

Laporan TA Nadia Silpia Putri (19713027)

by erika evi

Submission date: 12-Aug-2023 05:37AM (UTC-0400)

Submission ID: 2144763457

File name: Tugas_Akhir_Nadia_Silpia_Putri_19713027_ujian_akhir.docx (2.76M)

Word count: 13415

Character count: 82904

**PENGENDALIAN HAMA *Callosobruchus chinensis* L. PADA
BENIH KACANG HIJAU DENGAN NANOEMULSI
INSEKISIDA NABATI DARI CABAI JAWA
(*Piper retrofractum* Vahl.)**

Laporan Tugas Akhir Mahasiswa

Oleh:

**Nadia Silpia Putri
NPM 19713027**



**POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**PENGENDALIAN HAMA *Callosobruchus chinensis* L. PADA
BENIH KACANG HIJAU DENGAN NANOEMULSI
INSEKISIDA NABATI DARI CABAI JAWA
(*Piper retrofractum* Vahl.)**

Oleh:

Nadia Silpia Putri
NPM 19713027

Laporan Tugas Akhir Mahasiswa

Sebagai salah satu syarat untuk Mencapai Sebutan
Sarjana terapan Pertanian (S.Tr. P)
Pada
Jurusan Budidaya Tanaman Pangan



**POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Tugas Akhir : Pengendalian Hama *Callosobruchus chinensis* L. pada Benih Kacang Hijau dengan Nanoemulsi Insektisida Nabati dari Cabai Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.)
2. Nama Mahasiswa : Nadia Silpia Putri
3. Nomor Pokok Mahasiswa : 19713027
4. Program Studi : Teknologi Perbenihan
5. Jurusan : Budidaya Tanaman Pangan

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Ni Siluh Putu Nuryanti, M.P.
NIP. 19681115 199203 2 003

Ari Wahyuni, S.P., M.Si.
NIP. 19880924 201803 2 001

Ketua Jurusan
Budidaya Tanaman Pangan

Dr. Desi Maulida, S.P., M.Si.
NIP. 19821218 200501 2 001

HALAMAN PERSETUJUAN

1. Tim Penguji

Penguji I : ²⁶ Dr. Ir. Ni Siluh Putu Nuryanti, M.P.
NIP. 19681115 199203 2 003 _____

Penguji II : ¹ Ari Wahyuni, S.P., M.Si.
NIP. 19880924 201803 2 001 _____

Penguji III : Dr. Ir. Jaenudin Kartahadimaja, M.P.
NIP. 19590404 198803 1 015 _____

2. Ketua Jurusan

Budidaya Tanaman Pangan

Dr. Desi Maulida, S.P., M.Si.
NIP. 19821218 200501 2 001

Tanggal Lulus Ujian Tugas Akhir: 03 Agustus 2023

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

⁷⁷
Nama Mahasiswa : Nadia Silpia Putri
Nomor Pokok Mahasiswa : 19713027
Program Studi : Teknologi Perbenihan
Jurusan : Budidaya Tanaman Pangan
Judul Tugas Akhir : Pengendalian Hama *Callosobruchus chinensis*
L. pada Benih Kacang Hijau dengan Nanoemulsi Insektisida Nabati dari Cabai Jawa (*Piper retrofractum* Vahl).

Dengan ini menyatakan bahwa judul Tugas Akhir Pengendalian Hama *Callosobruchus chinensis* L. pada Benih Kacang Hijau dengan Nanoemulsi Insektisida Nabati dari Cabai Jawa (*Piper retrofractum* Vahl). benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan atau tekanan dari pihak manapun.

Bandar Lampung, Agustus 2023
Yang membuat pernyataan

Nadia Silpia Putri
NPM. 19713027

RIWAYAT HIDUP

Nadia Silpia Putri lahir di Tribudisyukur Kecamatan Kebun Tebu, Kabupaten Lampung Barat, pada tanggal 13 Desember 2000. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara yaitu dari pasangan Ayahanda M. Arifin dan Ibu Beti Susanti.

Penulis menyelesaikan pendidikan SDN 02 Tribudi Syukur dan lulus pada tahun 2013. Penulis kembali melanjutkan pendidikannya ke sekolah tingkat pertama pada tahun yang sama di SMPN 02 Kebun Tebu dan lulus tiga tahun kemudian pada tahun 2016. Selanjutnya penulis menempuh sekolah menengah kejuruan di SMKN 01 Kebun Tebu dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun yang sama penulis diterima menjadi mahasiswi di Politeknik Negeri Lampung pada Program Studi Teknologi Perbenihan Jurusan Budidaya Tanaman Pangan.

Selama menjadi mahasiswi penulis aktif mengikuti organisasi internal kampus yaitu Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Olahraga pada bagian divisi Volly, Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Albana divisi Kaderisasi, Himpunan Mahasiswa Pangan (HIMAPA) divisi Dana dan Usaha dan Himpunan Mahasiswa Benih (HIMABEN) divisi Acara. Penulis melaksanakan Praktek kerja Nyata (PKN) di Desa Sidomulyo, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Pada tahun 2023 penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapang (PKL) di Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Pangan dan Hortikultura (BPSB TPH) Lampung.

MOTTO

38
“Kesuksesan dan kebahagiaan terletak pada diri sendiri. Tetaplah
bahagia karena kebahagiaanmu dan kamu yang akan membentuk
karakter kuat untuk melawan kesulitan”

PERSEMBAHAN

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ سَمِ

³⁷ Artinya “Dengan menyebut nama Allah yang lagi Maha Pengasih lagi Maha Penyayang”

²⁵ Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan hidayah, sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pertanian (S.Tr. P)

¹¹ Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kusayangi: Ayahanda M. Arifin dan Ibunda Beti Susanti sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ayah dan Ibu yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, semangat, motivasi dan cinta kasih yang tiada hentinya. Serta adik tercinta dan satu-satunya ¹⁰ Jesy Aprilia Nurmala yang telah memberikan motivasi dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhirnya.

⁴⁶ Teman-teman Teknologi Perbenihan 2019 terimakasih banyak untuk bantuan dan kerja samanya selama ini, serta semua pihak yang terlibat dalam membantu selama penyelesaian Tugas Akhir Ini.

⁵⁸ Terimakasih banyak kepada sahabat tercinta Dinda, Maya, Erika dan Dwi yang telah banyak memberikan masukan, motivasi, saran dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

10 KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Swt, yang telah memberikan Rahmat serta Hidayah-Nya kepada penulis. sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengendalian Hama *Callosobruchus chinensis* L. pada Benih Kacang Hijau dengan Nanoemulsi Insektisida Nabati dari Cabai Jawa (*Piper retrofractum* Vahl.)”

Atas tersusunnya laporan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Ni Siluh Putu Nuryanti, M.P. selaku dosen pembimbing I yang tiada hentinya membimbing, memberikan semangat dan motivasi kepada penulis selama menjalankan proses penelitian sampai proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ari Wahyuni, S.P., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing penulis dan memberikan pengarahan kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Ir. Jaenudin Kartahadimaja, M.P. selaku dosen penguji tugas akhir yang telah banyak memberikan masukan kepada penulis.
4. Anung Wahyudi, S.P, M.Sc., Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknologi Perbenihan yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
5. Seluruh dosen dan PLP Teknologi Perbenihan Politeknik Negeri Lampung
6. Ayah dan Ibu tercinta, yang telah memberikan kasih sayang, doa-doa dan motivasi kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Program Studi Teknologi Perbenihan Angkatan 2019 yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

8. Teman-teman seperjuangan penelitian hama Kadek Madiasthe, Hafidz Arif Santoso, Dwi Suci Matriani, Evi Erika Sari dan Faizatul Dinda Alifia yang telah membantu dan memberikan kontribusi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Evi Erika Sari, Faizatul Dinda Alifia dan Maya Gustina yang telah membantu, memberikan motivasi dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Nadia Silpia Putri

**PENGENDALIAN HAMA *Callosobruchus chinensis* L. PADA
BENIH KACANG HIJAU DENGAN NANOEMULSI
INSEKSIDA NABATI DARI CABAI JAWA
(*Piper retrofractum* Vahl.)**

Oleh

**Nadia Silpia Putri
19713027**

RINGKASAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu jenis tanaman kacang-kacangan atau *leguminose* yang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi. Penurunan hasil mutu kualitas dan kuantitas benih kacang hijau disebabkan oleh beberapa faktor termasuk serangan hama gudang *Callosobruchus chinensis* L. Adapun beberapa upaya untuk mengendalikan hama gudang *C. chinensis* yaitu dengan pengendalian menggunakan insektisida nabati. Minyak cabai jawa (*P. retrofractum*). Penggunaan minyak nabati *P. retrofractum* sebagai insektisida nabati diharapkan mampu menekan penggunaan insektisida sintetik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui aktivitas toksisitas pada metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi *C. chinensis*, mengevaluasi penghambatan peneluran, perkembangan populasi, intensitas kerusakan dan susut bobot akibat *C. chinensis* serta menganalisis karakteristik formulasi nanoemulsi *P. retrofractum*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium produksi Tanaman Politeknik Negeri Lampung pada bulan September 2022 hingga Juni 2023. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 3 metode perlakuan yaitu metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi serta variabel yang diamati antara lain: penghambatan peneluran, perkembangan populasi, intensitas kerusakan, susut bobot dan karakteristik formulasi nanoemulsi. Analisis POLO PC digunakan untuk mendapatkan nilai LC₅₀ dan LC₉₅ dan DSAASTAT digunakan untuk analisis ragam pada variabel pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode dengan toksisitas tertinggi terhadap *C. chinensis* adalah metode fumigasi dibandingkan dengan metode kontak dan *grain protectant* dengan nilai LC₅₀ dan LC₉₅ pada pengamatan 96 jam sebesar 0,46% dan 3,75%. Perlakuan dengan metode fumigasi juga sangat berpengaruh terhadap penghambatan peneluran, perkembangan populasi, intensitas kerusakan dan susut bobot benih kacang hijau. Ukuran partikel nanoemulsi pada formulasi (1:1/v:v) sebesar 127,9 nm, formulasi (1:0,75/v:v) sebesar 80,5 nm dan formulasi (1:0,5/v:v) sebesar 121,3 nm. Nilai Indeks Polidispersitas (PDI) berturut-turut sebesar 0,314, 0,259 dan 0,486. Ukuran partikel terbaik yaitu pada formulasi (1:0,75) sebesar 80,5 nm dengan nilai Indeks Polidispersitas sebesar 0,259.

Kata Kunci: *Toxicity*, *P. retrofractum*, *C. chinensis*, Nanoemulsi.

74
DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iv |
| ¹⁸ KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan | 3 |
| 1.3 Kerangka pemikiran | 3 |
| 1.4 Hipotesis | 5 |
| 1.5 Manfaat | 5 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Klasifikasi tanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) | 6 |
| 2.2 Morfologi tanaman kacang hijau (<i>Vigna radiata</i> L.) | 6 |
| 2.2.1 Akar | 6 |
| 2.2.2 Batang | 6 |
| 2.2.3 Daun | 7 |
| 2.2.4 Bunga | 7 |
| 2.2.5 Polong | 7 |
| 2.2.6 Biji | 7 |
| 2.3 Klasifikasi <i>Callosobruchus chinensis</i> L. | 8 |
| 2.4 Morfologi <i>Callosobruchus chinensis</i> L. | 8 |
| 2.5 Gejala serangan <i>C. chinensis</i> pada kacang hijau | 9 |
| 2.6 Pengendalian <i>C. chinensis</i> dengan insektisida nabati | 10 |
| 2.7 Cara kerja insektisida nabati minyak <i>P. retrofractum</i> | 10 |
| 2.8 Potensial nanoemulsi <i>P. retrofractum</i> sebagai insektisida nabati .. | 11 |

| | |
|---|-----------|
| III. METODE PELAKSANAAN | 12 |
| 3.1 Waktu dan tempat | 12 |
| 3.2 Alat dan bahan | 12 |
| 3.2.1 Alat | 12 |
| 3.2.2 Bahan | 12 |
| 3.3 Rancangan penelitian | 13 |
| 3.4 Bagan alur penelitian | 14 |
| 3.5 Metode Penelitian | 15 |
| 3.5.1 Pembiakan massal <i>Callosbruchus chinensis</i> | 15 |
| 3.5.2 Pembuatan minyak nabati cabai jawa (<i>P. retrofractum</i>) | 15 |
| 3.5.3 Formulasi nanoemulsifikasi | 16 |
| 3.5.4 Uji toksisitas | 17 |
| 3.6 Variabel pengamatan | 21 |
| 3.6.1 Persentase toksisitas (%) imago <i>C. chinensis</i> | 21 |
| 3.6.2 Perkembangan populasi | 21 |
| 3.6.3 Penghambatan peneluran | 22 |
| 3.6.4 Tingkat kerusakan benih kacang hijau | 23 |
| 3.6.5 Susut bobot benih kacang hijau | 24 |
| 3.7 Karakteristik nanoemulsi | 25 |
| 3.8 Analisis data | 25 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 26 |
| 4.1 Uji toksisitas <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 26 |
| 4.2 Pengaruh metode aplikasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada setiap variabel pengamatan | 30 |
| 4.3 Pengaruh metode perlakuan terhadap variabel pengamatan | 31 |
| 4.4 Hasil ukuran partikel <i>P. retrofractum</i> | 32 |
| 4.5 Pembahasan | 37 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 42 |
| 5.1 Kesimpulan | 42 |
| 5.2 Saran | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA | 43 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 1. Indikator intensitas kerusakan | 23 |
| 2. Prediksi parameter regresi probit <i>P. retrofractum</i> terhadap hama gudang <i>C. chinensis</i> 24 jam setelah perlakuan | 27 |
| 3. Prediksi parameter regresi probit <i>P. retrofractum</i> terhadap hama gudang <i>C. chinensis</i> 48 jam setelah perlakuan | 28 |
| 4. Prediksi parameter regresi probit <i>P. retrofractum</i> terhadap hama gudang <i>C. chinensis</i> 72 jam setelah perlakuan | 29 |
| 5. Prediksi parameter regresi probit <i>P. retrofractum</i> terhadap hama gudang <i>C. chinensis</i> 24 jam setelah perlakuan | 30 |
| 6. Hasil analisis ragam pada seluruh variabel pengamatan | 30 |
| 7. Persentase penghambatan peneluran, perkembangan populasi, pada berbagai metode perlakuan | 31 |
| 8. Persentase intensitas kerusakan dengan berbagai perlakuan | 31 |
| 9. Persentase susut bobot dengan berbagai metode perlakuan | 32 |
| 10. Data hasil pengukuran ukuran partikel nanoemulsi | 35 |
| 11. Jadwal kegiatan penelitian | 46 |
| 12. Deskripsi <i>Callosobruchus chinensis</i> L. | 48 |
| 13. Deskripsi tanaman cabai jawa | 48 |
| 14. Data toksisitas metode kontak <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan | 49 |
| 15. Data toksisitas metode kontak <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 48 jam setelah perlakuan | 49 |

| | |
|---|----|
| 16. Data toksisitas metode kontak <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan | 49 |
| 17. Data toksisitas metode kontak <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 96 jam setelah perlakuan | 50 |
| 18. Data toksisitas metode <i>grain protectant</i> <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan | 51 |
| 19. Data toksisitas metode <i>grain protectant</i> <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 42 jam setelah perlakuan | 51 |
| 20. Data toksisitas metode <i>grain protectant</i> <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan | 51 |
| 21. Data toksisitas metode <i>grain protectant</i> <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 96 jam setelah perlakuan | 52 |
| 22. Data toksisitas metode fumigasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan | 53 |
| 23. Data toksisitas metode fumigasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 48 jam setelah perlakuan | 53 |
| 24. Data toksisitas metode fumigasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan | 53 |
| 25. Data toksisitas metode fumigasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 96 jam setelah perlakuan | 54 |
| 26. Data persentase pengamatan penghambatan peneluran <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 55 |
| 27. Data analisis ragam penghambatan peneluran <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 55 |
| 28. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan persentase peneluran <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 55 |
| 29. Data persentase pengamatan perkembangan populasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 56 |
| 30. Data analisis ragam perkembangan populasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 56 |
| 31. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan perkembangan populasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 56 |

| | |
|--|----|
| 32. Data persentase pengamatan intensitas kerusakan <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 57 |
| 33. Data analisis ragam intensitas kerusakan <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 57 |
| 34. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan intensitas kerusakan <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 57 |
| 35. Data persentase pengamatan intensitas susut bobot <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 58 |
| 36. Data analisis ragam susut bobot <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 58 |
| 37. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan susut bobot <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 1. Benih kacang hijau varietas vima - 5 | 8 |
| 2. Serangga <i>C. chinensis</i> L..... | 9 |
| 3. Diagram alur penelitian..... | 10 |
| 4. Pembiakan massal/rearing serangga <i>C. chinensis</i> | 15 |
| 5. Pembuatan minyak nabati | 16 |
| 6. Emulsifikasi formulasi nanoemulsi..... | 17 |
| 7. Pelaksanaan metode kontak | 18 |
| 8. Pelaksanaan metode <i>grain protectant</i> | 19 |
| 9. Pelaksanaan metode fumigasi | 20 |
| 10. Pengamatan penghambatan peneluran | 21 |
| 11. Pengamatan perkembangan populasi | 22 |
| 12. Pengamatan intensitas kerusakan | 23 |
| 13. Pengamatan susut bobot benih kacang hijau | 24 |
| 14. Pengukuran ukuran partikel nanoemulsi formulasi (1:1/v:v) | 34 |
| 15. Pengukuran ukuran partikel nanoemulsi formulasi (1:0,75/v:v) | 34 |
| 16. Pengukuran ukuran partikel nanoemulsi formulasi (1:0,5/v:v) | 35 |

42
DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Jadwal pelaksanaan penelitian..... | 46 |
| 2. Deskripsi hama gudang <i>C. chinensis</i> | 48 |
| 3. Deskripsi tanaman cabai jawa (<i>P. retrofractum</i>) | 48 |
| 4. Data uji toksisitas metode kontak <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 49 |
| 5. Data uji toksisitas metode <i>grain protectant</i> <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 51 |
| 6. Data uji toksisitas metode fumigasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 53 |
| 7. Data persentase penghambatan peneluran <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 55 |
| 8. Data persentase pengambatan perkembangan populasi <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 56 |
| 9. Data persentase pengamatan intensitas kerusakan <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 57 |
| 10. Data persentase pengamatan susut bobot <i>P. retrofractum</i> terhadap <i>C. chinensis</i> | 58 |
| 11. Hasil karakterisasi ukuran partikel formulasi (1:1/v:v) | 59 |
| 12. Hasil karakterisasi ukuran partikel formulasi (1:0,75/v:v) | 60 |
| 13. Hasil karakterisasi ukuran partikel formulasi (1:0,5/v:v) | 61 |

4 I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu jenis tanaman kacang-kacangan atau *leguminose* yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat, khususnya di Indonesia. Kacang hijau tanaman yang memiliki beberapa kandungan gizi yang cukup tinggi diantaranya yaitu sumber protein nabati, vitamin A, B1, C dan E, serta beberapa zat lainnya yang dibutuhkan dan bermanfaat bagi tubuh seperti belerang, magnesium, kalsium, zat besi dan minyak lemak (Hartono dan Purwano, 2005).

