

**UJI EFEKTIVITAS INSEKTISIDA NABATI DAUN SIRSAK
(*Annona muricata* L.) DAN DAUN SIRIH HIJAU (*Piper betle* L.)
TERHADAP MORTALITAS RAYAP
(*Coptotermes curvignathus* H.)**

S K R I P S I

Oleh:

RAISYA NUR SYAHBANI

NPM: 2004290119

Program Studi: AGROTEKNOLOGI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

**UJI EFEKTIVITAS INSEKTISIDA NABATI DAUN SIRSAK
(*Annona muricata* L.) DAN DAUN SIRIH HIJAU (*Piper betle* L.)
TERHADAP MORTALITAS RAYAP
(*Coptotermes curvignathus* H.)**

SKRIPSI

Oleh :

**RAISYA NUR SYAHBANI
NPM: 2004290119
Program Studi : AGROTEKNOLOGI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi Strata 1 (S1)
pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

Dosen Pembimbing:



Dr. Syaiful Amri Saragih, S.P., M.Sc.

**Disahkan Oleh:
Dekan**



Assoc. Prof. Dr. Daini Mawar Tarigan, S.P., M.Si.

Tanggal Lulus : 16 Desember 2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Raisya Nur Syahbani

NPM : 2004290119

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul **“Uji Efektivitas Insektisida Nabati Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) terhadap Mortalitas Rayap (*Coptotermes curvignathus* H.)”** adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 10 November 2024



Raisya Nur Syahbani

RINGKASAN

Raisya Nur Syahbani, “Uji Efektivitas Insektisida Nabati Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) terhadap Mortalitas Rayap (*Coptotermes curvignathus* H.)” Dibimbing oleh : Dr. Syaiful Amri Saragih, S.P., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Lantai III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan. Pada bulan Juli sampai Agustus 2024. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh insektisida nabati dari ekstrak daun sirisak (*A. muricata* L.), daun sirih hijau (*P. betle* L.) dan pengaruh kombinasi dari keduanya terhadap mortalitas rayap (*C. curvignathus*). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 3 perlakuan dan 3 ulangan dengan perlakuan Kontrol : tanpa perlakuan, A₁ : 20% ekstrak daun sirisak, A₂ : 40% ekstrak daun sirisak, A₃ : 60% ekstrak daun sirisak, P₁ : 25% ekstrak daun sirih hijau, P₂ : 50% ekstrak daun sirih hijau, P₃ : 75% ekstrak daun sirih hijau, K₁ : 40% ekstrak kombinasi, K₂ : 60% ekstrak kombinasi, dan K₃ : 80% ekstrak kombinasi. Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dan dilanjut dengan uji beda rata-rata menurut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ekstrak daun sirisak, daun sirih hijau dan kombinasi keduanya sebagai pestisida nabati berpengaruh nyata terhadap persentase mortalitas *C. curvignathus*. Persentase mortalitas tertinggi dengan perlakuan A₂ (40% ekstrak daun sirisak) dan A₃ (60% ekstrak daun sirisak) yaitu (90%). Demikian juga dengan ekstrak daun sirih hijau berpengaruh nyata, persentase mortalitas *C. curvignathus* tertinggi dengan perlakuan P₂ (50% ekstrak daun sirih hijau) yaitu (90%). Serta ekstrak kombinasi berpengaruh nyata terhadap persentase mortalitas *C. curvignathus* dengan mortalitas tertinggi dengan perlakuan K₁ (40% ekstrak kombinasi) yaitu (76,67%). Berdasarkan gejala kematian *C. curvignathus*, setelah 4 jam setelah aplikasi *C. curvignathus* sudah terdapat beberapa mortalitas dan mengalami perubahan tingkah laku dan perubahan warna setelah pemberian ekstrak daun sirisak, daun sirih hijau dan ekstrak kombinasi. Setelah 24 jam setelah aplikasi didapat mortalitas sudah mencapai tingkat 100% dengan kondisi rayap sudah menghitam dan mengering.

SUMMARY

Raisya Nur Syahbani, "Test of the Effectiveness of Vegetable Insecticides of Soursop Leaves (*Annona muricata* L.) and Green Betel Leaves (*Piper betle* L.) on Termite Mortality (*Coptotermes curvignathus* H.)." Supervised by : Dr. Syaiful Amri Saragih, S.P., M.Sc. as Supervisor. This research was carried out at the Laboratory of Plant Pests and Diseases on the third floor of the Faculty of Agriculture, University of Muhammadiyah North Sumatra, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Medan City. From July to August 2024. The purpose of this study was to determine the effect of vegetable insecticides from soursop leaf extract (*A. muricata* L.), green betel leaf (*P. betle* L.) and the effect of the combination of the two on the mortality of termites (*C. curvignathus*). The study used a non-factorial Complete Randomized Design (RAL) consisting of 3 treatments and 3 replicates with treatment control: no treatment, A₁ : 20% soursop leaf extract, A₂ : 40% soursop leaf extract, A₃ : 60% soursop leaf extract, P₁ : 25% green betel leaf extract, P₂ : 50% green betel leaf extract, P₃ : 75% green betel leaf extract, K₁ : 40% combination extract, K₂ : 60% combination extract, and K₃ : 80% combination extract. The data from the study results were analyzed using *Analysis of Variance* (ANOVA) with a non-factorial Complete Random Design (RAL) and followed by an average difference test according to *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Based on the results of the study, it was shown that the application of soursop leaf extract, green betel leaf and the combination of the two as vegetable pesticides had a real effect on the mortality percentage of *C. curvignathus*. The highest mortality percentage with A₂ (40% soursop leaf extract) and A₃ (60% soursop leaf extract) treatment was (90%). Likewise, green betel leaf extract had a real effect, the highest mortality percentage of *C. curvignathus* with P₂ treatment (50% green betel leaf extract) was (90%). As well as combination extracts had a real effect on the percentage of mortality of *C. curvignathus* with the highest mortality with K₁ treatment (40% combination extracts), which was (76.67%). Based on the symptoms of *C. curvignathus*' death, after 4 hours after the application of *C. curvignathus*, there were several fatalities and behavioral changes and color changes after the administration of soursop leaf extract, green betel leaf and combination extract. After 24 hours after the application, the mortality rate has reached a level of 100% with the condition that the termites have blackened and dried.

RIWAYAT HIDUP

Raisya Nur Syahbani, lahir pada tanggal 01 November 2002 di Medan. Anak dari pasangan Syafuan dan Jasmani yang merupakan anak ke-2 dari 2 bersaudara.

Pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut :

1. Tahun 2014 menyelesaikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 068474, Kecamatan Medan Labuhan, Sumatera Utara.
2. Tahun 2017 menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 45 Medan, Kecamatan Medan Labuhan, Sumatera Utara.
3. Tahun 2020 menyelesaikan Madrasah Aliyah (MA) di Madrasah Aliyah persiapan Negeri 4 Medan, Kecamatan Medan Labuhan, Sumatera Utara.
4. Tahun 2020 melanjutkan Pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian UMSU antara lain :

1. Mengikuti kegiatan Pengenalan Kehidupan Kampus bagi Mahasiswa Baru Muhammadiyah (PKKMB) UMSU tahun 2020.
2. Mengikuti Masa Ta'aruf (Masta) Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa IV Muhammadiyah Fakultas Pertanian UMSU tahun 2020.
3. Mengikuti Kegiatan Kajian Intensif Al-Islam dan Kemuhammadiyahan (KIAM) oleh Badan Al-Islam dan Kemuhammadiyahan (BIM) tahun 2020.
4. Mengikuti Darul Arqam Dasar (DAD) Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (IMM) Fakultas Pertanian UMSU tahun 2021.

5. Mengikuti Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Pertukaran Mahasiswa Merdeka (PMM) Angkatan 1 di UNIKA Della Sale Manado tahun 2021.
6. Mengikuti Mobility Program Southeast Asia, Malaysia-Thailand-Indonesia tahun 2021.
7. Mengikuti Program Kredensial Mikro Mahasiswa Indonesia (KMMI) yang diselenggarakan oleh Kemendikbudristek tahun 2021.
8. Menjabat sebagai Sekretaris Bidang Riset dan Pengembangan Keilmuan dalam Badan Pimpinan Harian (BPH) Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian UMSU P.A. 2021-2022.
9. Menjabat sebagai Ketua Bidang Riset dan Pengembangan Keilmuan dalam Badan Pimpinan Harian (BPH) Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Pertanian UMSU P.A. 2022-2023.
10. Melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PTPN III Kebun Sei Dadap Kab. Asahan, Sumatera Utara tahun 2023.
11. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Perkebunan Sei Dadap I/II Kab. Asahan, Sumatera Utara tahun 2023.
12. Menjadi Asisten Praktikum di mata kuliah Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman Tahun Akademik 2023-2024 dan Tahun Akademik 2024-2025.
13. Melaksanakan penelitian di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Lantai III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala serta Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Uji efektivitas insektisida nabati daun sirsak (*Annona muricata* L.) dan daun sirih hijau (*Piper betle* L.) terhadap mortalitas rayap (*Coptotermes curvignathus* H.)”**

Pada Kesempatan Ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Assoc. Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P., selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Akbar Habib, S.P., M.P., selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Rini Suliastiani, S.P., M.P., selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Syaiful Amri Saragih, S.P., M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang sudah memberikan masukan serta saran.
6. Seluruh Staf Pengajar dan Pegawai di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua orang tua penulis Ayahanda Syafuan dan Ibunda Jasmani yang selalu memberi dukungan moral dan material serta do'a yang tiada hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Kakanda Nur Syafni yang selalu memberi dukungan moral dan material serta do'a yang tiada hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman Agroteknologi 3 stambuk 2020 dan terkhususnya teman teman dari peminatan Hama dan Penyakit Tanaman atas bantuan dan dukungannya.
10. Diri saya sendiri, yang mampu bertanggung jawab terhadap diri sendiri

hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih sudah selalu husnudzon ketika keadaan sempat tidak berpihak.

Akhir kata penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak untuk kesempurnaan skripsi ini.

