun tembakau yang ikut serta meningkatkan aktivitas insektisida. Dalam suatu penelitian

menyatakan (Ridho, dkk, 2018) ekstrak tembakau 3% memiliki tingkat mortalitas (jumlah kematian) paling baik yaitu 88,33% terhadap larva *O. rhinoceros*. Penelitian lain yang dilakukan oleh Sunarto (2015), menunjukkan ekstrak murni nikotin 0,059-1,2% memiliki tingkat mortalitas 80-100% terhadap *M. persicae*. Hal yang sama juga menyatakan bahwa ekstrak nikotin dengan kadar 1,85-4,69% memiliki tingkat kematian 56-100% terhadap larva *Ae. aegypti* (Handayani, 2018). Berdasarkan beberapa penelitian tersebut maka, dapat dijadikan acuan untuk melakukan uji efektivitas ekstrak nikotin sebagai insektisida terhadap serangga kutu busuk (*Cimex sp.*)

Salah satu produk yang mengandung senyawa nikotin adalah rokok. Mengingat konsumsi rokok terus meningkat setiap tahunnya dan menghasilkan limbah puntung rokok yang jumlahnya melimpah, maka berpotensi untuk dimanfaatkan senyawa nikotin yang dalam kadar tertentu dapat bersifat racun sebagai sumber insektisida. Menurut penelitian sebelumnya (Aji, dkk, 2015) kadar nikotin pada puntung rokok yang berhasil diekstraksi dengan pelarut kloroform memiliki kadar 9-14%. Dalam penelitian lain menyebutkan (Suharti, 2010), kadar senyawa nikotin runtung rokok (kretek) yang berhasil diekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol adalah sebesar 44,55%. Sedangkan untuk pelarut air sebesar adalah 28,84%. Adapun penelitian lain juga menyatakan kadar ekstrak nikotin dari puntung rokok dengan menggunakan pelarut etanol adalah sebesar 46,82% (Drastinawati, 2013). Kadar nikotin rokok tak filter (kretek) lebih tinggi dibanding rokok filter disebabkan beberapa faktor, antara lain jenis dan campuran tembakau yang digunakan, jumlah tembakau dalam tiap batang rokok, senyawa

tambahan yang digunakan untuk meningkatkan aroma dan rasa, serta ada tidaknya filter dalam tiap batang rokok (Susana, dkk, 2003).

Nikotin memiliki potensi sebagai insektisida alami untuk mengendalikan hama tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini akan memfokuskan pada ekstraksi senyawa nikotin dari tembakau puntung rokok menggunakan metode Soxhlet dengan pelarut etanol. Metode ekstraksi Soxhlet melibatkan pengambilan senyawa dari sampel menggunakan pelarut organik berdasarkan prinsip penyaringan berulang dan pengembunan kembali pelarut. Pada penelitian ini, akan diperoleh ekstrak nikotin dari limbah puntung rokok dengan menggunakan pelarut etanol 96%. Kami akan memperhatikan variabel waktu ekstraksi dan volume pelarut untuk menentukan kondisi terbaik. Hasil penelitian akan mencakup rendemen, densitas, dan efektivitas nikotin sebagai insektisida (Eria, dkk, 2022).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian di atas, maka ekstrak nikotin dari limbah puntung rokok sangat berpotensi untuk dimanfaatkan. Mengingat jumlahnya yang sangat banyak dan menjadi limbah yang mencemari lingkungan maka perlu adanya pengolahan limbah puntung rokok ini, salah satunya dimanfaatkan sebagai insektisida alami. Sebagai mana firman Allah dalam al-Qur'an Surat Ali-Imron ayat 190-191:

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

Artinya: “*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau*

dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.”

Dalam tafsir al-Misbah (Shihab, 2002) ayat tersebut ditafsirkan yaitu: telah menjadi ciri *Ulu al-Albab* bahwa mereka selalu merenungkan keagungan dan kebesaran Allah dalam hati di mana pun mereka berada, dalam keadaan duduk, berdiri dan berbaring. Mereka selalu merenungkan penciptaan langit dan bumi, dan keunikan yang terkandung di dalamnya sambil berkata, "Tuhanku, tidak Engkau ciptakan jagat ini tanpa ada hikmah yang telah Engkau tentukan di balik itu. Engkau tersucikan dari sifat-sifat serba kurang, bahkan ciptaan-Mu itu sendiri adalah bukti kekuasaan dan hikmah-Mu. Hindarkanlah kami dari siksa neraka, dan berilah kami taufik untuk menaati segala perintah-Mu.

Berdasarkan kajian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan uji efektivitas ekstrak nikotin yang diperoleh dari limbah puntung rokok. Limbah puntung rokok yang digunakan adalah dari jenis rokok kretek, kemudian diambil sisa tembakaunya dan dihaluskan. Bubuk tembakau kemudian diekstrak dengan pelarut etanol dengan metode Soxhlet. Menurut Drastinawati (2013), Jika senyawa organik yang terdapat dalam bahan padat tersebut dalam jumlah kecil, maka teknik isolasi yang digunakan tidak dapat secara maserasi, melainkan dengan teknik lain dimana pelarut yang digunakan harus selalu dalam keadaan panas sehingga diharapkan dapat mengisolasi senyawa organik itu lebih efisien. Isolasi semacam itu disebut Soxhlet. Kemudian dilakukan evaporasi pelarut etanol untuk

mendapatkan ekstrak nikotin. Ekstrak yang didapat kemudian diujicobakan tingkat efektivitasnya sebagai insektisida terhadap serangga kutu busuk (*Cimex sp.*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka permasalahan dirumuskan sebagai berikut.

- a. Berapa kadar nikotin ekstrak etanol limbah tembakau puntung rokok?
- b. Berapa nilai LC_{50} dan LT_{50} ekstrak nikotin sebagai insektisida kutu busuk (*Cimex sp.*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini antara lain.

- a. Mengetahui kadar nikotin ekstrak etanol limbah tembakau puntung rokok.
- b. Mengetahui nilai LC_{50} dan LT_{50} ekstrak nikotin sebagai insektisida kutu busuk (*Cimex sp.*).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin didapat pada penelitian ini antara lain.

- a. Memberikan informasi tentang kadar nikotin ekstrak etanol limbah tembakau puntung rokok.
- b. Memberikan informasi tentang nilai LC_{50} dan LT_{50} ekstrak nikotin sebagai insektisida kutu busuk (*Cimex sp.*).

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

- a. Bahan yang digunakan untuk diekstraksi senyawa nikotinnya adalah tembakau dari sisa puntung rokok yang telah dibakar dan dihisap. Rokok yang digunakan yaitu bermerk dagang Dji Sam Soe.
- b. Menggunakan variabel kontrol tembakau dari rokok yang sama dengan batang rokok yang masih utuh.
- c. Metode ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi Soxhlet.
- d. Pelarut yang digunakan yaitu etanol dengan konsentrasi 96%.
- e. Identifikasi nikotin pada ekstrak tembakau menggunakan metode titrimetric.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tembakau

Tembakau merupakan tanaman musiman yang tergolong dalam komoditas perkebunan. Pemanfaatan tanaman tembakau terutama pada daunnya yaitu untuk pembuatan rokok. Bentuk morfologi tanaman tembakau terlihat seperti pada Gambar 2.1 dengan diklasifikasikan sebagai berikut (Cahyono, 1998).

Famili : *Solanaceae*

Sub Famili : *Nicotianae*

Genus : *Nicotianae*

Spesies : *Nicotiana tabacum* dan *Nicotiana rustica*



Gambar 2.1 Tembakau (Santoso, 2013)

Nicotiana tabacum dan *Nicotiana rustica* mempunyai perbedaan yang jelas. Pada *Nicotiana tabacum*, daun mahkota bunganya memiliki warna merah muda sampai merah, mahkota bunga berbentuk terompet panjang, daunnya berbentuk

lonjong pada ujung runcing, kedudukan daun pada batang tegak merupakan induk tembakau sigaret dan tingginya sekitar 120 cm. Adapun *Nicotiana rustica*, daun mahkota bunganya berwarna kuning, bentuk mahkota bunga seperti terompet berukuran pendek dan sedikit gelombang, bentuk daun bulat yang pada ujungnya tumpul, dan kedudukan daun pada batang mendatar agak terkulai. Tembakau ini merupakan varietas induk untuk tembakau cerutu yang tingginya sekitar 90 cm (Cahyono, 1998). Beberapa senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman tembakau dapat memengaruhi mutu pada suatu produk rokok seperti pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Kandungan kimia tembakau bahan rokok (Tirtosastro, 2010)

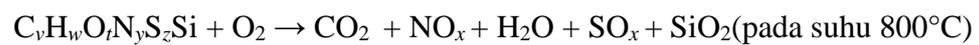
Golongan	Kandungan (%)	Dampak terhadap mutu rokok
Selulose	7 – 16	+
Gula	0 – 22	+
Trigliserida	1	-
Protein	3,5 – 20	-
Nikotin	0,6 – 5,5	+
Pati	2 – 7	-
Abu (Ca, K)	9 – 25	+
Bahan organik	7 – 25	+/-
Lilin	2,5 – 8	+
Pektinat, polifenol, flavon, karotenoid, minyak atsiri, parafin, sterin, dll.	7 – 12	+/-

2.2 Rokok

Rokok adalah hasil produksi yang berbentuk silinder yang dikonsumsi oleh masyarakat untuk dihirup asapnya. Rokok merupakan hasil olahan tembakau yang terbungkus. Rokok dapat dibedakan menjadi beberapa jenis. Rokok elektrik dan rokok nonelektrik. Rokok berdasarkan bahan pembungkus ada klobot, kawung, sigaret, dan cerutu. Rokok berdasarkan bahan baku atau isi ada rokok putih, rokok kretek, dan rokok klembak. Rokok berdasarkan proses pembuatannya terdapat sigaret kretek tangan (SKT) dan sigaret kretek mesin (SKM). Rokok berdasarkan penggunaan filter disuguhkan dalam bentuk rokok filter (RF) dan rokok non filter (RNF). Beberapa bahan kimia yang terdapat dalam rokok antara lain Nikotin, Tar, CO (karbon monoksida) dan berbagai logam berat. Salah satu bahan yang sangat berbahaya bagi kesehatan yaitu nikotin. Nikotin terdapat dalam asap rokok dan juga dalam tembakau yang tidak dibakar, dimana asap rokok yang dihisap mengandung lebih kurang 4000 jenis bahan kimia dan 200 di antaranya bersifat racun, antara lain karbon monoksida (CO) dan *polycyclic aromatic hydrocarbon* yang mengandung zat-zat pemicu terjadinya kanker (seperti tar, *benzopyrenes*, *vinyl chlorida*, dan *nitroso-nor-nicotine*) (Sitoepoe, 2000). Disamping itu, nikotin juga dapat menimbulkan ketagihan, baik pada perokok aktif maupun perokok pasif. Adapun kandungan kadar nikotin yang diizinkan dalam sebatang rokok sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 81 tahun 1999 tentang Pengamanan Rokok bagi Kesehatan yaitu sebesar 1,5 mg.

Puntung rokok merupakan limbah dari rokok yang berupa sisa tembakau yang telah dibakar dan dihisap. Pembakaran rokok adalah proses oksidasi yang melibatkan reaksi kimia antara rokok dan oksigen. Proses ini menghasilkan berbagai senyawa, termasuk CO₂ (karbon dioksida), H₂O (air), NO_x (oksida

nitrogen), SO_x (oksida sulfur), dan CO (karbon monoksida). Reaksi ini terjadi pada temperatur tinggi, yaitu di atas 800°C , dan terjadi pada bagian ujung atau permukaan rokok yang kontak dengan udara. Secara umum, reaksi pembakaran dapat ditulis sebagai berikut (Bagus, 2013):



Nikotin sebagai alkaloid utama dalam tembakau, mengalami beberapa reaksi selama proses ini yaitu (An dan Kim, 2023):

a. Dekomposisi Termal

1. Reaksi Pecah Rantai:



Reaksi ini menunjukkan dekomposisi nikotin ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$) menjadi piridin ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) dan N,N'-dimetil-1-pirolinidin ($\text{C}_5\text{H}_9\text{N}$) melalui reaksi radikal bebas berantai.

2. Dehidrasi:



Reaksi ini menunjukkan dehidrasi nikotin ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$) untuk menghasilkan nikotinin ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2$) dan air (H_2O).

b. Oksidasi

1. Oksidasi menjadi Nikotinin:



Reaksi ini menunjukkan oksidasi nikotin ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2$) dengan oksigen (O_2) di hadapan enzim nikotin oksidase, menghasilkan nikotinin ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2$) dan air (H_2O).