Permintaan terhadap kacang hijau terus mengalami peningkatan akan tetapi permintaan kacang hijau belum diimbangi dengan hasil produksi dalam negeri. Produktivitas kacang hijau di provinsi Lampung mengalami fluktuasi setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistika produktivitas kacang hijau pada tahun 2017 sebesar 1.265 ku/ha ton dan pada tahun 2018 sebesar 1.265 ku/ha, pada tahun 2019 mengalami penurunan menjadi 1.033 ku/ha, pada tahun 2020 mengalami penurunan sebesar 729 ku/ha dan pada tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 1.252 ku/ha (Sumber BPS Lampung, 2021). Penyebab rendahnya produktivitas kacang hijau dikarenakan masih rendahnya tingkat penggunaan teknologi budidaya kacang hijau, salah satunya yaitu penggunaan benih unggul yang berkualitas dan varietas unggul serta sarana produksi dan penanganan pascapanen yang belum optimal (Nur *et al.*, 2018).

Hama gudang merupakan menimbulkan kerusakan dan mempunyai peranan penting karena penyebab terhadap kerusakan pada komoditas di gudang penyimpanan (Ummah, 2012). Salah satu jenis serangga pada gudang penyimpanan yang menyerang benih kacang hijau yaitu *Callosobruchus chinensis* L. Menurut Gunawan (2008) hama gudang *C. chinensis* menyebabkan viabilitas benih menurun dan menyebabkan penyusutan bobot yang tinggi dikarenakan hama gudang *C. chinensis* menyerang pada permukaan luar benih kacang hijau sehingga membuat benih tampak berlubang.

Kerusakan yang ditimbulkan akibat hama gudang *C. chinensis* mencapai 70% dari bobot awal, mengakibatkan biji kacang hijau yang terserang oleh hama gudang *C. chinensis* tidak bisa digunakan untuk benih maupun konsumsi (Patty, 2020). Serangga *C. chinensis* merupakan serangga yang mempunyai sifat holometabolik dengan tahapan hidup meliputi yaitu telur, larva, pupa dan imago. Hama *C. chinensis* bersifat polifag yaitu serangga yang banyak memakan jenis tumbuhan dari berbagai family, tetapi imagonya lebih menyukai komoditas benih kacang hijau (Swibawa dkk., 1999 dalam Sari dkk., 2013).

Upaya pengendalian hama gudang *C. chinensis* perlu dilakukan untuk mencegah kerugian yang ditimbulkan akibat kerusakan oleh hama gudang kacang hijau pada saat penyimpanan yaitu dengan melakukan pengendalian menggunakan insektisida nabati agar lebih ramah lingkungan. Beberapa tumbuhan dapat dijadikan sebagai insektisida nabati karena mengandung bahan-bahan aktif yang terdapat didalamnya yang dapat menghambat aktivitas perkembangan serangga (Upadhyay dan Ahmad, 2011).

Salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai insektisida nabati yaitu cabai jawa (*Piper retrofractum* Vahl). Cabai jawa termasuk tanaman dari Famili *Piperaceae* yang tumbuh memanjat dan merambat. Ekstrak cabai jawa mengandung senyawa piperamida yang bersifat insektisida seperti *guininsin*, *pelitorin*, *piperisida*, *piperin*, dan *retrofractamida A*, (Nuryanti *et al.*, 2018). Buah cabai jawa mengandung minyak atsiri 0,9% zat pedas *piperin* 4-6%, *resin (kavisin)*, *asam palmitik*, *piperin*, *sesamin* (Dinanti, 2014). *P. retrofractum* juga diketahui memiliki senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai insektisida dan antimikroba (Vinay *et al.*, 2012).

Salah satu kelemahan senyawa bioaktif adalah rendahnya larut dalam air karena dengan ukuran partikel yang besar dapat menurunkan bioavailabilitas. Nanoemulsi merupakan salah satu bentuk sediaan atau *delivery system* yang optimal, peningkatan kelarutan diformulasikan dengan semua bahan aktif karena meningkatkan senyawa (Pranowo, 2015).

Nuryanti (2018), menyatakan bahwa formulasi nanoemulsi minyak atsiri *P. retrofractum* menyebabkan toksisitas tertinggi pada nimfa wereng coklat (BPH). Formulasi nanoemulsi ekstrak *P. retrofractum* menyebabkan kematian terhadap wereng coklat mencapai 45% setelah satu hari pengaplikasinya.

Berdasarkan penjelasan tersebut diketahui bahwa cabai jawa memiliki beberapa kandungan bioaktif yang berpotensi dapat dijadikan sebagai insektisida nabati untuk upaya melakukan pengendalian terhadap serangga pada hama gudang *C. chinensis* kacang hijau. Melalui pemanfaatan formulasi nanoemulsi diharapkan mampu mempercepat kematian terhadap serangga *Callosobruchus chinensis* L. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh efektivitas formulasi nanoemulsi ekstrak cabai jawa (*P. retrofractum* Vahl.) terhadap pengendalian hama gudang *C. chinensis* L. pada kacang hijau.

1.2 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui aktivitas toksisitas kontak, *grain protectant* dan fumigasi terhadap *C. chinensis* menggunakan insektisida nabati dari *Piper retrofractum* Vahl. pada benih kacang hijau dengan perlakuan nanoemulsi
2. Mengevaluasi penghambatan peneluran, perkembangan populasi, intensitas kerusakan dan susut bobot benih kacang hijau oleh *C. chinensis*.
3. Menganalisis karakteristik ukuran partikel dan indeks polidispersitas (PDI) formulasi nanoemulsi *P. retrofractum*.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pengendalian dapat dilakukan dengan beberapa tindakan yaitu pengendalian secara kimia, pengendalian secara fisik, pengendalian sintetik dan pengendalian secara biologi (Widnyana, 2011). Pengendalian yang sering dilakukannya umumnya yaitu pengendalian secara kimia sintetik karena insektisida sintetik memiliki tingkat toksisitas yang tinggi dan cepat, penggunaannya yang praktis serta tingkat mematikan hamanya lebih efektif (Mudjino, 2013). Penggunaan insektisida sintetik secara berlebihan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar,

maka dari itu perlu dilakukannya pengendalian menggunakan insektisida nabati untuk mencegah dampak negatif yang ditimbulkan (Dadang dan Prijono, 2008; Zarkani, 2008).

Salah satu pengendalian yang aman dan efektif dalam pengendalian hama gudang dengan cara pengendalian menggunakan insektisida nabati karena tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai kandungan bahan aktif metabolik sekunder dapat dijadikan sebagai insektisida nabati karena kandungan-kandungan pada tumbuhan yang bersifat toksik yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama gudang *C. chinensis* L.

Salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai insektisida nabati yaitu cabai jawa (*Piper retrofractum* Vahl). Cabai jawa termasuk tanaman dari famili *Piperaceae* yang tumbuh memanjat dan merambat. Adapun manfaat dari tanaman cabai jawa yaitu buahnya yang bisa dijadikan sebagai ramuan jamu. Namun, beberapa sumber lain mengatakan tanaman cabai jawa bisa dimanfaatkan sebagai insektisida nabati karena terdapat beberapa kandungan yang terdapat pada cabai jawa beberapa diantaranya yaitu *guininsin*, *alkoloid*, *piperin*, *kavisin*, *sapoin*, *polifenol*, dan minyak atsiri (Umami dan Purwani, 2016), cabai jawa juga diketahui memiliki senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai insektisida dan antimikroba (Vinay *et al.*, 2012). Berdasarkan kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada cabai jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) maka tumbuhan tersebut memiliki potensi sebagai insektisida alami. Melalui pemanfaatan formulasi nanoemulsi diharapkan mampu mempercepat kematian terhadap serangga *Callosobruchus chinensis* L.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Diduga minyak cabai jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) dapat berpengaruh terhadap toksisitas hama gudang *Callosobruchus chinensis* L. pada penyimpanan benih kacang hijau.
2. Diduga minyak nabati dari cabai jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) pada berbagai metode perlakuan dapat berpengaruh terhadap perkembangan populasi, penghambatan peneluran, tingkat kerusakan benih kacang hijau dan susut bobot kering kacang hijau.
3. Terdapat perbedaan karakteristik ukuran partikel dan indeks polidispersitas (PDI) pada formulasi nanoemulsi *P. retrofractum*.

1.5 Manfaat

Hasil dari pelaksanaan penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi pembaca sebagai sumber informasi mengenai cara atau metode untuk pengendalian hama gudang *Callosobruchus chinensis* L. pada benih kacang hijau saat penyimpanan dengan menggunakan insektisida nabati seperti cabai jawa *P. retrofractum* Vahl. menggunakan formulasi nanoemulsi. Karena terdapat kandungan aktif pada *P. retrofractum* yang digunakan sebagai pengendalian hama *Callosobruchus chinensis* L. yang aman bagi lingkungan sekitar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)

Kacang hijau adalah salah satu varietas tanaman tahunan dengan siklus hidup yang singkat, berlangsung sekitar 60 hari. Tanaman ini masuk dalam kelompok palawija. Kacang hijau tumbuh dengan membentuk polong, dan termasuk dalam kategori tanaman perdu atau semak. Klasifikasi ilmiah kacang hijau termasuk dalam Kingdom Plantae, Divisi Magnoliophyta, Kelas Magnoliopsida, Ordo Resales, Famili Leguminosae, Genus *Vigna*, dan Spesies *Vigna radiata* L (Purwono dan Hartono, 2005).

2.2 Morfologi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.)

2.2.1 Akar

Tanaman kacang hijau termasuk tanaman yang berakar tunggang. Sistem perakaran tanaman kacang hijau dibagi menjadi dua yaitu *xerophytes* dan *mesophytes*. *Mesophytes* yaitu akar pada kacang hijau yang memiliki banyak akar pada permukaan tanah dan tipe pertumbuhan yang menyebar sementara *xerophytes* yaitu akar pada kacang hijau yang memiliki akar cabang lebih sedikit dan memanjang ke arah bawah. Tanaman kacang hijau memiliki banyak cabang akar dan pada akar kacang hijau terdapat bintil-bintil pada akar. (Rohmanah, 2016).

2.2.2 Batang

Batang kacang hijau, yang tumbuh tegak pada tanaman ini, memiliki bentuk bulat dan tinggi berkisar sekitar 30 cm. Batang ini berciri berbuku-buku yang mencuat ke atas. Batang kacang hijau memiliki ciri cabang-cabang yang menjulur dan menyebar ke berbagai arah (Ridwan, 2017). Ukuran batang kacang hijau kecil, berpermukaan berbulu, dan memiliki warna yang bisa beragam antara kecoklatan hingga kemerahan. Tanaman kacang hijau memiliki banyak cabang, dan baik batang maupun cabangnya bisa memiliki variasi warna, ada yang berwarna hijau dan ada juga yang berwarna coklat muda (Balitkabi, 2005).

2.2.3 Daun

Daun kacang hijau memiliki karakteristik trifoliat, terdiri dari tiga helaian, dan tersusun secara berselingan. Daun ini memiliki bentuk lonjong dengan ujung yang meruncing, serta ditopang oleh tangkai yang cukup panjang, melebihi panjang daun itu sendiri. Warna daun pada tanaman kacang hijau berkisar dari hijau muda hingga hijau tua (Fitriani et al., 2014).

2.2.4 Bunga

Bunga kacang hijau termasuk dalam kategori bunga sempurna (Hemaprodit), dengan kemampuan untuk menyerbuki diri sendiri, dan memiliki bentuk bunga yang menyerupai kupu-kupu. Bunga kacang hijau tersusun dalam tandan, memiliki warna kuning pucat atau kehijauan. Jenis bunga kacang hijau termasuk dalam kategori hemaprodit, yang artinya memiliki kedua organ kelamin dalam satu bunga. Kacang hijau mengadakan proses penyerbukan pada malam hari, sehingga bunga kacang hijau mekar di pagi hari dan layu di sore hari (Rukmini, 2017).

2.2.5 Polong

Polong pada kacang hijau dengan tipe menyebar dan mengantung berbentuk silindris dengan panjang berkisar antara 6-15 cm dan biasanya memiliki bulu yang pendek. Polong tanaman kacang hijau jika umur tanaman masih muda berwarna hijau dan setelah berumur tua berwarna coklat atau hitam. Setiap polongnya berisi 10 - 15 biji per polong. Pada hari ke 60 - 80 hari setelah tanam (HST) polong menjadi tua. Perontokan banyak terjadi hingga mencapai angka 90% (Fitriani, 2014).

2.2.6 Biji

Biji dalam kacang hijau memiliki bentuk bulat lonjong, dan ada variasi warna antara biji hijau, kuning, serta coklat dengan bintik-bintik hitam. Ukuran biji kacang hijau lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran biji-biji dari jenis kacang lainnya. Bentuk biji kacang hijau adalah bulat kecil, dan berat per bijinya berkisar antara 0,5 hingga 0,8 mg. Biji kacang hijau terdiri dari tiga bagian, yakni kutiledon (bagian inti biji), kulit biji, dan lembaga di dalamnya (Eiffellia, 2010).



¹ Gambar 1. Benih kacang hijau varietas vima – 5. (Sumber: Dokumentasi pribadi)

2.3 Klasifikasi *Callosobruchus chinensis* L.

Kumbang kacang hijau, yang dikenal sebagai *Callosobruchus chinensis* L., merupakan salah satu jenis hama utama pada stok kacang hijau dan sering ditemukan di tempat penyimpanan. Berdasarkan penggolongannya, kumbang ini termasuk dalam Kingdom Animalia, Filum Arthropoda, Kelas Insekta, Ordo Coleoptera, Famili Bruchidae, Genus *Callosobruchus*, dan Spesies *Callosobruchus chinensis* L. (Swibawa et al., 1997).

2.4 Morfologi *Callosobruchus chinensis* L.

Hama *Callosobruchus chinensis*, memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil daripada hama gudang lainnya. Thorak pada hama ini berwarna coklat, dan hama jantan memiliki ukuran tubuh sekitar 2,76 mm hingga 3,49 mm. Pada antena jantan, terdapat struktur berbentuk sisir (pectinate), sementara pada betina berbentuk seperti gergaji (serrate). Kepala hama *C. chinensis* relatif kecil dibandingkan bagian belakang tubuhnya. Sayap depan hama ini berwarna coklat. Imago betina dapat meletakkan hingga 150 telur. Siklus hidupnya dari stadium imago hingga dewasa berkisar antara 25 hingga 30 hari. Hama ini menyukai biji kacang hijau sebagai tempat meletakkan telur. Telur akan menetas setelah 3-4 hari pada suhu 24,4 hingga 70 °C, dengan kelembaban relatif sekitar 67,5 hingga 82,6%. Telur *C. chinensis* memiliki bentuk lonjong dan sedikit transparan, menempel pada bagian luar biji kacang hijau dengan semacam perekat (Endha, 2010).

Larva *C. chinensis* yang menempel pada permukaan luar biji kacang hijau menyebabkan robeknya bagian permukaan biji. Mereka berkembang dalam biji dan sebelum berubah menjadi pupa, larva membuat lubang di dalam biji agar imago dapat keluar. Lama perkembangan larva sekitar 14 hari, sementara masa pupa berlangsung selama 4 hingga 6 hari. Pada akhirnya, pupa berubah menjadi imago. Setelah beberapa hari, imago tetap berada dalam biji. Setelah 2-3 hari, imago keluar dari biji dengan cara mendorong kulit biji yang sudah tergores oleh mandibelnya, membentuk lubang sebagai jalur keluarnya (Ayyaz et al., 2006).