Medan, November 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| PERNYATAAN | i |
| RINGKASAN | ii |
| SUMMARY | iii |
| RIWAYAT HIDUP | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| PENDAHULUAN | 1 |
| Latar Belakang | 1 |
| Tujuan Penelitian | 4 |
| Kegunaan Penelitian | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| Biologi Hama Rayap (<i>C. curvignathus</i> H.)..... | 6 |
| Gejala Serangan (<i>C. curvignathus</i> H.)..... | 9 |
| Pengendalian Rayap (<i>C. curvignathus</i> H.)..... | 10 |
| Kandungan Tanaman Daun Sirsak (<i>A. muricata</i> L.)..... | 10 |
| Potensi Ekstrak Daun Sirsak sebagai Insektisida Nabati..... | 11 |
| Kandungan Tanaman Daun Sirih Hijau (<i>P. betle</i> L.)..... | 12 |
| Potensi Ekstrak Daun Sirih Hijau sebagai Insektisida Nabati | 12 |
| Hipotesis Penelitian | 13 |
| BAHAN DAN METODE | 14 |

| | |
|---|-----------|
| Tempat dan Waktu | 14 |
| Alat dan Bahan..... | 14 |
| Metode Penelitian | 14 |
| Pelaksanaan Penelitian..... | 17 |
| Pengambilan Daun Sirsak Daun Sirih Hijau | 17 |
| Pembuatan Ekstrak Daun Sirsak | 18 |
| Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Hijau..... | 19 |
| Pembuatan Ekstrak Kombinasi..... | 22 |
| Pengambilan <i>C. curvignathus</i> | 22 |
| Peletakan <i>C. curvignathus</i> di toples perlakuan..... | 24 |
| Aplikasi Perlakuan..... | 25 |
| Pengecekan Suhu..... | 26 |
| Pengecekan Kelembaban..... | 26 |
| Parameter Pengamatan..... | 27 |
| Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> | 27 |
| Pengamatan Gejala Kematian Secara Visual | 27 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 29 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
| LAMPIRAN..... | 45 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul | Halaman |
|--------------|---|----------------|
| 1. | Data Pengamatan Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirsak..... | 30 |
| 2. | Rataan Mortalitas <i>C. curvignathus</i> dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirsak..... | 30 |
| 3. | Data Pengamatan Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirih Hijau | 33 |
| 4. | Rataan Mortalitas <i>C. curvignathus</i> dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirih Hijau | 33 |
| 5. | Data Pengamatan Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirsak dan Daun Sirih Hijau..... | 36 |
| 6. | Rataan Mortalitas <i>C. curvignathus</i> dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirsak dan Daun Sirih Hijau | 37 |
| 7. | Data Pengamatan Lama Kematian <i>C. curvignathus</i> dihitung sejak Pengaplikasian..... | 38 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Judul | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Pengambilan Daun Sirih Hijau | 17 |
| 2. | Pengambilan Daun Sirsak..... | 17 |
| 3. | Pencucian Daun Sirsak..... | 18 |
| 4. | Penngeringan Daun Sirsak..... | 18 |
| 5. | Pencucian Daun Sirih Hijau..... | 19 |
| 6. | Pengeringan Daun Sirih Hijau..... | 19 |
| 7. | Penghalusan Daun menjadi Bubuk..... | 20 |
| 8. | Perendaman Bubuk dengan Ethanol..... | 20 |
| 9. | Hasil Rendaman disimpan di Lemari Es..... | 21 |
| 10. | Penyaringan menggunakan Kain Kassa..... | 21 |
| 11. | Penyaringan dengan Kertas Wattman..... | 21 |
| 12. | Proses Pemurnian Ekstraksi dengan Rotary Evaporator..... | 22 |
| 13. | Gundukan Tanah Sarang <i>C. curvignathus</i> | 23 |
| 14. | Pengambilan <i>C. curvignathus</i> | 23 |
| 15. | Pemindahan <i>C. curvignathus</i> Kasta Pekerja kewadah Perlakuan..... | 24 |
| 16. | Penutupan Wadah Perlakuan..... | 24 |
| 17. | Pengaplikasian Insektisida Nabati | 25 |
| 18. | Pengecekan Suhu dan Kelembaban Hari ke-1 | 26 |
| 19. | Pengecekan Suhu dan Kelembaban Hari ke-2 | 26 |
| 20. | Grafik Pengamatan Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak Daun Sirsak..... | 29 |
| 21. | Grafik Pengamatan Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak Daun Sirih Hijau..... | 32 |
| 22. | Grafik Pengamatan Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak Kombinasi Daun Sirsak dan Daun Sirih Hijau..... | 35 |
| 23. | Gejala Kematian yang dialami <i>C. curvignathus</i> | 39 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Judul | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1. | Bagan Penelitian | 36 |
| 2. | Data Pengamatan Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak <i>A. muricata</i> L. | 38 |
| 3. | Sidik Ragam Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak <i>A. muricata</i> L | 38 |
| 4. | Data Pengamatan Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak <i>P. betle</i> L..... | 38 |
| 5. | Sidik Ragam Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak <i>P. betle</i> L..... | 38 |
| 6. | Data Pengamatan Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak <i>A. muricata</i> L. dan <i>P. betle</i> L..... | 39 |
| 7. | Sidik Ragam Persentase Mortalitas <i>C. curvignathus</i> Ekstrak <i>A. muricata</i> L. dan <i>P. betle</i> L..... | 39 |
| 8. | Dokumentasi Penelitian | 40 |

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rayap (*Coptotermes curvignathus* H.) merupakan hewan tanah yang berperan penting dalam penguraian kayu hidup maupun mati serta bahan organik tanah (Arif, 2020). Namun, karena memangsa tanaman, furnitur, terutama kayu, buku, dan benda lain yang mengandung selulosa, rayap juga dapat membahayakan (Arif, 2020). Selain itu, rayap akan menyerang tanaman jika sulit mendapatkan kayu atau bahan yang mati, dan jika tanaman yang diserangnya memiliki nilai penting, rayap akan sebagai hama (Arif, 2020).

Rayap menyerang diberbagai jenis tanaman khususnya di perkebunan kelapa sawit (Ginting dkk, 2022). Dari tanaman belum menghasilkan yang tumbuh di pembibitan (TBM) hingga tanaman menghasilkan (TM), rayap ini memangsa tanaman kelapa sawit (Ginting et al., 2022). Rayap tanah terutama mengincar akar, batang, dan tempat tumbuhnya tanaman kelapa sawit (Ginting dkk, 2022). Hama ini bisa menyebabkan kerusakan fisik langsung terhadap tanaman dan mengakibatkan berkurangnya hasil panen, mengakibatkan kerugian ekonomi menjadi signifikan (Ginting dkk, 2022). Rayap memiliki kemampuan untuk menyerang batang dan akar tanaman, mengganggu pergerakan nutrisi dan air dari tanah dan akhirnya menyebabkan kematian tanaman (Ginting dkk, 2022).

Karena kapasitasnya yang besar dalam beradaptasi dengan lingkungan, rayap berkembang biak dengan cepat. Apabila tidak dikendalikan rayap ini akan menyebabkan kerusakan fisik secara langsung dan penurunan produksi pada tanaman kelapa sawit dan dampak kerugian ekonomis

yang ditimbulkan juga sangat berdampak besar (Handru dkk, 2022).

Umumnya insektisida digunakan untuk menanggulangi serangan rayap pada tanaman (Alfayanti et al., 2021). Meskipun pestisida meninggalkan residu kimia dalam jumlah besar pada tanaman dan tanah yang menyebabkan polusi, masyarakat Indonesia umumnya menggunakan pestisida kimia karena dianggap lebih praktis dan efektif (Alfayanti et al., 2021). Satu hingga lima juta kasus keracunan terjadi di sektor pertanian setiap tahun akibat penggunaan pestisida; penggunaan insektisida nabati merupakan salah satu alternatif yang memungkinkan (WHO, 2014).

Karena terbuat dari bahan-bahan alami yang cepat terurai, pestisida tanaman tidak membahayakan lingkungan (Harefa, 2020). Kandungan senyawa alami yang diperoleh dari tumbuhan dapat digunakan sebagai bahan baku pestisida. Indonesia merupakan negara tropis dengan potensi penggunaan pestisida nabati yang menjanjikan (Harefa, 2020). Bahan kimia sekunder yang berasal dari tumbuhan yang berfungsi sebagai bahan aktif pestisida nabati dapat berupa bahan pengusir serangga, penambah nafsu makan, dan pembasmi hama serangga (Harefa, 2020). Pemanfaatan berbagai tumbuhan untuk bahan dasar pestisida nabati diharapkan dapat membantu mengurangi pemakaian pestisida kimia. Banyak tumbuhan, seperti daun sirsak dan sirih hijau, yang berpotensi untuk sebagai baku insektisida nabati (Harefa, 2020).

Karena mengandung bahan aktif yang dapat bersifat racun bagi hama, daun sirsak (*Annona muricata* L.) dan daun sirih hijau (*Piper betle* L.) merupakan komponen alami yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati

(Harefa, 2020). Zat kimia *alkaloid* yang ditemukan dalam daun sirsak, termasuk tanin, kalsium oksalat, fitosterol, dan muricine, sangat efektif sebagai insektisida nabati (Ramadhan dan Firmansyah, 2022). Selain bersifat racun kontak, pestisida nabati yang berasal dari daun sirsak juga mengurangi nafsu makan hama serangga (*antifeedant*) terutama hama serangga (Ramadhan dan Firmansyah, 2022). Selain itu, daun sirih tidak memiliki dampak negatif terhadap lingkungan atau, lebih khusus lagi, kesehatan manusia (Harefa, 2020). Zat kimia termasuk *eugenol*, *kavicol*, dan minyak atsiri ditemukan dalam daun sirih. Agar komponen kimia yang ditemukan dalam daun sirih hijau dapat secara efektif menghilangkan hama rayap (Harefa, 2020).

Pada penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ekstrak daun sirsak (*A. muricata* L.) efektif untuk mematikan hama walang sangit (*Leptocorisa acuta*) pada tanaman padi. Banyaknya hama walang sangit yang mati disebabkan oleh kandungan metabolit sekunder dalam ekstrak daun sirsak yang bertindak sebagai *antifeedant* (Karlina, 2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis yang paling efektif untuk membasmi hama walang sangit adalah 25%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kisaran konsentrasi biopestisida yang efektif untuk mengendalikan populasi wereng coklat dewasa adalah 14,2% hingga 50% (Karlina, 2022).

