

Laporan TA Evi Erika Sari (19713015)

by erika evi

Submission date: 11-Aug-2023 03:21AM (UTC-0400)

Submission ID: 2144059747

File name: Laporan_TA_Evi_Erika_Sari_19713015_Fixxxxxxxxxx.docx (3M)

Word count: 13028

Character count: 80633

1
UJI EFEKTIVITAS NANOEMULSI INSEKTISIDA NABATI
DARI MINYAK SERAI WANGI (*Cymbopogon nardus* L.)
TERHADAP HAMA GUDANG *Callosobruchus*
***Chinensis* L. PADA PENYIMPANAN**
BENIH KACANG HIJAU

(Laporan Tugas Akhir)

Oleh

EVI ERIKA SARI
19713015



POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023

**UJI EFEKTIVITAS NANOEMULSI INSEKTISIDA NABATI¹
DARI MINYAK SERAI WANGI (*Cymbopogon nardus* L.)
TERHADAP HAMA GUDANG *Callosobruchus*
Chinensis L. PADA PENYIMPANAN
BENIH KACANG HIJAU**

Oleh

**Evi Erika Sari
NPM 19713015**

Laporan Tugas Akhir¹

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 : Uji Efektivitas Nanoemulsi Insektisida Nabati dari Minyak Serai Wangi (Cymbopogon Nardus L.) terhadap Hama Gudang Callosobruchus Chinensis L. pada Penyimpanan Benih Kacang Hijau

2. Nama Mahasiswa : Evi Erika Sari

3. Nomor Pokok Mahasiswa : 19713015

4. Program Studi : Teknologi Perbenihan

5. Jurusan : Budidaya Tanaman Pangan

Dosen Pembimbing I

Menyetujui,

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

Tanggal Ujian : 07 Agustus 2023

HALAMAN PERSETUJUAN

1. Tim Penguji

Penguji I : ⁵¹Dr. Ir. Ni Siluh Putu Nuryanti, M.P.
NIP 19681115 199203 2 003 _____

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

Penguji III : ¹Anung Wahyudi, S.P., M.Sc., Ph.D.
NIP 19810911 201212 1 001 _____

2. Ketua Jurusan Budidaya Tanaman Pangan

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

Tanggal Lulus Ujian Tugas Akhir : 07 Agustus 2023

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

79
Nama Mahasiswa : Evi Erika Sari
Nomor Pokok Mahasiswa : 19713015
Program Studi : Teknologi Perbenihan
Jurusan : Budidaya Tanaman Pangan
Judul Tugas Akhir : Uji Efektivitas Insektisida Nanoemulsi Nabati dari Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus* L.) terhadap Hama Gudang *Callosobruchus Chinensis* L. pada Penyimpanan Benih Kacang Hijau.

Dengan ini menyatakan bahwa judul Tugas Akhir “Uji Efektivitas Nanoemulsi Insektisida Nabati dari Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus* L.) terhadap Hama Gudang *Callosobruchus Chinensis* L. pada Penyimpanan Benih Kacang Hijau”, jika pernyataan ini ternyata tidak benar, saya siap menerima konsekuensi yang sesuai dengan peraturan yang sudah berlaku.

Demikian pernyataan bebas plagiasi ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya paksaan atau tekanan dari pihak manapun.

Bandar Lampung, Agustus 2023
Yang Membuat Pernyataan

Evi Erika Sari
NPM 19713015

RIWAYAT HIDUP

Evi Erika Sari lahir di Wates, Kecamatan Bumi Ratu Nuban, Kabupaten Lampung Tengah, pada tanggal 27 Agustus 2000. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Ayahanda Kasdi dan Ibunda Istianah. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Pertiwi Pasir Sakti pada tahun 2006. Kemudian, setelah menyelesaikan pendidikan di SDN Rejomulyo dan lulus pada tahun 2012, penulis melanjutkan ke tingkat pendidikan berikutnya yaitu Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Pasir Sakti dan berhasil menyelesaikannya pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi di Sekolah Menengah Atas yaitu di SMAN 1 Pasir Sakti dan berhasil menyelesaikan pendidikan pada tahun 2018. Tahun berikutnya, yaitu pada tahun 2019, penulis berhasil diterima sebagai mahasiswa di Politeknik Negeri Lampung. Di sana penulis mengambil program studi Teknologi Perbenihan yang termasuk dalam Jurusan Budidaya Tanaman Pangan.

Selama pendidikan di Politeknik Negeri Lampung penulis aktif dalam mengikuti organisasi Koperasi Mahasiswa Politeknik Negeri Lampung (KOPMA) sebagai anggota aktif dalam organisasi. Pada Tahun 2022 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Nyata (PKN) di Desa Bangun Sari, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran. Pada tahun 2023 penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di BPSB TPH Lampung Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Bandar Lampung.

MOTTO:

Jika kamu sungguh menginginkan sesuatu, maka suatu saat kamu pasti akan
segera mendapatkannya.

Jangan menyerah Sebelum mengambil langkah, dan setelah mengambil langkah,
lalui perjalanan ini dengan melakukan yang terbaik semampu kita.

~ Evi Erika Sari ~

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan telah diselesaikannya Tugas Akhir ini penulis mempersembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, Ayahanda Kasdi dan Ibunda Istianah yang selalu mendukung dan tiada hentinya memberikan semangat, mencurahkan keringat dan air mata untuk keberhasilanku dan untuk kehidupanku. Karena merekalah saya sampai pada tahap di mana Tugas Akhir ini akhirnya selesai.
2. Saudara kandung tercinta Adik Artika Ramadiyah dan Adik Olivia Salisya Putri yang sudah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
3. Teman-Teman seangkatan penulis, kakak tingkat, maupun teman-teman dari prodi lain yang sudah banyak membantu dan memberikan masukan kepada penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.
4. Segenap civitas akademika Politeknik Negeri Lampung, staff pengajar, karyawan dan seluruh anggota lainnya yang memberikan dukungan kepada penulis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul ” Uji Efektivitas Nanoemulsi Insektisida Nabati dari Minyak Serai Wangi (*Cymbopogon Nardus* L.) terhadap Hama Gudang *Callosobruchus Chinensis* L. pada Penyimpanan Benih Kacang Hijau”. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Ni Siluh Putu Nuryanti, M.P. Selaku dosen pembimbing I yang tiada hentinya mendidik, memberikan bimbingan, motivasi, semangat yang luar biasaselama menjalankan proses penelitian hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ari Wahyuni, S.P., M.Si. Selaku dosen pembimbing II yang dimana penulis memperoleh banyak pengarahan, senantiasa selalu sabar memberikan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Anung Wahyudi, S.P, M.Sc., Ph.D. Selaku dosen penguji tugas akhir dan selaku ketua Program Studi Teknologi Perbenihan yang selalu mengingatkan dan memberikan semangat.
4. Seluruh dosen Teknologi Perbenihan Politeknik Negeri Lampung.
5. Ayah dan ibu tercinta, yang sudah memberikan kasih sayang serta doa-doa dan motivasi kepada penulis.
6. Semua teman – teman Teknologi Perbenihan angkatan 2019.

Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna untuk pihak pendidikan formal, non-formal, dan semua kalangan pendidikan yang lain serta pihak pembaca yang memerlukan.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Evi Erika Sari

**UJI EFEKTIVITAS NANOEMULSI INSEKTISIDA NABATI
DARI MINYAK SERAI WANGI (*Cymbopogon nardus* L.)
TERHADAP HAMA GUDANG *Callosobruchus*
Chinensis L. PADA PENYIMPANAN
BENIH KACANG HIJAU**

Oleh

**EVI ERIKA SARI
19713015**

RINGKASAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) adalah tanaman yang sangat banyak dibudidayakan di Indonesia. Kacang hijau termasuk ke dalam tanaman tropis dan memiliki proses budidaya yang cukup mudah. Penanganan pascapanen yang tidak tepat penyebab berkurangnya kuantitas dan kualitas kacang hijau di dalam gudang penyimpanan. Salah satu penyebab berkurangnya mutu kacang hijau di gudang penyimpanan disebabkan oleh serangan *C. chinensis*. Salah satu upaya alternatif pengendalian hama gudang *C. chinensis* adalah dengan insektisida nabati minyak atsiri serai wangi (*C. nardus*). Minyak atsiri biasanya tersedia dalam bentuk makroemulsi, oleh karena itu, diperlukan pengembangan suatu sistem insektisida yang lebih efektif, yaitu nanoemulsi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menilai tingkat toksisitas dan kemampuan menghambat penetrasian serangga hama berbasah dasar minyak nabati *C. nardus* dalam berbagai kondisi perlakuan. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi pengaruh penghambatan penetrasian terhadap perkembangan populasi, tingkat kerusakan tanaman, serta berkurangnya bobot benih. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Produksi Tanaman I Politeknik Negeri Lampung pada bulan September 2022 hingga Juni 2023. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 3 metode perlakuan yaitu kontak, fumigasi, dan *grain protectant*. Analisis POLO PC digunakan untuk mendapatkan LC_{50} dan LC_{95} dan DSAASTAT digunakan untuk analisis ragam pada variabel pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode dengan toksisitas tertinggi terhadap *C. chinensis* adalah metode *grain protectant* dibandingkan dengan metode kontak dan fumigasi dengan nilai LC_{95} berturut-turut 5,35%, 4,59%, 2,54%, 1,65%. Nilai *lethal concentration* terendah *grain protectant* pada LC_{50} 0,26% dan LC_{95} 1,65%, perlakuan dengan metode *grain protectant* juga sangat mempengaruhi terhadap penghambatan penetrasian, perkembangan laju populasi, intensitas kerusakan dan susut bobot benih kacang hijau.

Kata Kunci : Nanoemulsion, Toxycity, *C. nardus*, *C. chinensis*

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	4
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	7
2.2.3 Daun	7
2.2.4 Bunga	7
2.2.5 Polong atau buah	7
2.2.6 Biji	7
2.3 Klasifikasi dan Morfologi <i>C. chinensis</i>	8
2.4 Klasifikasi dan Morfologi Serai Wangi (<i>C. nardus</i>)	11
2.5 Cara Kerja Minyak Serai Wangi (<i>C. nardus</i>)	12
III. BAHAN DAN METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.2.1 Alat	14
3.2.2 Bahan	14
3.3 Rancangan Penelitian	15
3.4 Diagram Alir Penelitian	16
3.5 Metode Penelitian	17

3.5.1 Pembiakan massal <i>C. chinensis</i>	17
3.5.2 Pembuatan minyak atsiri serai wangi (<i>C. nardus</i>)	17
3.5.3 Emulsifikasi formulasi nanoemulsi	18
3.5.4 Uji toksisitas	19
52 3.6 Variabel Pengamatan	22
3.6.1 Persentase jumlah serangga yang mati	22
3.6.2 Penghambatan peneluran	23
3.6.3 Perkembangan populasi	24
3.6.4 Intensitas kerusakan benih kacang hijau	24
3.6.5 Presentase susut bobot benih kacang hijau	25
3.7 Karakterisasi Formulasi Nanoemulsi	26
68 3.8 Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Uji Toksisitas <i>C. nardus</i> Terhadap <i>C. chinensis</i>	28
4.1.1 Toksisitas <i>C. nardus</i> 24 jam setelah perlakuan	28
4.1.2 Toksisitas <i>C. nardus</i> 48 jam setelah perlakuan	29
4.1.3 Toksisitas <i>C. nardus</i> 72 jam setelah perlakuan	29
4.1.4 Toksisitas <i>C. nardus</i> 96 jam setelah perlakuan	30
4.3 Pengaruh Metode Terhadap Variabel Pengamatan	32
4.4 Hasil Uji Nanoemulsi Minyak Serai Wangi (<i>C. nardus</i>)	34
35 4.5 Pembahasan	35
V. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator intensitas kerusakan	25
2. Prediksi parameter regresi probit <i>C. nardus</i> terhadap hama gudang <i>C. chinensis</i> 24 jam setelah perlakuan	28
3. Prediksi parameter regresi probit <i>C. nardus</i> terhadap hama gudang <i>C. chinensis</i> 48 jam setelah perlakuan	29
4. Prediksi parameter regresi probit <i>C. nardus</i> terhadap hama gudang <i>C. chinensis</i> 72 jam setelah perlakuan	30
5. Prediksi parameter regresi probit <i>C. nardus</i> terhadap hama gudang <i>C. chinensis</i> 96 jam setelah perlakuan	31
6. Hasil analisis ragam pada seluruh variabel pengamatan	31
7. Persentase penghambatan peneluran, perkembangan populasi pada berbagai metode perlakuan	32
8. Persentase intensitas kerusakan dengan berbagai perlakuan	33
9. Persentase susut bobot dengan berbagai metode perlakuan	33
10. Hasil uji nanoemulsi minyak serai wangi (<i>C. nardus</i>)	34
11. Jadwal kegiatan penelitian	46
12. Deskripsi <i>Callosobruchus chinensis</i> L.	47
13. Deskripsi tanaman serai wangi	47
14. Data toksisitas metode kontak <i>C. nardus</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan	48
15. Data toksisitas metode kontak <i>C. nardus</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 48 jam setelah perlakuan	48
16. Data toksisitas metode kontak <i>C. nardus</i> terhadap <i>C. chinensis</i> pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan	48