Gambar 2. Serangga *C. chinensis* L. (Sumber: pertanian.go.id)

2.5 Gejala serangan *C. chinensis* pada kacang hijau

Retnosari (2013) mengemukakan bahwa gejala serangan yang diakibatkan oleh hama gudang *C. chinensis* timbul setelah imago betina bertelur. Kumbang *C. chinensis* meletakkan telurnya di permukaan biji kacang hijau, dan telur ini akan menetas dalam jangka waktu 3 - 5 hari setelah diletakkan. Larva kemudian akan merayap di sekitar lokasi telur dan memakan biji kacang hijau selama stadia larva yang berlangsung selama 10 - 13 hari. Serangan hama *C. chinensis* mengakibatkan lubang-lubang terlihat pada permukaan biji kacang hijau, karena larva terus menggerak biji. Setelah melalui tahap larva, hama ini berubah menjadi imago yang tetap berada dalam biji. Setelah mencapai tahap imago, biji yang telah berlubang menjadi tempat keluarnya imago dari dalam biji kacang hijau. Dampak dari serangan hama *C. chinensis* pada kacang hijau adalah penampakan lubang-lubang pada biji kacang hijau, yang seiring waktu bisa menyebabkan retakan pada bijinya.

Intensitas serangan oleh hama *C. chinensis* pada kacang hijau dikategorikan sebagai sedang, meskipun kerugian ekonomi yang ditimbulkan oleh serangan hama ini cukup signifikan (Istiningdyah, 2010).

2.6 Pengendalian *C. chinensis* dengan insektisida nabati

Penggunaan insektisida dalam pengendalian serangan hama tidak selalu efisien, sebagaimana 80% dari insektisida tersebut bisa jatuh ke tanah (Hernayanti, 2015). Insektisida, terutama jenis sintetik, memiliki potensi mengakibatkan dampak negatif pada lingkungan dan dapat membahayakan ekosistem sekitarnya jika digunakan secara berkelanjutan dalam jangka panjang. Penggunaan terus-menerus juga bisa menyebabkan serangga pengganggu menjadi resisten terhadap insektisida tersebut (Wang, et al., 2015; Ishardianti, 2011). Sebagai alternatif, pendekatan yang lebih ramah lingkungan dapat diambil, misalnya dengan memanfaatkan insektisida nabati. Insektisida nabati ini dihasilkan dari ekstraksi tumbuhan yang mengandung senyawa-senyawa aktif alami, dan memiliki potensi untuk mengurangi pertumbuhan populasi hama yang menjadi target.

2.7 Cara kerja insektisida nabati minyak *P. retrofractum*

Tanaman *Piper retrofractum* Vahl, yang dikenal dengan nama cabai jawa, memiliki potensi sebagai bahan insektisida nabati. Cabai jawa termasuk dalam keluarga Piperaceae dan memiliki sifat merambat dan memanjat saat tumbuh. Selain dikenal sebagai tanaman yang menghasilkan bahan ramuan untuk jamu, tanaman cabai jawa juga memiliki potensi sebagai insektisida nabati. Beberapa kandungan yang terdapat dalam cabai jawa mencakup guininsin, alkaloid, piperin, kavisin, saponin, polifenol, dan minyak atsiri (Umami, 2015). Selain itu, cabai jawa juga mengandung senyawa aktif yang dapat berfungsi sebagai insektisida dan antimikroba (Vinay et al., 2012).



Gambar 3. Tanaman cabai jawa *Piper retrofractum* Vahl. (Sumber: Dokumentasi pribadi).

2.8 Potensi nanoemulsi *P. retrofractum* sebagai insektisida nabati

Cabai jawa memiliki beberapa kandungan senyawa-senyawa aktif yang potensi dapat dijadikan sebagai bahan insektisida nabati karena terdapat banyak senyawa yang terkandung pada cabai jawa yaitu diantaranya seperti, *Gunisin*, *piperin*, *kavisin*, *saponin*, *polifeno*, dan minyak atsiri. Senyawa aktif seperti *Alkoloid* dan *piperin* yang terdapat pada cabai jawa yang dapat digunakan sebagai larvasida hama, selain itu juga buah pada cabai jawa juga memiliki berbagai kandungan metabolit sekunder yaitu senyawa *piperin*, *piperocetadecalin*, *pipericosalidin* dan *piperinnalin* dan minyak atsiri. Senyawa aktif pada *P. retrofractum* diketahui dapat digunakan sebagai insektisida nabati dan antimikroba. Partikel pada suatu larutan dapat diperkecil dengan menggunakan teknologi nano sehingga didapatkan ukuran nano berkisar (10^{-9} m) dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan aktivitas bahan aktif minyak atsiri. Penelitian ini juga mendukung penelitian Nuryanti (2018) yang menyatakan bahwa formulasi nanoemulsi cabai jawa *P. retrofractum* menyebabkan penurunan mortalitas yang tinggi terhadap nimfa, pencegahan ovisisi dan penghambatan makan dan menyebabkan kematian pada hari ke-2 sebanyak 45% pada hama wereng coklat.

7 III. METODE PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2022 – Juni 2023 di Laboratorium Produksi Tanaman 1 Politeknik Negeri Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada tahap persiapan dan pengujian ini yaitu toples dan kain trico untuk perbanyakan serangga *C. chinensis* dan sebagai wadah ketika dilakukannya pengujian pada serangga *C. chinensis*, neraca analitik untuk menimbang benih kacang hijau dengan satuan gram (g), sputula untuk mengaduk larutan, kuas untuk mengambil serangga uji, spray untuk menyemprotkan nanoemulsi, pipet tetes untuk mengambil larutan aquades dan tween-80, pipet sedot fungsinya untuk mengambil imago atau serangga hama, gunting untuk memotong kertas buram, alat tulis untuk mencatat pelaksanaan kegiatan penelitian, *magnetic stirrer* untuk mengaduk bahan secara otomatis, gelas ukur sebagai tempat untuk minyak atsiri cabai jawa, spray untuk menyemprotkan minyak atsiri *P. retrofractum*, gelas ukur sebagai tempat formulasi nanoemulsi *P. retrofractum* dan destilasi untuk membuat minyak atsiri *P. retrofractum*.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini adalah imago atau serangga hama *Callosobruchus chinensis* L. yang diperbanyak di Laboratorium Produksi Tanaman 1, benih kacang hijau varietas Vima-5 yang didapatkan dari Politeknik Negeri Lampung. Cabai jawa didapatkan dari Politeknik Negeri Lampung (5°35'83.58"S 105°23'29.46"E). Minyak cabai jawa digunakan sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan serangga hama kacang hijau *C. chinensis*, dan bahan untuk pendukung pembuatan insektisida nabati adalah kertas saring atau kertas buram untuk media pengujian metode fumigasi, tween-80 dan aquades untuk melarutkan minyak cabai jawa, kertas label, aluminium foil, kertas saring atau kertas merang untuk media pengujian pada metode fumigasi dan kertas buram sebagai alas bahan pengujian.

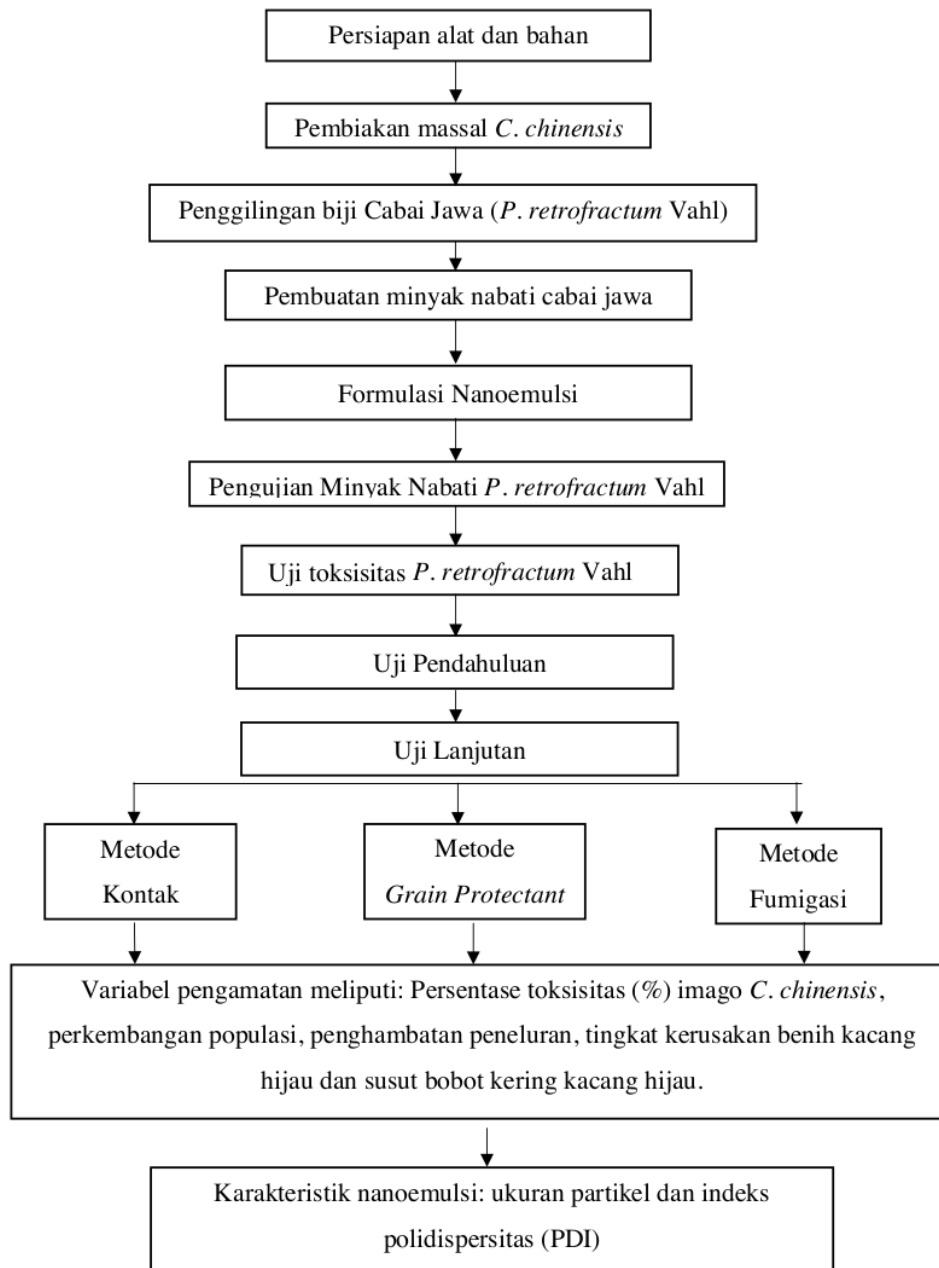
15 3.3 Rancangan Penelitian

Perlakuan ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 3 metode perlakuan yaitu metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan konsentrasi terpilih sehingga didapatkan 15 satuan percobaan. Masing-masing unit percobaan diberikan media uji yaitu benih kacang hijau sebanyak 5.126 gr pada setiap toples uji dan untuk kumbang diberikan sebanyak 10 ekor hama imago *Callosobruchus chinensis* L. Analisis POLO PC digunakan untuk mendapatkan nilai LC_{50} dan LC_{95} . Sedangkan untuk variabel pengamatan seperti perkembangan populasi, penghambatan peneluran, intensitas kerusakan benih dan susut bobot benih kacang hijau dianalisis menggunakan DSAASAT.

3.4 Bagan alur penelitian

Pelaksanaan pengujian insektisida nabati dalam penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan diagram alur dibawah ini sebagai berikut:

Diagram 1. Alur penelitian



3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Pembiakan massal *Callosobruchus chinensis* L.

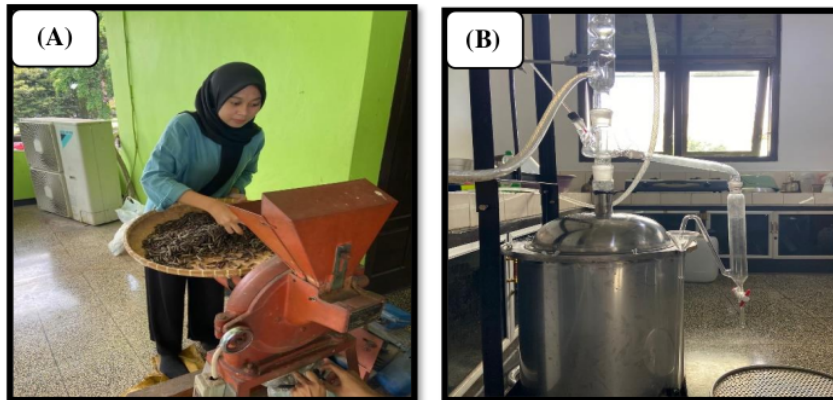
Perbanyakan dan pemeliharaan serangga uji *Callosobruchus chinensis* L dilakukan di labolatorium Produksi Tanaman 1. Perbanyakan dengan cara menginfestasikan serangga *C. chinensis* ke dalam toples yang berisi benih kacang hijau dengan cara meletakkan 10 -15 serangga *C. chinensis*. Kemudian imago serangga *C. chinensis* akan berkembang biak pada generasi kedua yaitu pada hari ke-32.



Gambar 4. Pembiakan massal/rearing serangga *C. chinensis* pada benih kacang hijau. (Sumber: Dokumentasi pribadi).

3.5.2 Pembuatan minyak nabati cabai jawa (*P. retrofractum*)

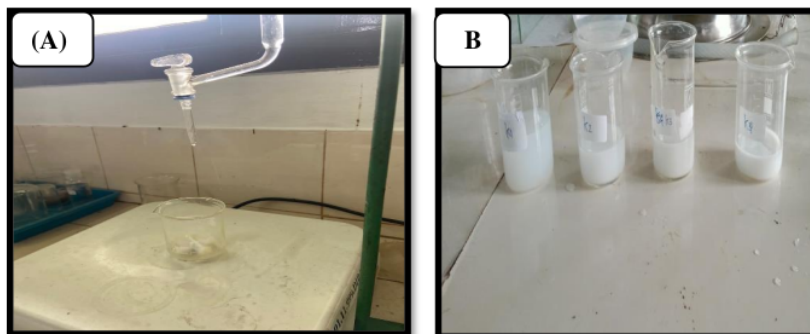
Pembuatan minyak atsiri menggunakan cabai jawa terlebih dahulu menyiapkan alat dan bahan kemudian siapakan cabai jawa (*P. retrofractum*) dan dikering anginkan selama 5-7 hari. Selanjutnya yaitu menggiling cabai jawa dengan menggunakan alat grinder, setelah proses penggilingan cabai jawa telah selesai sampai menjadi bubuk kemudian selanjutnya dilakukannya metode penyulingan menggunakan alat destilasi. Proses penyulingan berlangsung sekitar 3-4 jam dengan suhu mencapai 95 °C sampai alat destilasi tidak mengeluarkan minyak dari cabai jawa (Indriastuti, 2017).



Gambar 5. Pembuatan minyak atsiri. Penggilingan cabai jawa (A). Proses penyulingan minyak atsiri *P. retrofractum* menggunakan alat destilasi (B). (Sumber: Dokumentasi pribadi).

3.5.3 Formulasi nanoemulsifikasi

Formulasi nanoemulsi dibuat menggunakan metode emulsifikasi energi dengan inversi fasa. Metode emulsifikasi dilakukan oleh Ostertag *et al.* (2012) dengan sedikit modifikasi, yaitu dengan menambahkan fase air ke dalam fase organik sedikit demi sedikit. Formulasinya yang terdiri dari ekstrak *P. retrofractum* dan pengemulsi ditambahkan ke dalam formulasi. Ekstrak *P. retrofractum* atau minyak atsiri ditambahkan dengan pengemulsi (Tween-80) kemudian dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 730 rpm selama 60 menit pada suhu ruang 27 °C.



Gambar 6. Emulsifikasi formulasi nanoemulsi secara fase inversi (A). Pembuatan nanoemulsi minyak atsiri cabai jawa (*P. retrofractum*) (B). (Sumber: Dokumentasi pribadi).

3.5.4 Uji Toksisitas

1. Uji pendahuluan

Penggunaan insektisida nabati salah satu alternatif yang digunakan guna mengatasi penggunaan insektisida secara sintetis. Insektisida nabati mempunyai sifat yang mudah terurai sehingga tidak menimbulkan residu. Selain itu, penggunaannya yang relatif mudah terurai serta bahan bakunya yang mudah didapatkan. Pada uji pendahuluan minyak atsiri *P. retrofractum* yang diujikan terhadap imago *C. chinensis* pada metode kontak dan metode *grain protectant* dengan konsentrasi K0 = sebagai kontrol, K1 = 0,25 %, K2 = 0,5 %, K3 = 1 %, K4 = 2% sedangkan untuk metode fumigasi pada konsentrasi K0 = sebagai kontrol, K1 = 0,375 %, K2 = 0,75 %, K3 = 1,5 % dan K4 = 3 %. Kemudian formulasi nanoemulsi minyak atsiri *P. retrofractum* sebanyak 25 ml dicampurkan dengan aquades sebanyak 25 ml sampai mencapai volume 50 ml pada masing-masing konsentrasi dan diaduk menggunakan spatula. Pengujian larutan nanoemulsi terhadap *C. chinensis* dilakukan dengan metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi.