Penelitian sebelumnya hubungan antara mortalitas rayap dan daun sirih pada jarak perlakuan dengan konsentrasi 100% diperoleh hasil terbaik pada jam ke- 48 setelah perlakuan karena pengaruh perasan daun sirih ini sangat nyata dengan pengaruh kematian rayap (Lastri, 2017). Dengan demikian untuk

menyarankan penggunaan daun sirih sebagai metode pengendalian rayap. Penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan pestisida nabati yang dikombinasikan dengan 60% konsentrasi hijau ekstrak daun sirih dan sirih dapat menekan *S. litura*, serta tingkat kematian ulat grayak secara keseluruhan dan tingkat kematian *S. litura*. Saponin, zat kimia yang hadir dalam daun sirih dan sirih, dapat merusak lapisan lilin kutikula, sehingga ulat tidak memperoleh oksigen dan akhirnya menyebabkan kematiannya. Jaringan kulit ulat mengering dan menyusut, meskipun zat kimia tanin bersifat *antifeedant* (Siswaatmadja *dkk.*, 2021).

Diketahui bahwa ekstrak daun sirih belum dilakukan pada pengujian terhadap *C. curvignathus* tetapi memiliki potensi untuk digunakan sebagai insektisida botani terhadap walang sangit mengacu pada penelitian Karlina (2020). Serta campuran ekstrak daun sirih dan daun sirih hijau belum pernah di uji pada *C. curvignathus* sehingga menjadi penelitian pertama yang akan dilakukan. Berdasarkan permasalahan diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Uji efektifitas insektisida nabati daun sirih (*A. muricata* L.) dan daun sirih hijau (*P. betle* L.) terhadap mortalitas rayap (*Coptotermes curvignathus* H.)”.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh insektisida nabati dari ekstrak daun sirih (*A. muricata* L.), daun sirih hijau (*P. betle* L.) dan pengaruh kombinasi dari keduanya terhadap mortalitas rayap (*C. curvignathus* H.).

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai syarat untuk menempuh program Sarjana Pertanian (S1) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Sebagai sumber informasi bagi orang-orang yang membutuhkan penelitian pestisida nabati.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam pengendalian *C. curvignathus* yang ramah lingkungan dengan pestisida organik.

TINJAUAN PUSTAKA

Biologi Hama Rayap (*C. curvignathus* H.)

Biologi dan morfologi rayap yang paling banyak serangannya di Indonesia adalah *C. curvignathus*. Menurut Riswana (2021), *C. Curvignathus* diklasifikasikan sebagai berikut.:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Isoptera
Family : Rhinotermitidae
Genus : Coptotermes
Spesies : *C. curvignathus* H.

Telurnya memiliki panjang 1 hingga 1,5 mm. Setelah delapan hingga sebelas hari, telur akan menetas. Jenis dan usia rayap memengaruhi jumlah telur yang mereka keluarkan secara keseluruhan. Rayap betina bertelur sebanyak empat hingga lima belas butir saat pertama kali bertelur. Telur rayap berwarna putih, berbentuk silinder, dan memiliki ujung membulat. Nimfa yang berkembang dari telur yang menetas akan melewati lima hingga delapan instar (Riswana, 2021).

Delapan perubahan kulit akan terjadi pada nimfa muda sebelum mereka tumbuh menjadi kasta rayap, pekerja, dan prajurit di masa mendatang. Pronotum, labrum, antena, dan kepala semuanya berwarna kuning pucat. Bentuk kepala bulatnya sedikit lebih panjang daripada lebarnya. Ada lima belas segmen pada antena. Mandibel berbentuk seperti arit dan melengkung diujungnya, batas antara sebelah dalam dari mandibel kanan sama sekali rata. Panjang kepala dengan mandibel 2,46-2,66 mm, panjang mandibel tanpa kepala 1,40-1,44 mm dengan

Panjang pronotum 0,56 mm, lebar 1,00-1,03 mm, dan panjang tubuh 5,5-6 mm. Terdapat rambut seperti duri di seluruh perut. Perutnya berwarna putih keemasan. (Riswana, 2021).

Siklus Hidup *C. curvignathus*

Rayap *C. curvignathus* memiliki tiga tahap perkembangan umum: telur, pra-dewasa, dan dewasa. Metamorfosisnya bersifat parsial. Bagian pekerja, bagian prajurit, bagian reproduktif, pseudogat (nimfa dewasa sama ujung sayap yang siap menjadi rayap), telur, dan nimfa yang berkembang dari telur yang menetas membentuk siklus hidup rayap (Pramana *dkk.*, 2018).

Instar 5-8 dialami oleh telur yang berkembang menjadi nimfa. Jenis dan usia rayap memengaruhi jumlah telur yang mereka keluarkan secara keseluruhan. Rayap betina bertelur empat hingga lima belas butir saat pertama kali bertelur. Telur rayap memiliki ujung putih membulat dan berbentuk silinder. Panjang telur berkisar antara 1 hingga 1,5 mm. Telur *C. curvignathus* hendak mulai menetas 8–11 hari. Anggota kasta dapat terbentuk dari nimfa yang sedang tumbuh. Nimfa muda akan mengalami delapan kali pergantian kulit sebelum menjadi kasta rayap, pekerja, atau prajurit di masa mendatang (Riswana, 2021).

Rayap akan berkembang menjadi serangga dengan kasta dan perannya sendiri dalam koloninya setelah menyelesaikan proses reproduksi. Karena mereka menetas dari telur dan tumbuh menjadi dewasa setelah nimfa, nimfa dapat dikelompokkan menjadi anggota kasta yang diperlakukan seolah-olah rayap dewasa siap terbang dan dapat diatur. Rayap memiliki kasta dalam kehidupan mereka selain koloni. Kasta rayap terdiri dari tiga, yaitu :

a) Kasta Prajurit

Bentuk kepala yang lebar dan kulit kepala yang tebal membuat kelompok kasta ini mudah dikenali. Kasta prajurit bertugas mempertahankan koloni dari ancaman luar, termasuk semut dan predator lainnya. Dengan rahang yang dapat menusuk, mengiris, dan menjepit, kasta prajurit dapat menyerang musuh (Habibi *dkk.*, 2017).

b) Kasta Pekerja

Salah satu anggota koloni rayap yang paling penting adalah kasta pekerja. Pekerja membentuk sekitar 80 hingga 90% koloni rayap. Kasta pekerja biasanya memiliki kutikula (lapisan kulit) yang sedikit lebih tebal dan menyerupai nimfa. Meskipun tidak terlibat dalam habitat dan reproduksi, kasta pekerja menangani hampir semua aktivitas koloni. Inti koloni rayap dapat dianggap sebagai kasta pekerja. Mereka memanfaatkan feromon untuk berinteraksi dengan anggota koloni lainnya. Mereka bergantung pada indera perasa (*gustatori*), penginderaan mekanis (*mekanoreseptor*), dan deteksi penciuman (Habibi *dkk.*, 2017).

c) Kasta Reproduksi

Makhluk seksual membentuk kasta reproduktif; jantan (raja) bertanggung jawab untuk membuahi betina, sementara betina (ratu) menyimpan telur. Ratu rayap dapat tumbuh hingga 5–9 cm panjangnya. Perluasan usus, ovarium, dan lemak tubuh berkontribusi terhadap peningkatan ukuran tubuh ini. Karena kepala dan dada ratu tidak tumbuh, dia tampak malas dan tidak dapat bergerak dengan bersemangat (Riswana, 2021).

Individu seksual yang membentuk kasta reproduktif adalah jantan (raja), yang bertugas membuahi betina, dan betina yang perutnya biasanya sangat besar yang bertelur. Dalam hal durasi tugasnya, ratu sebenarnya lebih penting daripada raja karena betina dapat menghasilkan ratusan telur dalam satu kali perkawinan dan menyimpan sperma dalam kantung yang unik yang kemungkinan menghilangkan kebutuhan untuk kopulasi berulang. Koloni rayap akan terus berkembang bahkan jika mereka mati. Ratu atau raja baru akan dipilih oleh koloni dari antara rayap-rayap lain, biasanya anggota kasta pekerja (Riswana, 2021).

Gejala Serangan (*C. curvignathus*)

Hama tropis dan subtropis *C. curvignathus* mulai ditemukan dari pesisir hingga ketinggian 3.000 meter di atas permukaan laut, dengan suhu udara berkisar antara 25 hingga 29 derajat Celsius dan kelembapan antara 60 hingga 70%. Serangan rayap pada tanaman kelapa sawit biasanya berbentuk gundukan tanah yang disambung atau ditempelkan pada tanaman, dengan terowongan rayap di dalamnya. Bentuk khas lubang-lubang ini seperti karton, yang merupakan gabungan antara karton rayap dan tanah yang diambil dari akar tanaman. Selain itu, tidak seperti rayap lainnya, *C. curvignathus* tidak menyukai cahaya. Rayap menggali terowongan untuk menghindari cahaya (Sudono *dkk.*, 2017)

Serangan *C. curvignathus* pada tanaman ini dimulai dari akar atau batang di bawah permukaan tanah dan berlanjut ke titik tertinggi tanaman. Ketika serangan telah mencapai bagian atas tanaman, bagian bawah tanaman membengkak dan menjadi lunak karena mengandung air yang membuat pucuk

tanaman tumbang. Gejala semacam itu muncul ketika organisme pembusuk kecil muncul setelah serangan rayap (Sudono *dkk.*, 2017).

Pengendalian Rayap (*C. curvignathus*)

Pengendalian rayap umumnya dilakukan dengan cara lampau di perkebunan kelapa sawit di lahan gambut, yaitu menekankan penggunaan spesifikasi dan membiarkan aplikasi sporadis tanpa terlebih dahulu memperbanyak populasi rayap. Karena pestisida diberikan ke seluruh area tanaman, cara ini kurang efisien. Selain membuang-buang uang, cara ini juga akan berdampak buruk terhadap lingkungan karena mencemarinya. Karena tanaman mengandung berbagai macam zat kimia, Pramana (2016) melakukan penelitian tentang pengendalian rayap menggunakan komponen aktif biologis dan menyimpulkan bahwa pestisida nabati memiliki kemampuan untuk mengendalikan hama rayap.