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

33. Data analisis ragam intensitas kerusakan <i>C. nardus</i> terhadap <i>C. chinensis</i>	53
34. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan intensitas kerusakan <i>C. nardus</i> terhadap <i>C. chinensis</i>	53
35. Data persentase pengamatan intensitas susut bobot <i>C. nardus</i> terhadap <i>C. chinensis</i>	54
36. Data analisis susut bobot <i>C. nardus</i> terhadap <i>C. chinensis</i>	54
37. Data hasil uji BNT (α 5%) pengamatan susut bobot <i>C. nardus</i> terhadap <i>C. chinensis</i>	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Benih kacang hijau varietas Vima-5	8
2. Serangga <i>C. chinensis</i>	9
3. Serai wangi	12
4. Diagram alir penelitian	16
5. Pembiakan massal/ <i>rearing</i> hama <i>C. chinensis</i> pada kacang hijau	17
6. Pembuatan minyak serai wangi dengan metode destilasi	18
7. Proses pembuatan nanoemulsi	19
8. Pelaksanaan metode kontak	20
9. Pelaksanaan metode <i>grain protectant</i>	21
10. Pelaksanaan metode fumigasi	22
11. Pengamatan jumlah hama yang mati	23
12. Pengamatan penghambatan peneluran	23
13. Pengamatan perkembangan populasi	24
14. Pengamatan intensitas kerusakan benih kacang hijau	25
15. Pengamatan susut bobot kacang hijau	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal kegiatan penelitian	46
2. Deskripsi hama gudang <i>C. chinensis</i> dan tanaman serai wangi	47
3. Data uji toksisitas metode kontak	48
4. Data uji toksisitas metode <i>grain protectant</i>	49
5. Data uji toksisitas metode fumigasi	50
6. Data persentase pengamatan penghambatan	51
7. Data persentase pengamatan perkembangan populasi	52
8. Data persentase pengamatan intensitas kerusakan	53
9. Data persentase pengamatan susut bobot	54
10. Hasil uji partikel nanoemulsi minyak serai wangi 1:1	55
11. Hasil uji partikel nanoemulsi minyak serai wangi 1:0,75	56
12. Hasil uji partikel nanoemulsi minyak serai wangi 1:0,5	57

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) adalah tanaman yang sangat banyak dibudidayakan di Indonesia. Kacang hijau termasuk ke dalam tanaman tropis dan memiliki proses budidaya yang cukup mudah. Peringkat kacang hijau berada di urutan ketiga dalam daftar seluruh jenis kacang-kacangan setelah kedelai dan kacang tanah (Meilasari, 2016). Tanaman kacang hijau tumbuh paling bagus dalam iklim daerah dataran rendah hingga ketinggian 500 mdpl, dengan curah hujan optimal berkisar antara 50 hingga 200 mm per bulan. Suhu yang cocok untuk pertumbuhan tanaman ini adalah sekitar 25 - 27 °C, dan kelembaban udara yang diinginkan berkisar antara 50 hingga 80 persen. Selain itu, tanaman ini juga membutuhkan paparan sinar matahari yang memadai (Afif *et al.*, 2014).

Pada tahun 2017, produksi kacang hijau mencapai jumlah sekitar 241.334 ton. Namun, pada tahun 2018, terjadi penurunan produksi menjadi sekitar 234.718 ton. Meskipun demikian, kebutuhan nasional akan kacang hijau diperkirakan mencapai sekitar 304.000 ton (Badan Pusat Statistik, 2019). Firdaus (2018), menyatakan bahwa permintaan kacang hijau tidak hanya berasal dari konsumsi rumah tangga, tetapi juga dari sektor industri sebagai bahan baku makanan dan minuman. Pada tahun 2018, permintaan ini tumbuh sekitar 7,91%, melampaui pertumbuhan ekonomi nasional sebesar 5,71%. Indonesia perlu mengimpor kacang hijau guna memenuhi kebutuhan yang terus meningkat, seiring dengan pertambahan jumlah penduduk.

Masalahnya penanganan pascapanen yang kurang optimal dapat menjadi penyebab berkurangnya jumlah dan mutu kacang hijau dalam proses penyimpanan di gudang. Salah satu faktor penyebab berkurangnya mutu kacang hijau di gudang penyimpanan adalah serangan hama gudang *C. chinensis*. Dampak dari infestasi *C. chinensis* dapat mengakibatkan kerugian hasil hingga mencapai 70% (Ayyaz *et al.*, 2006).

Upaya mengatasi permasalahan ini melibatkan penggunaan insektisida kimia sintetik sebagai metode pengendalian hama penyakit. Biasanya, pengendalian hama gudang *C. chinensis* dilakukan dengan mengandalkan insektisida kimia sintetik, seperti metil bromida dan fosfin sebagai fumigan (Kim dan Ahn, 2011). Menurut Dadang (2008), penting untuk diingat bahwa ketergantungan pada insektisida kimia bisa berdampak serius terhadap lingkungan, pengguna, dan konsumen. Beberapa penelitian juga mengindikasikan bahwa penggunaan insektisida kimia sintetik bisa mengurangi keragaman organisme dalam ekosistem dan bahkan menyebabkan perkembangan populasi hama yang resisten atau tahan terhadap insektisida. Karena alasan ini, mencari alternatif pengendalian menjadi penting.