2. Uji lanjutan

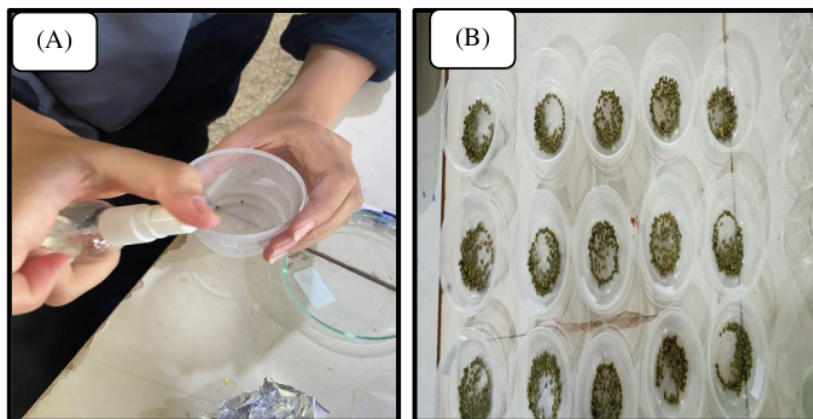
Setiap metode ditentukan lima konsentrasi yaitu K0 = sebagai kontrol, K1 = 0,25 %, K2 = 0,5 %, K3 = 1 %, K4 = 2% sedangkan untuk metode fumigasi pada konsentrasi K0 = sebagai kontrol, K1 = 0,375 %, K2 = 0,75 %, K3 = 1,5 % dan K4 = 3 %. Metode aplikasi yang digunakan sama dengan metode yang diuraikan pada uji pendahuluan. Konsentrasi yang digunakan pada variabel pengamatan penghambatan peneluran, perkembangan populasi, intensitas kerusakan dan susut bobot benih kacang hijau menggunakan konsentrasi K3 = 1% dan 1,5%.

a. Metode Kontak

Menurut Kutandi (2013), metode kontak dalam pelaksanaan pengujiannya terlebih dahulu menyiapkan imago *C. chinensis* yang sudah dimasukan ke dalam tabung reaksi sebanyak 15 sampel. Kemudian membuat larutan nanoemulsi sebanyak empat konsentrasi, masing-masing konsentrasi larutan nanoemulsi *P. retrofractum* dengan volume 25 ml ditambahkan dengan 25 ml aquades pada masing-masing konsentrasi sehingga mencapai volume 50 ml.

Larutan formulasi nanoemulsi cabai jawa pada setiap masing-masing konsentrasi, K1 = 0,25%, K2 = 0,5%, K3 = 1%, dan K4 = 2% setelah itu larutan nanoemulsi *P. retrofractum* telah siap untuk digunakan.

Kemudian menyiapkan alat semprot spray yang digunakan untuk mengaplikasikan terhadap imago *C. chinensis*. Dalam pengujiannya, larutan nanoemulsi *P. retrofractum* diaplikasikan langsung terhadap hama gudang *C. chinensis* dengan cara memasukan media uji yaitu kacang hijau ke dalam toples plastik setelah itu menyemprotkan larutan nanoemulsi *P. retrofractum* secara langsung ke imago sebanyak *C. chinensis* 7 kali semprotan dengan ini nanoemulsi masuk ke dalam tubuh hama *C. chinensis* melalui kulit, kemudian imago yang sudah di semprot masukan ke dalam toples uji.

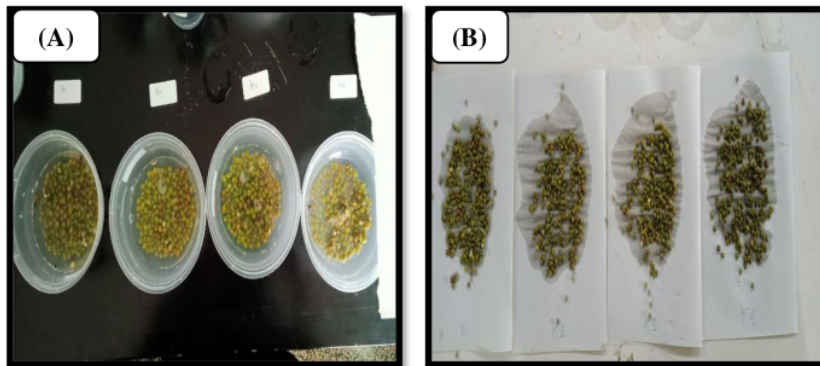


Gambar 7. Penyemprotan larutan nanoemulsi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* A. Tata letak metode kontak B. (Sumber: Dokumentasi pribadi).

b. Metode *Grain Protectant*

Menurut Windayani *et al.* (2018), metode *grain protectant* atau perlindungan benih dalam pelaksanaan pengujiannya terlebih dahulu melakukan pembuatan nanoemulsi dengan volume 50 ml yang kemudian diencerkan ke dalam 4 konsentrasi berbeda + K0 = kontrol, K1 = 0,25%, K2 = 0,5%, K3 = 1% dan K4 = 2%. Menyiapkan toples sebagai gelas perendaman benih kacang hijau yang digunakan sebagai media pengaplikasian formulasi nanoemulsi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*. Pelaksanaan *grain protectant* dilakukan dengan cara merendam bahan uji atau merendam kacang hijau menggunakan larutan nanoemulsi *P. retrofractum* selama 5 menit, setelah itu tiriskan bahan uji benih

kacang hijau dan kering anginkan menggunakan kertas buram, setelah kering akan dimasukan ke dalam toples beserta dilakukan investasi imago *C. chinensis* masing – masing berisikan 10 ekor yang sudah dimasukan ke dalam tabung reaksi sebanyak 15 sampel, insektisida berpengaruh ketika hama *C. chinensis* memakan benih kacang hijau tersebut.

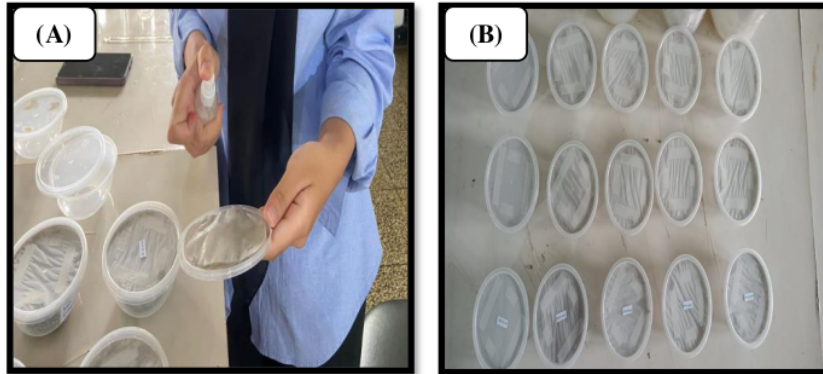


Gambar 8. Pelaksanaan metode *grain protectant*. Perendaman benih ke dalam larutan nanoemulsi (A). Benih kacang hijau dikeringkan memakai kertas buram (B). (Sumber: Dokumentasi pribadi).

c. Metode Fumigasi

Menurut Kutandi (2013), metode fumigasi dalam pelaksanaan pengujiannya terlebih dahulu menyiapkan imago *C. chinensis* yang sudah dimasukan ke dalam tabung reaksi sebanyak 15 sampel setiap tabung reaksi berjumlah 10 ekor *C. chinensis*. Tahapan metode fumigasi terlebih dahulu menyiapkan toples sebanyak 15 sampel percobaan dalam satu metode pengujian, dalam pelaksanaan metode fumigasi cara pengaplikasiannya terletak pada tutup toples yang telah ditempel kertas buram sebanyak 3 lembar, kertas buram digunting mengikuti bentuk tutup toples lalu ditempelkan menggunakan *double tape* dan straples. Kemudian menyiapkan larutan nanoemulsi *P. retrofractum* dengan volume 50 ml yang telah diencerkan ke dalam 4 konsentrasi berbeda + K0 = kontrol, K1 = 0,375 %, K2 = 0,75 %, K3 = 1,5 % dan K4 = 3 %. Pada pelaksanaan pengujian dengan cara menyemprotkan formulasi nanoemulsi dengan menggunakan alat spray disemprotkan dibagian bawah tutup toples yang telah dilapisi kertas buram, penyemprotan dilakukan sebanyak 10 kali hingga kertas buram lembab, sebelum melakukan penyemprotan terlebih dahulu

mempersiapkan bahan uji benih kacang hijau dan sudah dimasukkan ke dalam toples dan imago *C. chinensis* yang telah dimasukkan ke dalam tabung reaksi.



Gambar 9. Pelaksanaan metode fumigasi. Proses penyemprotan larutan nanoemulsi *P. retrofractum* ke kertas merang (A). Hasil pelaksanaan pengujian metode fumigasi (B). (Sumber: Dokumentasi pribadi).

3.6 Variabel pengamatan

3.6.1 Persentase toksisitas (%) imago *C. chinensis*

Persentase toksisitas pada serangga uji yaitu dengan menghitung hama berdasarkan persen (%) hama *C. chinensis* mati per populasi hama dari setiap perlakuan uji. Pengamatan toksisitas harian pada serangga uji dilakukan dengan cara menghitung *C. chinensis* yang mati. Menurut Muhidin *et al.* (2020) rumus perhitungan toksisitas hama adalah sebagai berikut:

$$s = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100\%$$

Keterangan:

- S = Persentase mortalitas *C. chinensis* (%)
 P1 = Jumlah serangga sebelum perlakuan
 P2 = Jumlah serangga sesudah perlakuan

Pengamatan dan perhitungan dilakukan selama 4 hari untuk pengamatan toksisitas, pengamatan dihitung dari mulai hari pertama sampai hari ke-4.

3.6.2 Perkembangan populasi

Pengamatan populasi yang akan dihitung setelah pengamatan intensitas penelurann hari ke-32 setelah pengaplikasian. Imago yang diamati telah mencapai generasi kedua. Konsentrasi yang paling berpengaruh terhadap laju perkembangan populasi yaitu pada konsentrasi K3 = 1% pada metode kontak dan *grain protectant* dan K3 = 1,5% pada metode fumigasi. Pengamatan perkembangan populasi dilakukan dengan menghitung imago yang muncul dan masih hidup sedangkan imago mati tidak dihitung ke dalam populasi (Harinta *et al.*, 2016).



Gambar 10. Pengamatan perkembangan populasi imago *C. chinensis* yang baru muncul (Sumber: Dokumentasi pribadi).

3.6.3 Penghambatan peneluran

Intensitas peneluran adalah pengamatan dengan menghitung jumlah telur yang diletakan oleh serangga *C. chinensis* pada bahan uji yaitu kacang hijau yang dilaksanakan setelah pengamatan mortalitas agar nantinya mengetahui populasi serangga berikutnya (Darmiati, 2013). Konsentrasi yang digunakan yaitu konsentrasi K3 = 1% pada metode kontak dan *grain protectant* dan konsentrasi K3 = 1,5% pada metode fumigasi serta K0 = sebagai kontrol. Pengamatan dan perhitungan dilakukan dengan menggunakan alat, dikarenakan telur imago berukuran kecil sehingga sulit untuk diidentifikasi.



Gambar 11. Pengamatan penghambatan peneluran. Menghitung jumlah telur yang ada dipermukaan benih kacang hijau A. Benih yang telah Terserang telur B. (Sumber: Dokumentasi pribadi).

Menurut Hasyim *et al.* (2012), persentase penghambatan peneluran dihitung dengan rumus:

$$PP = \frac{NC - NT}{NC + NT} \times 100\%$$

Keterangan:

- PP = Persentase penghambatan peneluran *C. chinensis* (%)
 NC = Jumlah telur imago *C. chinensis* pada kacang kontrol
 NT = Jumlah telur imago *C. chinensis* pada kacang perlakuan

3.6.4 Tingkat kerusakan benih kacang hijau

Pengamatan dan perhitungan terhadap intensitas kerusakan akibat serangan hama *C. chinensis* yaitu dengan cara menimbang biji kacang hijau yang terserang dan tidak terserang yang diakibatkan oleh serangan hama *C. chinensis* pada masing-masing perlakuan. Konsentrasi yang digunakan pada pengamatan intensitas kerusakan yaitu konsentrasi K3 = 1% pada metode kontak dan *grain protectant* dan konsentrasi K3 = 1,5% pada metode fumigasi.

Menurut Kastanja, (2007) Rumus intensitas kerusakan sebagai berikut:

$$P (IS) = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

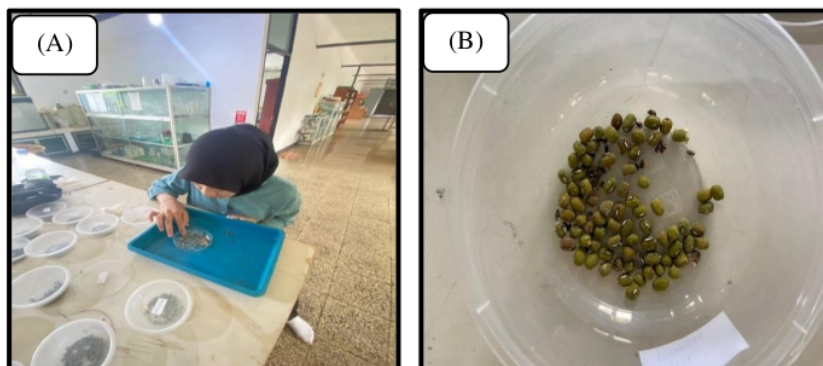
Keterangan:

- P = Intensitas kerusakan (%)
 a = Jumlah biji terserang
 b = Jumlah biji tidak terserang

Table 1. Kriteria Kerusakan

| Intensitas Kerusakan | Kriteria |
|----------------------|--------------|
| 0 | Normal |
| $0 < x < 25$ | Ringan |
| $25 < x < 50$ | Sedang |
| $50 < x < 75$ | Berat |
| $x > 75$ | Sangat Berat |

Sumber: Arsi dan Patmiyanti, (2021).



Gambar 12. Pengamatan intensitas benih kacang hijau. A. menghitung jumlah kerusakan benih kacang hijau. B. Dampak kerusakan. (Sumber: Dokumentasi pribadi).

3.6.5 Susut bobot benih kacang hijau

Pengamatan susut bobot pada kacang hijau yaitu dengan menghitung dihitung berdasarkan kerusakan yang ditimbulkan oleh serangan yang diakibatkan oleh hama *C. chinensis* pada benih kacang hijau yang disimpan. Menurut Purnomo *et al.* (2017), konsentrasi yang digunakan pada pengamatan susut bobot benih kacang hijau yaitu konsentrasi K3 = 1% pada metode kontak dan *grain protectant* serta K3 = 1,5 % pada metode fumigasi. Pengamatan susut bobot pada benih kacang hijau yaitu dengan menimbang berat benih kacang hijau sebelum perlakuan dan sesudah di beri perlakuan dan dilakukan presentase pada akhir pengamatan untuk mengetahui penyusutan bobot pada benih kacang hijau yang diakibatkan oleh serangan hama gudang *C. chinensis*

Susut bobot benih dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

- P = Persentase susut bobot benih (%)
- a = Berat awal (g)
- b = Berat akhir (g)



Gambar 13. Pengamatan susut bobot benih kacang hijau. (Sumber: Dokumentasi Pribadi).

3.7 Karakterisasi Nanoemulsi

a. Ukuran Partikel

Karakterisasi nanoemulsi dilakukan pada formulasi larutan (1:1/v:v), (1:0,75/v:v) dan (1:0,50/v:v) menggunakan alat instrumentasi PSA (*Particle Size Analyzer*). Alat tersebut bekerja dengan dasar teknis DLS (*Dynamic Light Scattering*) dengan larutan yang berisi minyak atsiri cabai jawa dan pengemulsi tween-80 yang dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 750 rpm selama 60 menit. Parameter yang difokuskan untuk diukur yaitu ukuran partikel.

b. Indeks Polidispersitas (PDI)

Karakterisasi ukuran indeks polidispersitas (PDI) dilakukan pada formulasi larutan (1:1/v:v), (1:0,75/v:v) dan (1:0,50/v:v) menggunakan alat instrumentasi PSA (*Particle Size Analyzer*) dengan larutan yang berisi minyak atsiri dan pengemulsi tween-80.