Kandungan Tanaman Daun Sirsak (*A. muricata* L.)

Zat kimia acetoginin, seperti squamosin, bulatacin, dan asimisin, ditemukan dalam daun sirsak. Senyawa acetoginin memiliki manfaat sebagai antifeedant pada konsentrasi tinggi. Dalam hal ini, hama serangga kehilangan minat untuk memakan bagian tanaman yang pernah mereka nikmati. Meskipun merupakan racun perut, zat ini dapat membunuh hama serangga pada dosis rendah. Selain itu, daun sirsak mengandung 15 zat yang sangat baik dalam mengendalikan hama serangga. Zat-zat ini mengandung acetoginin, yang meliputi diterpenoid, flavonoid, dan alkaloid, dan yang membantu menekan hama pada tanaman yang diserang (Anwar *dkk.*, 2022).

Potensi Ekstrak Daun Sirsak sebagai Insektisida Nabati

Di pembibitan *Acacia crassicarpa*, ekstrak daun sirsak bisa digunakan sebagai insektisida botani untuk mengendalikan serangan kutu putih. Konsentrasi optimal untuk mengendalikan hama kutu putih adalah 30 g/l air, yang memiliki waktu kematian awal tercepat 2,5 jam (2 jam 30 menit), waktu mematikan (LT50) 8,5 jam (8 jam 30 menit), dan tingkat kematian keseluruhan 90% (Darlis *dkk.*, 2024).

Mortalitas atau kematian larva *S. litura* pada berbagai waktu pengamatan nyata dipengaruhi oleh berbagai konsentrasi ekstrak daun sirsak insektisida nabati. Penelitian yang telah dilakukan bahwa EDS yang efektif untuk mengendalikan ulat grayak adalah pada konsentrasi 20% yang mampu mematikan ulat grayak sebesar 100% (Sundari *dkk.*, 2021).

Bila diaplikasikan pada tanaman padi, ekstrak daun sirsak (*A. muricata* L.) efektif membunuh hama walang sangit (*Leptocorisa acuta*). Adanya metabolit sekunder pada ekstrak daun sirsak yang berfungsi sebagai *antifeedant* menjadi penyebab tingginya jumlah hama walang sangit yang mati (Karlina, 2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis yang paling efektif untuk membasmi hama wereng coklat adalah 25%. Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kisaran konsentrasi biopestisida yang efektif untuk mengendalikan populasi walang sangit dewasa adalah 14,2% hingga 50% (Karlina, 2022).

Dapat menurunkan intensitas serangan OPT sebesar 58% jika diaplikasikan pestisida nabati ekstrak daun sirsak. Pengaplikasian pestisida nabati ekstrak daun sirsak juga meminimalisir kehilangan hasil pada panen kangkung hingga 8,05% lebih tinggi dibandingkan tanpa pengaplikasian pestisida nabati

(Ramadhan dan Firmansyah, 2022).

Larva dapat dibunuh oleh zat kimia saponin dan flavonoid. Penelitian tentang daun sirih yang terdapat zat kimia aktif, seperti flavonoid dan saponin, yang dibenci serangga dan berpotensi membunuh serangga, mendukung hal ini (Aprilia, 2018). Flavonoid memiliki kemampuan untuk meracuni atau menghambat sistem pernapasan. Ketika flavonoid masuk ke dalam tubuh larva, zat tersebut dapat membahayakan sistem saraf dan menyebabkan layu. Lebih jauh lagi, zat kimia saponin merupakan racun yang dapat merusak membran kutikula larva jika masuk ke dalam tubuhnya. Menurut penelitian, saponin merupakan zat bioaktif dan toksik yang dapat merusak membran kutikula larva, sedangkan flavonoid merupakan zat aktif yang dapat membahayakan sistem pernapasan dan saraf larva jika masuk ke dalam tubuhnya (Bisyor, 2020).

Kandungan Tanaman Daun Sirih Hijau (*P. betle L.*)

Satu-satunya asam amino yang ditemukan dalam daun sirih hijau adalah arginin, histidin, dan lisin. Glisin hadir dalam bentuk kombinasi, sedangkan asparagin hadir dalam jumlah yang signifikan. Kemudian ornitin dan prolin. Sementara kandungan tanin daun sirih muda dan tua sama, daun yang lebih muda memiliki kadar minyak atsiri yang jauh lebih tinggi (yang memberi daun bau aromatik yang unik), diastat, dan gula (Rachman, 2017).

Potensi Ekstrak Daun Sirih Hijau sebagai Insektisida Nabati

Penelitian sebelumnya Hubungan antara kematian rayap dan daun sirih Karena daun sirih memiliki dampak yang signifikan terhadap kematian rayap,

maka penanganan terbaik dicapai pada jarak penanganan dengan konsentrasi 100% 48 jam setelah penanganan. Oleh karena itu, penggunaan daun sirih untuk pengendalian rayap dapat dianjurkan (Lastri, 2017).

Semakin banyak sari daun sirih hijau (*P. betle* L.) yang digunakan, semakin berhasil membunuh belalang hijau (*Oxya serville*). Demikian simpulan yang diambil dari efektivitas sari daun sirih hijau sebagai pestisida alami. Hal ini dibuktikan dengan penggunaan 45 dan 55 ml sari daun sirih hijau, yang masing-masing menghasilkan 53% dan 70% kematian belalang hijau. (Rahmawati, 2020).

Daun sirih dapat digunakan sebagai insektisida nabati. Inilah sebabnya mengapa konsentrasi yang tinggi membuat kutu busuk lebih mudah mati. Seperti yang dapat diamati dari konsentrasi 100% yang memiliki tingkat kematian walang sangit yang tinggi, semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun sirih, semakin tinggi pula tingkat kematian walang sangit (Buulolo, 2023).

Mekanisme Cara Kerja Pestisida Nabati

Telah diuji bahwa daun sirih dapat beracun. Zat kimia acetogenin, seperti squamasin, rondecin, dan asimisin, ditemukan dalam daun sirih. Zat kimia acetogenin memiliki manfaat sebagai anti-feedent (menurunkan rasa lapar) pada konsentrasi tinggi, yang membuat serangga kurang bersemangat untuk menambah porsi makan yang mereka nikmati. Zat kimia ini berfungsi sebagai racun perut pada dosis rendah, yang dapat membuat hama serangga semakin dekat dengan kematian (Karlina, 2022). Pemanfaatan bahan ini amat potensial sebagai insektisida dan bekerja sebagai *anti feedent* (menurunkan nafsu makan) dengan cara kerja sebagai racun kontak yaitu pestisida ini mematikan organisme sasaran,

memperlambat pergerakan serangga, mengurangi aktivitasnya, dan akhirnya menyebabkannya binasa jika menangkap target yang dituju. (Karlina, 2022).

Daun sirih hijau dapat menjadi racun kontak (kutikula) dan racun perut (sistem pencernaan). Hal ini disebabkan karena bahan aktif dalam pestisida tersebut masuk ke dalam tubuh serangga *C. curvignathus* melalui lubang-lubang alami dan berfungsi sebagai racun kontak. Komponen aktif insektisida tanaman daun sirih hijau dapat berfungsi sebagai racun lambung secara maksimal. Zat tersebut masuk ke dalam tubuh serangga sebagai racun lambung melalui saluran pencernaan makanan. Begitu masuk, senyawa daun sirih hijau tersebut membunuh serangga dengan cara merusak sistem pernapasan dan sel-sel lambungnya. (Rachman, 2017).

Hipotesis penelitian

1. Adanya pengaruh penggunaan insektisida nabati dari ekstrak *A. muricata* L. terhadap mortalitas *C. curvignathus*.
2. Adanya pengaruh penggunaan insektisida nabati dari ekstrak *P. betle* L. terhadap mortalitas *C. curvignathus*.
3. Adanya pengaruh kombinasi dari insektisida nabati dari ekstrak *A. muricata* L. dan *Piper betle* L. terhadap mortalitas *C. curvignathus*.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Lantai III Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan dengan ketinggian ± 27 mdpl. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2024.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *C. curvignathus* H, *P. betle* L, *A. muricata* L, aquadest dan etanol 96%. Alat yang digunakan adalah pisau, liter box, kain kasa, karet, pinset, toples plastik 200 ml, kertas label, blender, pengaduk, labu erlenmeyer, timbangan analitik, rotary evaporator, corong, kertas saring, handsprayer, kamera, oven, lemari es, gelas ukur, alat tulis, kertas aluminium dan alat pendukung lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan.

Konsentrasi dan ekstrak daun sirsak+ aquades (ml)

Kontrol = Tanpa perlakuan

A₁ (20%) = 20 ml ekstrak daun sirsak + 80 ml aquades (Sundari *dkk.*, 2021)

A₂ (40%) = 40 ml ekstrak daun sirsak+ 60 ml aquades

A₃ (60%) = 60 ml ekstrak daun sirsak+ 40 ml aquades

Konsentrasi dan ekstrak daun sirih hijau + aquades (ml)

Kontrol = Tanpa perlakuan

P₁ (25%) = 25 ml ekstrak sirih hijau + 75 ml aquades

P₂ (50%) = 50 ml ekstrak sirih hijau + 50 ml aquades

P₃ (75%) = 75 ml ekstrak sirih hijau + 25 ml (Lastri, 2017)

Konsentrasi dan ekstrak kombinasi (50% e.ds : 50% e.dsh ml) + aquades (ml)

Kontrol = Tanpa perlakuan

K₁ (40%) = 20 ml eds + 20 ml edsh + 60 ml aquades

K₂ (60%) = 30 ml eds + 30 ml edsh + 40 ml aquades (Siswaatmadja *dkk.*, 2021).