2. Pembentukan Senyawa Nitrat dan Nitrit:



Persamaan ini menunjukkan reaksi lebih lanjut nikotinon ($C_{10}H_{12}N_2O$) dengan oksigen (O_2), menghasilkan ion nitrat (NO_3^-), ion nitrit (NO_2^-), dan ion hidrogen (H^+).

c. Pirolisis

1. Pembentukan Hidrokarbon Aromatik:



Reaksi ini menunjukkan pirolisis nikotin ($C_{10}H_{14}N_2$) pada suhu tinggi, menghasilkan benzena (C_6H_6), butena (C_4H_8), nitrogen (N_2), dan hidrogen (H_2).

2. Pembentukan Senyawa Heterosiklik:



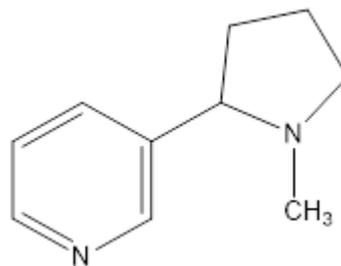
Reaksi ini menunjukkan pirolisis nikotin ($C_{10}H_{14}N_2$) pada suhu tinggi, menghasilkan piridin (C_5H_5N), pirol (C_4H_4N), dan hidrogen (H_2).

Puntung rokok merupakan salah satu jenis limbah yang mudah ditemukan di tempat-tempat umum dan hampir diseluruh dunia. Dilihat dari jumlahnya, puntung rokok menyumbang 32 persen sampah di pantai, sungai maupun perairan, dalam salah satu diskusi panel di ajang *15th World Conference on Tobacco or Health*, di Suntec Convention Center Singapura. Menurut Novotny (2009), kandungan racun yang ada di setiap puntung rokok sangat mencemari perairan. Penelitian yang dilakukan terhadap 2 spesies ikan dari perairan air tawar maupun laut menunjukkan bahwa racun di tiap puntung yang terlarut dalam tiap 1 liter air kadarnya cukup untuk membunuh 1 ekor ikan kecil.

2.3 Isolasi Nikotin

2.3.1 Nikotin

Nikotin ($C_{10}H_{14}N_2$) merupakan senyawa organik alkaloid, yang umumnya terdiri dari karbon, hidrogen, nitrogen dan terkadang juga oksigen. Nikotin adalah senyawa alkaloid yang terdapat pada daun tembakau disamping anabasin dan amri senyawa-senyawa alkaloid lainnya. Pavia (1976) menyebutkan bahwa komponen alkaloid utama dari daun tembakau adalah nikotin, selain itu juga ada sejumlah kecil nomikotin, anabasin, dan alkaloid lainnya. Rumus kimia Nikotin adalah $C_{10}H_{14}N_2$ dan mempunyai berat molekul 162,23 gr/mol. Struktur nikotin terlihat seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur nikotin (Wolff, 1994)

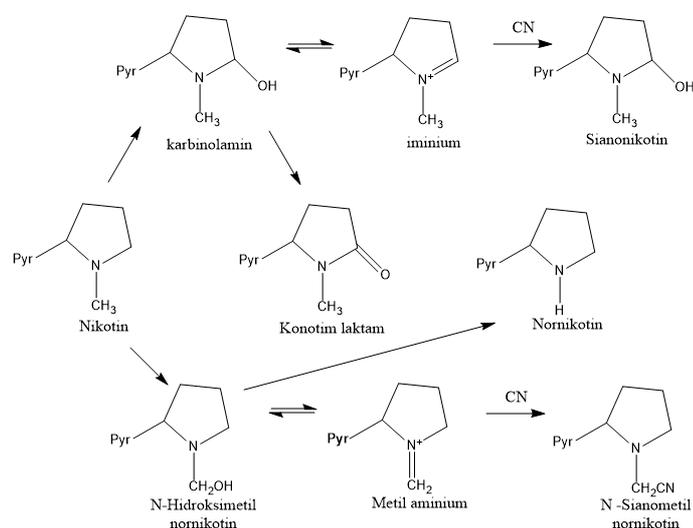
Nikotin mempunyai sifat fisika-berwujud cair seperti minyak, warna kuning pucat dan akan berubah warna menjadi coklat apabila terkena udara atau sinar. Namun karena dalam jumlah sedikit nikotin sukar untuk diidentifikasi, maka nikotin diendapkan sebagai nikotin dipikrat. Adapun titik didih nikotin $246^{\circ}C$ dan nikotin dipikrat mempunyai titik leleh $222-223^{\circ}C$. Sedangkan sifat kimia nikotin adalah larut dalam alkohol, kloroform, eter, petroleum eter, dietil eter, bensin. Nikotin juga sangat higroskopis dan mudah membentuk garam dengan asam (Aji, dkk, 2015)

Nikotin memiliki gugus amina (N) dan piridin (cincin aromatik dengan atom N). Kedua gugus ini memiliki pasangan elektron bebas yang dapat

berpartisipasi dalam ikatan hidrogen, meningkatkan kepolarannya. Struktur nikotin yang tidak simetris menyebabkan distribusi muatan yang tidak merata, berkontribusi pada momen dipolnya. Atom nitrogen pada cincin pirolidin adalah amina tersier, yang artinya memiliki tiga gugus alkil yang terikat padanya. Amina tersier dapat dengan mudah melewati sawar darah-otak, memungkinkan nikotin mencapai otak dengan cepat (Benowitz, dkk, 2009).

Cincin piridin memberikan sifat basa lemah pada nikotin. Hal ini memungkinkan nikotin untuk berinteraksi dengan reseptor asetilkolin nikotinat (nAChRs) di otak, meniru efek neurotransmitter asetilkolin. Interaksi ini memicu pelepasan dopamin, neurotransmitter yang terkait dengan perasaan senang dan penghargaan, yang berkontribusi pada sifat adiktif nikotin. Gugus metil pada cincin pirolidin meningkatkan lipofilisitas nikotin, memungkinkannya untuk mudah larut dalam lemak dan melewati membran sel dengan cepat (Matsumoto, dkk, 2024).

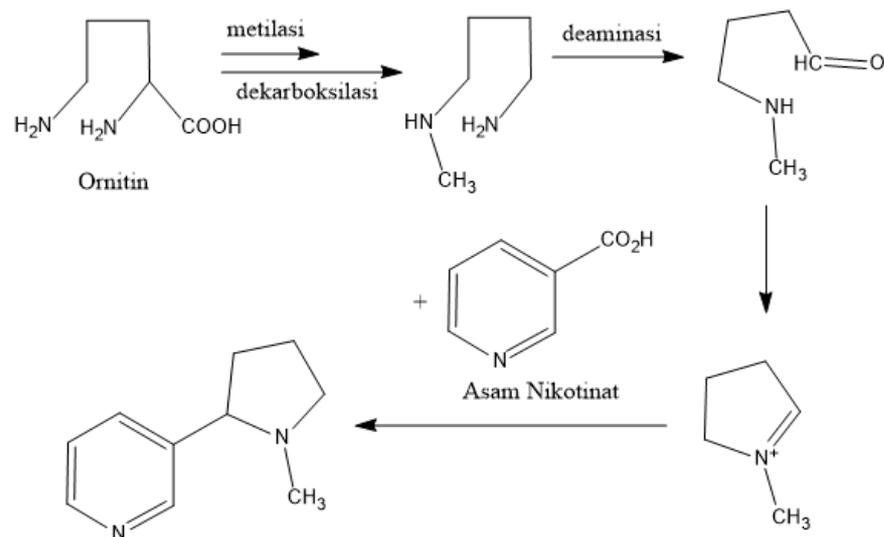
Alkaloid nikotin mengalami proses metabolisme seperti pada Gambar 2.3, yaitu suatu proses dimana nikotin mengalami perubahan struktur karena adanya senyawa-senyawa kimia di sekitarnya.



Gambar 2.3 Skema metabolisme nikotin dalam tembakau (Wolff, 1994)

Sebagian besar *in vivo* metabolit dari nikotin adalah konitin laktam. Transformasi metabolit ini mewakili semua oksidasi 4–elektron. Studi *in vitro* menunjukkan hilangnya nikotin dari campuran inkubasi tidak dihambat, walaupun pembentukan nikotin diblok secara sempurna. Metabolisme oksidatif pada nikotin dengan pembuatan mirkosomal hati kelinci dengan adanya ion sianida ditunjukkan dengan adanya isomer kedua senyawa siano nikotin. Pembentukan struktur *N*-(sianometil) nornikotin didapatkan dari penyerangan nukleofilik oleh ion sianida pada senyawa antara jenis metil iminium. Senyawa ini dibentuk dengan ionisasi 22 jenis *N*-hidroksimetil nornikotin. Senyawa antara karbinolamin yang sama terlihat pada *N*-demetilasi dari nikotin menjadi nornikotin (Wolff, 1994).

Nikotin dapat disintesis dari sebuah asam amino yaitu ornitin. Biosintesis nikotin dari asam amino ornitin dapat dibuat skema seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Biosintesis nikotin (Susilowati, 2006)

Pada biosintesis nikotin, cincin pirolidin berasal dari asam amino ornitin dan cincin piridin berasal dari asam nikotinat yang ditemukan dalam tumbuhan tembakau. Gugus amino yang terikat pada ornitin digunakan untuk membentuk cincin pirolidin dari nikotin (Susilowati, 2006).

2.3.2 Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa yang bersifat basa yang mengandung satu atau lebih atom nitrogen dan biasanya berupa sistem siklis. Alkaloid mengandung atom karbon, hidrogen, nitrogen dan pada umumnya mengandung oksigen. Senyawa alkaloid banyak terkandung dalam akar, biji, kayu maupun daun dari tumbuhan dan juga dari hewan. Senyawa alkaloid merupakan hasil metabolisme dari tumbuh-tumbuhan dan digunakan sebagai cadangan bagi sintesis protein. Kegunaan alkaloid bagi tumbuhan adalah sebagai pelindung dari serangan hama, penguat tumbuhan dan pengatur kerja hormon. Alkaloid mempunyai efek fisiologis. Sumber alkaloid adalah tanaman berbunga, angiospermae, hewan, serangga, organisme laut dan mikroorganisme. Famili tanaman yang mengandung alkaloid adalah *Liliaceae*, *Solanaceae*, *Rubiaceae*, dan *Papaveraceae* (Tobing, 1989).

2.3.2.1 Klasifikasi Alkaloid

Alkaloid tidak mempunyai nama yang sistematis, sehingga nama dinyatakan dengan nama trivial misalnya kodein, morfin, heroin, kinin, kofein, nikotin. Hampir semua nama trivial diberi akhiran -in yang mencirikan alkaloid. Sistem klasifikasi alkaloid yang banyak diterima adalah pembagian alkaloid menjadi 3 golongan yaitu alkaloid sesungguhnya, protoalkaloid dan

pseudoalkaloid. Suatu cara mengklasifikasikan alkaloid adalah cara yang didasarkan jenis cincin heterosiklik nitrogen yang merupakan bagian dari struktur molekul. Jenisnya yaitu pirolidin, piperidin, kuinolin, isokuinolin, indol, piridin dan sebagainya (Robinson, 1995). Klasifikasi alkaloid yang lain adalah alkaloid heterosiklik, alkaloid dengan nitrogen eksosiklik dan amina alifatis; alkaloid putreskin, spermidin, dan sperin; alkaloid peptide; serta alkaloid terpen dan steroidal (Sudarmin, 1999).

2.3.2.2 Isolasi Alkaloid

Alkaloid diekstrak dari tumbuhan yaitu daun, bunga, buah, kulit, dan akar yang dikeringkan lalu dihaluskan. Cara ekstraksi alkaloid secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Alkaloid diekstrak dengan pelarut tertentu, misalnya dengan etanol, kemudian diuapkan.
- b. Ekstrak yang diperoleh diberi asam anorganik untuk menghasilkan garam amonium kuartener kemudian diekstrak kembali.
- c. Garam amonium kuartener yang diperoleh direaksikan dengan natrium karbonat sehingga menghasilkan alkaloid-alkaloid yang bebas kemudian diekstraksi dengan pelarut tertentu seperti eter dan kloroform.
- d. Campuran-campuran alkaloid yang diperoleh akhirnya dipisahkan melalui berbagai cara, misalnya metode kromatografi (Tobing, 1989).