3.8 Analisis data

Perhitungan data pengamatan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perbedaan dalam perlakuan terhadap beberapa variabel yang diamati yaitu perkembangan populasi, penghambatan peneluran, tingkat kerusakan benih kacang hijau dan susut bobot kering kacang hijau. Jika analisis ragam berpengaruh nyata maka dilakukan dengan uji lanjut (BNT) α 5 %.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji toksisitas *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*

a. Toksisitas *P. retrofractum* 24 jam setelah perlakuan

Minyak nabati cabai jawa memberikan pengaruh toksisitas yang berbeda pada setiap metode setelah perlakuan terhadap hama *C. chinensis*. Berdasarkan analisis probit yang telah dilakukan pada perlakuan 24 jam setelah pengaplikasian menggunakan metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi menunjukkan nilai LC_{50} dan LC_{95} yang berbeda pada setiap metode. Konsentrasi yang paling berpengaruh pada toksisitas 24 jam setelah perlakuan yaitu konsentrasi $K3 = 1\%$ dan $K4 = 2\%$ pada metode kontak dan *grain protectant* sedangkan untuk metode fumigasi konsentrasi yang paling berpengaruh terhadap tingkat toksisitas terhadap hama *C. chinensis* yaitu pada konsentrasi $K3 = 1,5\%$ dan $K4 = 3\%$. Metode kontak memperoleh nilai LC_{50} terendah sebesar $0,48\%$ dibandingkan dengan metode *grain protectant* dan fumigasi yang memperoleh nilai LC_{50} sebesar $0,58\%$ dan $0,60\%$. Nilai LC_{95} terendah yaitu pada metode fumigasi sebesar $3,28\%$ nilai tersebut paling rendah dibandingkan dengan metode kontak dan *grain protectant* sebesar $4,14\%$ dan $4,56\%$. Semakin rendah nilai LC_{50} dan LC_{95} yang dihasilkan maka konsentrasi tersebut toksik atau membunuh terhadap hama sasaran *C. chinensis*. Nilai LC_{50} dan LC_{95} tertinggi yaitu pada metode *grain protectant* sebesar $0,58\%$ dan $4,56\%$. Pada penelitian yang telah dilakukan metode fumigasi merupakan metode yang paling toksik untuk membunuh hama *C. chinensis* karena tingginya tingkat kematian hama *C. chinensis* yang ditimbulkan pada 24 jam setelah perlakuan. Data hasil toksisitas *P. retrofractum* terhadap hama *C. chinensis* 24 jam setelah perlakuan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Prediksi parameter regresi probit *P. retrofractum* terhadap hama gudang *C. chinensis* 24 jam setelah perlakuan.

| Metode | a ^a ± SE | b ^b ± SE ^c | LC ₅₀ ^d (SK ^e 50%) (%) | LC ₉₅ ^d (SK ^e 95%) (%) |
|-------------------------|---------------------|----------------------------------|--|--|
| Kontak | 0,56±0,14 | 1,75±0,38 | 0,48 (0,30-0,65) | 4,14 (2,23-17,55) |
| <i>Grain Protectant</i> | 0,42±0,13 | 1,84±0,38 | 0,58 (0,40-0,80) | 4,56 (2,50-17,65) |
| Fumigasi | 0,49±0,13 | 2,23±0,43 | 0,60 (0,40-0,78) | 3,28 (2,12-7,91) |

Keterangan: a^a = intersep garis tengah probit, b^b = kemiringan regresi probit, ^cSE = Standar Error.
^dLC = lethal concentration, ^eSK = Selang Kepercayaan

b. Toksisitas *P. retrofractum* 48 jam setelah perlakuan

Berdasarkan analisis probit minyak nabati cabai jawa (*P. retrofractum*) pada pengujian dengan ketiga metode yang diujikan menunjukkan hasil analisis toksisitas yang berbeda terhadap hama *C. chinensis*. Pada metode uji yaitu metode kontak *grain protectant* dan fumigasi yang diamati pada 48 jam setelah perlakuan menghasilkan LC₅₀ dan LC₉₅ yang berbeda. Nilai LC₅₀ terendah yaitu pada metode kontak dengan nilai LC₅₀ sebesar 0,38% dibandingkan dengan metode *grain protectant* dan fumigasi sebesar 0,46% dan 0,47%. Nilai LC₉₅ terendah yaitu metode fumigasi sebesar 2,42% dibandingkan dengan metode kontak dan metode *grain protectant* sebesar 2,71% dan 2,75%. Konsentrasi yang paling berpengaruh terhadap tingkat kematian hama *C. chinensis* pada 48 jam setelah perlakuan yaitu pada konsentrasi K3 = 1% dan K4 = 2% pada metode kontak dan *grain protectant* sedangkan konsentrasi dengan tingkat toksisitas tertinggi pada metode fumigasi yaitu konsentrasi K3 = 1,5% dan K4 = 3%. Semakin rendah nilai LC₅₀ dan LC₉₅ yang didapatkan maka pengaruh konsentrasi bahan aktif pada minyak nabati tersebut memberikan pengaruh toksisitas terhadap serangga uji. Nilai tertinggi LC₅₀ dan LC₉₅ yaitu metode *grain protectant* sebesar 0,46% dan 3,75%. Metode yang paling memiliki tingkat toksisitas paling tinggi yaitu metode fumigasi pada pengamatan 48 jam dengan nilai LC₉₅ sebesar 2,42%. Data hasil toksisitas *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* 48 jam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Prediksi parameter regresi probit *P. retrofractum* terhadap serangga hama gudang *C. chinensis* 48 jam setelah perlakuan.

| Metode | a ^a ± SE | b ^b ± SE ^c | LC ₅₀ ^d (SK ^e 50%) (%) | LC ₉₅ ^d (SK ^e 95%) (%) |
|-------------------------|---------------------|----------------------------------|--|--|
| Kontak | 0,81±0,16 | 1,92±0,40 | 0,38 (0,23-0,51) | 2,71 (1,62-8,55) |
| <i>Grain protectant</i> | 0,60±0,14 | 1,82±0,39 | 0,46 (0,30-0,63) | 3,75 (2,09-14,28) |
| Fumigasi | 0,75±0,15 | 2,32±0,47 | 0,47 (0,29-0,62) | 2,42 (1,56-5,58) |

Keterangan: a^a = intersep garis tengah probit, b^b = kemiringan regresi probit, ^cSE = Standar Error.

^dLC = lethal concentration, ^eSK = Selang Kepercayaan

c. Toksisitas *P. retrofractum* 72 jam setelah perlakuan

Pengamatan 72 jam setelah perlakuan pada metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi memberikan pengaruh toksisitas yang berbeda terhadap hama *C. chinensis*. Pengaruh insektisida nabati *P. retrofractum* pada masing-masing metode pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan menghasilkan nilai LC₅₀ dan LC₉₅ yang berbeda. Nilai LC₅₀ terendah yaitu pada metode kontak sebesar 0,35% dibandingkan dengan metode *grain protectant* dan fumigasi sebesar 0,43% dan 0,46%. Nilai LC₉₅ terendah yaitu pada metode fumigasi sebesar 1,65% nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan metode kontak dan *grain protectant* sebesar 2,06% dan 3,00%. Konsentrasi formulasi nanoemulsi *P. retrofractum* yang paling berpengaruh terhadap tingkat toksisitas terhadap *C. chinensis* yaitu konsentrasi K3 = 1% dan K2 = 2% pada metode kontak dan *grain protectant* sedangkan pada metode fumigasi yaitu pada konsentrasi K3 = 1,5% dan K4 = 3% berpengaruh terhadap tingkat toksisitas *C. chinensis* pada 72 jam setelah perlakuan. Semakin rendah nilai LC₅₀ dan LC₉₅ yang dihasilkan maka konsentrasi tersebut memiliki tingkat toksisitas yang paling tinggi. Hal ini, menunjukkan bahwa metode yang paling toksik terhadap hama *C. chinensis* yaitu metode fumigasi karena semakin rendah nilai LC₉₅ maka bahan tersebut semakin toksik sehingga dapat menyebabkan kematian mencapai 95% terhadap serangga uji. Data hasil toksisitas *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* 72 jam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Prediksi parameter regresi probit *P. retrofractum* terhadap hama *C. chinensis* 72 jam setelah perlakuan.

| Metode | a ^a ± SE | b ^b ± SE ^c | LC ₅₀ ^d (SK ^e 50%) (%) | LC ₉₅ ^d (SK ^e 95%) (%) |
|-------------------------|---------------------|----------------------------------|--|--|
| Kontak | 0,97±0,18 | 2,14±0,46 | 0,35 (0,23-0,46) | 2,06 (1,30-5,63) |
| <i>Grain protectant</i> | 0,71±0,16 | 1,95±0,43 | 0,43 (0,26-0,59) | 3,00 (1,76-10,39) |
| Fumigasi | 1.00±0,19 | 2,93±0,62 | 0,46 (0,29-0,59) | 1,65 (1,18-3,34) |

Keterangan: a^a = intersep garis tengah probit, b^b = kemiringan regresi probit, ^cSE = Standar Error.

^dLC = lethal concentration, ^eSK = Selang Kepercayaan

d. Toksisitas *P. retrofractum* 96 jam setelah perlakuan

Hasil pengamatan 96 jam setelah perlakuan yang diujikan pengaruh senyawa metabolik sekunder *P. retrofractum* terhadap metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi pada hama gudang *C. chinensis*. Nilai LC₅₀ dan LC₉₅ terendah yaitu pada metode fumigasi sebesar 0,27% dan 1,80 dibandingkan dengan metode *grain protectant* dengan LC₅₀ dan LC₉₅ sebesar 0,46% dan 3,75% dan nilai LC₅₀ dan LC₉₅ pada metode kontak 0,31% dan 2,82%. Nilai LC₅₀ dan LC₉₅ tertinggi yaitu pada metode *grain protectant* sebesar 0,46% dan 3,75%. Semakin rendah nilai LC₅₀ dan LC₉₅ yang dihasilkan maka semakin efektif insektisida nabati untuk mematikan hama gudang *C. chinensis*. Konsentrasi formulasi nanoemulsi minyak nabati cabai jawa yaitu konsentrasi K4 = 3% pada metode fumigasi memberikan pengaruh tingkat toksisitas tertinggi karena mematikan 95% serangga uji pada 96 jam setelah perlakuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode fumigasi merupakan metode yang memiliki tingkat toksisitas yang paing efektif untuk mematikan hama gudang *C. chinensis* pada 96 jam setelah perlakuan. Data hasil toksisitas *P. retrofractum* terhadap hama gudang *C. chinensis* 96 jam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Prediksi parameter regresi probit *P. retrofractum* terhadap hama *C. chinensis* 96 jam setelah perlakuan.

| Metode | a ^a ± SE | b ^b ± SE ^c | LC ₅₀ ^d (SK ^e 50%) (%) | LC ₉₅ ^d (SK ^e 95%) (%) |
|-------------------------|---------------------|----------------------------------|--|--|
| Kontak | 1,08±0,19 | 2,18±0,48 | 0,31 (0,18-0,43) | 2,82 (1,52-16,38) |
| <i>Grain Protectant</i> | 0,60±0,14 | 1,82±0,39 | 0,46 (0,30-0,63) | 3,75 (2,09-14,28) |
| Fumigasi | 0,91±0,16 | 1,62±0,43 | 0,27 (0,10-0,41) | 1,80 (1,15-4,89) |

Keterangan: a^a = intersep garis tengah probit, b^b = kemiringan regresi probit, ^cSE = Standar Error.
^dLC = lethal concentration, ^eSK = Selang Kepercayaan

4.2 Pengaruh metode aplikasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada setiap variabel pengamatan

Tabel 6. Hasil analisis ragam pada seluruh variabel pengamatan

| Variabel pengamatan | Pengaruh Metode Perlakuan | KK (%) |
|------------------------|---------------------------|--------|
| Penghambatan Peneluran | ** | 17,14 |
| Perkembangan Populasi | ** | 20,78 |
| Intensitas Kerusakan | ** | 17,84 |
| Susut Bobot | ** | 19,69 |

Keterangan: * = nyata (0,01 < p < 0,05); ** = sangat nyata (p < 0,01)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa minyak nabati *P. retrofractum* berpotensi untuk dapat dijadikan sebagai penghambatan laju peneluran karena adanya aktivitas penghambatan peneluran terhadap hama gudang *C. chinensis*. Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh sangat nyata (**) dengan nilai koefisien keseragaman sebesar 17,14 %.

Pengamatan perkembangan populasi dilakukan pada hari ke-32 setelah perlakuan atau imago pada generasi kedua, pengamatan perkembangan populasi yaitu dengan mengamati jumlah populasi baru yang muncul. Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh *P. retrofractum* terhadap perkembangan populasi baru serangga *C. chinensis* pengaruh sangat nyata (**) dengan nilai koefisien keseragaman sebesar 20,78%.

Intensitas kerusakan pada benih kacang hijau pada penelitian ini yaitu dengan mengamati benih kacang hijau yang tampak pada permukaan benih seperti benih yang berlubang atau kerusakan benih lainnya yang disebabkan oleh serangan hama gudang *C. chinensis* yang menyebabkan penurunan berat dan kualitas benih. Analisis ragam menunjukkan hasil sangat nyata (***) pada pengaruh *P. retrofractum* terhadap intensitas kerusakan akibat serangan hama gudang *C. chinensis* pada benih kacang hijau dengan nilai koefisien keseragaman sebesar 17,84%.

Data analisis ragam aplikasi insektisida nanoemulsi *P. retrofractum* memberikan pengaruh sangat nyata (***) dengan nilai koefisien keseragaman sebesar 19,69% terhadap persentase susut bobot pada benih kacang hijau yang diakibatkan oleh serangga *C. chinensis*. Akibatnya benih kacang hijau mengalami penyusutan selama pada masa periode simpan gudang penyimpanan pada semua perlakuan yang diujikan.

4.3 Pengaruh metode perlakuan terhadap variabel pengamatan

Tabel 7. Persentase penghambatan penetran, perkembangan populasi pada berbagai metode perlakuan.

| Perlakuan | Penghambatan Penetrasi (%) ± SD | Perkembangan Populasi (Ekor) ± SD |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Kontak | 25,12 ± 1,42 ^a | 50,66 ± 2,08 ^a |
| <i>Grain protectant</i> | 19,08 ± 2,06 ^b | 54,33 ± 1,52 ^b |
| Fumigasi | 30,30 ± 0,49 ^a | 41,66 ± 3,51 ^a |
| BNT 5% | 7,22 | 2,05 |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT dengan taraf 5%.

P. retrofractum dari famili *pipereceae* menunjukkan adanya aktivitas laju penghambatan penetran terhadap hama *C. chinensis*. Hasil analisis ragam menghasilkan nilai penghambatan penetran pada metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi berturut-turut sebesar 25,12%, 19,08% dan 30,30% (Tabel 7) pada masing-masing perlakuan yang diujikan terhadap hama *C. chinensis*. Pada penelitian ini metode yang paling berpengaruh dalam penghambatan penetran dan menunjukkan nilai tertinggi pada yaitu pada metode fumigasi sebesar 30,30%.

Tanaman dari famili *pipereceae* juga mampu memberikan penurunan terhadap perkembangan populasi dan menunjukkan nilai pada semua metode perlakuan yang diujikan terhadap *C. chinensis* berurut-turut sebesar 50,66%, 54,33% dan 41,66 (Tabel 7). Metode yang paling berpengaruh terhadap perkembangan populasi pada penelitian ini adalah metode fumigasi dengan nilai 41,66%.

Tabel 8. Persentase intensitas kerusakan dengan berbagai metode perlakuan.

| Perlakuan | Intensitas Kerusakan (%) ± SD |
|-------------------------|----------------------------------|
| Kontak | 29,15 ± 1,61 ^a |
| <i>Grain Protectant</i> | 33,52 ± 1,42 ^b |
| Fumigasi | 22,71 ± 1,87 ^a |
| BNT 5% | 3,29 |

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT dengan taraf 5%.

P. retrofractum pada masing-masing metode perlakuan yang diujikan terhadap hama *C. chinensis* mampu menekan intensitas kerusakan yang diakibatkan oleh hama gudang *C. chinensis*. Nilai intensitas kerusakan menunjukkan pada masing-masing metode berturut-turut sebesar 29,15%, 33,52% dan 22,71% (Tabel 8). Metode yang paling berpengaruh terhadap penekanan intensitas kerusakan yaitu metode fumigasi dengan nilai intensitas kerusakan sebesar 22,71% dengan indikator kerusakan tingkat ringan.

Tabel 9. Persentase intensitas susut bobot dengan berbagai metode perlakuan.

| Perlakuan | Susut Bobot (%) ± SD |
|-------------------------|---------------------------|
| Kontak | 28,44 ± 0,76 ^a |
| <i>Grain protectant</i> | 33,57 ± 2,98 ^b |
| Fumigasi | 21,82 ± 0,48 ^a |
| BNT 5% | 3,60 |

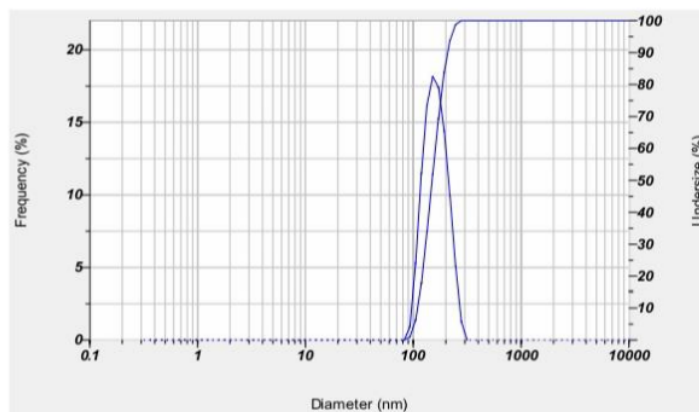
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT dengan taraf 5%.

Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh minyak nabati *P. retrofractum* terhadap susut bobot benih kacang hijau akibat serangan hama gudang *C. chinensis* menunjukkan nilai susut bobot pada metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi perlakuan berturut-turut sebesar 28,44%, 33,57% dan 21,82% (Tabel 9). Senyawa metabolik pada *P. retrofractum* mampu menekan laju penyusutan bobot benih kacang hijau dan metode yang paling berpengaruh pada penekanan laju susut bobot benih kacang hijau yaitu metode fumigasi.