K₃ (80%) = 40 ml eds + 40 ml edsh + 20 ml aquades

Perhitungan RAL (Hanafiah, 2014) :

$$t (r - 1) \geq 15$$

$$9 (r - 1) \geq 15$$

$$9r - 9 \geq 15$$

$$9r \geq 15 + 9$$

$$r \geq 24/9 = 2,7 = 3$$

Total ulangan : 3 ulangan

Total toples : 27 toples + 3 toples kontrol

Total hama : 10 ekor/toples

Total hama keseluruhan : 300 ekor

Keterangan :

e.ds : ekstrak daun sirih

t : perlakuan

e.dsh : ekstrak daun sirih hijau

r : ulangan

Metode Analisis Data

Mengikuti model matematika linier dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial, data penelitian dievaluasi menggunakan analisis varians dan kemudian uji perbedaan rata-rata Duncan (DMRT) α 5% :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Dimana :

Y_{ij} = hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dan kelompok ke -j

μ = rata-rata umum

T_i = pengaruh perlakuan ke-i

B_j = pengaruh kelompok ke-j

ϵ_{ij} = pengaruh acak pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan Daun Sirsak dan Daun Sirih Hijau

Daun sirsak dan daun sirih hijau diambil dilapangan dan dari pohonnya (Gambar 1 dan gambar 2). Kriteria daun yang digunakan ialah daun yang tidak muda dan daun yang tidak tua (Rizal, 2019). Pengambilan daun diambil dengan masing masing berat 1 kg yang kemudian dibawa menggunakan wadah plastik, kemudian daun tersebut akan dibawa ke laboratorium fakultas pertanian umsu untuk disimpan terlebih dahulu sebelum dibuat ekstrak.



Gambar 1. Pengambilan Daun Sirih Hijau



Gambar 2. Pengambilan Daun Sirsak

Pembuatan Ekstrak Daun Sirsak

Daun yang sudah tersedia akan dibuat menjadi ekstrak dengan tahapan yaitu daun sirsak terlebih dahulu dicuci bersih dengan air mengalir (Gambar 3).



Gambar 3. Pencucian daun Sirsak

Kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven (Gambar 4). Pengeringan dilakukan pada pembuatan ekstrak daun pestisida nabati untuk mengurangi kadar air dalam bahan sehingga tidak menjadi rusak dan bisa disimpan lebih lama (Sari, 2018). Lalu daun dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubuk.



Gambar 4. Pengeringan Daun Sirsak

Simplisia selanjutnya ditimbang beratnya 500 gram. Simplisia selanjutnya direndam dengan menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 1000 ml. Setelah 2 hari rendaman disaring dengan menggunakan corong yang dilapisi kertas saring,

setelah disaring hasil ekstraksi diuapkan menggunakan rotary evaporator hingga menghasilkan ekstrak murni daun sirih. Kemudian ekstrak yang didapat disimpan di lemari es yang suhunya 4°C sampai ekstrak digunakan untuk proses pengujian. Penggunaan ekstrak daun sirih disesuaikan dengan konsentrasi yang akan diuji dengan penambahan aquades sesuai perlakuan yang sudah ditentukan.

Pembuatan Ekstrak Daun Sirih Hijau

Daun yang sudah tersedia akan dibuat menjadi ekstrak dengan tahapan yaitu daun sirih hijau terlebih dahulu dicuci bersih dengan air mengalir (Gambar 5).



Gambar 5. Pencucian Daun Sirih Hijau

Kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven (Gambar 6) lalu daun dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi bubuk (simplicia) (Gambar 7).



Gambar 6. Pengeringan Daun Sirih Hijau



Gambar 7. Penghalusan daun menjadi bubuk

Simplisia selanjutnya ditimbang beratnya 500 gram. Simplisia selanjutnya direndam dengan menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 1000 ml (Gambar 8). Setelah itu rendaman disimpan di lemari es yang suhunya 4°C (Gambar 9).



Gambar 8. Perendaman bubuk dengan ethanol



Gambar 9. Hasil rendaman disimpan di lemari es

Dua hari setelahnya rendaman disaring dengan kain kassa terlebih dahulu (Gambar 10). Kemudian disaring menggunakan corong yang dilapisi kertas wattman (Gambar 11).



Gambar 10. Penyaringan menggunakan kain kassa



Gambar 11. Penyaringan dengan kertas wattman

Setelah disaring rotary evaporator digunakan untuk menguapkan hasil ekstraksi. (Gambar 12) sampai dihasilkan ekstrak murni daun sirih hijau selama 30 menit.



Gambar 12. Proses pemurnian ekstraksi dengan rotary evaporator

Setelah itu, bahan yang diekstraksi disimpan dalam lemari es pada suhu 4 °C hingga dibutuhkan untuk pengujian. Penggunaan ekstrak daun sirih disesuaikan dengan konsentrasi yang akan diuji dengan penambahan aquades sesuai perlakuan yang sudah ditentukan.

Pembuatan Ekstrak Kombinasi

Ekstrak dari daun sirih dan daun sirih hijau dicampurkan dengan masing masing konsentrasi yang diberikan dengan perbandingan 1 : 1 untuk ekstrak daun dan ditambahkan dengan aquades sesuai perlakuan yang akan diberikan.

Pengambilan *C. curvignathus*

Pengambilan *C. curvignathus* dan sarangnya diambil dari Perkebunan Kelapa Sawit yang ada di PTPN II, Deli Serdang. *C. curvignathus* diambil disekitaran areal pertanaman kelapa sawit dengan melihat gejala serangan rayap yang ditandai dengan adanya gundukan disekitar pohon (Gambar 13).



Gambar 13. Gundukan tanah sarang *C. curvignathus*

Gundukan tersebut di ambil dengan menggunakan cangkul dan dilihat keberadaan rayap kemudian sarang dan rayap diambil beserta tanah hasil gundukannya. Setelah itu, rayap beserta sarangnya dimasukkan kedalam kotak plastik yang besar sesuai ukuran besarnya gundukan yang dibawa (Gambar 14). Kemudian kotak yang sudah berisi rayap dan sarangnya langsung dibawa ke laboratorium dan langsung dipisahkan sesuai dengan jenis-jenis kastanya.



Gambar 14. Pengambilan *C. curvignathus*

Peletakan *C. curvignathus* di toples perlakuan

Rayap yang akan dilakukan uji adalah rayap dari kasta pekerja. Rayap kasta pekerja diambil dan di masukkan kedalam 36 toples plastik yang berukuran 200 ml dengan masing masing 10 ekor per toplesnya yang di setiap toples sudah berisi rayap dan tanah serta sarangnya (Gambar 15). Kemudian toples tersebut ditutup dengan menggunakan kain kassa yang diikat dengan karet gelang (Gambar 16).



Gambar 15. Pemindahan *C. curvignathus* kasta pekerja ke wadah perlakuan



Gambar 16. Penutupan wadah perlakuan

Aplikasi Perlakuan

Handspray 100 ml diisi dengan ekstrak daun sirsak, ekstrak daun sirih hijau, dan kombinasi keduanya yang telah melewati proses ekstraksi, sesuai dengan perlakuan dan konsentrasi masing-masing yang telah ditetapkan. Kemudian ekstrak yang sudah didalam handsprayer disemprotkan ke toples plastik yang sudah berisi rayap dan pakan rayap didalamnya (Gambar 17). Aplikasi penyemprotan dilakukan sebanyak 3 kali semprot ke rayap dan pakan hingga kondisinya sudah basah dengan jarak semprot 20 cm dari objek yang akan disemprot (Study pendahuluan). Kemudian diaplikasikan kembali 3 hari kemudian dengan melihat perkembangan dari mortalitas penyemprotan sebelumnya. Penyemprotan dilakukan kembali agar mengatasi jika penyemprotan ada yang belum terkena semua insektisida nabatinya dari ekstrak yang sudah diberikan.



Gambar 17. Pengaplikasian insektisida nabati

Pengecekan Suhu

Sebelum dilakukannya pengamatan perlu dilakukan pengecekan suhu menggunakan alat termometer hygrometer diruangan laboratorium tempat *C. curvignathus* yang diteliti dan kemudian catat suhunya sesuai dengan waktu pengecekan (Gambar 18 dan 19).

Pengecekan Kelembaban

Sebelum dilakukannya pengamatan perlu dilakukan pengecekan kelembaban menggunakan alat termometer hygrometer diruangan laboratorium tempat *C. curvignathus* yang diteliti dan kemudian catat suhunya sesuai dengan waktu pengecekan (Gambar 18 dan 19).



Gambar 18. Pengecekan Suhu dan Kelembaban Hari ke-1



Gambar 19. Pengecekan Suhu dan Kelembaban Hari ke-2

Parameter Pengamatan

Persentase Mortalitas Hama

Satu hari (24 jam) setelah penyemprotan dilakukan pengamatan kematian hama. Persentase mortalitas hama dihitung dengan rumus (Christiyanto, 2016) :

$$P = a/b \times 100\%$$

Keterangan :

P : Persentase mortalitas rayap

a : Total rayap yang mati per toples perlakuan

b : Total rayap yang hidup per toples perlakuan

Pengamatan Gejala Kematian Secara Visual

Setelah berbagai perlakuan pestisida, perubahan pada *C. curvignathus* dicatat. Pengamatan dilihat dari tingkah laku dan perubahan warna pada rayap. Pengamatan dicatat sesuai jam pengamatan yang sudah ditentukan dengan melihat gejala kematian yang dialami *C. curvignathus*. Pengamatan perubahan dari gejala yang dialami dilakukan sebanyak 3 kali yaitu 4 JSA, 21 JSA dan 24 JSA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas *C. curvignathus*

Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirsak

Tabel 1. Data Pengamatan Persentase Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirsak

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rata-rata |
|-----------|---------|-----|-----|-------|-----------|
| | I | II | III | | |
| Kontrol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| A1 | 30 | 100 | 80 | 210 | 70,00 |
| A2 | 80 | 100 | 90 | 270 | 90,00 |
| A3 | 80 | 100 | 90 | 270 | 90,00 |
| Total | 190 | 300 | 260 | 750 | 62,5 |

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada kontrol tidak terdapat mortalitas pada *C. curvignathus* karena tidak dilakukannya aplikasi ekstrak daun sirsak. Pada perlakuan A1 konsentrasi 20% rata-rata mortalitas mencapai 70%. Pada perlakuan A2 konsentrasi 40% rata-rata mortalitas mencapai 90%. Pada perlakuan A3 konsentrasi 60% rata-rata mortalitas juga mencapai 90%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun sirsak dengan konsentrasi tinggi dapat mempercepat mortalitas *C. curvignathus*. Hal ini sesuai dengan penelitian Karlina (2022) yang menunjukkan bahwa konsentrasi pestisida nabati yang tinggi dapat meningkatkan jumlah total bahan kimia berbahaya yang ada, sehingga mengakibatkan tingkat kematian yang lebih cepat.