2.3 Nikotin Sebagai Insektisida

Insektisida adalah obat pemberantas serangga. Menurut bahannya digolongkan menjadi insektisida organik dan insektisida anorganik. Contoh

insektisida organik adalah rotenon yang didapati dalam derris, sedangkan insektisida anorganik misalnya arsenat. Berdasarkan efektivitasnya mekanisme pembunuhan serangga digolongkan atas insektisida yang meracuni perut, kontak dengan badan serangga, dan residunya kontak dengan badan serangga atau merusak pernafasannya. Berdasarkan bentuknya, insektisida digolongkan menjadi insektisida cairan dan insektisida tepung (*powder*). Insektisida sistemik adalah insektisida yang masuk ke dalam seluruh bagian tanaman melalui jaringan dalam tanaman (Sadjad, 1993). Terdapat juga insektisida sintetik seperti insektisida organofosfat, organoklorin, karbamat, pirethrin/pirethroid sintetik, insektisida pengatur tumbuh serangga, dan fumigant. Meskipun insektisida lebih dikenal dengan senyawa sintetik, namun terdapat juga insektisida alami yang berasal dari bakteri, pohon, maupun bunga, diantaranya yaitu: silica, asam borat, pirethrum, rotenon, neem, dan nikotin (Aji, dkk, 2015).

Nikotin merupakan racun saraf kuat (*potent nerve poison*) dan digunakan di dalam racun serangga. Nikotin dirumuskan untuk keperluan insektisida dalam berbagai bentuk diantaranya senyawa murni, nikotin sulfat, dan serbuk tembakau. Nikotin murni dianggap beracun bagi mamalia dengan dosis fetal sebesar 50 mg/kg. Oleh karena itu, nikotin murni sebagai insektisida botani dibatasi penggunaannya (Cassanova, dkk, 2002). Nikotin murni merupakan hasil ekstraksi tembakau yang sangat beracun bagi hewan berdarah panas. Insektisida biasanya dipasarkan dalam bentuk nikotin sulfat dengan konsentrasi 40% cairan. Serbuknya dapat membuat iritasi kulit sehingga tidak sesuai jika digunakan pada tanaman pangan. Nikotin lebih efektif ketika digunakan selama cuaca panas dan dapat terdegradasi dengan

cepat. Nikotin digunakan untuk membasmi berbagai jenis serangga kecil seperti kutu daun (*afid*), lalat, belalang, dan ulat (Cruces, 2005).

Insektisida seringkali digunakan melebihi dosis yang seharusnya karena petani beranggapan semakin banyak insektisida yang diaplikasikan maka akan semakin bagus hasilnya. Beberapa petani bahkan mencampurkan perekat pada insektisidanya agar tidak mudah larut terbawa air hujan. Namun, penggunaan perekat ini justru mengakibatkan tingginya jumlah residu pestisida pada hasil panen yang nantinya akan menjadi bahan konsumsi manusia. Menurut data WHO sekitar 500 ribu orang meninggal dunia setiap tahunnya dan diperkirakan 5 ribu orang meninggal setiap 1 jam 45 menit akibat pestisida atau insektisida. Penggunaan insektisida sintetik juga dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Hal ini dikarenakan insektisida tertentu dapat tersimpan di dalam tanah selama bertahun-tahun, dapat merusak komposisi mikroba tanah, serta mengganggu ekosistem perairan. Dalam menentukan Insektisida yang tepat, perlu diketahui karakteristik Insektisida yang meliputi efektivitas, selektivitas, fitotoksitas, residu, resistensi, LD 50, dan kompabilitas (Djojsumarto, 2008).

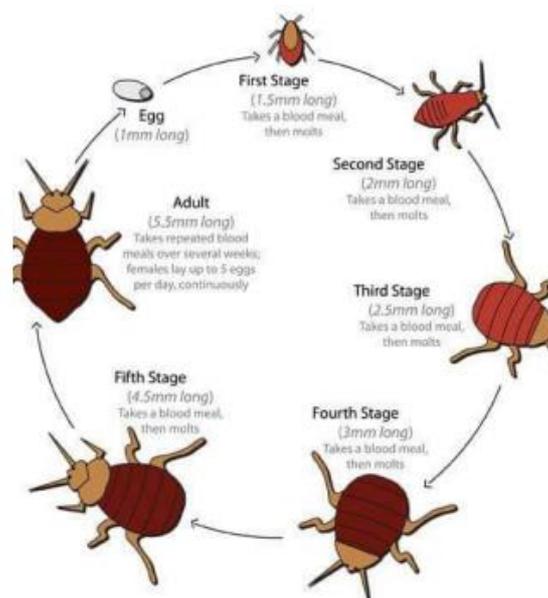
2.4 Kutu Busuk (*Cimex sp.*)

Kutu busuk adalah salah satu dari serangga yang termasuk dalam Ordo *Hemiptera* yakni salah satu jenis serangga yang mengalami metamorphose tidak sempurna, serta tidak mempunyai sayap. Umumnya binatang ini hidup dari mengisap darah korbannya, yakni manusia ataupun hewan. Sampai saat ini belum dapat dibuktikan apakah *Cimex sp.* juga merupakan vektor penyakit bagi manusia. Hanya saja dari sudut kesehatan lingkungan, *Cimex sp.* ini perlu diawasi, karena

sering tidak menyenangkan, selain karena gigitannya mendatangkan gatal, juga karena baunya tidak enak (Anwar, 1983).

Cimex sp. adalah insecta penghisap darah yang menyerang manusia. Ada dua jenis spesies, yaitu: *C. lectularius* yang tersebar diseluruh dunia bagian tropis dan 3 subtropics, dan *C. hemipterus* yang terdapat didunia belahan timur. (Brotowidjoyo, 1987). *Cimex sp.* aktif mencari makan pada malam hari, menghisap darah manusia atau mamalia lainnya yang sangat dibutuhkannya dalam mamproduksi telur. Siang hari ia bersembunyi dicelah-celah kayu, lubang-lubang kecil ditempat tidur atau di dinding. Penyebaran yang berlangsung dari rumah ke rumah mudah terjadi melalui pakaian atau barang-barang lainnya (Soedarto, 1992).

Bentuk *Cimex sp.* adalah oval, dengan panjang badan sekitar 6 mm, warna *Cimex sp.* dewasa adalah coklat, sedangkan jika masih muda berwarna kuning. (Anwar, 1983). Serangga *Cimex sp.* Famili *Cimicidae* tidak bersayap, hanya dapat dilihat terdapatnya sisa-sisa dari sayap depan. Binatang dewasa memiliki bentuk badan yang lonjong dan pipih dorsoventral. Tubuhnya tertutup oleh rambut-rambut pendek. Panjang badan sekitar 5,5 mm dengan yang betina lebih besar dari pada yang jantan. Bentuk mata adalah majemuk (*compound eyes*) dan tidak didapatkan ocelli. Proboscis terdiri dari tiga segmen, sedangkan antena terdiri dari 4 segmen. Hampir semua anggota *Cimicidae* mempunyai bau yang tidak enak (Soedarto, 1992). Siklus hidup dari serangga ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Siklus hidup kutu busuk (Ahmad, 2014)

Siklus hidupnya adalah metamorphose tidak lengkap yang terdiri dari telur–nimfa–dewasa. Untuk menjadi dewasa, dari stadium telur dibutuhkan waktu lebih kurang satu minggu dengan mengalami 5 sampai 6 kali pergantian kulit. Tanpa makan dan di musim dingin, *Cimex sp.* mampu bertahan hidup selama lebih dari satu tahun (Soedarto, 1992) *Cimex sp.* meletakkan telurnya kira-kira dua butir saja tiap hari, dan selama hidupnya kira-kira 200 butir. Telurnya bercincin dan beroperkulum. Pertumbuhan dari larva sampai dewasa mengalami metamorphose tidak lengkap, yang dewasa hidup kira-kira 6-12 bulan (Brotowidjoyo, 1987) *Cimex sp.* dewasa menghasilkan telur sekitar 100-250 buah untuk sekali musim bertelur yang biasanya berlangsung antara 2-10 bulan. Telur ini ditempelkan pada celah-celah atau pada tepi kasur. Kemudian antara 18 sampai dengan 56 hari secara bergiliran telur-telur tersebut menetas. *Cimex sp.* betina membutuhkan darah sebelum menghasilkan telur, tapi jika tidak tersedia makanan, *Cimex sp.* jenis betina ini dapat hidup selama satu tahun. Sedangkan usia *Cimex sp.* jantan biasanya antara

6 bulan sampai satu tahun (Anwar, 1983). *Cimex sp.* sering dapat ditemukan dicelah-celah kayu baik ditempat tidur, dikursi-kursi kayu maupun pada mebel-mebel kayu yang lembab dan jarang dibersihkan. *Cimex sp.* ini sering tinggal ditempat yang lembab, dingin serta gelap, seperti diantaranya pakaian-pakaian, kasur dan tempat tidur.

2.5 Ekstraksi Soxhlet

Soxhlet adalah suatu metode/proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi. Pengambilan suatu senyawa organik dari suatu bahan alam padat disebut ekstraksi. Jika senyawa organik yang terdapat dalam bahan padat tersebut dalam jumlah kecil, maka teknik isolasi yang digunakan tidak dapat secara maserasi, melainkan dengan teknik lain dimana pelarut yang digunakan harus selalu dalam keadaan panas sehingga diharapkan dapat mengisolasi senyawa organik itu lebih efisien. Isolasi semacam itu disebut Soxhlet. Adapun prinsip Soxhlet ini yaitu penyaringan yang berulang ulang sehingga hasil yang didapat sempurna dan pelarut yang digunakan relatif sedikit. Bila penyaringan ini telah selesai, maka pelarutnya diuapkan kembali dan sisanya adalah zat yang tersaring (Drastinawati, 2013).

Metode Soxhlet menggunakan suatu pelarut yang mudah menguap dan dapat melarutkan senyawa organik yang terdapat pada bahan tersebut, tapi tidak melarutkan zat padat yang tidak diinginkan. Metode Soxhlet seakan merupakan penggabungan antara metode maserasi dan perkolasi. Jika pada metode pemisahan minyak astiri (distilasi uap), tidak dapat digunakan dengan baik karena persentase senyawa yang akan digunakan atau yang akan diisolasi cukup kecil atau tidak

didapatkan pelarut yang diinginkan untuk maserasi ataupun perkolasi ini, maka cara yang terbaik yang didapatkan untuk pemisahan ini adalah Soxhlet yang menggunakan pelarut organik tertentu. Dengan cara pemanasan, sehingga uap yang timbul setelah dingin secara kontiniu akan membasahi sampel, secara teratur pelarut tersebut dimasukkan kembali kedalam labu dengan membawa senyawa kimia yang akan diisolasi tersebut. Pelarut yang telah membawa senyawa kimia pada labu distilasi yang diuapkan dengan *rotary evaporator* sehingga pelarut tersebut dapat diangkat lagi bila suatu campuran organik berbentuk cair atau padat ditemui pada suatu zat padat, maka dapat diekstrak dengan menggunakan pelarut yang diinginkan (Drastinawati, 2013).

Dalam penelitian ini digunakan etanol sebagai pelarut dalam ekstraksi Soxhlet. Pelarut etanol sering digunakan dalam ekstraksi nikotin dari tembakau karena beberapa keunggulan. Menurut sebuah studi (Khasanah dan Nastiti, 2021) etanol efektif dalam mengekstraksi senyawa bioaktif seperti nikotin karena sifat polaritasnya yang tinggi. Ini memungkinkan etanol untuk melarutkan nikotin secara efisien, yang merupakan senyawa polar. Selain itu, etanol memiliki titik didih yang lebih rendah dibandingkan dengan pelarut lain, yang memudahkan proses ekstraksi dan pemulihan pelarut. Sebuah penelitian yang diterbitkan di jurnal yang sama menunjukkan bahwa etanol dapat digunakan berulang kali dalam sistem Soxhlet tanpa mengurangi efektivitasnya dalam mengekstraksi nikotin. Ini berarti etanol adalah pelarut yang ekonomis dan efisien untuk ekstraksi Soxhlet. etanol memiliki sifat antibakteri, yang dapat membantu dalam mengawetkan ekstrak nikotin yang dihasilkan. Studi yang sama menemukan bahwa ekstrak etanol dari daun tembakau

memiliki aktivitas antibakteri, yang menunjukkan bahwa etanol dapat membantu dalam mempertahankan kualitas dan kestabilan ekstrak nikotin.

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan secara berurutan pelarut-pelarut organik dengan kepolaran yang semakin meningkat. Dimulai dengan pelarut heksana, eter, petroleum eter, atau kloroform untuk memisahkan senyawa-senyawa terpenoid dan lipid-lipid, kemudian dilanjutkan dengan alkohol dan etil asetat untuk memisahkan senyawa-senyawa yang lebih polar. Walaupun demikian, cara ini seringkali tidak menghasilkan pemisahan yang sempurna dari senyawa-senyawa yang diekstraksi. Cara menghentikan Soxhlet adalah dengan menghentikan pemanasan yang sedang berlangsung. Sebagai catatan, sampel yang digunakan dalam Soxhlet harus dihindarkan dari sinar matahari langsung. Jika sampai terkena sinar matahari, senyawa dalam sampel akan berfotosintesis hingga terjadi penguraian atau dekomposisi. Hal ini akan menimbulkan senyawa baru yang disebut senyawa artefak, hingga dikatakan sampel tidak alami lagi. Dibanding dengan metode yang lain, maka metode Soxhlet ini lebih efisien, karena:

- a. Pelarut organik dapat menarik senyawa organik dalam bahan alam secara berulang kali.
- b. Waktu yang digunakan lebih efisien.
- c. Pelarut lebih sedikit dibandingkan dengan metode maserasi atau perkolasi.