4.4 Hasil Ukuran Partikel *P. retrofractum*

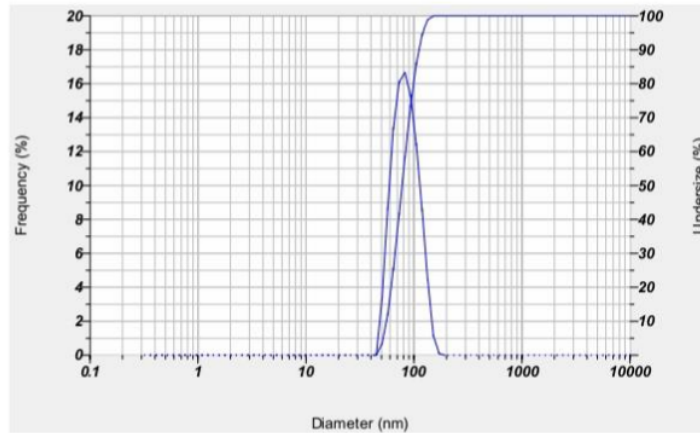
Hasil yang diperoleh dari analisis ukuran partikel formulasi *P. retrofractum* dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) didapatkan ukuran partikel rata-rata pada formulasi dengan perbandingan minyak atsiri dan pengemulsi tween-80 (1:1/v:v) sebesar 127,9 nm, pada formulasi (1:0,75/v:v) sebesar 80,5 nm dan pada formulasi (1:0,5/v:v) sebesar 121,3 nm. Distribusi ukuran partikel dan *polydispersity index* (PDI) merupakan parameter dalam mengkrakterisasi ukuran partikel nanoemulsi secara fisik dan untuk mengidentifikasi kualitas keseragaman suatu dispersi.

Rentang nilai PDI berkisar antara 0-1 apabila dimana hasil didapatkan mendekati nol distribusi partikel menunjukkan homogen dan jika hasil yang didapatkan melebihi 0,5 menunjukkan tingginya heterogenitas. Sehingga cenderung dapat mengakibatkan senyawa teraglomerasi yang tinggi karena adanya benturan antar partikel (Indriani, 2020).



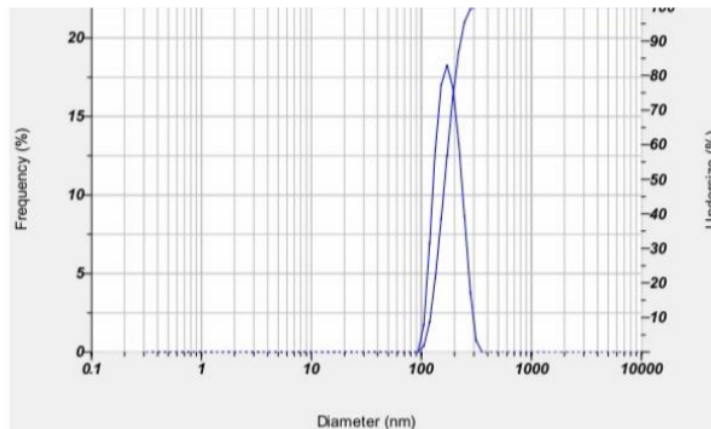
Gambar 14. Pengukuran ukuran partikel nanoemulsi formulasi (1:1/v:v)

Grafik gambar di atas menunjukkan ukuran partikel pada formulasi (1:1/v:v) yaitu 121 nm. Grafik sebaran ukuran partikel dimulai pada kisaran 80 nm hingga 300 nm dengan ukuran partikel nanoemulsi mencapai titik optimum berkisar di 20 nm dengan rata-rata ukuran partikel pada formulasi (1:1/v:v) sebesar 127,9 nm.



Gambar 15. Pengukuran ukuran partikel formulasi (1:0,75/v:v)

Ukuran partikel formulasi (1:0,75/v:v) yaitu 80,5 nm. Sebaran ukuran partikel berada di sekitar 50 nm hingga 200 nm. Dalam grafik pada gambar 16, sebaran ukuran partikel titik optimum mencapai 20 nm dan rata-rata ukuran partikel sebesar 80,5 nm.



Gambar 16. Pengukuran ukuran partikel formulasi (1:0,5/v:v)

Rata-rata ukuran partikel yang diperoleh pada formulasi (1:0,5/v:v) sebesar 121,3 nm pada grafik di atas dapat dilihat titik optimum diperoleh pada kisaran 22,5 nm, dengan distribusi partikel pada kisaran 90 nm sampai 400 nm. Partikel yang didapatkan pada formulasi (1:0,5/v:v) sebesar 121,3 nm.

Pengukuran ukuran partikel nanoemulsi dengan formulasi pengemulsi berupa Tween-80 yang kemudian ditambahkan dengan minyak atsiri cabai jawa dengan perbandingan 1:1/v:v, 1:0,75/v:v dan 1:0,5/v:v. Pengukuran partikel dilakukan menggunakan metode pola sebaran ukuran partikel monodispersi, hasil pengukuran partikel diperoleh ukuran partikel nanoemulsi sebesar 127,9 nm, 80,5 nm dan 121,3 nm.

Tabel 10. Data hasil pengukuran ukuran partikel.

| Perbandingan minyak atsiri : pengemulsi | Pola distribusi ukuran partikel | Ukuran Partikel (nm) | Indeks Polidispersitas (PDI) |
|---|---------------------------------|----------------------|------------------------------|
| 5 (1:1/v:v) | Monodispersi | 127,9 nm | 0,314 |
| (1:0,75/v:v) | Monodispersi | 80,5 nm | 0,259 |
| (1:0,5/v:v) | Monodispersi | 121,3 nm | 0,486 |

Nilai indeks polidispersitas (PDI) untuk mengidentifikasi kualitas keseragaman suatu dispersi. Berdasarkan hasil yang didapatkan nilai PDI berturut-turut sebesar 0,314 (1:1/v:v), 0,259 (1:0,75/v:v) dan 0,486 (1:0,5/v:v). Nilai PDI terkecil diperoleh oleh formulasi (1:0,75/v:v) sebesar 0,259.

4.5 Pembahasan

Kandungan metabolik sekunder pada minyak nabati *P. retrofractum* memberikan pengaruh tingkat toksisitas yang berbeda pada setiap metode perlakuan terhadap hama gudang *C. chinensis*. Uji toksisitas minyak nabati cabai jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) pada hama gudang *C. chinensis* untuk mengetahui hubungan kandungan dalam minyak nabati cabai jawa dan konsentrasi formulasi nanoemulsi untuk membunuh imago *C. chinensis* dari populasi serangga uji. Konsentrasi nanoemulsi minyak nabati cabai jawa yang memberikan pengaruh terhadap tingkat toksisitas tertinggi pada hama gudang *C. chinensis* yaitu pada konsentrasi K3 = 1% dan K4 = 2% pada metode kontak dan *grain protectant* sedangkan pada metode fumigasi konsentrasi formulasi nanoemulsi minyak nabati cabai jawa yang paling berpengaruh terhadap tingkat toksisitas yaitu pada konsentrasi K3 = 1,5% dan K4 = 3%. Hal ini didukung oleh Rusdy (2010) semakin tinggi tingkat konsentrasi dan tingginya kandungan bahan aktif demikian semakin tinggi tingkat toksisitas yang ditimbulkan. Pengamatan toksisitas dilakukan pada 24 jam, 42 jam, 72 jam dan 96 jam setelah perlakuan dengan menggunakan metode kontak, *grain protectat* dan fumigasi.

Pengaruh minyak nabati cabai jawa pada pengamatan 98 jam setelah perlakuan menghasilkan nilai LC₅₀ dan LC₉₅ paling rendah yaitu pada metode fumigasi sebesar 0,27% dan 1,80% sedangkan nilai LC₅₀ tertinggi yaitu pada metode *grain proectant* sebesar 1,82% pada pengamatan 48 jam setelah perlakuan sedangkan nilai LC₉₅ tertinggi yaitu pada metode *grain protectant* sebesar 4,56% pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan. Nilai LC tersebut untuk mengetahui tingkat toksisitas terhadap serangga yang diujikan dengan menggunakan analisis probit POLO-PC. Menurut Hasyim *et al.* (2019) menyatakan bahwa suatu bahan yang dijadikan sebagai insektisida nabati yang mempunyai nilai LC semakin kecil, maka insektisida tersebut semakin beracun. Lethal Concentration 50% (LC₅₀) merupakan konsentrasi yang mampu mematikan 50% populasi hama sasaran dan selang kepercayaan (LC₉₅) merupakan nilai konsentrasi yang mampu mamatikan serangan populasi baru sebesar 95%, semakin rendah nilai LC₉₅ maka bahan nabati tersebut semakin toksik.

Hal ini menunjukkan bahwa minyak nabati dari *P. retrofractum* merupakan insektisida nabati yang paling toksik terhadap serangga *C. chinensis*. Juliati *et al.* (2016) menyatakan bahwa semakin banyak ekstrak insektisida nabati yang menempel pada tubuh serangga atau pakannya, maka semakin banyak kandungan aktif pada senyawa-senyawa tersebut bersifat toksik pada tubuh serangga yang diujikan. Maka dari itu, Insektisida nabati yang berasal dari minyak atsiri cabai jawa mampu menekan populasi serangga *C. chinensis*.

Menurut Widyawati *et al.* (2016) senyawa yang terkandung pada cabai jawa diantaranya adalah *alkoloid*, *saponin*, *tanin*, *flavonoid*, *terpene* dan senyawa fenolik lainnya. Ekstrak buah cabai jawa mengandung senyawa *piperamida* yang bersifat insektisida seperti *pelitorin*, *guisinin*, *piperisida*, *piperin* dan *retrofractaminide A* (Musthapa *et al.*, 2017). Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Indriani *et al.* (2016): Chansang *et al.* (2005) Ekstrak *P. retrofractum* juga mampu mengendalikan helopeltis anonii, larva *Culex quinquefasciatus*, dan *Aedes aegypti*.

Piperamida dari *Piperaceae* berpotensi sebagai insektisida yang mampu bekerja sebagai racun yang menyerang syaraf pada serangga dengan efek mematikan yang cepat. Senyawa aktif pada cabai jawa yaitu *piperin* dan *alkoloid* dapat digunakan sebagai larvasida serangga (Changsang *et al.*, 2005). Oleh karena itu, penggunaan insektisida nabati yang berasal dari metabolik sekunder *P. retrofractum* memiliki efek yang lebih efektif karena tidak menimbulkan resiko keracunan bagi organisme lain.

Pelaksanaan pengamatan penghambatan peneluran dilakukan untuk mengetahui jumlah telur imago *C. chinensis* yang diletakkan pada benih kacang hijau setelah diberi perlakuan metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi. Pengamatan penghambatan peneluran dilaksanakan pada hari ke-32 setelah benih kacang hijau diberikan perlakuan pada masing-masing metode. Konsentrasi yang digunakan pada pengamatan penghambatan peneluran yaitu konsentrasi K3 = 1 % pada metode kontak dan *grain protectant* dan konsentrasi K3 = 1,5 % pada metode fumigasi. Pengamatan penghambatan peneluran dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya racun yang terkandung pada minyak nabati cabai jawa (*P. retrofractum*) dan pengaruh senyawa racun yang terdapat pada minyak nabati cabai

jawa untuk mengendalikan laju perkembangan penetran hama gudang *C. chinensis*. Berdasarkan data yang diperoleh menggunakan analisis ragam pada semua metode perlakuan yang diujikan diperoleh hasil metode fumigasi berbeda nyata dengan metode kontak dan *grain protectant*. Pada masing-masing ketiga perlakuan yang diujikan diperoleh nilai persentase berturut-turut sebesar 25,12%, 19,08% dan 30,30%. Metode fumigasi memperoleh nilai persentase tertinggi sebesar 30,30% dari hasil tersebut menunjukkan metode fumigasi metode yang paling efektif untuk menekan laju penetran hama gudang *C. chinensis*.

Berdasarkan hasil data menggunakan analisis ragam menunjukkan nilai perkembangan populasi *C. chinensis* pada masing-masing metode setelah di beri perlakuan pada metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi berturut-turut sebesar 54,33%, 50,66% dan 41,66%. Konsentrasi yang digunakan pada pengamatan perkembangan populasi yaitu konsentrasi K3 = 1 % pada metode kontak dan *grain protectant* dan konsentrasi K3 = 1,5 % pada metode fumigasi. Berdasarkan nilai perkembangan populasi yang didapatkan, metode fumigasi merupakan metode terbaik dalam menekan laju perkembangan populasi dibandingkan metode kontak dan *grain protectant*. Konsentrasi yang berpengaruh terhadap senyawa metabolik sekunder yang terkandung pada minyak nabati cabai jawa memberikan pengaruh kematian terhadap imago *C. chinensis* secara langsung tetapi mampu menghambat laju perkembangan populasi. Ekstrak buah cabai jawa mengandung senyawa piperamida yang bersifat insektisida seperti *pelitorin*, *guisinin*, *piperisida*, *piperin*, *alkoloid* dan *retrofractaminide A* (Musthapa *et al.*, 2017). Vinay *et al.* 2012 menyatakan bahwa senyawa aktif yang terdapat pada cabai jawa juga mampu digunakan sebagai antimikroba dan insektisida. Alkaloid dapat menghambat kerja saraf dengan bekerja sebagai inhibitor asetilkolinesterase (Cania dan Setyaningrum, 2013).

Intensitas kerusakan benih kacang hijau yang disebabkan oleh hama gudang *C. chinensis* dapat dikendalikan dengan penggunaan insektisida nabati cabai jawa (*P. retrofractum*). Pengamatan intensitas kerusakan yaitu dengan mengamati benih kacang hijau yang terserang dan tidak terserang oleh hama gudang *C. chinensis*, benih yang terserang oleh *C. chinensis* ditandai dengan permukaan luar benih yang tampak berlubang.

Pengamatan intensitas kerusakan dilakukan pada hari ke-32 setelah di beri perlakuan pada masing-masing metode uji. Konsentrasi yang digunakan pada pengamatan intensitas kerusakan yaitu konsentrasi K3 = 1 % pada metode kontak dan *grain protectant* dan konsentrasi K3 = 1,5 % pada metode fumigasi.

Berdasarkan hasil dari data presentase intensitas kerusakan menunjukkan nilai berturut-turut sebesar 29,15%, 33,52% dan 22,71%. Hasil intensitas kerusakan menunjukkan perlakuan terbaik yaitu pada metode fumigasi dengan indikator kerusakan benih ringan dibandingkan dengan metode kontak dan *grain protecant* dengan indikator kerusakan benih sedang. Hal ini diperkuat dengan senyawa aktif yang terkandung pada ekstrak *P. retrofractum* pada genus piper ini mempunyai efek knockdwon yang cepat.

Susut bobot benih dilakukan dengan menimbang benih kacang hijau untuk mengetahui selisih bobot akhir sebelum dan sesudah diberi perlakuan yang diujikan, perhitungan penyusutan dilakukan ke hari-32 setelah perlakuan. Konsentrasi yang digunakan pada pengamatan susut bobot benih kacang hijau yaitu konsentrasi K3 = 1 % pada metode kontak dan *grain protectant* dan konsentrasi K3 = 1,5 % pada metode fumigasi serta K0 = sebagai kontrol.

Nilai persentase susut bobot benih kacang hijau pada masing-masing metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi menunjukkan nilai susut bobot sebesar 28,44%, 33,57% dan 21,82%. Hasil persentase susut bobot ini menunjukkan nilai pada perlakuan dengan metode fumigasi lebih efektif untuk menekan laju penyusutan bobot benih kacang hijau dibandingkan dengan metode kontak dan *grain protectant*, hal tersebut dikarenakan dengan sedikitnya biji yang rusak karena kandungan yang terdapat pada *P. retrofractum* mempengaruhi sistem saraf sehingga mengganggu nafsu makan pada hama *C. chinensis*. Masuknya toksis ini bisa terjadi melalui kontak dengan kulit ataupun melalui mulut pada saat larva makan, yang selanjutnya terakumulasi pada sistem pencernaannya (Hasnah dan Rusdy, 2015).

Ukuran partikel nanoemulsi yang dihasilkan yaitu sebesar pada formulasi cabai jawa *P. retrofractum* dengan perbandingan minyak atsiri dan pengemulsi Tween-80 formulasi (1:1/v:v) sebesar 127,9 nm, pada formulasi (1:0,75/v:v) sebesar 80,5 nm dan pada formulasi (1:0,5/v:v) sebesar 121,3 nm.