Tabel 2. Rataan Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirsak

| Perlakuan | Rataan Mortalitas (%) <i>C. curvignathus</i> |
|-----------|--|
| Kontrol | 0,00a* |
| A1 | 70,00b |
| A2 | 90,00b |
| A3 | 90,00b |

Keterangan : *Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji Duncan 5% dengan SPSS.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan A1, A2 dan A3 berbeda nyata dengan kontrol sedangkan pada perlakuan A1, A2 dan A3 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa hasil mortalitas tertinggi terdapat di perlakuan A2 dan A3 yaitu 90% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan A1 tetapi berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini terjadi dikarenakan pada perlakuan A1, A2, dan A3 menunjukkan kemampuan dari bahan aktif yang dikandung dari ekstrak daun sirsak efektif terhadap mortalitas *C. curvignathus*. Penelitian Aprilia (2018) tentang daun sirsak yang mengandung senyawa aktif—seperti flavonoid dan saponin—yang dapat mengusir serangga dan dapat membunuh serangga memperkuat hal ini. Flavonoid memiliki kemampuan untuk meracuni atau menghambat sistem pernapasan. Layu dan kerusakan sistem saraf dapat terjadi akibat masuknya flavonoid ke dalam tubuh serangga. Lebih jauh lagi, zat kimia saponin memiliki sifat racun dan dapat merusak membran kutikula serangga jika masuk ke dalam tubuhnya.

Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirih Hijau

Tabel 3. Data Pengamatan Persentase Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirih Hijau

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rata-rata |
|-----------|---------|-----|-----|-------|-----------|
| | I | II | III | | |
| Kontrol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| P1 | 100 | 100 | 60 | 260 | 86,67 |
| P2 | 90 | 80 | 100 | 270 | 90,00 |
| P3 | 70 | 60 | 100 | 230 | 76,67 |
| Total | 260 | 240 | 260 | 760 | 84,44 |

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada kontrol tidak terdapat mortalitas pada *C. curvignathus* karena tidak dilakukannya aplikasi ekstrak daun sirih hijau. Pada perlakuan P1 konsentrasi 25% rata-rata mortalitas mencapai 86,67%. Pada perlakuan P2 konsentrasi 50% rata-rata mortalitas mencapai 90%. Pada perlakuan P3 konsentrasi 75% rata-rata mortalitas mencapai 76,67%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun sirih hijau dengan konsentrasi P1(25%) sudah efektif terhadap mortalitas *C. curvignathus* karena sudah mencapai persentasi mortalitas 86,67%. Hal ini selaras dengan penelitian Anggraini dan Masfufatun (2017) yang menyatakan bahwa karena bersifat semipolar dan dapat menarik molekul polar maupun nonpolar, etanol merupakan pelarut pilihan karena memiliki kualitas berbahaya yang lebih sedikit dibandingkan pelarut lain seperti eter dan metanol. Namun, daun sirih digunakan sebagai ekstrak karena mengandung komponen alkaloid yang dapat mengganggu sistem saraf, sehingga mengakibatkan efek kematian yang signifikan..

Tabel 4. Rataan Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirih Hijau.

| Perlakuan | Rataan Mortalitas (%) <i>C. curvignathus</i> H. |
|-----------|---|
| Kontrol | 0,00a* |
| P1 | 86,67b |
| P2 | 90,00b |
| P3 | 76,67b |

Keterangan : *Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji Duncan 5% dengan SPSS.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 berbeda nyata dengan kontrol sedangkan pada perlakuan P1, P2 dan P3 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Perlakuan P2 memiliki tingkat kematian tertinggi (90%) menurut data, hal ini jauh berbeda dari kontrol tetapi tidak berbeda dari perlakuan P1 atau P3. Hal ini terjadi karena perlakuan P1, P2, dan P3 menunjukkan kemanjuran bahan aktif dalam ekstrak daun sirih hijau dalam mengurangi kematian rayap.. Hal tersebut di dukung oleh penelitian Herawati didalam penelitian Mustafa (2019), minyak atsiri, flavonoid, alkaloid, fenol, dan tanin merupakan beberapa zat yang terkandung dalam daun sirih yang dapat merusak dinding tubuh serangga dan akhirnya menyebabkan kematian. Zat kimia alkaloid memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai racun perut jika masuk ke dalam serangga, zat tersebut dapat merusak saluran pencernaan dan melumpuhkan sarafnya. Namun, molekul tanin berpotensi merusak dinding tubuh serangga. Salah satu makromolekul yang berbahaya adalah tanin (Mustafa, 2019). Zat kimia tanin memiliki kemampuan untuk merusak dinding tubuh serangga dan mencegah terbentuknya enzim amilase, yang berdampak pada kemampuan serangga untuk menyerap nutrisi. (Mustafa, 2019).

Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Daun Sirsak dan Daun Sirih Hijau

Tabel 5. Data Pengamatan Persentase Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Kombinasi Daun Sirsak dan Sirih Hijau

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rata-rata |
|-----------|---------|-----|-----|-------|-----------|
| | I | II | III | | |
| Kontrol | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| K1 | 80 | 90 | 60 | 230 | 76,67 |
| K2 | 50 | 50 | 60 | 160 | 53,33 |
| K3 | 70 | 60 | 90 | 220 | 73,33 |
| Total | 200 | 200 | 210 | 610 | 50,83 |

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada kontrol tidak terdapat mortalitas pada rayap karena tidak dilakukannya aplikasi ekstrak keduanya. Pada perlakuan K1 (konsentrasi 40%) rata-rata mortalitas mencapai 76,67%. Pada perlakuan K2 (konsentrasi 60%) rata-rata mortalitas mencapai 53,33%. Pada perlakuan K3 (konsentrasi 80%) rata-rata mortalitas mencapai 73,33 %. Data menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun sirih hijau dengan konsentrasi K1 (40%) sudah efektif terhadap mortalitas *C. curvignathus* karena sudah mencapai persentasi mortalitas 76,67%. Hal ini didukung pernyataan Andini (2018) bahwa peningkatan konsentrasi bahan racun tersebut berkorelasi positif dengan peningkatan konsentrasi sehingga daya bunuhnya meningkat. Tanin yang menyebabkan metabolit sekunder daun sirih hijau dan daun sirsak, dapat menjadi bahan toksik tersebut (Andini, 2018). Kandungan tanin dalam ekstrak akan meningkat seiring dengan konsentrasi ekstrak yang digunakan. Hal tersebut didukung dengan penelitian Aprilia (2018) yang menyatakan bahwa pada daun sirsak mengandung senyawa aktif salah satunya saponin dan flavonoid yang tidak disukai serangga dan dapat mematikan serangga.

Tabel 6. Rataan Mortalitas *C. curvignathus* dengan Pemberian Ekstrak Kombinasi Daun Sirsak dan Sirih Hijau

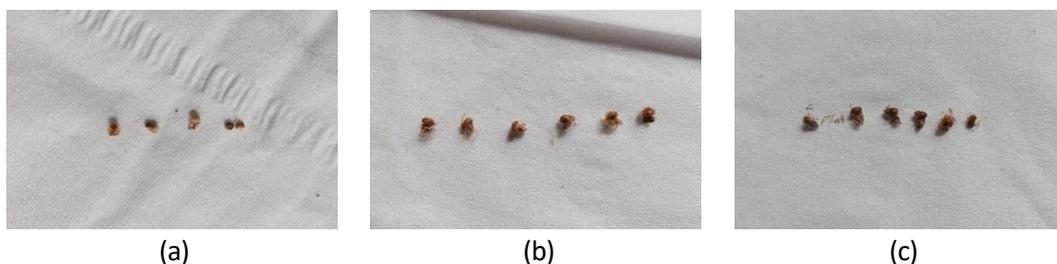
| Perlakuan | Rataan Mortalitas (%) <i>C. curvignathus</i> H. |
|-----------|---|
| Kontrol | 0,00a* |
| K1 | 76,67c |
| K2 | 53,33b |
| K3 | 73,33bc |

Keterangan : *Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji Duncan 5% dengan SPSS.

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan K1, K2 dan K3 berbeda nyata dengan kontrol. Pada perlakuan K2 dan K3 tidak berbeda nyata dan perlakuan K1 dan K3 juga tidak berbeda nyata sedangkan K1 dan K2 berbeda nyata. Hal ini terjadi dikarenakan pada perlakuan K1, K2, dan K3 menunjukkan kemampuan dari senyawa aktif yang dikandung dari ekstrak daun sirsak dan daun sirih hijau efektif terhadap mortalitas *C. curvignathus*. Sejalan dengan penelitian Bisyaroh (2020) yang menyatakan saponin merupakan zat bioaktif dan beracun yang dapat merusak membran kutikula serangga, sedangkan flavonoid merupakan zat aktif yang jika masuk ke dalam tubuh serangga dapat merusak sistem pernapasan dan sarafnya. Zat kimia saponin yang terdapat dalam daun sirih dan sirsak memiliki kemampuan untuk merusak lapisan lilin pada lapisan kutikula, sehingga rayap tidak mendapatkan udara dan akhirnya mati. Meskipun bersifat antifeedant, senyawa tanin menyebabkan jaringan kulit rayap menyusut dan mengering. (Qin *dkk.*, 2021).

Pengamatan Gejala Kematian Secara Visual

Penelitian ini menunjukkan bahwa pada *C. curvignathus*, tanda-tanda kematian berubah sebelum kematian ditandai dengan mulai kurangnya pergerakan, diikuti tubuh *C. curvignathus* yang sudah terlentang dan kemudian mati pada 4 JSA di hari pertama diikuti perubahan warna dari warna pucat ke cokelat kehitaman, bahkan menjadi hitam disertai penyusutan tubuh dan mengering. Seluruh tubuh *C. curvignathus* yang mati berubah menjadi hitam dan mulai berbau pada hari kedua, yang tampaknya menjadi gejala mengerikan terakhir.