Soxhlet dihentikan apabila pelarut yang digunakan tidak berwarna lagi, sampel yang diletakkan diatas kaca arloji tidak menimbulkan bercak lagi, hasil Soxhlet diuji dengan pelarut tidak mengalami perubahan yang spesifik.

Keunggulan ekstraksi Soxhlet antara lain, sampel diekstraksi dengan sempurna karena dilakukan berulang-ulang. Jumlah pelarut yang digunakan sedikit.

Proses Soxhlet berlangsung cepat. Jumlah sampel yang diperlukan sedikit. Pelarut organik dapat mengambil senyawa organik berulang kali. Sedangkan Kelemahan ekstraksi *soxhlet* yaitu, tidak baik dipakai untuk mengekstraksi bahan-bahan tumbuhan yang mudah rusak atau senyawa-senyawa yang tidak tahan panas karena akan terjadi penguraian. Harus dilakukan identifikasi setelah penyarian, dengan menggunakan pereaksi Meyer, Na, Wagner, dan reagen-reagen lainnya. Pelarut yang digunakan mempunyai titik didih rendah, sehingga mudah menguap (Drastinawati, 2013).

2.6 Metode Titrimetri

Metode titrimetri adalah salah satu teknik analisis kimia yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu zat dalam larutan. Metode ini didasarkan pada reaksi kimia antara zat yang akan dianalisis (analit) dengan zat titran yang sudah diketahui konsentrasinya. Salah satu contoh metode titrimetri yang umum digunakan adalah titrasi asam-basa, di mana asam atau basa yang tidak diketahui konsentrasinya dititrasi dengan larutan asam atau basa yang diketahui konsentrasinya. Hasil titrasi ini digunakan untuk menghitung konsentrasi analit dalam larutan tersebut (Skoog, dkk, 2014).

Metode titrimetri juga dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi garam-garam logam, seperti klorida, sulfat, atau besi. Contohnya, dalam titrasi argentometri, larutan perak nitrat digunakan sebagai zat titran untuk menentukan konsentrasi ion klorida dalam sampel (Harris, 2010). Selain itu, metode titrimetri juga digunakan dalam analisis redoks. Titrasi redoks melibatkan reaksi oksidasi-reduksi antara analit dan zat titran yang berubah warna selama reaksi. Contoh titrasi redoks yang umum adalah titrasi iodometri, di mana ion iodida dioksidasi menjadi

ion iodat oleh larutan oksidator yang diketahui konsentrasinya (Miller dan Miller, 2000).

Metode titrimetri memiliki banyak keunggulan, termasuk akurasi yang tinggi dan kecocokan untuk analisis berbagai jenis senyawa kimia. Namun, metode ini juga memiliki keterbatasan, seperti memerlukan bahan kimia yang berkualitas tinggi dan persiapan sampel yang cermat. Oleh karena itu, pemahaman yang baik tentang prinsip-prinsip dasar metode titrimetri sangat penting dalam analisis kimia (Harris, 2010).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Oktober 2022 sampai Maret 2023 di Laboratorium Biokimia, Laboratorium Kimia Organik, dan Laboratorium Analitik, Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri atas: alat penggiling (*grinder*), pipet tetes, pipet Mohr 1, 5, dan 10 mL, gelas ukur 50 mL, labu ukur 10, 25, dan 50 mL, erlenmeyer 100 dan 125 mL, buret 100 mL, gelas piala 50 mL dan 100 mL, pengaduk kaca, spatula, corong gelas, satu set alat Soxhlet, pH meter, *rotary evaporator*, neraca analitik Ohaus, dan desikator

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini antara lain: sampel puntung rokok, sampel rokok utuh, etanol 96% *p.a* dari Merck, protaleum eter *p.a* dari Merck, HCl dari Merck, NaOH dari Merck, akuades, dan aluminium foil

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi nikotin dalam daun tembakau puntung rokok dan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun tembakau

puntung rokok sebagai insektisida serangga kutu busuk (*Cimex sp.*). Percobaan ini dilakukan dengan tiga kali ulangan.

Proses penelitian diawali isolasi nikotin dari daun tembakau puntung rokok yang telah dihaluskan. Tembakau puntung rokok diekstraksi soxhlet dengan etanol 96% selama 6 jam, kemudian ekstrak dievaporasi. Hasil ekstrak kemudian diidentifikasi dengan metode titrimetric. Terakhir dilakukan uji efektivitas ekstrak tembakau puntung rokok sebagai insektisida terhadap serangga kutu busuk (*Cimex sp.*). Hasil ekstraksi sisa daun tembakau puntung rokok diuji toksisitasnya dengan perlakuan konsentrasi 0 (kontrol); 2,5; 5; 7,5; 10; dan 12,5%. Perlakuan untuk masing-masing disusun dalam rancangan acak lengkap dengan jumlah ulangan sama yaitu masing-masing tiga kali.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dari penelitian ini adalah

- a. Preparasi bahan
- b. Ekstraksi nikotin dari tembakau puntung rokok
- c. Identifikasi nikotin dalam ekstrak tembakau puntung rokok secara kualitatif
- d. Analisis penentuan kadar nikotin secara titrimetri
- e. Uji efektivitas dalam ekstrak tembakau puntung rokok sebagai insektisida kutu busuk (*Cimex sp.*).
- f. Analisis data

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan adalah sisa tembakau dari puntung rokok merek Dji Sam Soe kretek yang telah dikumpulkan, kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender dan diayak menggunakan saringan 40 *mesh* hingga diperoleh bubuk tembakau. Hal yang sama juga dilakukan untuk batang rokok yang masih utuh. Bubuk yang diambil adalah lolos saringan 40 *mesh*. Bubuk tembakau ditimbang masing-masing sebanyak 20 g kemudian dibungkus dengan kertas saring (Drastinawati, 2013).

3.5.2 Ekstraksi Nikotin dari Tembakau Rokok

Ekstraksi nikotin dilakukan dengan proses Soxhlet kemudian dilanjutkan dengan evaporasi. Bubuk tembakau sebanyak 20 g dimasukkan ke dalam tabung Soxhlet yang dibungkus dengan kertas saring, labu sokhlet diisi dengan pelarut etanol 96 % sebanyak 100 ml dan tambahkan beberapa batu didih selama proses Soxhlet yang dilengkapi kondensor sebagai pendingin. Proses Soxhlet dilakukan dengan pemanasan selama 6 jam pada suhu 78°C. Ekstrak yang diperoleh selanjutnya diuapkan untuk menghilangkan pelarut menggunakan alat *rotary evaporator* sampai dihasilkan larutan yang pekat atau filtrat tinggal 5 % dari volume semula (Drastinawati, 2013).

3.5.3 Uji Rendemen Nikotin

Uji ini digunakan untuk mengetahui persentase ekstrak nikotin dari 20 g tembakau dengan ekstraksi Soxhlet. Labu alas datar kosong sebagai wadah ekstraksi diisi dengan batu didih kemudian ditimbang (*wI*). Kemudian Ekstrak

kering yang diperoleh dari hasil penguapan kemudian ditimbang untuk mengetahui berat labu dan bahan yang terekstrak (w_2). Rendemen ekstrak dihitung dengan persamaan 3.1 (Drastinawati, 2013).

$$\% \text{ rendemen} = \frac{w_2 - w_1}{w_{\text{sampel}}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

3.5.4 Penentuan Kadar Nikotin

Penentuan kadar nikotin dilakukan dengan menimbang 1 g ekstrak tembakau, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 ml yang tertutup dan ditambahkan 1 ml larutan 20% NaOH dengan menggunakan pipet ukur. Diaduk sampai merata dengan gelas pengaduk. Ditambahkan 20 ml petroleum eter dan ditutup dengan rapat. Dikocok sampai merata sambil menekan tutupnya supaya tidak tumpah. Diamkan selama 24 jam hingga bagian atas (eter) menjadi jernih. Dipipet 10 ml cairan eter ini dengan alat penghisap dan dipindahkan ke dalam Erlenmeyer yang telah ditarer. Lalu diuapkan eternya di atas penangas air sampai cairan tinggal lebih kurang 2 ml. Ditambahkan aquades 10 ml dan dua tetes indikator methyl red. Kemudian dititrasi dengan 0,01 N HCl sehingga warna hijau kekuningan berubah menjadi merah muda (Wahyuni, 2012).

3.5.5 Uji Efektivitas dalam Ekstrak Tembakau Puntung Rokok Sebagai Insektisida Kutu Busuk (*Cimex sp.*).

Hasil ekstraksi tembakau puntung rokok diuji toksisitasnya dengan perlakuan konsentrasi 0 (kontrol); 2,5; 5; 7,5; 10; dan 12,5 g/100 ml. Perlakuan untuk masing-masing disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan jumlah ulangan sama yaitu masing-masing tiga kali. Jumlah serangga uji untuk masing-

masing ulangan adalah 10 ekor *Cimex sp.* ukuran dewasa (sekitar 5 mm) pada potongan kain kasa yang ditempatkan pada petridisk berdiameter 9 cm dan tebal 2 cm. Pengujian dilakukan dengan metode penyemprotan pada kain dan serangga uji dengan 3 kali semprotan ($\pm 0,5$ ml). Pengamatan dilakukan mulai menit pertama setelah aplikasi hingga 1 jam setelah aplikasi dan dilakukan pengamatan setiap 10 menit sekali. Variabel yang diamati adalah tingkat kematian (Sunarto, 2015).

3.5.5 Analisis Data

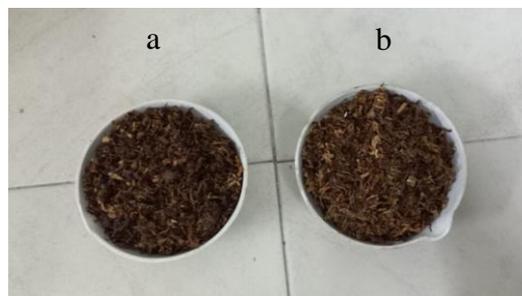
Data yang diperoleh berupa jumlah kutu busuk (*Cimex sp.*) yang mati selama pengamatan dianalisis mortalitas dan toksisitas insektisidanya untuk menguji adanya pengaruh perbedaan konsentrasi ekstrak tembakau terhadap jumlah kematian kutu busuk. Apabila terjadi perbedaan yang signifikan, maka analisis dilanjutkan dengan uji Probit untuk mengetahui nilai LC_{50} dan LT_{50} terhadap efektivitasnya sebagai insektisida.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel dan Pengeringan Tembakau

Preparasi sampel puntung rokok kretek sebelum diekstraksi melibatkan langkah-langkah yang penting untuk memastikan sampel siap untuk analisis lebih lanjut. Salah satu langkah penting dalam proses preparasi adalah pengeringan sampel menggunakan oven. Pengeringan dengan oven digunakan untuk menghilangkan kelembaban dari sampel dan mempersiapkannya agar siap diekstraksi. Pada tahap ini, sampel puntung rokok diambil dari bungkus kertasnya kemudian dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil untuk memudahkan pengeringan dan ekstraksi. Setelah itu, sekitar 20 g sampel yang telah dipersiapkan ditempatkan secara merata di atas cawan porselin kemudian dioven selama 4 jam dengan suhu rendah sekitar 50°C. Dari pengeringan tersebut didapatkan tembakau kering seperti pada Gambar 4.1. Hasil rendemen (Tabel 4.1) pada tembakau puntung rokok menghasilkan 86,512%. Sedangkan tembakau pada rokok yang masih utuh memiliki rendemen sebesar 91,843%. Dari hasil tersebut dapat diketahui tembakau puntung rokok memiliki kadar air yang lebih tinggi dikarenakan menyerab kelembaban udara setelah selesai dikonsumsi.