Salah satu opsi adalah menggunakan insektisida nabati sebagai alternatif dalam mengendalikan hama gudang *C. chinensis*. Insektisida nabati adalah jenis insektisida yang berasal dari bagian tumbuhan yang mudah didapatkan dan dapat dibuat dengan pengetahuan yang terbatas. Karena bahan dasarnya adalah alami, insektisida nabati cenderung terurai secara alami tanpa mencemari lingkungan, serta tidak membahayakan makhluk hidup dan ekosistem sekitarnya (EPA, 2019). Salah satu contoh bahan nabati yang berpotensi sebagai insektisida adalah minyak atsiri dari serai wangi (*C. nardus*). Komponen seperti sitral, sitronella, graniol, mirsenal, nerol, farnesol, *methylheptenol*, dan *dipentene* yang terdapat dalam minyak atsiri serai wangi, memiliki potensi sebagai insektisida nabati. Komponen utama adalah sitronela (sekitar 35%) dan graniol (berkisar antara 35-40%). Sifat toksik dari senyawa sitronela dalam serai wangi, seperti yang disebutkan oleh Cameron (2016), bisa menyebabkan dehidrasi akut pada hama dan digunakan sebagai insektisida nabati.

Minyak atsiri umumnya dapat ditemukan dalam bentuk makroemulsi, dan digunakan dengan cara mencampurkannya dengan berbagai jenis minyak nabati dan alkohol topikal. Namun, bentuk ini memiliki umur simpan dan daya serap kulit yang cenderung lebih rendah, juga cenderung tidak stabil secara termodinamika dan dapat menghasilkan pemisahan fase selama penyimpanan atau endapan. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penghantaran insektisida yang lebih efisien, yaitu sistem

emulsi nanoemulsi. Nanoemulsi merupakan sistem penghantaran insektisida berbasis lipid yang memiliki stabilitas termodinamika. Sistem nanoemulsi terdiri dari komponen minyak, surfaktan, kosurfaktan, dan air, dengan ukuran droplet yang terbentuk memiliki ukuran sangat kecil, yaitu dalam skala nanometer. Nanoemulsi diketahui memiliki kelengkapan yang diinginkan, seperti kelarutan yang sangat tinggi, tingkat perlindungan yang signifikan, serta stabilitas termodinamika (Aprilya *et al.*, 2021).

Pembuatan nanoemulsi melibatkan pencampuran fase minyak dan air menggunakan surfaktan dan kosurfaktan untuk mengurangi tegangan permukaan. Nilai HLB (*Hydrophilic-Lipophilic Balance*) yang tepat untuk kosurfaktan dan surfaktan sesuai dengan jenis nanoemulsi minyak dalam air (M/A) adalah > 10 . Sebagai contoh, Tween 80 memiliki nilai HLB sebesar 15, sehingga dalam penelitian ini digunakan sebagai surfaktan. Menurut Rowe (2009), Tween 80 adalah surfaktan nonionik hidrofilik yang umumnya lebih stabil dalam pembuatan sistem emulsi minyak dalam air dibandingkan dengan surfaktan anionik lainnya.

Pengendalian hama gudang *C. chinensis* menggunakan minyak serai wangi dengan formulasi nanoemulsi belum diketahui keefektifannya, oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian ini. Teknologi nano dapat memperkecil partikel hingga berukuran nano (10^{-9} m) dan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas bahan aktif minyak atsiri sehingga dapat mengendalikan serangan *C. chinensis* pada benih kacang hijau. Sehingga penggunaan insektisida sintetis diharapkan bisa ditekan pemakaiannya. Minyak serai wangi dapat dijadikan alternatif pilihan sebagai insektisida nabati yang merupakan salah satu komponen pengendalian hama gudang yang sejalan dengan konsep pengendalian hama terpadu.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui aktivitas toksisitas metode kontak, fumigasi, dan *grain protectant* terhadap hama gudang *C. chinensis* dengan perlakuan insektisida nabati dari minyak serai wangi pada benih kacang hijau.
2. Mengevaluasi penghambatan penetran, perkembangan populasi, intensitas kerusakan dan susut bobot benih kacang hijau.

3. Menganalisis karakteristik nanoemulsi insektisida nabati dari minyak atsiri serai wangi.

1.3 Kerangka Pemikiran

Aturan Pemerintah (PP) Nomor 6 tahun 1995 pasal 3 menyatakan bahwa perlindungan terhadap tanaman dijalankan melalui sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Oleh karena itu, perlu dicari metode pengendalian yang efektif terhadap hama yang dituju, namun tidak membahayakan organisme selain target dan juga lingkungan. Salah satu jenis insektisida yang memenuhi kriteria ini ialah insektisida nabati, yaitu insektisida yang berasal dari tanaman-tanaman (Kurniawati dan Martono, 2015).

Upaya pengendalian hama kimia sintetis yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan pestisida atau insektisida kontak dan penguapan (fumigasi) dengan fosfin atau bahan kimia lainnya. Penguapan atau fumigasi merupakan salah satu metode yang paling efektif untuk melindungi bahan tanaman pangan, bahan pakan dan komoditas pertanian lainnya di tempat penyimpanan gudang benih (Hidayat, 2012). Menurut Wahyudi (2013), larangan penggunaan insektisida berbahan kimia sintetis yang biasa digunakan seperti metil bromida dan fosfin menyebabkan resistensi dan resurgensi hama serta mengakibatkan ledakan populasi dari hama tersebut. Itulah sebabnya diperlukan insektisida baru untuk mengendalikan hama di gudang secara aman serta efektif. Untuk membantu mencegah efek negatif hama pada produk yang disimpan, ekstrak tanaman, bubuk tanaman kering, dan minyak esensial dapat digunakan.

Ekstrak minyak atsiri serai wangi diketahui memiliki aktivitas insektisida sebagai fumigan yang menyebabkan kematian hama gudang *Callosobruchus maculatus* sebesar 93,3% pada dosis udara 0,18 ml/L (Situmorang, 2015). Ekstrak minyak atsiri serai bertindak sebagai penolak, pemikat, racun kontak, racun pernapasan, penekan nafsu makan (*antifeedant*), penghambat bertelur (pencegah oviposisi), penghambat pertumbuhan, gangguan sistem endokrin serangga, pengurangan kesuburan serangga, dan sebagai penolak vektor serangga (Hasyim *et al.*, 2014).