Gambar 23. Gejala Kematian yang dialami *C. curvignathus*; (a) kondisi *C. curvignathus* sedikit pergerakan (4 JSA); (b) warna *C. curvignathus* dari pucat menjadi kecokelatan (21 JSA); (c) *C. curvignathus* sudah menghitam dan mongering (24 (JSA)

Mekanisme kerja dari senyawa ekstrak daun sirsak, daun sirih hijau dan kedua ekstrak kombinasi yaitu sebagai racun kontak dimulai dengan masuk ke dalam tubuh serangga melewati kulit (kutikula) dan di bawa ke bagian tubuh serangga tempat pestisida aktif bekerja dan kemudian zat ini akan masuk ke sistem pencernaan melalui lubang alami, diserap melalui dinding usus, lalu bergerak ke pusat saraf, sehingga menurunkan keseimbangan pada rayap dan mengakibatkan kematian (Andini, 2018). Hal ini sesuai dengan pernyataan Pellegrini *dkk* (2017) bahwa senyawa yang masuk melalui lubang-lubang alami

dan masuk ke organ pencernaan dan diserap oleh dinding-dinding usus lalu di translokasikan ke pusat saraf kemudian saraf dari rayap akan terganggu dan mengalami kematian, yang warnanya berubah menjadi coklat kehitaman. Menurut penelitian Bisyaroh (2020), saponin merupakan senyawa bioaktif yang bersifat toksik dan dapat merusak membran kutikula serangga, sedangkan flavonoid merupakan senyawa aktif yang dapat membahayakan sistem pernafasan dan saraf serangga jika masuk ke dalam tubuhnya. Zat kimia saponin yang ditemukan dalam daun sirih dan sirsak memiliki kemampuan untuk merusak lapisan lilin kutikula, yang membuat rayap kekurangan udara dan akhirnya menyebabkan kematian. Jaringan kulit rayap mengering dan menyusut oleh molekul tanin, yang bertindak sebagai antifeedant. (Qin *dkk.*, 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Ekstrak daun sirsak pada seluruh perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas *C. curvignathus*. Perlakuan A1 (20%) menyebabkan mortalitas sebesar 70%, sedangkan A2 (40%) dan A3 (60%) menyebabkan mortalitas sebesar 90%.
2. Ekstrak daun sirih hijau pada seluruh perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas *C. curvignathus*. Perlakuan P1 (25%) menyebabkan mortalitas 86,67%, sedangkan perlakuan P2 (50) sebesar 90%, dan P3 (75%) sebesar 76,67%.
3. Ekstrak kombinasi daun sirsak dan daun sirih hijau pada seluruh perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas *C. curvignathus*. Perlakuan K1 (40%) menyebabkan mortalitas sebesar 76,67%, sedangkan perlakuan K2 (60%) sebesar 53,33%, dan K3 (80%) sebesar 73,33%.

Saran

1. Perlu dilakukan uji lapangan untuk mendukung hasil penelitian yang sudah dilakukan di laboratorium (*in vitro*).
2. Perlu dilakukan penelitian untuk melihat perbedaan paling berpengaruh diantara ekstrak daun sirsak dan ekstrak daun sirih hijau pada *C. curvignathus*.
3. Perlu dilakukan penelitian untuk melihat perkembangan mortalitas *C. curvignathus*

DAFTAR PUSTAKA

- Alfayanti, A., Yesmawati, Y., Harta, L., Dinata, K., Yuliasari, S. 2021. Strategi Pengendalian Rayap Secara Terpadu pada Pertanaman Kelapa Sawit. Volume 2, Nomor 2.
- Andini, S. T. 2018. Efektivitas Insektisida Nabati dalam Mengendalikan Larva Krop Kubis (*Croidolomia pavonana* L.) Skala Laboratorium. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Anggraini, V., dan Masfufatun, M. 2017. Efektivitas Kombinasi Ekstrak Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) dan Ekstrak Biji Alpukat (*Persea Americana*) dalam Menghambat Pertumbuhan *Candida albicans*. *Jurnal Kimia Riset*, 2(2): 86. <https://doi.org/10.20473/jkr.v2i2.6196>
- Anwar, C., Riswanda, J., dan Ghiffari, A. 2022. *Determinan Pediculosis Capitis*. Penerbit NEM.
- Aprilia, A. D., dan Latfiyatul, S. 2018. Efektivitas Larutan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) (10%, 30%, 50%) terhadap Perkembangan Mortalitas Larva *Aedes aegypti* dan *Culex* sp. *Jurnal Sains*, 8(5): 27-33.
- Arif, A. 2020. *Rayap: Peran, Biologi, Pencegahan & pengendaliannya*. Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin.
- Bisyaroh, N. 2020. Uji Toksisitas Ekstrak Biji Kelor (*Mangia oleifera*) terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal Farmasi*, 1(2): 34-44.
- Buulolo, D. 2023. Pengaruh Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L) terhadap Mortalitas Walang Sangit. *Tunas: Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(1): 50-60.
- Christiyanto, J. 2016. Toksisitas Ekstrak Daun Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Darlis, V. V., Bakara, J. P., dan Mardhiansyah, M. 2024. Pemanfaatan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata*) sebagai Pestisida Nabati Terhadap Pengendalian Hama Kutu Putih (*Paracoccus marginatus*) pada Pembibitan Akasia (*Acacia crassicarpa*). *Journal of Tropical Silviculture*, 15(01): 31-35.
- Ginting, C.S, Ps. Sudarto, dan Chenon. D. R. 2022. Strategi Pengendalian Rayap pada Kelapa Sawit di Lahan Gambut. *Warta PPKS*. Medan.
- Habibi, Diba, F., dan Siahaan, S. 2017. Keanekaragaman Jenis Rayap di Kebun Kelapa Sawit Pt. Bumi Pratama Khatulistiwa Kecamatan Sungai Ambawang Kabupaten Kubu Rayap. *Jurnal Hutan Lestari*. 5(2).
- Handru, A., Henny. H dan Dahelmi. 2022. Jenis-jenis Rayap (*Isoptera*) di

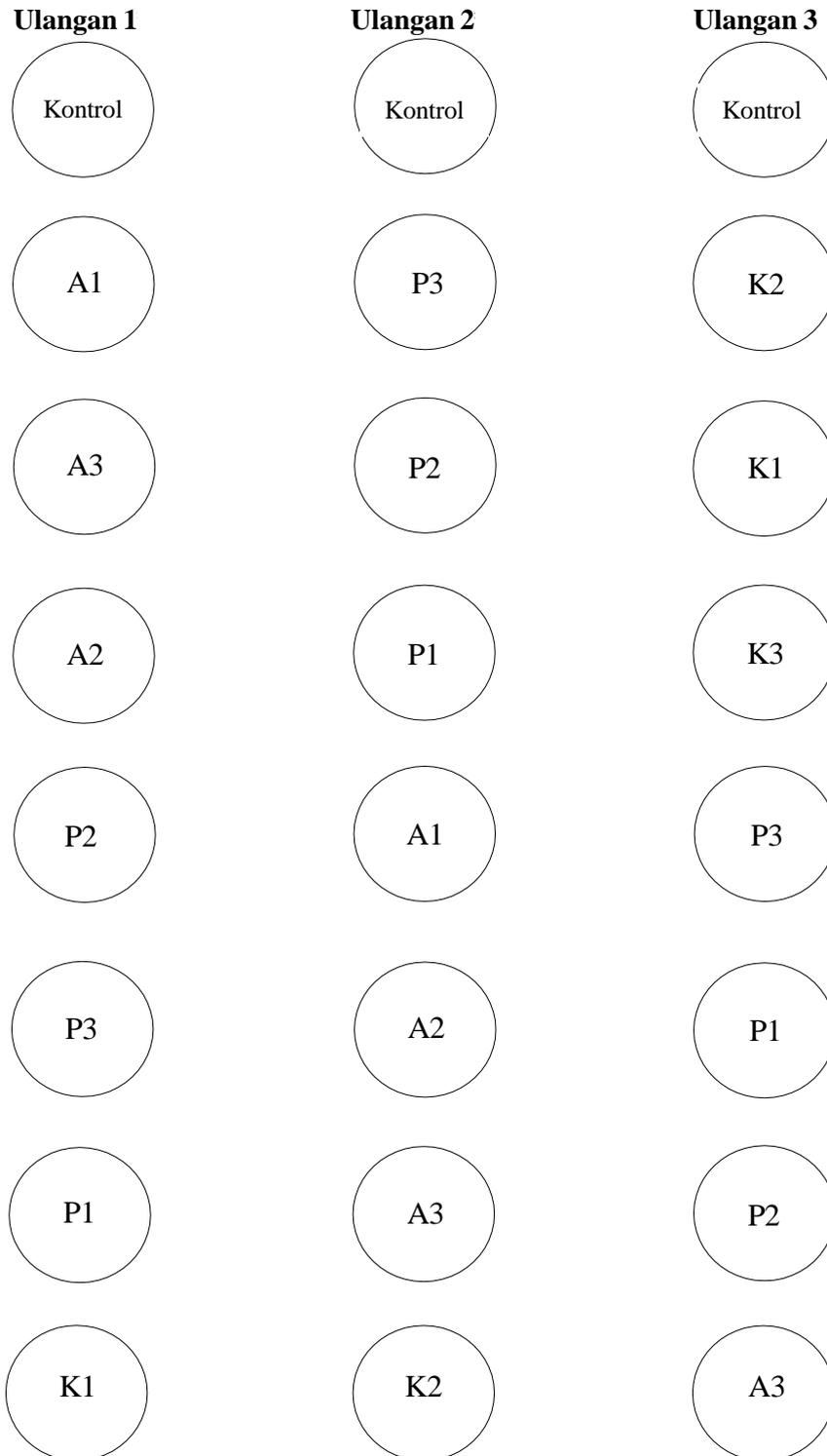
- Kawasan Hutan Bukit Tengah Pulau dan Areal Perkebunan Kelapa Sawit, Solok Selatan. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)* 1(1) : 69-77.
- Harefa, D. 2020. Pemanfaatan Hasil Tanaman Sebagai Tanaman Obat Keluarga (TOGA). *Madani: Indonesia Journal of Civil Society*, 2(2): 28–36. <https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/madani/article/view/233>.
- Karlina, D. 2022. Uji Efektivitas Bioinsektisida Ekstrak Daun Sirsak (*Annona Muricata* L) terhadap Mortalitas Rayap Tanah (*Coptotermes Gestroi*) (Doctoral Dissertation, Uin Raden Intan Lampung).
- Lastri, L. 2017. Pengaruh Pemberian Perasan Daun Sirih (*Piper Betle* L.) untuk Pengendalian Hama Rayap Tanah (*Coptotermes Curvignathus H.*) dan sumbangsuhnya pada Materi Hama dan Penyakit pada Tanaman *Kelas Viii smp/Mts* (Doctoral Dissertation, Uin Raden Fatah Palembang).
- Mustafa dan Basri, A. 2019. Perbandingan Daya Bunuh Daun Pala (*Myristica fragrans*) dan Daun Sirih (*Piper betle* L.) sebagai Larvasida Alami terhadap Larva *Aedes aegypti* Instar III di Kota Ternate. *Jurnal Kesehatan*, 9(1): 2502-1139.
- Pellegrini MC, Rosa MAS, María LU, Carmen R and Sandra RF. 2017. Chemical Composition, Antimicrobial Activity and Mode of Action of Essential Oils Against *Paenibacillus* Larvae, Etiological Agent of American Foulbrood On *Apis mellifera*. *Chem Biodivers*, 14 (4): 1-44.
- Pramana, A. 2016. Penggunaan Oli dan Insektisida Untuk Mengendalikan Rayap Di Perkebunan Kelapa Sawit. *J. Agrosains dan Teknologi*. 1 (2) : 64-72.
- Pramana, A., A. Haitami dan Jamalludin. 2018. Identifikasi Hama Rayap Kelapa Sawit di Desa Simpang Raya Kabupaten Kuantan Singingi. *J. Agroteknologi*. 2 (1) : 6-9.
- Qin, R., Li, P., Du, M., Ma, L., Huang, Y., Yin, Z., Zhang, Y., and Chen, D. 2021. *Spatiotemporal Visualization of Insecticides and Fungicides within Fruits and Vegetables Using Gold Nanoparticle-Immersed Paper Imprinting Mass Spectrometry Imaging. Nanomaterials*, 1327(11).
- Rachman, B. R. 2017. Daya Hambat Ekstrak Methanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) dan Sirih Hijau (*Piper betle* linn) terhadap Pertumbuhan *Pityrosporium ovale* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- Rahmawati, A. 2020. Efektifitas Perasan Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* L.) sebagai Insektisida Alami terhadap Mortalitas Belalang Hijau (*Oxya serville*). *Pedagogos: Jurnal Pendidikan*, 2(2): 61-65.
- Ramadhan A. M, & Firmansyah E. 2022. Daun Sirsak (*Annona muricata*) sebagai Pestisida Nabati pada Sistem Budidaya dalam Ember. *Jurnal Pengabdian*