Menurut shakeell (2008) nanoemulsi memiliki ukuran droplet berkisar sebesar 50-500 nm. Nilai PDI pada masing-masing larutan formulasi secara berturut-turut sebesar (1:1/v:v) sebesar 0,314, (1:0,75/v:v) sebesar 0,259 dan (1:0,5/v:v) sebesar 0,486. Berdasarkan nilai PDI yang telah diperoleh dari hasil pengujian menunjukkan bahwa ukurannya homogen dan seragam. Jusnita (2014) menyatakan bahwa jika ukuran diameter partikel <200 nm dikatakan sebagai nanoemulsi dengan nilai indeks polidispersitas $0,2 < PDI < 0,6$ yang akan stabil dari kemungkinan terjadinya pertumbuhan partikel. Pada penelitian ini nilai PDI masih berada pada rentang tersebut. Hasil analisis nanoemulsi ekstrak cabai jawa dengan menggunakan instrumen *Particle Size Analyzer* (PSA) Menunjukkan bahwa ukuran partikel yang dihasilkan masih dalam skala nano.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat di ambil kesimpulan:

1. Formulasi nanoemulsi minyak nabati cabai jawa *P. retrofractum* menyebabkan tingkat toksisitas tetinggi terhadap hama *C. chinensis* pada perlakuan 96 jam pada metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi. Metode fumigasi merupakan metode yang paling toksik dibandingkan metode kontak dan *grain protecant* dengan nilai LC₅₀ secara berturut-turut sebesar 0,27%, 0,31% dan 0,46%. Nilai LC₉₅ pada metode fumigasi lebih rendah dibandingkan metode kontak dan *grain protecant* dengan nilai LC₉₅ secara berturut-turut sebesar 1,80%, 2,82% dan 3,75%.
2. Formulasi nanoemulsi minyak atsiri *P. retrofractum* metode fumigasi dapat menghambat peneluran, perkembangan populasi, persentase intensitas kerusakan dan menekan susut bobot benih kacang hijau yang diakibatkan oleh hama gudang *C. chinensis*.
3. Karakteristik ukuran partikel dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) menunjukkan terbentuknya ukuran partikel nanoemulsi dengan metode fasa inversi yaitu minyak atsiri dan pengemulsi (1:1/v:v), perbandingan (1:0,75/v:v) dan perbandingan (1:0,5/v:v) secara berurutan sebesar 121,3 nm, 80,5 nm dan 127,9 nm dengan nilai PDI secara berturut-turut sebesar berturut-turut sebesar 0,314, 0,259 dan 0,486. Formulasi dengan ukuran partikel terbaik yaitu pada formulasi (1:0,75/v:v) yaitu sebesar 80,5 dengan nilai PDI sebesar 0,259.

5.2 Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya masih perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas minyak nabati *P. rerofractum* terhadap hama gudang lainnya. Kemudian perlu dilakukan analisis karakterisasi nanoemulsi lanjutan seperti uji stabilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsi dan Patmiyanti. 2021. Pengaruh kultur teknis terhadap hama pada tanaman jeruk (*Citrus sinensis*) di Desa Lebung Batang, Kecamatan Pangkalan Lapang, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. *Jurnal Planta Simbiosis*. 3 (2): 67-78.
- Ayyaz, A., M. Aslam, and F. A. Shaheen. 2006. Management of *callosobruchus chinensis* linnaeus in stored chickpea through interspecific and intraspecific predation by ants. *World Journal Of Agricultural Sciences* 2(1): 85-89.
- Balitkabi, 2005. Teknologi Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- BPS, 2021. Badan pusat statistik. Produksi kacang hijau Lampung. www.bps.go.id (Diakses pada tanggal 11 Juli 2023).
- Chansang, U., Zahiri, N. S., Bansiddhi, J., Boonruad, T., Thongsrirak, P., Mingmuang, J., Benjapong, N., and Mulla, M. S. (2005). Mosquito larvicidal activity of aqueous extracts of long pepper (*piper retrofractum* Vahl) from Thailand. *Journal of Vector Ecology*, 30 (2): 195-200.
- Dadang dan D. prijono. 2008. *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan*. *Dapartemen Proteksi Tanaman*. Fakultas Pertanian, IPB. 163 hlm.
- Darmiati, Nengah, N. 2013. Uji aktivitas ekstrak daun seledri (*Apium graveolens* L.) terhadap kumbang kacang *Callosobruchus chinensis* L. *Jurnal Agrotrop*. 3: 17-22.
- Dinanti dan Bela, R. 2014. Long Pepper (*Piper retrofractum* Vahl) to overcome erectile dysfunction. *J MAJORITY* 3 : 7.
- Eiffellia, A.R. 2010. *Pengaruh Pemberian Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.) Terhadap Perbaikan Struktur Histologis Mukosa Lambung Mencit (Mus Musculus) yang Diinduksi Aspirin*. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret. Surakarta. Skripsi.
- Endha, 2010. Pengenalan Hama Gudang. <http://thefloryofunited.blogspot.sg/2010/11/hama-gudang.html> (Diakses pada 28 Maret 2015).
- Fitriani, A, 2014, *Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (Phaseolus radiatus L.)*. Pendidikan Biologi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Bengkulu. Skripsi.

- Cania, E. & Setyaningrum, E. 2013. Uji efektivitas larvasida ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia*) terhadap larva aedes aegypti. *Medical Journal of Lampung University*,2(4): 52-60.
- Gunawan, H. R. 2008. *Pengaruh Pemanasan dengan Oven Gelombang Mikro (Microwave) Terhadap Mortalitas Serangga Hama Gudang Callosobruchus Chinensis (L.). (Coleoptera : Bruchidae), Kandungan Pati Dan Protein Kacang Hijau (Vigna radiata (L.))*. Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Harinta, W. Y., Nugraheni, R., dan Setyorini, A. 2016. Pengendalian hama bubuk kedelai (*Callosobruchus analis* F.) dengan Biji Sirsak (*Annona muricata*). *Jurnal Agronomi*. 20 : 82-83.
- Hartono, R dan Purwono, M.S. 2005. *Kacang Hijau – Teknik Budidaya di Berbagai Kondisi Lahan dan Musim*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hasnah, H., & Rusdy, A. 2015. Pengaruh ekstrak buah cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) terhadap perkembangan dan mortalitas kepik hijau. *Jurnal Floratek*, 10(2) : 87-96.
- Hasyim, A Setiawati, W dan Murtiningsih, R. 2010. Efikasi dan persistensi minyak serai wangi sebagai biopestisida terhadap *Heliocerpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuide). *Jurnal Hortikultura*. 20(4) : 86-377.
- Hasyim, A, Wiwin, S, Liferdi, L, & Luluk, SM 2019, 'Evaluasi konsentrasi lethal dan waktu lethal insektisida botani terhadap ulat bawang (*Spodoptera exigua*) di laboratorium. *Jurnal Hortikultura*, 29(1) :69-80.
- Hermayanti. (2015). Bahaya Pestisida Terhadap Lingkungan. <http://bio.unsoed.ac.id/sites/default/files/Bahaya%20Pestisida%20terhadap%20Lingkungan-.pdf>.
- Indriani, N. N. 2020. *Sintesis dan Uji Aktivitas Nanoemulsi Ekstrak Etanol Lengkuas Merah (Alpinia purpurata (Vieill) K. Schum) Sebagai Antibakteri Klebsiella pneumoniae*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia. Skripsi.
- Indriastuti, M., 2017. Uji aktivitas anti jamur minyak atsiri buah cabe jawa terhadap candida albicans beserta deteksi kandungan kimianya. *Jurnal Kromotografi*. 4(1): 51-52.
- Istidingdiah, A. 2010. Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman <http://Istiningdyah.blogspot.com/2010/07/laporan-dasardasarperlindungan20.html> (Diakses pada 28 Maret 2015).

- Juliati, M. Muhammad dan A. Arlita. 2016. Uji beberapa konsentrasi ekstrak daun bintaro (*Cerbera manghas* L.) sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama ulat jengkal (*Plusia sp.*) pada trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.). *Jom faperta UR*. 3(1): 4-6
- Jusnita, N. (2014). *Produksi nanoemulsi ekstrak temulawak dengan metode homogenisasi*. [Tesis, Institut Pertanian Bogor]. IPB University Scientific Repository. [https:// repository.ipb.ac.id/handle/123456789/71104](https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/71104).
- Kastanja, Y. A. 2007. Identifikasi kadar air biji jagung dan tingkat kerusakannya pada tempat penyimpanan. *Agroforestri* 2 (1): 27-23.
- Kutandi dan Lincah Andari. 2013. Aktivitas akarisisida beberapa minyak atsiri, insektisida nabati dan cukai kayu terhadap *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Acar: Varroidae). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 10 (1) : 33-42.
- Mudjiono, G. (2013). *Pengelolaan Hama Terpadu: konsep, taktik, strategi, penyusunan program PHT, dan implementasinya*. Universitas Brawijaya Press.
- Muhidin, R. Muchtar dan Hasnelly. 2020. Pengaruh insektisida nabati umbi gadung terhadap wereng batang cokelat (*Nillavarpata lugens* Stall) pada tanaman padi. *Jurnal Ilmiah Raspati*. 11 (1) : 62-68.
- Musthapa I and Gumilar G G. 2017. Isolation of piperin from the fruit of *Piper retrofractum*. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry* 2 6-9.
- Nuryanti, Ni Siluh Putu, Martono, E., Ratna, S. E., Dadang. 2018. Characteristics and toxicity of nemoemulsion formulation of *piper retrofractum* and *tagetes erecta* extract mixtures. *J. Hpt Tropika*. 18 (1):1-11.
- Nuryanti, Ni Siluh Putu, Jurayrah, and Budiarti, L. 2019. The toxicity and effectiveness of nanoemulsion formulas from *Piper retrofractum* essential oil against brown plant hopper (*Nilaparvata lugens* stal.). *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1450, No. 1, p. 012055). IOP Publishing.
- Ostertag F, Weiss J dan McClements DJ 2012. Low energy of edible nanoemulsions factors influencing droplet size produced by emulsion phase inversion. *Journal of Colloid and Interface Science* 388 95-102.
- Patty J A dan R. Y Rumthe. 2020. Mortalitas kumbang *Callosobruchus chinensis* akibat pemberian bubuk cengkih (*Syzygium aromaticum*). *AGROLOGIA*. 9 (1) 46-52.

- Pranowo D. 2015. *Produksi Nanoemulsi Ekstrak Daun Gedi (Abelmoschus manihot L. Medik) dan Uji Potensinya Sebagai Hepatoprotektor*. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Purnomo E, Suedy. S.W.A, S Haryanti. 2017. Pengaruh cara dan waktu penyimpanan terhadap susut bobot, kadar glukosa dan kadar karotenoid umbi kentang konsumsi (*Salanum tubresum L. Var Granola*). *Bulletin Anatomi dan Fisiologi*. 2 (2): 107-113.
- Retnosari. 2013. Hama Gudang. <http://rhetnozsaahri.blogspot.sg/2013/05/hama-gudang18.html>, (Diakses pada 28 maret 2015).
- Rukmini, A, 2007. *Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (Vigna radiata L.) pada Kondisi Kadar Air Tanah yang Berbeda*. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. Skripsi.
- Rusdy, A. 2010. Pengaruh pemberian ekstrak bawang putih terhadap mortalitas keong mas. *Jurnal. J. Floratek* 5: 172-180.
- Shakeel, F., Baboota, S., Ahuja, A., Ali, J., Faisal, M.S. dan Shafiq, S. 2008 Stability evaluation of celecoxib nanoemulsion containing tween 80. *Thai J. Pharm. Sci.* 32.
- Swimbawa, I., S. Indra, dan Purnomo. 1997. *Uji preferensi callosobruchus chinensis F. terhadap varietas kacang hijau*. Prosiding seminar penelitian. Lampung: Universitas Lampung.
- Ummah A.K. 2012. *Kajian Kondisi Komoditas, Serangga Hama Gudang dan Upaya Pengendaliannya (Studi tentang Penyimpanan Komoditas di Gudang Bulog 105 Bawen Sub Dolog Wilayah I Semarang)*. Semarang: Universitas Diponegoro. Tesis.
- Umami, L., & Purwani, K. I. (2016). Pengaruh ekstrak buah cabe Jamu (*piper retrofractum Vahl.*) terhadap Perkembangan larva grayak (*Spodoptera litura F.*). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2).
- Upadhyay RK, Ahmas S. 2011. Management strategies for control of stored grain insect pests in farmer stores and ware houses. *Journal of Agricultural sciences*. 7(5) : 527-54.
- Vinay, S., Renuka, K., Palak, V., Harisha, C. R., & Prajapati, P.K. (2012). Pharmacognostical and phytochemical study of *piper longum L.* and *piper retrofractum Vahl.* *Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation*, 1(1): 62-66.

- Wang, C., Singh, N., & Cooper, R. (2014). Efficacy of an essential oil-based pesticide for controlling bed bug (*Cimex lectularius*) infestations in apartment buildings. *Insects*, 5:894-859.
- Widnyana, I. K. 2011. Meningkatkan peranan musuh alami dalam pengendalian organisme pengganggu tumbuhan sesuai konsep pht (pengelolaan hamapenyakit terpadu). *Jurnal Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(2): 2088-2149.
- Widyawati PS *et al.*, 2016. The physicochemical and antioxidant properties of *Pluchea indica* less drink in tea bag packaging. *Intern. J Food Nutri Sci.* 5(3): 113-120.
- Windayani, N.S, Afifah N. H, Puspasari L.T, Yusuf H dan D.D. 2018. Effect of temperature, storage time, the residual test of neem oil formulation (*Azadirachta indica* A. Juss) and bitung formulation (*Barringtonia asiatica*) to its toxicity against large cabbage heart caterpillar (*Crociodalomia pavonana* F). *Jurnal Cropsaver.* 1 (1) : 27-36.

Lampiran 2. Deskripsi hama gudang *C. chinensis* dan tanaman cabai jawa *P. retrofractum*.

Tabel 12. Deskripsi *callosobrucus chinensis* L.

| | |
|-----------------------|---------------------|
| Sifat | <i>Holometbolic</i> |
| Ukuran Telur | 0,75 mm |
| Umur | 10-14 hari |
| Ukuran Kumbang Jantan | 2,4 mm – 3 mm |
| Ukuran Kumbang Betina | 2,76 mm- 3,49 mm |
| Bentuk Telur | Lonjong |

Sumber : (Balitkabi 2016)

Tabel 13. Deskripsi tanaman cabai jawa

| Deskripsi | Keterangan |
|-----------------|-----------------------------|
| Nama Lokal | Capli buta (aceh) |
| Nama Latin | <i>Piper retrofractum</i> |
| Tipe Tanaman | Manjelar |
| Panjang Tanaman | ± 10 m |
| Akar | Tunggang |
| Bentuk Batang | Bundar, beruas, dan berkayu |
| Warna Batang | Hijau |
| Daun | Tunggal |
| Panjang Daun | 8,5 – 20 |
| Lebar Daun | 3,5-13 |
| Warna Daun | Hijau |
| Tipe Pembungaan | Majemuk |
| Panjang Tangkai | 0,75 – 2 cm |
| Bentuk Buah | Melekat Satu Sama Lain |
| Bentuk Biji | Bulat |
| Warna Biji | Coklat Keputihan |

Sumber : rubi77botani (2017)

Lampiran 3. Data uji toksisitas metode kontak *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

Tabel 14. Data toksisitas metode kontak *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 0 |
| 0,25 | 30 | 9 |
| 0,5 | 30 | 15 |
| 1 | 30 | 23 |
| 2 | 30 | 25 |

Tabel 15. Data toksisitas metode kontak *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 48 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 0 |
| 0,25 | 30 | 11 |
| 0,5 | 30 | 17 |
| 1 | 30 | 25 |
| 2 | 30 | 27 |

Tabel 16. Data toksisitas metode kontak *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 2 |
| 0,25 | 30 | 13 |
| 0,5 | 30 | 18 |
| 1 | 30 | 27 |
| 2 | 30 | 28 |

Tabel 17. Data toksisitas metode kontak *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 96 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 2 |
| 0,25 | 30 | 15 |
| 0,5 | 30 | 18 |
| 1 | 30 | 27 |
| 2 | 30 | 29 |

Lampiran 4. Data uji toksisitas metode *grain protectant P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

Tabel 18. Data toksisitas metode *grain protectant P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 0 |
| 0,25 | 30 | 9 |
| 0,5 | 30 | 14 |
| 1 | 30 | 20 |
| 2 | 30 | 24 |

Tabel 19. Data toksisitas metode *grain protectant P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 48 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 0 |
| 0,25 | 30 | 9 |
| 0,5 | 30 | 16 |
| 1 | 30 | 22 |
| 2 | 30 | 26 |

Tabel 20. Data toksisitas metode *grain protectant P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 2 |
| 0,25 | 30 | 11 |
| 0,5 | 30 | 17 |
| 1 | 30 | 24 |
| 2 | 30 | 27 |

Tabel 21. Data toksisitas metode *grain protectant* *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 96 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 2 |
| 0,25 | 30 | 16 |
| 0,5 | 30 | 19 |
| 1 | 30 | 25 |
| 2 | 30 | 28 |

Lampiran 5. Data toksisitas metode fumigasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

Tabel 22. Data toksisitas metode fumigasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 0 |
| 0,375 | 30 | 10 |
| 0,75 | 30 | 17 |
| 1,5 | 30 | 25 |
| 3 | 30 | 28 |

Tabel 23. Data toksisitas metode fumigasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 0 |
| 0,375 | 30 | 13 |
| 0,75 | 30 | 19 |
| 1,5 | 30 | 27 |
| 3 | 30 | 29 |

Tabel 24. Data toksisitas metode fumigasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 2 |
| 0,375 | 30 | 14 |
| 0,75 | 30 | 22 |
| 1,5 | 30 | 28 |
| 3 | 30 | 30 |

Tabel 25. Data toksisitas metode fumigasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 96 jam setelah perlakuan.

| Konsentrasi (%) | Jumlah Serangga Uji | Jumlah Serangga Mati |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| Kontrol | 30 | 2 |
| 0,375 | 30 | 14 |
| 0,75 | 30 | 24 |
| 1,5 | 30 | 29 |
| 3 | 30 | 30 |