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Minyak serai wangi (*C. nardus*) dapat mengendalikan hama gudang *C. chinensis* pada penyimpanan benih kacang hijau.
2. Diduga minyak serai wangi (*C. nardus*) pada berbagai metode perlakuan dapat berpengaruh terhadap penghambatan penetiran, laju perkembangan populasi, intensitas kerusakan dan susut bobot benih kacang hijau.
3. Pengaruh nanoemulsi dan konsentrasinya sebagai pelarut minyak atsiri serai wangi.

1.5 Manfaat

Harapannya penelitian ini bisa memberikan nilai positif bagi penulis dan juga masyarakat, terutama petani, terkait penggunaan tumbuhan serai wangi (*C. nardus*) sebagai alternatif insektisida nabati untuk mengatasi hama gudang *C. chinensis*. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman pembaca tentang nanoemulsi. Sehingga dapat diterapkan sistem pengendalian hama gudang kacang hijau.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan tanaman golongan kacang-kacangan yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi setelah kacang kedelai dan kacang tanah. Kacang hijau adalah tanaman semusim dengan umur relatif pendek dibandingkan tanaman kacang-kacangan lainnya yaitu 60 hari dan banyak dibudidayakan di Indonesia. Apabila mempertimbangkan konsistensi kondisi iklim dan sifat tanah yang ada, Indonesia tergolong dalam kelompok negara yang memiliki potensi untuk mengembangkan ekspor kacang hijau (Purwono dan Hartono, 2012). Secara ilmiah, tanaman kacang hijau diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Classis	: Dicotyledonae
Ordo	: Leguminales
Familia	: Leguminosae
Genus	: <i>Vigna</i>
Species	: <i>Vigna radiata</i> L. (Purwono dan Hartono, 2012)

2.2 Morfologi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

2.2.1 Akar

Kacang hijau memiliki akar utama yang dikenal sebagai akar tunggang. Pada bagian ujung akar tanaman kacang hijau, pertumbuhan akan berlangsung secara vertikal dan menembus tanah dengan kedalaman berkisar antara 40 hingga 80 cm. Sistem perakaran tanaman kacang hijau terbagi menjadi dua jenis, yaitu mesofit dan xerofit. Pada jenis akar mesofit, ciri khasnya adalah adanya banyak cabang akar yang menyebar di permukaan tanah. Sedangkan pada jenis akar xerofit, akarnya memiliki sedikit cabang dan cenderung tumbuh secara lebih vertikal ke dalam tanah (Atika, 2018).

2.2.2 Batang

Ruang bagian tengah batang kacang hijau memiliki bentuk bulat dengan permukaan yang berbuku-buku. Batang kacang hijau memiliki ukuran yang relatif kecil, ditutupi oleh rambut-rambut halus, serta memiliki warna yang bervariasi antara hijau hingga coklat muda atau merah keunguan. Pada setiap batang, terbentuk satu tangkai daun. Pada daun pertama, tumbuh sepasang daun yang saling berhadapan, masing-masing memiliki bentuk daun tunggal. Pertumbuhan batang kacang hijau terjadi secara tegak lurus ke atas dan bisa mencapai tinggi sekitar 1 meter. Tunas-tunas cabangnya menjalar ke berbagai arah (Purwono, 2008).

2.2.3 Daun

Daun kacang hijau tumbuh dalam susunan majemuk, terdiri dari tiga lembar daun (trifolia), dan ditempatkan secara bergantian. Tangkai daun lebih panjang dari daunnya, memiliki warna yang bergradasi dari hijau muda hingga hijau tua. Setiap tangkai daun terdiri dari tiga lembaran daun, yang memiliki bentuk oval dengan ujung meruncing. Warna daun bervariasi antara hijau muda dan hijau tua dan posisi daun saling tumpang tindih (Atika, 2018).

2.2.4 Bunga

Bunga kacang hijau umumnya berbentuk mirip dengan kupu-kupu dan memiliki warna kuning kehijauan. Bunga ini berukuran besar dengan diameter sekitar 1-2 cm, memiliki warna dari hijau ke kuning cerah. Bunga-bunga ini steril secara alami dan terdapat dalam tandan di ketiak daun, yang membentuk kelompok terdiri dari 5-25 kuntum bunga. Panjang tandan bunga berkisar antara 2 hingga 20 cm. Jenis bunga ini masuk dalam kategori bunga hermafrodit. Penyerbukan bunga terjadi pada malam hari, sehingga bunga mekar di pagi hari dan layu di sore hari (Atika, 2018).

2.2.5 Polong atau buah

Buah kacang hijau memiliki bentuk polong dengan panjang sekitar 5-16 cm. Setiap polong ini berisi sekitar 10-15 biji. Bentuknya bulat silindris atau pipih dengan ujung yang bisa runcing atau tumpul. Polong berwarna hijau saat masih muda, namun akan berubah menjadi coklat atau hitam saat sudah tua (Atika, 2018).

2.2.6 Biji

Biji kacang hijau berbentuk bulat dan ukurannya lebih kecil daripada biji kacang tanah atau kedelai. Bobot bijinya hanya sekitar 0,5-0,8 mg, kulitnya berwarna hijau dan bijinya berwarna putih. Biji kacang hijau sering digunakan untuk dikecambahkan atau dijadikan taoge. Proses perkecambahan biji ini adalah tipe epigeal dan biji kacang hijau termasuk dalam kategori biji dikotil, yang memiliki dua keping biji (Purwono, 2008).



Gambar 1. Benih kacang hijau varietas Vima-5 (Sumber: dokumentasi pribadi)

2.3 Klasifikasi dan Morfologi Hama *Callosobruchus chinensis* L.

Klasifikasi kumbang kacang hijau atau *Callosobruchus chinensis* L. sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Coleoptera
Family	: Bruchidae
Genus	: <i>Callosobruchus</i>
Spesies	: <i>Callosobruchus chinensis</i> (Pracaya, 2005).