Gambar 4.1 Tembakau kering: (a) puntung rokok, (b) rokok utuh

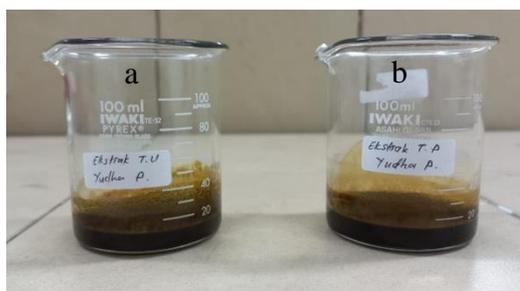
4.2 Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder Tembakau

Ekstraksi senyawa metabolit sekunder dari tembakau menggunakan metode Soxhlet adalah salah satu teknik yang umum digunakan dalam penelitian terkait tembakau, terutama ketika ingin mengisolasi senyawa-senyawa yang bersifat polar atau semi-polar dari bahan tumbuhan ini. Metode ini memungkinkan pemisahan senyawa-senyawa tersebut dari matriks tembakau dengan cara yang efisien dan sistematis. Metode ekstraksi ini memungkinkan pemisahan senyawa-senyawa yang terlarut dalam etanol 96% dari sampel tembakau yang digunakan. Proses ekstraksi menggunakan metode Soxhlet dilakukan dalam beberapa tahap siklus, di mana pelarut etanol 96 % dipanaskan, menguap, dan naik melalui kondensor untuk kemudian jatuh kembali ke pelarut dalam labu. Siklus ini berlangsung berulang kali, sehingga memungkinkan pelarut untuk secara efisien mengekstrak komponen-komponen yang diinginkan dari bubuk tembakau. Etanol 96% sangat efektif dalam mengekstrak komponen-komponen aktif dari tembakau. Etanol memiliki sifat polar yang memungkinkannya melarutkan senyawa-senyawa yang larut dalam pelarut polar. Banyak senyawa aktif dalam tembakau, seperti alkaloid nikotin, polifenol, dan beberapa terpenoid, dapat larut dalam etanol 96%, sehingga etanol menjadi pilihan yang baik sebagai pelarut dalam ekstraksi tembakau.

Nikotin memiliki dua atom nitrogen, satu pada cincin piridin dan satu pada gugus amina. Kedua atom nitrogen ini memiliki pasangan elektron bebas yang dapat bertindak sebagai akseptor ikatan hidrogen. Sedangkan etanol memiliki gugus hidroksil (-OH), di mana atom oksigen memiliki dua pasangan elektron bebas dan hidrogen memiliki muatan parsial positif. Oksigen pada etanol dapat bertindak sebagai donor ikatan hidrogen. Pasangan elektron bebas pada nitrogen

nikotin dapat membentuk ikatan hidrogen dengan hidrogen pada gugus hidroksil etanol. Ikatan hidrogen ini merupakan interaksi yang relatif kuat dan berkontribusi signifikan terhadap kelarutan nikotin dalam etanol.

Hasil ekstraksi Soxhlet ini menghasilkan larutan yang mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder dari tembakau. Senyawa-senyawa ini termasuk alkaloid seperti nikotin, flavonoid, tanin, dan berbagai senyawa fenolik lainnya yang memiliki peran penting dalam karakteristik rasa, aroma, dan sifat-sifat biologis tembakau. Setelah ekstraksi selesai, larutan dipekatkan untuk menghilangkan pelarutnya. Sehingga didapatkan ekstrak pekat seperti pada Gambar 4.2. Senyawa-senyawa yang telah terisolasi kemudian dianalisis lebih lanjut secara kualitatif dan kuantitatif.



Gambar 4.2 Ekstrak tembakau: (a) rokok utuh, (b) puntung rokok

Ekstrak tembakau puntung rokok yang didapatkan menghasilkan rendemen sebesar 49,473 % dari 20 g sampel bubuk tembakau, sedangkan hasil rendemen dari ekstrak tembakau rokok utuh sebesar 51,507 % seperti pada Tabel 4.1 berikut.

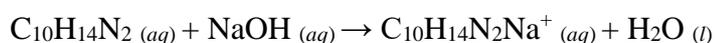
Tabel 4.1 Nilai rendemen

Rendemen	Tembakau kering	Ekstrak Tembakau
Rokok Utuh	91,843%	51,507 %
Puntung Rokok	86,512%	49,473 %

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui, bahwa tembakau utuh memiliki lebih banyak komponen aktif, seperti nikotin dan senyawa-senyawa aroma, hasil ekstrak yang dihasilkan dari tembakau utuh cenderung lebih kaya dan beragam. Ekstraksi tembakau utuh dapat menghasilkan ekstrak yang mengandung berbagai senyawa aktif yang diinginkan, seperti alkaloid, polifenol, dan terpenoid. Di sisi lain, tembakau puntung rokok mungkin memiliki rendemen ekstraksi yang lebih rendah karena beberapa komponen aktif mungkin telah hilang selama proses pembakaran. (Adam dan Reid, 2013).

4.3 Hasil Uji Kualitatif Senyawa Nikotin Ekstrak Tembakau

Uji kualitatif pada penelitian ini menggunakan metode titrimetri asidimetri yang bertujuan untuk menetapkan kadar dengan larutan standart asam sebagai titrannya. Nikotin ($C_{10}H_{14}N_2$) merupakan senyawa alkaloid heterosiklik yang memiliki struktur piridin dan pirolidin. Senyawa ini bersifat basa lemah dengan pKa sekitar 8.0. Artinya, nikotin dapat menerima proton (H^+) dalam larutan berair, menghasilkan ion nikotin ($C_{10}H_{14}N_2^+$) dan meningkatkan pH larutan. Ketika ekstrak pekat tembakau dicampur dengan NaOH, nikotin bereaksi dengan NaOH dalam reaksi netralisasi dengan persamaan reaksinya:



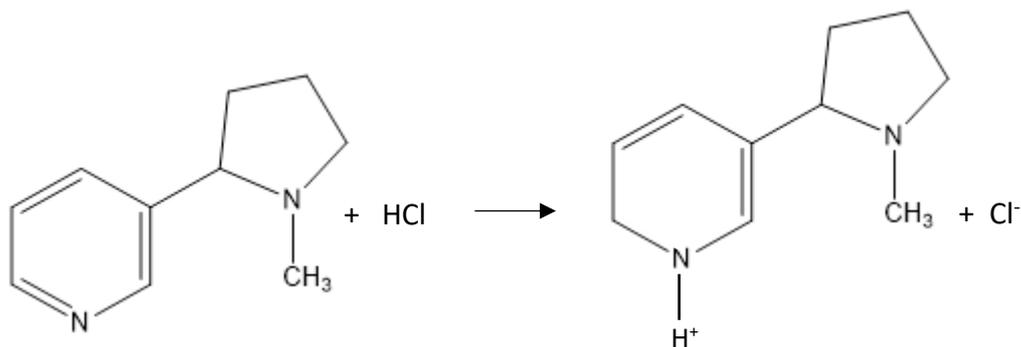
Reaksi ini bersifat eksotermik, melepaskan panas. Penambahan NaOH meningkatkan pH larutan secara signifikan karena NaOH adalah basa kuat (pKa sekitar 14).

Garam natrium nikotin ($C_{10}H_{14}N_2Na^+$) dalam larutan berair terdisosiasi menjadi ion natrium (Na^+) dan ion nikotin ($C_{10}H_{14}N_2^-$). Kesetimbangan disosiasi:



Keseimbangan ini dipengaruhi oleh konsentrasi garam natrium nikotin dan kekuatan ionik larutan. Pada konsentrasi NaOH yang tinggi, disosiasi garam natrium nikotin menjadi lebih lengkap.

Pencampuran larutan NaOH 20% dengan sampel tembakau dapat membantu dalam ekstraksi dan pemisahan komponen yang larut dalam larutan basa. Nikotin, sebagai basa dalam tembakau, cenderung larut dalam larutan basa seperti NaOH. Dengan mencampurkan sampel tembakau dengan larutan NaOH, nikotin dan komponen basa lainnya dapat diekstraksi dari sampel dan terlarut dalam larutan NaOH. Selain itu penambahan NaOH juga untuk meminimalisir kesalahan titrasi dengan memastikan bahwa semua nikotin terikat pada ion Na^+ sebelum dititrasi dengan asam. Juga untuk menyesuaikan pH larutan pada kisaran yang optimal untuk titrasi asam-basa dengan HCl. Begitu juga dengan penambahan petroleum eter setelah penambahan NaOH bertujuan untuk memisahkan nikotin dari senyawa lain dalam ekstrak tembakau yang tidak larut dalam petroleum eter, seperti pigmen dan lipid. Pemisahan nikotin dengan petroleum eter membantu memurnikan ekstrak, menghasilkan larutan yang lebih bersih dan meningkatkan akurasi titrasi. Konsentrasi nikotin yang lebih tinggi dalam larutan setelah pemisahan dengan petroleum eter meningkatkan sensitivitas titrasi, memungkinkan deteksi nikotin yang lebih akurat dengan volume titran yang lebih kecil (Skoog, dkk, 2014).



Gambar 4.3 Reaksi penetralan asam basa nikotin

Prinsip titrasi ekstrak tembakau didasarkan pada reaksi netralisasi antara asam HCl dan basa nikotin dalam ekstrak tembakau seperti pada Gambar 4.3. Pada metode titrasi ini, larutan HCl bertindak sebagai titran yang dititrasi ke dalam ekstrak tembakau. Basa nikotin menerima proton (H^+) dari asam HCl dan membentuk garam nikotin. Dalam reaksi tersebut, proton dari asam HCl ditransfer ke basa nikotin. Basa nikotin berperan sebagai akseptor proton, sementara HCl berperan sebagai donor proton. Akibatnya, garam nikotin terbentuk dan air dihasilkan sebagai produk samping. Metil merah digunakan sebagai indikator untuk memantau titrasi. Pada awal titrasi, larutan ekstrak tembakau yang mengandung basa nikotin bersifat basa dan berwarna merah. Ketika HCl ditambahkan secara bertahap, terjadi perubahan warna dari merah ke kuning-oranye saat titik akhir titrasi didekati.

4.4 Hasil Uji Kuantitatif Senyawa Nikotin Ekstrak Tembakau

Sampel ekstrak tembakau puntung rokok dan rokok utuh dalam penelitian ini dititrasi dengan pengulangan tiga kali (triplo) seperti yang terlihat pada Tabel 4.2. Pada sampel ekstrak tembakau rokok utuh dengan berat sampel berturut turut

1010,50; 1017,07; dan 1009,08 mg dengan volume titrasi sama masing-masing 0,850 mL memiliki kadar nikotin masing-masing 1,365; 1,356; dan 1,367 mg/g dengan rata-rata 1,362 mg/g. Adapun kadar nikotin per batang rokok utuh (berat perbatang \pm 1,7 g) yaitu rata-rata 2,316 mg/batang. Jumlah ini tidak jauh beda dengan jumlah kadar nikotin yang tertera pada bungkus rokok yaitu 2,3 mg/batang. Sedangkan pada sampel ekstrak tembakau puntung rokok dengan berat sampel berturut-turut 1020,01; 1015,05; dan 1011,30 mg dengan volume titrasi masing-masing 0,500; 0,450; dan 0,400 mL didapatkan kadar nikotin masing-masing 0,795; 0,719; dan 0,642 mg/g dengan rata-rata 0,719 mg/g.

Tabel 4.2 Kadar nikotin pada sampel ekstrak tembakau

Sampel	Berat Sampel (g)	Volume Titrasi (mL)	Berat Nikotin (g)	Kadar Nikotin (mg/g)
Utuh	1,012	0,850	0,001362	1,362
Puntung	1,015	0,450	0,000718	0,719

Berdasarkan analisis di atas dapat diketahui bahwa kadar nikotin sampel puntung rokok lebih rendah dari pada sampel rokok yang masih utuh. Hal tersebut disebabkan beberapa faktor yang memengaruhi degradasi nikotin antara lain:

- a. Pembakaran Tidak Sempurna: Pembakaran rokok yang tidak sempurna menyebabkan sebagian nikotin tidak terbakar sepenuhnya dan tertinggal di puntung.
- b. Penguapan: Nikotin, sebagai senyawa yang mudah menguap, terdispersi ke atmosfer selama pembakaran, dengan sebagian kecil terhirup dan sisanya terbang ke udara.

- c. Degradasi Termal: Paparan suhu tinggi selama pembakaran memicu degradasi termal nikotin menjadi senyawa lain, seperti piridin, amonia, dan karbon dioksida.
- d. Penyerapan oleh Filter: Filter rokok modern dirancang untuk menyaring zat berbahaya dari asap rokok, termasuk nikotin. Seiring waktu, nikotin terakumulasi di filter, mengurangi kandungannya di puntung.