Lampiran 6. Data persentase pengamatan penghambatan peneluran *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

Tabel 26. Data persentase pengamatan penghambatan peneluran *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| Perlakuan | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Total | Rata-Rata |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|
| KT | 24.84 | 26.66 | 23.84 | 75.34 | 25.11 |
| GP | 21.46 | 17.74 | 18.04 | 57.24 | 19.08 |
| FG | 29.74 | 30.54 | 30.64 | 90.92 | 30.30 |

Tabel 27. Data analisis ragam pengamatan persentase penghambatan peneluran *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| SK | DB | JK | KT | FHIT | P(> F) | Notasi |
|-----------|----|----------|---------|-------|--------|--------|
| Perlakuan | 2 | 189.8480 | 94.9240 | 43.35 | 0.0002 | ** |
| Galat | 6 | 13.1362 | 2.143 | | | |
| Total | 8 | 202.9843 | | | | |

Tabel 28. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan persentase penghambatan peneluran *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| Perlakuan | Rata-Rata |
|-----------|-----------|
| KT | 25.11 |
| GP | 19.08 |
| FG | 30.32 |
| BNT 5% | 7.22 |

Lampiran 7. Data persentase pengamatan perkembangan populasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

Tabel 29. Data persentase pengamatan perkembangan populasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| Perlakuan | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Total | Rata-Rata |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|
| KT | 50 | 49 | 53 | 152 | 50.66 |
| GP | 56 | 54 | 53 | 163 | 54.33 |
| FG | 45 | 42 | 38 | 125 | 41.66 |

Tabel 30. Data analisis ragam pengamatan persentase perkembangan populasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| SK | DB | JK | KT | FHIT | P(> F) | Notasi |
|-----------|----|----------|----------|-------|--------|--------|
| Perlakuan | 2 | 254.8888 | 127.4444 | 20,12 | 0.0021 | ** |
| Galat | 6 | 38 | 6.3333 | | | |
| Total | 8 | 292.8888 | | | | |

Tabel 31. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan persentase perkembangan populasi *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| Perlakuan | Rata-Rata |
|-----------|-----------|
| KT | 50.66 |
| GP | 54.33 |
| FG | 41.66 |
| BNT 5% | 2.05 |

Lampiran 8. Data persentase pengamatan intensitas kerusakan *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

Tabel 32. Data persentase pengamatan intensitas kerusakan *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| Perlakuan | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Total | Rata-Rata |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| KT | 30.29 | 27.30 | 29.86 | 87.45 | 29.15 |
| GP | 35.06 | 32.25 | 33.26 | 100.57 | 33.52 |
| FG | 24.46 | 20.73 | 22.95 | 68.14 | 22.71 |

Tabel 33. Data analisis ragam pengamatan intensitas kerusakan *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| SK | DB | JK | KT | FHIT | P(> F) | Notasi |
|-----------|----|----------|---------|-------|--------|--------|
| Perlakuan | 2 | 177.4128 | 88.7064 | 32.61 | 0.0005 | ** |
| Galat | 6 | 16.3187 | 2.7197 | | | |
| Total | 8 | 193.7315 | | | | |

Tabel 34. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan persentase intensitas kerusakan *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| Perlakuan | Rata-Rata |
|-----------|-----------|
| KT | 29.15 |
| GP | 33.52 |
| FG | 22.71 |
| BNT 5% | 3.29 |

Lampiran 9. Data persentase pengamatan susut bobot *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

Tabel 35. Data persentase pengamatan susut bobot *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| Perlakuan | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 | Total | Rata-Rata |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|
| KT | 28.01 | 29.32 | 27.99 | 85.32 | 28.44 |
| GP | 34.23 | 30.31 | 36.18 | 100.72 | 33.57 |
| FG | 21.34 | 22.31 | 21.82 | 65.47 | 21.82 |

Tabel 36. Data analisis ragam pengamatan persentase susut bobot *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| SK | DB | JK | KT | FHIT | P(> F) | Notasi |
|-----------|----|----------|----------|-------|--------|--------|
| Perlakuan | 2 | 208.1938 | 104.0969 | 32.01 | 0.0006 | ** |
| Galat | 6 | 19.5075 | 3.2512 | | | |
| Total | 8 | 227.7014 | | | | |

Tabel 37. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan persentase susut bobot *P. retrofractum* terhadap *C. chinensis*.

| Perlakuan | Rata-Rata |
|-----------|-----------|
| KT | 28.44 |
| GP | 33.57 |
| FG | 21.82 |
| BNT 5% | 3.60 |

Lampiran 10. Hasil karakterisasi ukuran partikel formulasi (1:1/v:v)

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.40

2023.06.26 09:56:24

SZ-100

NACJ (1,1)_2132.nsz

Measurement Results

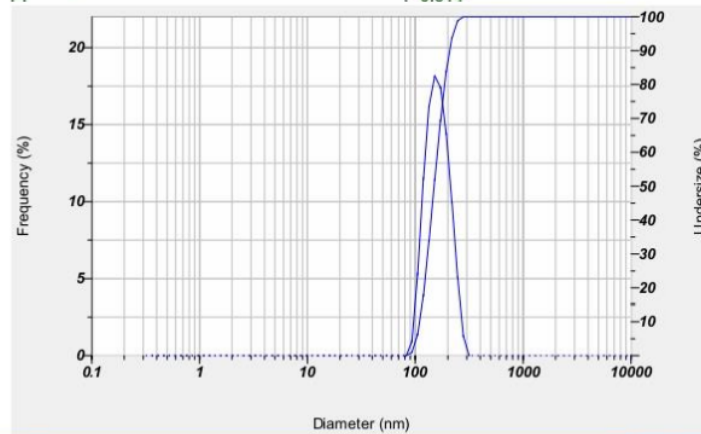
Date : Monday, June 26, 2023 9:53:22 AM
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : NACJ (1:1)
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 25.0 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa·s
 Transmission Intensity before Meas. : 19685
 Distribution Form : Standard
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 1935 kCPS

Calculation Results

| Peak No. | S.P.Area Ratio | Mean | S. D. | Mode |
|----------|----------------|----------|---------|----------|
| 1 | 1.00 | 154.8 nm | 37.4 nm | 143.2 nm |
| 2 | --- | -- nm | -- nm | -- nm |
| 3 | --- | -- nm | -- nm | -- nm |
| Total | 1.00 | 154.8 nm | 37.4 nm | 143.2 nm |

Cumulant Operations

Z-Average : 127.9 nm
 PI : 0.314



Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductors | Scientific

HORIBA

1/1

Lampiran 11. Hasil karakterisasi ukuran partikel formulasi (1:0,75/v:v)

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.40

2023.06.26 10:08:14

SZ-100

NACJ (1,0,75)_2137.nsz

Measurement Results

Date : Monday, June 26, 2023 10:06:47
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : NACJ (1:0,75)
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 24.9 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa·s
 Transmission Intensity before Meas. : 16688
 Distribution Form : Standard
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 2547 kCPS

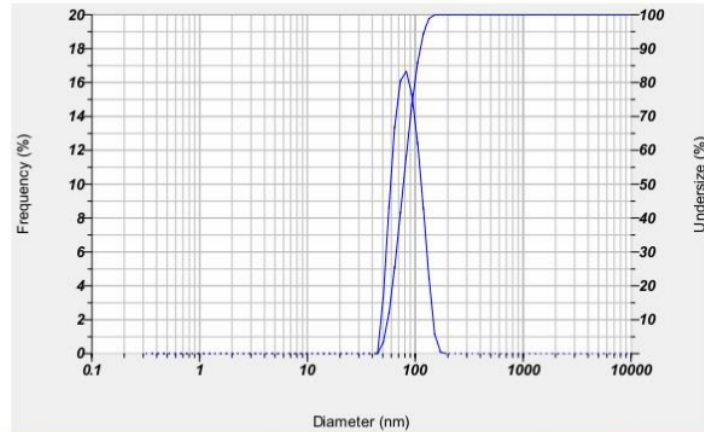
Calculation Results

| Peak No. | S.P.Area Ratio | Mean | S. D. | Mode |
|----------|----------------|---------|---------|---------|
| 1 | 1.00 | 80.8 nm | 21.2 nm | 77.2 nm |
| 2 | --- | --- nm | --- nm | --- nm |
| 3 | --- | --- nm | --- nm | --- nm |
| Total | 1.00 | 80.8 nm | 21.2 nm | 77.2 nm |

Cumulant Operations

Z-Average : 80.5 nm

PI : 0.259



Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductors | Scientific

HORIBA

1/1

Lampiran 12. Hasil karakterisasi ukuran partikel formulasi (1:0,5/v:v)

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Var2.40

2023.06.26 10:14:57

SZ-100

NACJ (1,0,5)_2139.nsz

Measurement Results

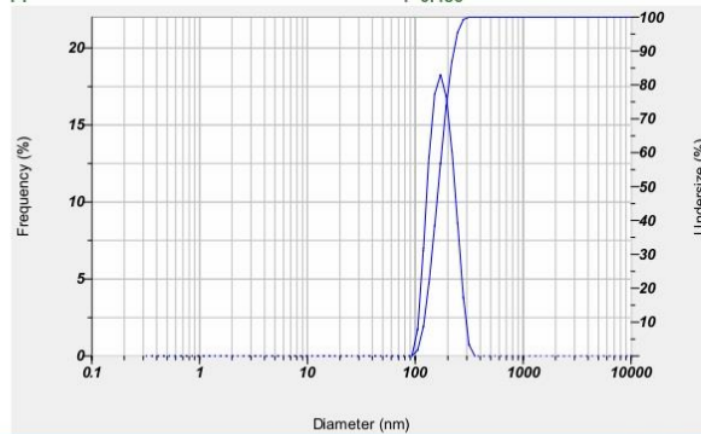
Date : Monday, June 26, 2023 10:13:13
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : NACJ (1:0,5)
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 25.0 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa·s
 Transmission Intensity before Meas. : 15647
 Distribution Form : Standard
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 992 kCPS

Calculation Results

| Peak No. | S.P.Area Ratio | Mean | S. D. | Mode |
|----------|----------------|----------|---------|----------|
| 1 | 1.00 | 169.3 nm | 40.9 nm | 161.0 nm |
| 2 | -- | -- nm | -- nm | -- nm |
| 3 | -- | -- nm | -- nm | -- nm |
| Total | 1.00 | 169.3 nm | 40.9 nm | 161.0 nm |

Cumulant Operations

Z-Average : 121.3 nm
 PI : 0.486



Explore the future

Automatic Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductors | Scientific

HORIBA

1/1

Laporan TA Nadia Silpia Putri (19713027)

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | repository.polinela.ac.id Internet Source | 4% |
| 2 | 123dok.com Internet Source | 2% |
| 3 | www.neliti.com Internet Source | 1% |
| 4 | text-id.123dok.com Internet Source | 1% |
| 5 | repository.ub.ac.id Internet Source | 1% |
| 6 | ejournal.gunadarma.ac.id Internet Source | 1% |
| 7 | digilib.unila.ac.id Internet Source | 1% |
| 8 | Submitted to Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Student Paper | <1% |
| 9 | media.neliti.com Internet Source | <1% |

| | | |
|----|---|------|
| 10 | repository.its.ac.id Internet Source | <1 % |
| 11 | docplayer.info Internet Source | <1 % |
| 12 | Submitted to Sriwijaya University Student Paper | <1 % |
| 13 | www.scribd.com Internet Source | <1 % |
| 14 | ejurnal.litbang.pertanian.go.id Internet Source | <1 % |
| 15 | etheses.uin-malang.ac.id Internet Source | <1 % |
| 16 | repository.umsu.ac.id Internet Source | <1 % |
| 17 | adoc.pub Internet Source | <1 % |
| 18 | repositori.uma.ac.id Internet Source | <1 % |
| 19 | eprints.unram.ac.id Internet Source | <1 % |
| 20 | journal.ipb.ac.id Internet Source | <1 % |
| 21 | eprints.umm.ac.id Internet Source | <1 % |

| | | |
|----|---|------|
| 22 | id.123dok.com Internet Source | <1 % |
| 23 | core.ac.uk Internet Source | <1 % |
| 24 | Submitted to University of Southern Mississippi Student Paper | <1 % |
| 25 | repository.untag-sby.ac.id Internet Source | <1 % |
| 26 | polinela.ac.id Internet Source | <1 % |
| 27 | repositori.uin-alauddin.ac.id Internet Source | <1 % |
| 28 | repository.unmuhjember.ac.id Internet Source | <1 % |
| 29 | fliphtml5.com Internet Source | <1 % |
| 30 | journal.uir.ac.id Internet Source | <1 % |
| 31 | Submitted to Universitas Nusa Cendana Student Paper | <1 % |
| 32 | eprints.mercubuana-yogya.ac.id Internet Source | <1 % |
| 33 | protan.studentjournal.ub.ac.id | |

Internet Source

<1 %

34

Submitted to Forum Perpustakaan Perguruan
Tinggi Indonesia Jawa Timur III

Student Paper

<1 %

35

repo.unand.ac.id

Internet Source

<1 %

36

Submitted to Politeknik Negeri Jember

Student Paper

<1 %

37

repository.radenintan.ac.id

Internet Source

<1 %

38

Submitted to Badan PPSDM Kesehatan
Kementerian Kesehatan

Student Paper

<1 %

39

mpira.ub.uni-muenchen.de

Internet Source

<1 %

40

docobook.com

Internet Source

<1 %

41

ejournal.uin-suska.ac.id

Internet Source

<1 %

42

repository.uir.ac.id

Internet Source

<1 %

43

Evinia Norenza, Tri Lestari, Rion Apriyadi.
"Penetapan Dosis Tepung Daun Cengkeh
untuk Mengendalikan Hama Gudang Kacang

<1 %

Hijau (*Callosobruchus Maculatus* Fabricius.)
(Coleoptera : Bruchidae) pada Suhu
Penyimpanan yang Berbeda",
AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi
Pertanian, 2019

Publication

44

dspace.uui.ac.id

Internet Source

<1 %

45

jatt.ejournal.unri.ac.id

Internet Source

<1 %

46

nurulnugraheni12.blogspot.com

Internet Source

<1 %

47

repositori.usu.ac.id

Internet Source

<1 %

48

Khoiriah Harahap, Suri Purnama Febri, Siti Komariyah, Iwan Hasri. "Efektivitas Penggunaan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Sebagai Pengendalian Infestasi *Argulus* sp. Pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)", Jurnal Airaha, 2021

Publication

<1 %

49

Submitted to Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai

Student Paper

<1 %

50

jp.polinela.ac.id

Internet Source

<1 %

| | | |
|----|---|------|
| 51 | repository.unja.ac.id Internet Source | <1 % |
| 52 | Submitted to Universitas Pelita Harapan Student Paper | <1 % |
| 53 | e-journal.uajy.ac.id Internet Source | <1 % |
| 54 | rizkinovandi2.blogspot.com Internet Source | <1 % |
| 55 | Submitted to Universitas Nasional Student Paper | <1 % |
| 56 | ejournal.stipwunaraha.ac.id Internet Source | <1 % |
| 57 | ojs3.unpatti.ac.id Internet Source | <1 % |
| 58 | repository.uin-suska.ac.id Internet Source | <1 % |
| 59 | Submitted to Politeknik Negeri Lampung Student Paper | <1 % |
| 60 | digilib.uin-suka.ac.id Internet Source | <1 % |
| 61 | eprints.uns.ac.id Internet Source | <1 % |
| 62 | faridasaptiani.blogspot.com Internet Source | <1 % |

| | | |
|----|---|------|
| 63 | anzdoc.com Internet Source | <1 % |
| 64 | jurnal.fp.unila.ac.id Internet Source | <1 % |
| 65 | kubunghortikultura.wordpress.com Internet Source | <1 % |
| 66 | repository.unair.ac.id Internet Source | <1 % |
| 67 | repository.ubb.ac.id Internet Source | <1 % |
| 68 | jurnal.unmuhjember.ac.id Internet Source | <1 % |
| 69 | repository.lppm.unila.ac.id Internet Source | <1 % |
| 70 | repository.unej.ac.id Internet Source | <1 % |
| 71 | repository.unib.ac.id Internet Source | <1 % |
| 72 | ulfarafiqh.blogspot.co.id Internet Source | <1 % |
| 73 | 1library.net Internet Source | <1 % |
| 74 | eprints.umk.ac.id Internet Source | <1 % |

| | | |
|----|---|------|
| 75 | eprints.ums.ac.id Internet Source | <1 % |
| 76 | faperta.unri.ac.id Internet Source | <1 % |
| 77 | fr.scribd.com Internet Source | <1 % |
| 78 | gardaremaja.blogspot.com Internet Source | <1 % |
| 79 | idoc.pub Internet Source | <1 % |
| 80 | jurnal.fmipa.unila.ac.id Internet Source | <1 % |
| 81 | lib.um.ac.id Internet Source | <1 % |
| 82 | lib.unnes.ac.id Internet Source | <1 % |
| 83 | www.researchgate.net Internet Source | <1 % |
| 84 | www.scilit.net Internet Source | <1 % |
| 85 | zombiedoc.com Internet Source | <1 % |
| 86 | fp.unmas.ac.id Internet Source | <1 % |

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Laporan TA Nadia Silpia Putri (19713027)

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81