Gambar 2. Serangga *C. chinensis* (BBPPMBPTPH, 2019)

Hama pengganggu yang ada di dalam gudang penyimpanan benih kacang hijau, yakni *C. chinensis*, merupakan salah satu jenis serangga yang memiliki potensi untuk merusak biji kacang hijau yang disimpan dalam gudang. Kumbang biji ini juga dikenal dengan sebutan kumbang biji kacang hijau. *C. chinensis* memiliki moncong pendek dan femur pada kaki belakang yang membesar. Bentuk tubuh kumbang dewasa cenderung bulat atau memanjang. Bentuk tubuhnya saat berada dalam tahap telur berbentuk oval dengan kepala yang agak runcing. Pada bagian sayap depannya, terdapat pola gelap yang menyerupai huruf "U", sementara pronotumnya memiliki permukaan yang halus. Warna sayap depannya berkisar antara coklat hingga kuning keemasan (Pracaya, 2005). Kumbang kacang hijau (*C. chinensis*) memiliki ukuran tubuh yang relatif kecil jika dibandingkan dengan hama gudang lainnya. Bagian thoraknya memiliki warna coklat. Pada kumbang jantan, ukuran tubuh berkisar antara 2,76 hingga 3,49 mm, dengan antena yang memiliki bentuk seperti sisir (*pectinate*), sedangkan pada kumbang betina, antena memiliki bentuk yang mirip dengan gergaji (*serrate*). Selama fase imago, perkembangan stadia berlangsung selama 25-34 hari, kepala *C. chinensis* cenderung kecil, dan bagian posterior dari sayap depan memiliki warna coklat. Kumbang betina mampu menghasilkan hingga 150 butir telur (Ayyaz *et al.*, 2006).

Berdasarkan penjelasan Endha (2010), telur dari *C. chinensis* diletakkan di atas permukaan biji yang sedang disimpan, umumnya menetas dalam rentang waktu 3-4 hari pada suhu berkisar antara 24,4 hingga 70 °C, dengan kelembaban relatif antara 67,5 hingga 82,6%. Telur ini memiliki bentuk yang agak transparan

atau berwarna kuning keemasan, terkadang juga dapat berwarna kelabu-putih. Panjang telur sekitar 0,57 mm, dengan bagian dorsal yang membulat dan bagian yang menempel pada biji memiliki permukaan yang datar. Telur ditempatkan di atas permukaan biji dan melekat berkat adanya suatu zat perekat.

Umumnya larva tidak akan keluar dari telur, tetapi hanya akan merobek kulit telur yang menempel pada benih kacang hijau. Setelah itu, larva akan merayap di sekitar lokasi di mana telur diletakkan, dan selanjutnya mengalami perkembangan dalam biji. Sebelum menjadi pupa, larva akan membuat lubang di dalam biji untuk memfasilitasi keluarnya imago. Fase larva berlangsung sekitar 14 hari sementara fase pupa berlangsung selama 4-6 hari. Setelah itu, pupa akan mengalami transformasi menjadi imago. Beberapa hari setelah itu, imago *C. chinensis* tetap berada dalam biji kacang hijau, dan setelah 2-3 hari, mereka akan keluar dari biji dengan cara mendorong kulit biji yang digores oleh mandibelnnya, membentuk lubang (Ayyaz *et al.*, 2006). Siklus hidup imago *C. chinensis* pendek, dengan masa hidup optimal hanya sekitar 12 hari.

Menurut Retnosari (2013), gejala serangan yang diakibatkan oleh *C. chinensis* mengakibatkan tindakan imago betina yang menaruh telurnya pada biji kacang hijau. Setelah itu, telur tersebut akan menetas dalam rentang waktu 3-5 hari. Kumbang kacang hijau (*C. chinensis*) juga mengakibatkan lubang-lubang pada biji-biji kacang hijau yang seiring waktu dapat menyebabkan retak pada biji. Menurut Istiningdyah (2010), tingkat serangan yang disebabkan oleh hama dalam produk penyimpanan cenderung tergolong sedang, meskipun beberapa serangga dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang nyata.

Kumbang biji kacang hijau (*C. chinensis*) adalah serangga pascapanen yang memiliki dampak yang signifikan karena luasnya penyebaran serangannya. Kerugian yang ditimbulkan oleh serangan *C. chinensis* termasuk lubang-lubang pada biji yang kemudian menghasilkan serbuk hasil gesekan. Kerusakan yang terjadi pada biji kacang hijau akibat serangan hama gudang ini bahkan bisa mencapai 70 persen.

Biasanya, pengendalian hama gudang dilakukan dengan menggunakan senyawa kimia, yang sayangnya dapat mengakibatkan kerusakan pada ekosistem, berpotensi membahayakan kesehatan manusia dan jika dosisnya terlalu tinggi,

bisa menghancurkan populasi musuh alami serta menimbulkan efek negatif lainnya. Pestisida dengan bahan aktif yang sangat toksik dan sulit terurai juga berkontribusi pada dampak negatif terhadap lingkungan, termasuk penurunan biodiversitas dan pencemaran lingkungan (Isenring, 2010).

Dalam pandangan Dadang (2008), salah satu pilihan pengendalian yang dapat diambil terhadap hama gudang adalah dengan memanfaatkan insektisida nabati. Insektisida nabati memiliki sifat yang mudah terurai, tidak menyebabkan dampak berbahaya terhadap lingkungan, dan aman ketika digunakan. Pendekatan penggunaan insektisida nabati berfokus pada komponen-komponen yang bersumber dari tumbuhan atau bahan alami.

2.4 Klasifikasi dan Morfologi Serai Wangi (*C. nardus*)

Menurut Santoso (2007), dalam taksonomi tumbuhan serai wangi memiliki posisi sebagai berikut: Kingdom: Plantae, subkingdom: Tracheobionta, divisi: Magnoliophyta, subdivisi: Angiospermae, kelas: Monocotyledonae, subkelas: Commelinidae, ordo: Poales, family: Poaceae/Graminae, genus: *Cymbopogon*, dan spesies: *Cymbopogon nardus* L.

Serai wangi (*C. nardus*) merupakan jenis tanaman yang terdiri dari tumbuhan rumput yang tumbuh tegak, dan memiliki sistem akar yang kuat dan dalam. Batangnya tegak dan bisa membentuk kelompok. Tinggi tanaman dapat mencapai 1 hingga 1,5 meter. Daunnya adalah daun tunggal dengan bentuk penuh, dan pelepah daun berbentuk silindris. Bagian dalam pelepah daun seringkali memiliki warna merah, dengan ujung daun berbentuk lidah. Panjang daun bisa mencapai 70-80 cm, dan lebarnya berkisar antara 2 hingga 5 cm (Segawa, 2007).