Puntung rokok adalah sisa-sisa rokok yang sudah terbakar sebelumnya dan dikonsumsi oleh perokok. Ketika seorang perokok menghisap rokok, sebagian besar nikotin telah terbakar dan terhisap oleh perokok sebelum mencapai puntung rokok. Akibatnya, puntung rokok memiliki kadar nikotin yang lebih rendah dibandingkan dengan rokok utuh yang belum terbakar. Begitu juga ketika seorang perokok menghisap rokok, sejumlah nikotin diserap oleh tubuh melalui paru-paru dan masuk ke dalam aliran darah. Sehingga jumlah nikotin yang tersisa dalam puntung rokok menjadi lebih rendah karena sebagian besar nikotin telah diserap oleh perokok.

4.5 Pengaruh Ekstrak Nikotin Tembakau Terhadap Kutu Busuk

Mortalitas merupakan salah satu variabel yang menjadi indikator toksisitas ekstrak tembakau (*Nicotiana tabacum*) terhadap kutu busuk (*Cimex sp*). Dalam penelitian ini, ekstrak nikotin yang digunakan adalah hasil ekstraksi puntung rokok. Aktivitas kutu busuk yang diamati yaitu tiap 10 menit hingga 1 jam. Perhitungan waktu dimulai setelah memasukkan kutu busuk ke dalam gelas plastik. Nilai rata-rata persentase kematian kutu busuk yang diaplikasikan dengan ekstrak tembakau

(*Nicotiana tabacum*) dengan pelarut etanol 96%, diamati selama 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 MSA (Menit Setelah Aplikasi) disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3 Persentase kematian kutu busuk (*Cimex sp.*) per 10 menit

Konsentrasi (%)	Jumlah Kutu (Ekor)	Persentase Kematian (%) per 10 menit					
		10	20	30	40	50	60
0(Aquades)	10	0	0	0	0	0	0
2,5	10	30	50	60	76,67	100	100
5	10	60	80	96,67	100	100	100
7,5	10	76,67	86,67	100	100	100	100
10	10	83,33	93,33	100	100	100	100
12,5	10	93,33	100	100	100	100	100

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa ekstrak tembakau (*Nicotiana tabacum*) dapat menyebabkan kematian kutu busuk mulai dari konsentrasi terendah yaitu 2,5% sampai konsentrasi tertinggi yaitu 12,5% dan lamanya waktu perlakuan juga menentukan nilai persentase kematian kutu busuk. Pada kelompok kontrol dengan konsentrasi 0% dalam semua waktu jeda tidak ditemukan adanya kematian kutu busuk.

Sesuai dengan hasil pengamatan, kutu yang digunakan pada penelitian ini adalah kutu busu (*Cimex himeptera*), dimana selama masa uji kutu dipelihara di laboratorium dengan suhu antara 25°C dan kelembapan 65%. Berdasarkan Hamilton dan Finnerty (2005), kelembapan udara relatif yang ideal bagi pertumbuhan dan kehidupan kutu busuk adalah 60-70%. Hal ini menunjukkan bahwa kelembapan ruangan pada penelitian masih dalam keadaan ideal untuk pemeliharaan kutu busuk, sehingga dapat dikatakan bahwa secara umum faktor

fisik yang terukur tersebut tidak berpengaruh terhadap kematian kutu busuk uji. Hal ini juga dapat diketahui dari data yang diperoleh pada kelompok kontrol, yang menunjukkan persentase kematian larva uji sebesar 0%. Dan dari hasil pengukuran suhu selama penelitian, suhu larutan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan sebesar 25°C. Berdasarkan hasil penelitian Raupp, dkk (2000) diketahui bahwa pemeliharaan yang baik kutu busuk pada suhu 22-26°C. Hal ini berarti suhu larutan masih berada dalam kisaran suhu normal untuk kehidupan kutu busuk. Sehingga suhu larutan tidak memberikan pengaruh terhadap mortalitas kutu busuk pada penelitian ini.

Kematian kutu busuk terhadap insektisida nikotin terdapat pada semua kelompok perlakuan, hal ini membuktikan bahwa kematian pada kelompok perlakuan disebabkan oleh ekstrak tembakau (*Nicotiana tabaccum*), bukan karena faktor lingkungan (suhu, pH, dll). Kematian kutu busuk disebabkan oleh senyawa aktif dalam ekstrak tembakau yang termasuk dalam golongan alkaloid berupa nikotin (Zaidi, dkk, 2004). Berdasarkan penelitian Susanti (2012), kandungan nikotinnya yang tinggi dapat digunakan sebagai insektisida. Senyawa ini bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan fumigan (Tuti, 2014).

Nikotin mempengaruhi sistem saraf serangga dengan cara berikatan pada reseptor asetilkolin nikotinik (nAChRs) yang terdapat pada sel-sel saraf serangga. Ketika nikotin berikatan dengan nAChRs, ini menghalangi transmisi sinyal saraf, yang mengakibatkan gangguan koordinasi gerakan dan dapat menyebabkan kelumpuhan. Reseptor asetilkolin nikotinik pada serangga terutama adalah tipe nikotinik, yang berbeda dengan vertebrata yang sebagian besar memiliki tipe muskarinik. Reseptor tipe nikotinik pada serangga terlokalisasi di sistem saraf

pusat dan berperan sebagai penghubung utama untuk neurotransmitter asetilkolin (ACh). Reseptor ini, ketika diaktifkan oleh ACh, membuka kanal kation yang memungkinkan aliran ion natrium, kalium, dan mungkin kalsium, yang penting untuk transmisi sinyal saraf (Breer, dkk, 1989).

Nikotin, sebagai agonis nAChRs, dapat meniru efek ACh dan dengan demikian mengaktifkan reseptor ini secara berlebihan. Ini menyebabkan depolarisasi berlebihan dan akhirnya menyebabkan gangguan dalam transmisi sinyal saraf. Dalam kasus serangga, ini sering kali mengakibatkan paralisis dan kematian, yang menjadikan nikotin sebagai insektisida yang efektif. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa nAChRs memiliki peran kritis dalam pembentukan dan pengambilan kembali memori olfaktori pada serangga seperti jangkrik, menunjukkan pentingnya reseptor ini dalam proses pembelajaran dan memori (Matsumoto, dkk, 2024).

Nilai rata-rata persentase kematian kutu busuk (Tabel 4.1) yang diaplikasikan dengan ekstrak tembakau (*Nicotiana tabacum*) pada konsentrasi 2,5 g/100 mL pada waktu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 MSA (Menit Setelah Aplikasi) berturut-turut sebesar 30; 50; 60; 76,667; 100; dan 100%. Pada konsentrasi 5 g/100 mL terjadi peningkatan rata-rata persentase kematian kutu busuk pada waktu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 MSA berturut-turut sebesar 60; 80; 96,667; 100; 100; dan 100%. Begitu juga dengan konsentrasi lainnya yang mengalami peningkatan nilai rata-rata persentase kematian kutu busuk pada waktu 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 MSA yaitu pada konsentrasi 7,5 g/100 mL berturut-turut sebesar 76,667; 86,667; 100; 100; 100; dan 100%. Kemudian pada konsentrasi 10 g/100 mL persentasenya berturut-turut 83,333; 93,333; 100; 100; 100; dan 100%. Sedangkan pada konsentrasi

tertinggi yaitu 12,5 g/100 mL persentasenya berturut-turut 93,333; 100; 100; 100; 100; dan 100%.

4.6 Analisis Nilai LC_{50} dan LT_{50} Terhadap Toksisitas Ekstrak Tembakau (*Nicotiana tabacum*)

Hasil uji probit (Tabel 4.3) menunjukkan bahwa nilai LC_{50} ekstrak tembakau adalah 4,00% yang berarti bahwa ekstrak tembakau dapat mematikan 50% kutu busuk pada konsentrasi 4,00%. Sedangkan nilai LT_{50} ekstrak tembakau adalah 23,283 menit yang berarti bahwa ekstrak tembakau dapat mematikan 50% kutu busuk selama 23,283 menit. Konsentrasi 12,5% dipilih karena memiliki angka kematian tertinggi yaitu 93,333%.

Tabel 4. 4 Nilai LC_{50} dan LT_{50}

Probability	Estimate	Lower bound	Upper bound
LC_{50}	4,002	2,065	3,362
LT_{50}	23,283	3,447	31,593

Sebelum berkembangnya ilmu pengetahuan modern seperti ilmu pengetahuan saat ini, keberadaan metabolit sekunder pada tumbuhan yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati telah tersirat dalam al-Qur'an. Manusia sebagai khalifah hanya perlu mengkaji apa yang telah dijelaskan dalam al-Qur'an secara lebih luas. Dalam firman Allah Q.S. asy-Syu'ara ayat 7-8 yaitu:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ۙ

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, betapa banyak Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam (tumbuh-tumbuhan) yang baik?. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah), tetapi kebanyakan mereka tidak beriman.” (asy-

Syu'ara [26]: 7-8)

Dalam tafsir al Mishbah: Ayat ini menjelaskan bahwa keanekaragaman tumbuh-tumbuhan dengan berbagai manfaat merupakan bukti keniscayaan keesaan Allah swt. yang menumbuhkan semua ini. Makna kata “Zauj” pada ayat di atas secara tekstual bermakna berpasang-pasangan. Sehingga dalam konteks penelitian ini dimaksudkan sebagai pasangan antara objek penelitian (kutu busuk) sebagai masalah dan insektisida nabati (ekstrak tembakau) sebagai solusinya. Sesungguhnya kewujudan berbagai tumbuh tumbuhan di muka bumi ini adalah bukti yang nyata tentang kewujudan Yang Maha Pencipta (Shihab, 2002). Pemanfaatan metabolit sekunder yang terdapat dalam tumbuhan sebagai insektisida nabati merupakan bukti nyata keesaan Allah. Insektisida nabati digunakan sebagai alternatif insektisida sintetik dan sediaan atau formulasi alami dalam mengendalikan hama dengan mekanisme non-toksik dan ramah lingkungan (Adhikari, dkk, 2020). Dalam Q.S. al-Qashash ayat 77, yaitu:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ
الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُنْفِسِينَ ۞

Artinya: “Dan, carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (pahala) negeri akhirat, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia. Berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.” (Q.S. al-Qashash [28]: 77)

Dalam tafsir al-Mishbah dalam pandangan Islam, hidup duniawi dan ukhrawi merupakan satu kesatuan. Dunia adalah tempat menanam dan akhirat

adalah tempat menuai. Apa yang ditanam di dunia, akan memperoleh buahnya di akhirat. Islam tidak mengenal istilah amal dunia dan amal akhirat. Karena amal dunia bisa bernilai pahala jika disertai dengan keimanan dan ketulusan, begitu juga sebaliknya amal akhirat bisa jadi tidak berpahala jika tidak ada ketulusan (Shibab, 2002).

Berkaca dari ayat tersebut, Allah memerintahkan manusia untuk mengelola alam dan lingkungan dengan baik agar tetap terjaga keseimbangan dan keberlangsungannya dengan cara terus mengkaji apa yang sudah dianugerahkan Allah kepada manusia serta diperintahkan untuk tidak berbuat kerusakan di muka bumi. Oleh karena itu, manusia sebagai khalifah di dunia harus menjaga dan memberi kebermanfaatan bagi lingkungan sekitar agar keberlangsungan hidup berlanjut dan seimbang. Kewajiban memakmurkan bumi adalah bentuk rasa syukur atas rahmat yang sudah diberikan. Salah satu wujud rasa syukur yaitu dengan menggali, meneliti, dan memanfaatkan apa yang sudah disediakan oleh alam dengan tidak berlebihan agar terciptanya keseimbangan alam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- a. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa kadar nikotin rata-rata dalam tembakau rokok utuh yaitu 1,362 mg/g. sedangkan kadar nikotin rata-rata dalam tembakau punting rokok yaitu 0,719 mg/g
- b. Tingkat efektivitas ekstrak tembakau sebagai insektisida kutu busuk (*Cimex sp.*) memiliki nilai LC_{50} pada konsentrasi 4% dan nilai LT_{50} pada menit ke 23,283. Sehingga semakin tinggi konsentrasi ekstrak tembakau dan waktu pengaplikasiannya maka tingkat efektivitasnya semakin besar.