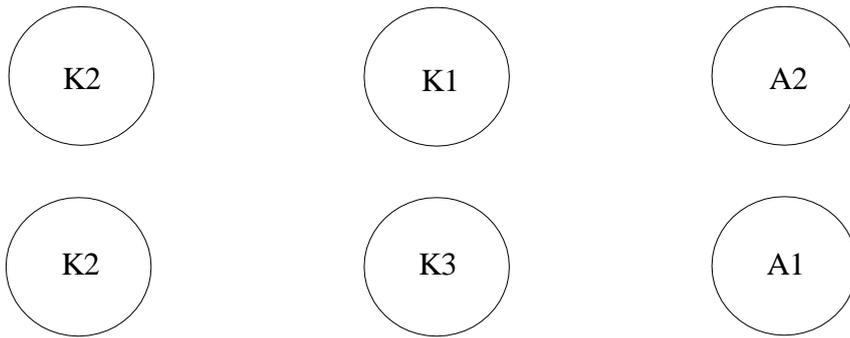
dan Pemberdayaan Masyarakat, 5(1): 151-157.

- Riswana, P. 2021. Identifikasi Serangga Hama pada Kelapa Sawit di Perkebunan Jabal Ghafur, Kabupaten Pidie sebagai Penunjang Praktikum Mata Kuliah Entomologi (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Rizal, M. 2019. Pemanfaatan Tanaman Atsiri sebagai Pestisida Nabati. Balitro. Bogor
- Sari, E. F. 2018. Pengaruh kombinasi ekstrak daun melinjo dan daun sirsak terhadap aktivitas makan dan mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman jambu kristal (*Psidium guajava* L.) (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Siswaatmadja, G. W., Sudirman, A., Supriyatdi, D., dan Syofian, M. 2021. Efektivitas Kombinasi Insektisida Nabati Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Daun Sirih Hijau (*Piper betle*) terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). pdf. *Jurnal Agrosains*, 23(2): 80-83.
- Sudono, S. Mardji, D. dan Boer. 2017. Efektivitas Penggunaan *Bacillus thuringiensis* berl. dan *Beauveria bassiana* bass. terhadap kematian beberapa Jenis Binatang Perusak Tanaman. *Jurnal Kehutanan Unmul*. 3 (1).
- Sundari, F., Mahmud, Y., dan Aulawi, T. 2021. Aplikasi Konsentrasi Ekstrak Daun *Annona muricata* L. terhadap *Spodoptera litura* F. pada Tanaman Kedelai. *Dinamika Pertanian*, 37(2): 167-178.
- WHO/FAO. 2014. *International code of conduct on pesticide management*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations; Geneva, World Health Organization (<http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/en/>).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Penelitian





Keterangan :
Kontrol

A1 = Eds 20%

A2 = Eds 40%

A3 = Eds 60%

Kontrol

P1 = Edsh 25%

P2 = Edsh 50%

P3 = Edsh 75%

Kontrol

K1 = Eds+Edsh 40%

K2 = Eds+Edsh 60%

K3 = Eds+Edsh 80%

Lampiran 2. Data Pengamatan Persentase Mortalitas *C. curvignathus* dengan Perlakuan Ekstrak Daun *A. muricata* L.

| Perlakuan | - | Ulangan | | | Total | Rata-rata |
|-----------|---|---------|-----|-----|-------|-----------|
| | | I | II | III | | |
| A0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| A1 | | 30 | 100 | 80 | 210 | 70,00 |
| A2 | | 80 | 100 | 90 | 270 | 90,00 |
| A3 | | 80 | 100 | 90 | 270 | 90,00 |
| Total | | 190 | 300 | 260 | 750 | 62,5 |

Lampiran 3. Daftar Sidik Ragam mortalitas *C. curvignathus* dengan perlakuan ekstrak daun *A. muricata* L.

| SK | DB | JK | KT | Fhitung | F5% | F1% | Ket |
|-----------|----|----------|---------|---------|------|------|-----|
| Perlakuan | 3 | 16425,00 | 5475,00 | 14,60 | 0,11 | 0,04 | ** |
| Galat | 8 | 3000,00 | 375 | | | | |
| Total | 11 | 19425 | | | | | |

Keterangan :

** : Sangat Nyata

KK : 0,31 %

Lampiran 4. Data Pengamatan Persentase Mortalitas *C. curvignathus* dengan Perlakuan Ekstrak Daun *P. betle* L.

| Perlakuan | - | Ulangan | | | Total | Rata-rata |
|-----------|---|---------|-----|-----|-------|-----------|
| | | I | II | III | | |
| P0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| P1 | | 100 | 100 | 60 | 260 | 86,67 |
| P2 | | 90 | 80 | 100 | 270 | 90,00 |
| P3 | | 70 | 60 | 100 | 230 | 76,67 |
| Total | | 260 | 240 | 260 | 760 | 84,44 |

Lampiran 5. Daftar Sidik Ragam Mortalitas *C. curvignathus* dengan Perlakuan Ekstrak Daun *P. betle* L.

| SK | DB | JK | KT | Fhitung | F5% | F1% | Ket |
|-----------|----|----------|---------|---------|------|------|-----|
| Perlakuan | 3 | 16333,33 | 5444,44 | 20,42 | 0,11 | 0,04 | ** |
| Galat | 8 | 2133,33 | 266,667 | | | | |
| Total | 11 | 18466,7 | | | | | |

Keterangan :

** : Sangat Nyata

KK : 0,26 %

Lampiran 6. Data Pengamatan Persentase Mortalitas *C. curvignathus* dengan Perlakuan Ekstrak Daun *A. muricata* L. dan *P. betle* L.

| Perlakuan | Ulangan | | | Total | Rata-rata |
|-----------|---------|-----|-----|-------|-----------|
| | I | II | III | | |
| K0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| K1 | 80 | 90 | 60 | 230 | 76,67 |
| K2 | 50 | 50 | 60 | 160 | 53,33 |
| K3 | 70 | 60 | 90 | 220 | 73,33 |
| Total | 200 | 200 | 210 | 610 | 50,83 |

Lampiran 7. Daftar Sidik Ragam *C. curvignathus* dengan Perlakuan Ekstrak Daun *A. muricata* L. dan *P. betle* L.

| SK | DB | JK | KT | Fhitung | F5% | F1% | Ket |
|-----------|----|----------|---------|---------|------|------|-----|
| Perlakuan | 3 | 11291,67 | 3763,89 | 30,11 | 0,11 | 0,04 | ** |
| Galat | 8 | 1000,00 | 125 | | | | |
| Total | 11 | 12291,7 | | | | | |

Keterangan :

** : Sangat Nyata

KK : 0,22 %

Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian



Pengambilan Daun Sirih Hijau



Pengambilan Daun Sirsak



Mencuci Daun Sirih Hijau



Mencuci Daun Sirsak



Pengeringan Daun Sirih Hijau



Pengeringan Daun Sirsak



Penghalusan daun menjadi bubuk



Perendaman bubuk dengan ethanol



Hasil rendaman disimpan di lemari es



Penyaringan menggunakan kain kassa



Penyaringan dengan kertas wattman



Proses pemurnian ekstraksi dengan alat rotary evaporator



Hasil ekstraksi



Hasil E.DS+aquades (siap aplikasi)



Hasil E.DSH+aquades (siap aplikasi)



Hasil Ekstrak Kombinasi+aquades (siap aplikasi)



Gundukan tanah *C. curvignathus* H.



Sarang *C. curvignathus* H.



Pengambilan *C. curvignathus* H.



Pemindahan *C. curvignathus* kasta pekerja ke wadah perlakuan



Penyusunan wadah perlakuan



Pengaplikasian insektisida nabati



Kondisi visual rayap mati



Kondisi visual rayap mati