Menurut Soebardjo (2010), serai wangi tumbuh melalui proses tunas atau percabangan akar. Tanaman ini umumnya bisa dipanen setelah berumur 4-8 bulan. Metode pemanenan biasanya dilakukan dengan memotong bagian rumput yang berada dekat dengan permukaan tanah.



Gambar 3. Serai wangi (Sumber: dokumentasi pribadi)

2.5 Cara Kerja Insektisida Nabati Minyak Serai Wangi (*C. nardus*)

Insektisida nabati merujuk pada insektisida yang diproduksi dari bahan dasar tumbuhan yang mengandung senyawa aktif yang disebut metabolit sekunder. Senyawa-senyawanya memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan aspek fisiologis dan perilaku hama tanaman, serta memenuhi kriteria yang diperlukan untuk penggunaan dalam pengendalian hama tanaman (Dadang, 2008). Soebardjo (2005), menjelaskan bahwa mekanisme kerja insektisida nabati meliputi penghambatan nafsu makan, gangguan perkembangan telur, larva, dan pupa, serta gangguan komunikasi antar serangga dan tahap-tahap pergantian kulit.

Salah satu bahan yang dapat dijadikan insektisida nabati adalah serai wangi (*C. nardus*). Ekstrak daun dari tanaman serai wangi memiliki sifat racun terhadap jamur dan serangga (Utami, 2004). Selain itu, serai wangi juga terbukti dapat berperan sebagai insektisida alami karena senyawa-senyawa seperti sitronela dan geraniol dalam tanaman ini tidak disukai oleh serangga (Mardani *et al.*, 2013). Komponen abu yang terdapat pada daun dan tangkai serai wangi mengandung silika sekitar 45%, yang mampu menyebabkan dehidrasi akut pada kulit serangga dan akhirnya menyebabkan kematian.

Minyak serai wangi mengandung senyawa-senyawa yang mudah menguap dan memiliki tingkat daya tahan yang rendah. Hal ini menjadikan minyak ini aman bagi lingkungan dan produk pertanian (Hasyim *et al.*, 2010). Komposisi

minyak serai wangi mencakup sitronela, geraniol, dan sitral (Suryani dan Nurmansyah, 2009). Senyawa sitronela dalam minyak ini berperan sebagai insektisida dengan kemampuan *antifeedant* dan *repellent*.

Selain berfungsi sebagai pengusir serangga, sitronela dalam minyak serai wangi juga memiliki efek kontak terhadap serangga. Cara kerjanya adalah dengan menghambat enzim asetilkolinesterase yang mengarah pada fosforilasi asam amino serin di pusat aktif enzim tersebut. Efek racun ini akan mengganggu sistem saraf pusat serangga, menyebabkan kejang, kelumpuhan pernafasan, dan akhirnya kematian (Azah *et al.*, 2001).

Tanaman serai wangi (*C. nardus*) merupakan pilihan potensial untuk pengembangan insektisida nabati. Salah satu bagian yang memiliki potensi mengendalikan hama adalah batangnya. Ekstraksi dari batang serai wangi menghasilkan minyak atsiri dan senyawa lain seperti sitronela, sitral, geraniol, metilheptenon, eugenol-metil-ester, dipenten, eugenol, kadinen, kadinol, dan limonen (Sastrohamidjojo, 2004). Senyawa sitronela dalam batang ini memiliki efek racun kontak, racun lambung, dan racun pernapasan pada serangga. Cara kerjanya adalah dengan menghambat enzim asetilkolinesterase, yang pada akhirnya mengganggu fungsi sistem saraf pusat, menyebabkan kejang, kelumpuhan pernapasan, dan akhirnya kematian serangga (Mutschler, 1991).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2022 - Juni 2023. Penelitian dilaksanakan 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 penelitian ini yaitu toples dan kain trico untuk memperbanyak serangga *C. chinensis* dan sebagai wadah ketika dilakukannya pengujian pada serangga, neraca analitik untuk menimbang benih kacang hijau dengan satuan gram (g), pipet tetes untuk mengambil larutan aquades, spray untuk penyemprotan emulsi, gunting untuk memotong kertas buram, gelas ukur untuk mengukur volume larutan, spatula untuk mengaduk larutan, *magnetic stirrer* untuk mengaduk bahan secara otomatis, pipet sedot fungsinya untuk memindahkan imago atau serangga hama, kuas untuk mengambil serangga uji, alat tulis untuk mencatat pelaksanaan kegiatan penelitian, serta alat destilasi untuk mengeluarkan minyak atsiri serai wangi.