5.2 Saran

Diharapkan penelitian ini dapat dilakukan lebih lengkap dengan disertakan video pengamatan dan mengamati yang terjadi pada setiap analit dengan saksama. Menambahkan variabel kontrol (produk insektisida) juga dapat memberikan perbandingan tingkat efektivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, K., Niraula, D., & Shrestha, J. (2020). Use of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) as a Biopesticide in Agriculture: A review. *Journal of Agriculture and Applied Biology*, 1(2): 100-117.
- Adi, D., & Anita, D. (2018). Uji Mortalitas Lalat Rumah (*Musca domestica*) Setelah Pemberian Ekstrak Kulit Duku (*Lansium domesticum* Corr.). *Klinikal Sains: Jurnal Analisis Kesehatan*, 6(1), 18-23
- Ahmad, I. (2014). Fakta tentang kutu busuk (bed bugs), *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae) dan cara pengendaliannya. *Institut Teknologi Bandung*.
- Aji, A. (2015). Isolasi Nikotin dari Puntung Rokok sebagai Insektisida. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(1), 100-120
- Alegantina, S. (2017). Penetapan Kadar Nikotin dan Karakteristik Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 1(2), 113-119
- Amin, F. (2008). *Ekstraksi nikotin dari limbah tangkai daun tembakau dan pemanfaatannya sebagai insektisida tanaman kehutanan*. Institut Pertanian Bogor.
- An, Y. J., & Kim, Y. H. (2023). Assessment of Nicotine Degradation in Cigarette Smoke under Different Storage Conditions (Light and Duration). *Indoor Air*, 2023.
- Anwar, A. (1983). *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*, Jakarta: Mutiara
- Bagus, Muhammad (2013) Perbedaan Kadar Hemoglobin (Hb) Pada Perokok Aktif dan Perokok Pasif Pada Warga di RT 03 / RW 02 Kelurahan Mulyorejo Surabaya. *Diploma thesis*, Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Benowitz, N. L., Hukkanen, J., & Jacob III, P. (2009). Nicotine chemistry, metabolism, kinetics and biomarkers. *Nicotine psychopharmacology*, 29-60.
- Breer, H., Hanke, W., Benke, D., Tareilus, E., & Krieger, J. (1989). Nicotinic acetylcholine receptors in the nervous system of insects. In *Molecular biology of neuroreceptors and ion channels* (pp. 55-68). Springer Berlin Heidelberg.
- Brotowijaya, M.D. (1987), *Parasit dan Parasitisme*, Jakarta: Media Sarana Press
- Cahyono, B. (1998). *Tembakau, Budi daya dan Analisis Tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Casanova, H., Ortiz, C., Peláez, C., Vallejo, A., Moreno, M. E., & Acevedo, M. (2002). Insecticide formulations based on nicotine oleate stabilized by sodium caseinate. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(22), 6389-6394.

- Cruces, L. (2005). *Organic Gardening Natural Insecticides*. College of Agriculture and Home Economics
- Chairio, N. (2011). Optimasi Metode KLT-Densitometri Pada Penetapan Kadar Nikotin Dalam Fraksi Kloroform Ekstrak Etanolik Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*). *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Drastinawati, dan Irianty, R.S. (2013). Pemanfaatan Ekstrak Nikotin Limbah Puntung Rokok sebagai Inhibitor Korosi. *Jurnal Teknobiologi*, 4(2), 91-97
- Djojosumarto, P. (2008). *Insektisida dan Aplikasinya*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Erian, F. O., Muarif, A., Nasrul, Z. A., Ginting, Z., & Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. (2022). Pemanfaatan Ekstrak Nikotin dari Limbah Puntung Rokok Menjadi Insektisida. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(2), 258-266.
- Handayani, S. W., Prastowo, D., Boesri, H., Oktsariyanti, A., & Joharina, A. S. (2018). Efektivitas Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) dari Semarang, Temanggung, dan Kendal Sebagai Larvasida *Aedes aegypti L.* *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 23-30.
- Harris, D. C. (2010). *Quantitative Chemical Analysis*. W. H. Freeman and Company.
- IAEA. (2005). *Validation of Thin Layer Chromatographic Methods for Pesticide Residue Analysis*. Austria: IAEA
- Kartikawati, L. (2016). Metode Kromatografi Lapis Tipis-Densitometri Untuk Penentuan Kadar Nikotin Pada Batang Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*). *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Khasanah, A. U., & Nastiti, S. J. (2021). Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) Sebagai Antibakteri Terhadap *S. aureus* (ATCC 25923). *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 4(1), 19-32.
- Machado, P. A., Fu H., Kratochivl R. J., Yuan Y., Hahm T. S., Sabliov C. M., Wei C. I. & lo Y. M. (2010). Recovery of Solanesol from Tobacco as a Value Added product for Alternative Applications. *J Bioresources Technology*, 101: 1091 – 1096
- McAdam, K., & Reid, A. (2013). The biochemistry and genetics of tobacco-specific nitrosamine formation in tobacco. *Food and Chemical Toxicology*, 57, 147–155. doi:10.1016/j.fct.2013.03.007
- Matsumoto, Y., Matsumoto, C. S., & Mizunami, M. (2024). Critical roles of nicotinic acetylcholine receptors in olfactory memory formation and retrieval in crickets. *Frontiers in Physiology*, 15, 1345397.

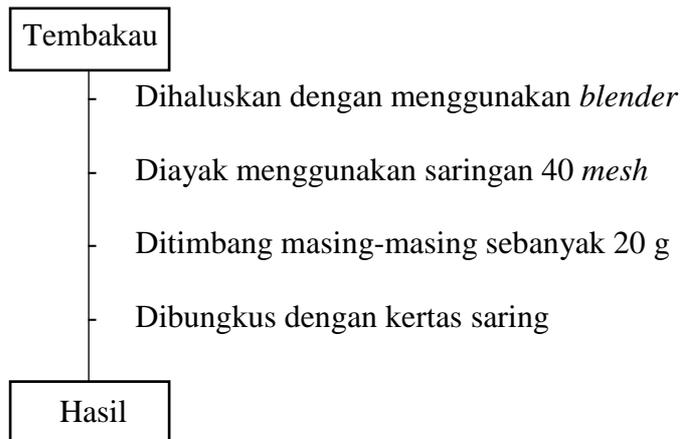
- Matsumura, F. (1989). *Toxicology of Insecticides. Second edition*. New York and London: Plenum Press
- Miller, J. C., & Miller, J. N. (2000). *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*. Pearson Education.
- Noble, E.R. (1989), *Parasitologi Biologi Parasit Hewan, edisi ke lima*, Yogyakarta: UGM Press
- Novotny, T. E., Lum, K., Smith, E., Wang, V., & Barnes, R. (2009). Cigarettes butts and the case for an environmental policy on hazardous cigarette waste. *International journal of environmental research and public health*, 6(5), 1691-1705.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., & Kriz, G. S. (1976). *Introduction to organic laboratory techniques: a contemporary approach* (pp. 434-442). Philadelphia: Saunders.
- Potter, M.F. (2008). The history of bed bug management. Bed bug supplement: Lessons from the past. *Pest Control Technol* 36, 1-6
- Ridho, M., Tarmadja, S., & Santi, I. S. (2018). Uji Efektivitas Pengendalian Uret Kumbang Tanduk (*Oryctes Rhinoceros*) dengan Menggunakan Ekstrak Daun Tembakau dan Belerang. *Jurnal Agromast*, 3(1).
- Robinson, T. (1995). *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Edisi keenam. Bandung: FMIPA ITB
- Sadjad, S. (1993). *Kamus Pertanian*. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia
- Santoso, K. (2013). *Tembakau dibutuhkan dan Dimusuhi*. Jember: Universitas Jember
- Septiane, E. (2015). Studi Infestasi dan Resistensi Kutu Busuk, *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae) Terhadap Tiga Golongan Insektisida di Bogor. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor
- Sitoepoe, M. (2000). *Kekhususan Rokok Indonesia*. Jakarta: Grasindo
- Shihab, M.Q. (2002). *Tafsir al mishbah vol 2 pesan, kesan dan keserasian al Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Sherma, J. and Fried, B. (2003). *Handbook of TLC Chromatography. Third Edition*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Cengage Learning.
- Soedarto. (1992). *Entamologi Kedokteran*. Jakarta: EGC
- Sudarmin. (1999). *Kimia Organik Bahan Alam*. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IKIP Semarang

- Sunarto, D., & Eka, N. (2015). Toksisitas beberapa hasil ekstrak daun tembakau terhadap *Myzus persicae* (Homoptera aphididae). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 8 (1), 37-42.
- Susanto D., Rahmad A., 2010 Daya racun Ekstrak Daun Sirih (Piper aduncum L) terhadap Larva nyamuk Aedes aegypti, *Skripsi*, Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Suharti, W. S., Wachjadi, M., & Feti, R. (2010). Keefektifan Puntung Rokok Sebagai Pengendali *Gloeosporium fructigenum* Pada Buah Apel (Effectivity of Cigarette Butts as Control Agent of *Gloeosporium fructigenum* on Apple). *Pembangunan Pedesaan*, 10 (2).
- Susanna, D., Hartono, B., & Fauzan, H. (2003). Penentuan kadar nikotin dalam asap rokok. *Jurnal ekologi kesehatan*, 2 (3).
- Susanti, Lulus, dan Boesri, H. (2012). Toksisitas Biolarvasida Ekstrak Tembakau Dibandingkan Dengan Ekstrak Zodia Terhadap Jentik Vektor Demam Berdarah Dengue (*Aedes aegypti*). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga. *Bul. Penelit. Kesehatan*, 40 (2), 75-84.
- Susilowati, E.Y. (2006). Identifikasi Nikotin dari Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Kering dan Uji Efektivitas Ekstrak Daun Tembakau Sebagai Insektisida Penggerek Batang Padi (*Scirpophaga innonata*). *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang
- Taufik, M., (2017). Jurnal Stikna. Jurnal Stikna Jurnal Sains, Teknologi, Farmasi & Kesehatan.
- Tirtosastro, S., & Murdiyati, A. S. (2010). Kandungan Kimia Tembakau dan Rokok. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 2(1), 33-43
- Tobing, R. (1989). *Kimia Bahan Alam*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga kependidikan
- Tuti Harina K., Wijayanti R., Supriyanto., (2014). Efektivitas Limbah Tembakau Terhadap Wereng Coklat dan Pengaruhnya Terhadap Laba-Laba Predator. *Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian*, 29 (1) :18
- Wahyuni, S. (2012). Penetapan Kadar Nikotin Dalam Rokok Putih Yang Beredar di Makassar. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
- Wolff, M. (1994). *Asas-Asas Kimia Medisinal. Edisi keempat*. Yogyakarta: UGM Press
- Zaidi, M. I., Gul, A. & Khattak, R. A. (2004). Antibacterial Activity of Nicotine and It's Mercury Complex. *Sarhad J. Agric*, 20 (4): 619 - 622

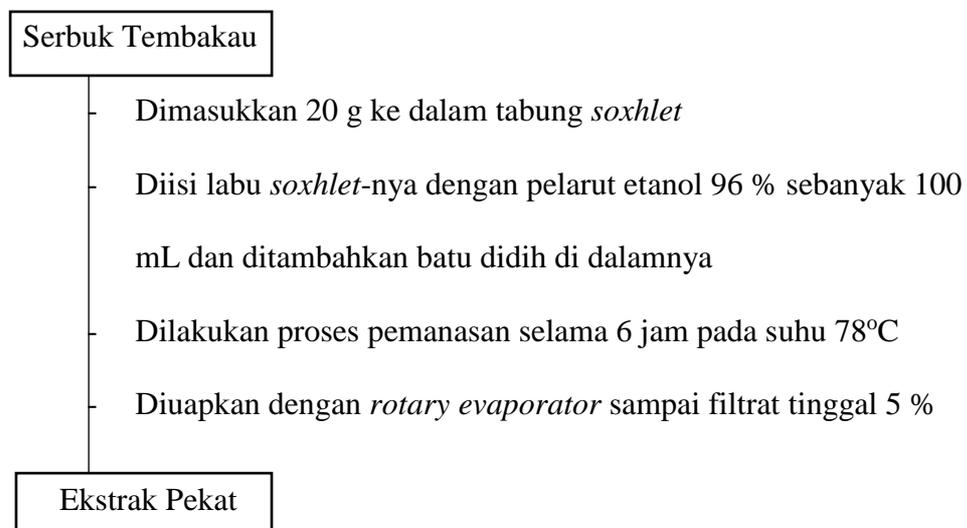
LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir

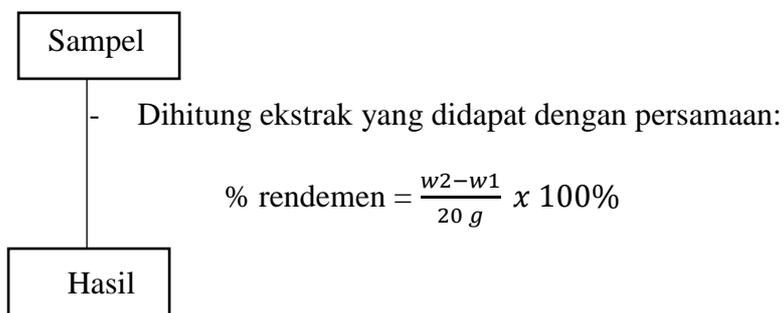
1.1 Preparasi Sampel



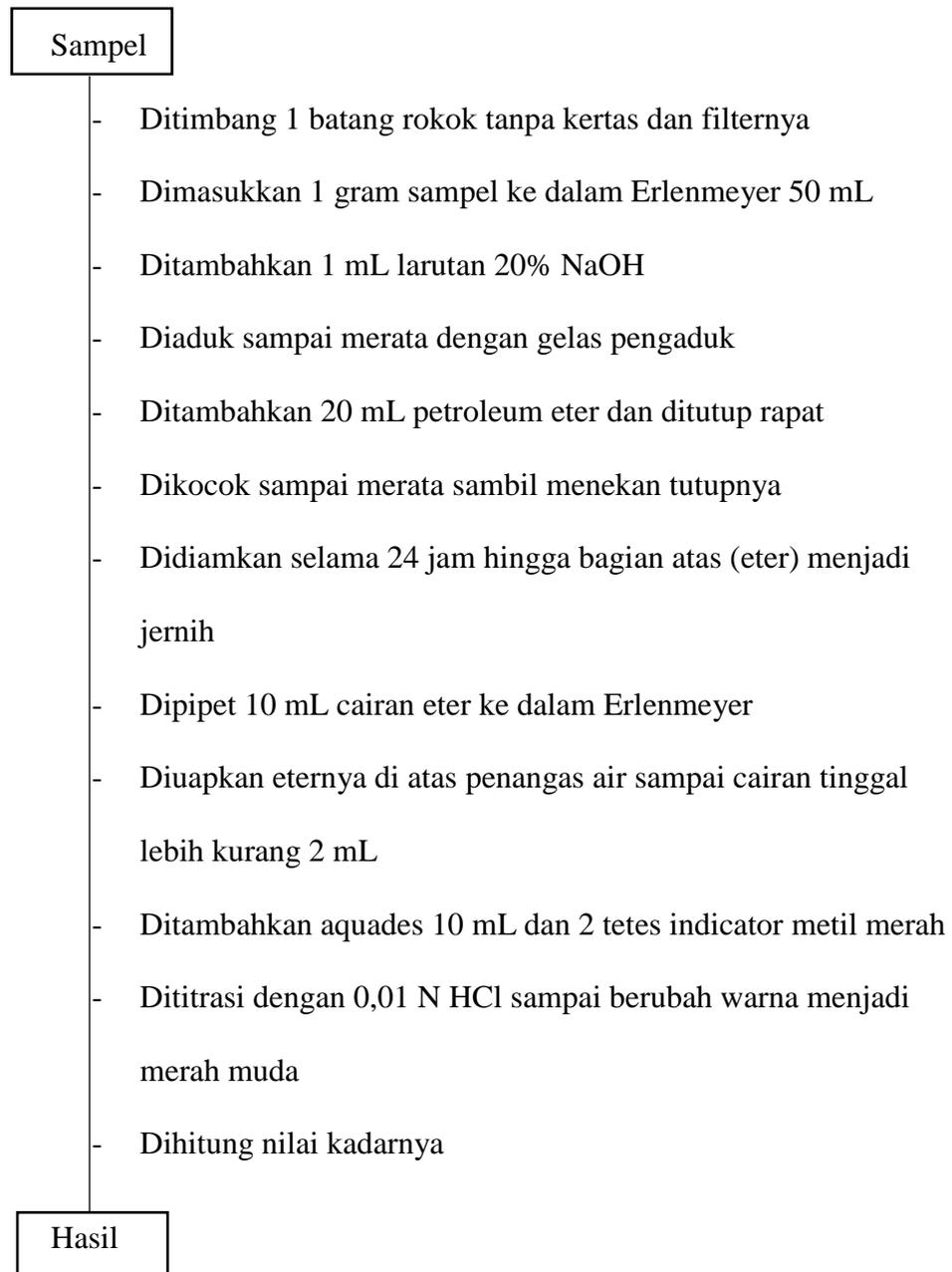
1.2 Ekstraksi Nikotin dari Tembakau Rokok



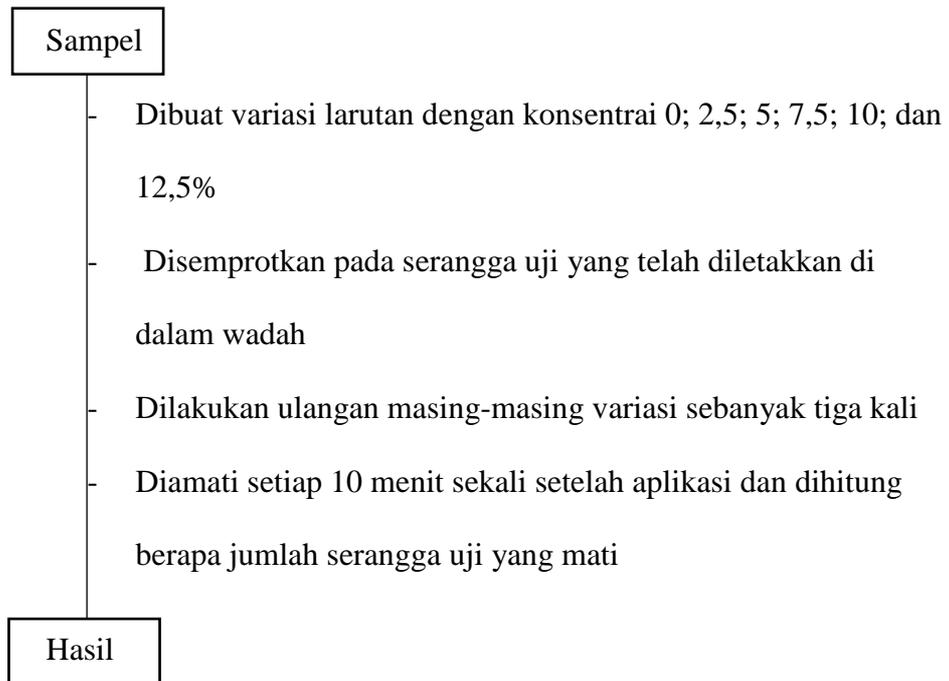
1.3 Uji Rendemen Nikotin



1.4 Penentuan Kadar Nikotin



1.5 Uji Efektivitas Ekstrak Tembakau



Lampiran 2. Perhitungan

2.1 Kadar Air dan Rendemen

1. Kadar Air

$$\text{Tembakau Utuh} = \frac{w_{\text{kering}}}{w_{\text{basah}}} \times 100\%$$

$$= \frac{23,097 \text{ g}}{25,148 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 91,843\%$$

$$\text{Tembakau Puntung} = \frac{w_{\text{kering}}}{w_{\text{basah}}} \times 100\%$$

$$= \frac{21,693 \text{ g}}{25,075 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 86,512\%$$

2. Rendemen

$$\text{Tembakau Utuh} = \frac{w_2 - w_1}{w_3} \times 100\%$$

$$= \frac{72,063 \text{ g} - 62,168 \text{ g}}{83,093 \text{ g} - 63,092 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 49,473\%$$

$$\text{Tembakau puntung} = \frac{w_2 - w_1}{w_3} \times 100\%$$

$$= \frac{73,399 \text{ g} - 63,092 \text{ g}}{82,179 \text{ g} - 62,168 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 51,507\%$$

2.2 Kadar Nikotin Ekstrak Tembakau

$$\text{Kadar Nikotin} = \frac{\text{HCl } 0,01 \text{ N} \times V \text{ L} \times \text{massa jenis nikotin } \text{g/mol}}{\text{berat sampel (g)}} \times 1000 \text{ mg/g}$$

$$1 \text{ mL HCl } 0,01 \text{ N} \propto 162,23 \text{ g/mol}$$

1. Ekstrak Tembakau Utuh

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nikotin 1} &= \frac{0,01 \text{ N} \times 0,85 \text{ mL} \times 1000 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times 162,23 \text{ g/mol}}{1,011 \text{ g}} \times 1000 \text{ mg/g} \\ &= 1,365 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nikotin 2} &= \frac{0,01 \text{ N} \times 0,85 \text{ mL} \times 1000 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times 162,23 \text{ g/mol}}{1,017 \text{ g}} \times 1000 \text{ mg/g} \\ &= 1,356 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nikotin 3} &= \frac{0,01 \text{ N} \times 0,85 \text{ mL} \times 1000 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times 162,23 \text{ g/mol}}{1,009 \text{ g}} \times 1000 \text{ mg/g} \\ &= 1,367 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Nikotin rata-rata} = 1,362 \text{ mg/g}$$

2. Ekstrak Tembakau Puntung

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nikotin 1} &= \frac{0,01 \text{ N} \times 0,5 \text{ mL} \times 1000 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times 162,23 \text{ g/mol}}{1,020 \text{ g}} / 1000 \text{ mg/g} \\ &= 0,795 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nikotin 2} &= \frac{0,01 \text{ N} \times 0,45 \text{ mL} \times 1000 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times 162,23 \text{ g/mol}}{1,015 \text{ g}} / 1000 \text{ mg/g} \\ &= 0,719 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nikotin 3} &= \frac{0,01 \text{ N} \times 0,40 \text{ mL} \times 1000 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times 162,23 \text{ g/mol}}{1,011 \text{ g}} / 1000 \text{ mg/g} \\ &= 0,642 \text{ mg/g} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar Nikotin rata-rata} = 0,719 \text{ mg/g}$$

Lampiran 3. Tabel Perhitungan

3.1 Tabel Kadar Nikotin Ekstrak Tembakau

Sampel	Ulangan	Berat Sampel (g)	Volume Titrasi (mL)	Berat Nikotin (g)	Kadar Nikotin (mg/g)
Utuh	I	1,011	0,850	0,001379	1,365
	II	1,017	0,850	0,001379	1,356
	III	1,009	0,850	0,001379	1,367
Puntung	I	1,020	0,500	0,000811	0,795
	II	1,015	0,450	0,000730	0,719
	III	1,011	0,400	0,000649	0,642

3.2 Tabel Mortalitas Kutu Busuk (*Cimex sp.*)

Konsentrasi (%)	Ulangan	10	20	30	40	50	60
0	I	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0
2,5	I	3	6	8	9	10	10
	II	4	5	6	7	10	10
	III	2	4	4	7	10	10
5	I	7	9	10	10	10	10
	II	5	7	10	10	10	10
	III	6	8	9	10	10	10
7,5	I	7	8	10	10	10	10
	II	8	9	10	10	10	10
	III	8	9	10	10	10	10
10	I	9	9	10	10	10	10
	II	8	10	10	10	10	10
	III	9	10	10	10	10	10
12,5	I	9	10	10	10	10	10
	II	9	10	10	10	10	10
	III	10	10	10	10	10	10

3.3 Tabel Analisis Probit (LC_{50})

Concentration (%)	Ppm	Log (ppm)	Probit	% dead	Mortality	Total
2,5	25000	4,398	4,48	30,000%	9	30
5	50000	4,699	5,25	60,000%	18	30
7,5	75000	4,875	5,71	76,667%	23	30
10	100000	5,000	5,95	83,333%	25	30
12,5	125000	5,097	6,48	93,333%	28	30

	Coefficients
Intercept (b)	-7,491221156
Log (ppm) (a)	2,714131371

Persamaan $y = ax + b$

$$5 = 2,714x + (-7,491)$$

$$x = 4,602$$

$$LC_{50} = \text{Antilog}(x) = 40021,24 \text{ ppm} = 4,00 \%$$

3.4 Tabel Analisis LT_{50}

Confidence Limits						
Probability	95% Confidence Limits for MSA			95% Confidence Limits for $\log(\text{MSA})^b$		
	Estimate	Lower Bound	Upper Bound	Estimate	Lower Bound	Upper Bound
.200	16.611	.738	25.290	1.220	-.132	1.403
.250	17.763	1.005	26.374	1.250	.002	1.421
.300	18.866	1.324	27.406	1.276	.122	1.438
.350	19.948	1.709	28.419	1.300	.233	1.454
.400	21.033	2.176	29.438	1.323	.338	1.469
.450	22.138	2.745	30.488	1.345	.439	1.484
.550	24.487	4.322	32.786	1.389	.636	1.516
.500	23.283	3.447	31.593	1.367	.537	1.500
.600	25.774	5.429	34.110	1.411	.735	1.533
.650	27.175	6.852	35.634	1.434	.836	1.552
.700	28.735	8.720	37.474	1.458	.941	1.574
.750	30.518	11.231	39.848	1.485	1.050	1.600
.800	32.635	14.688	43.246	1.514	1.167	1.636
.850	35.288	19.509	48.971	1.548	1.290	1.690
.900	38.934	26.008	61.391	1.590	1.415	1.788

Lampiran 4. Gambar Pengamatan