3.2.2 Bahan

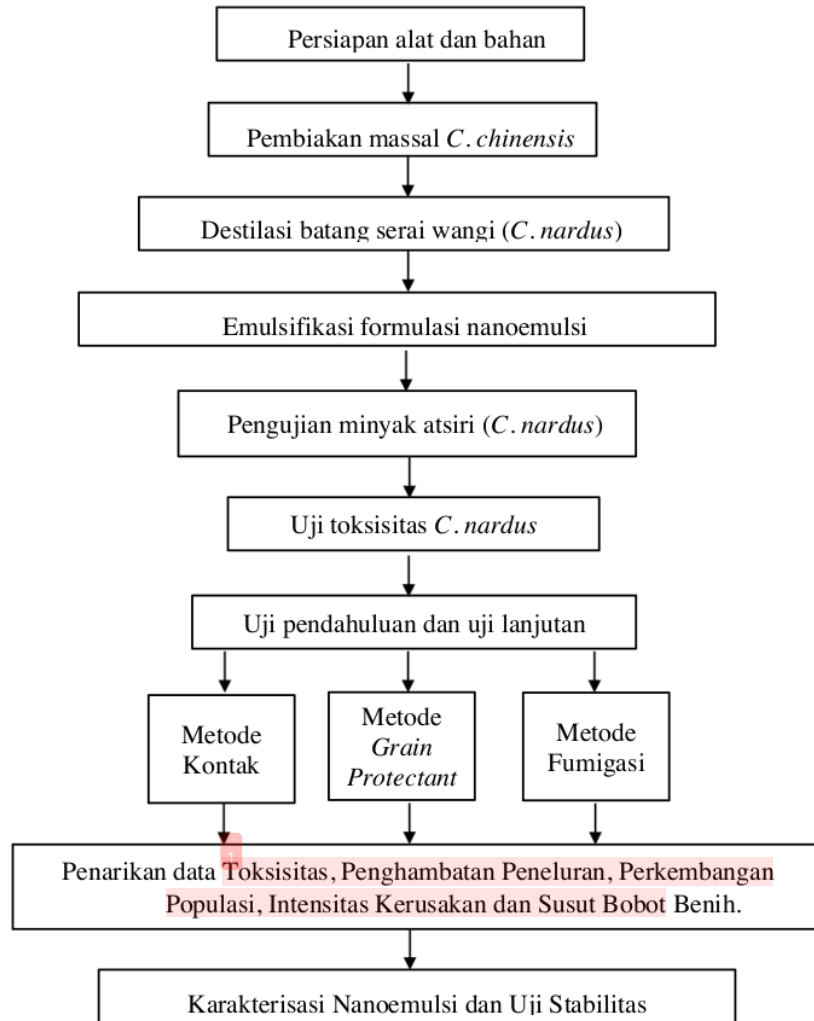
Bahan yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini adalah imago atau serangga hama *C. chinensis* yang diperbanyak di Laboratorium Produksi Tanaman 1, benih kacang hijau varietas Vima-5 yang didapatkan dari Politeknik Negeri Lampung (5°35'83.58"S 105°23'29.46"E). Serai Wangi (*C. nardus*) yang didapatkan dari Politeknik Negeri Lampung (5°21'9.349"S 105°13'41.71"E). Minyak atsiri dari serai wangi digunakan sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan serangan serangga hama kacang hijau (*C. chinensis*), bahan untuk pendukung membuat insektisida nabati adalah tween 80 dan aquades berfungsi untuk melarutkan dan mengikat minyak atsiri serai wangi (*C. nardus*), aluminium foil, kertas label, kertas buram berfungsi sebagai alas bahan pengujian, kertas saring atau kertas merang untuk media pengujian metode fumigasi.

²⁷ 3.3 Rancangan Penelitian

Perlakuan ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan tiga metode perlakuan yaitu metode kontak, fumigasi, dan *grain protectant*, masing-masing diulang sebanyak 3 kali dengan konsentrasi terpilih metode kontak dan *grain protectant* (1%), metode fumigasi (1,5%) dan kontrol, sehingga didapatkan 15 satuan percobaan. RAL digunakan untuk mengamati jumlah hama yang mati selama 4 hari pengamatan. Masing-masing unit percobaan diberikan media uji benih kacang hijau sebanyak 5 g pada setiap toples uji dan untuk kumbang diberikan sebanyak 10 ekor hama imago *C. chinensis*. Analisis POLO PC digunakan untuk mendapatkan LC_{50} dan LC_{95} . Sedangkan untuk variabel pengamatan penghambatan peneluran, perkembangan populasi, intensitas kerusakan dan susut bobot dianalisis ragam dengan DSAASTAT.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan pengujian insektisida nabati dalam penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan diagram alir dibawah ini :



Gambar 4. Diagram alir penelitian

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Pembiakan massal *Callosobruchus chinensis*

Perbanyakan dan pemeliharaan serangga uji *C. chinensis* dilakukan di Laboratorium Produksi Tanaman 1. Sebanyak 10 pasang imago *C. chinensis* imago diinfestasikan ke dalam toples yang berisikan benih kacang hijau imago. ¹⁹ Persiapan serangga uji untuk hama kumbang *C. chinensis* melibatkan pembiakan serangga dengan cara mengumpulkan imago *C. chinensis* dan selanjutnya merawatnya hingga mendapatkan generasi F1 dengan usia yang seragam. Imago yang digunakan pada saat pengujian adalah imago generasi 2-3. Gambar pelaksanaan pembiakan massal serangga hama *C. chinensis* pada benih kacang hijau disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pembiakan massal/rearing serangga *C. chinensis* pada benih kacang hijau. (Sumber: dokumentasi pribadi)

3.5.2 Pembuatan minyak atsiri serai wangi (*C. nardus*)

Ekstrak tumbuhan dapat diubah sesuai dengan keperluan pengendalian, misalnya dalam bentuk minyak atsiri, serbuk, atau cairan emulsi, seperti yang dijelaskan oleh Purwanto (2009). Dalam konteks penelitian ini, dilakukan proses pengolahan untuk mendapatkan minyak atsiri dari tanaman serai wangi (*C. nardus*). Langkah-langkah yang diambil adalah sebagai berikut: Pertama, alat destilasi dipersiapkan, dan tanaman serai wangi berwarna hijau segar seberat 3 kg diambil. Tanaman tersebut kemudian dicuci dan dianginkan hingga kering pada suhu ruangan sekitar 27 °C. Setelah kering, tanaman tersebut diiris dengan ukuran ²⁸ seragam sekitar 1-2 cm. Potongan ini dimasukkan ke dalam tabung destilasi di

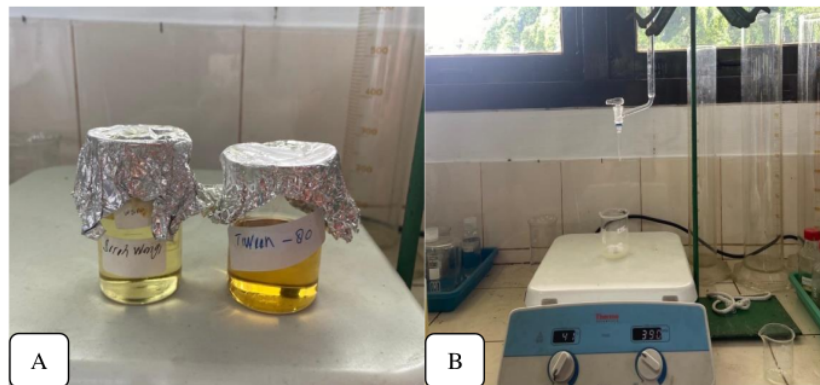
atas bagian yang memiliki lubang-lubang, sementara bagian bawah tabung diisi dengan 7 liter air. Proses destilasi serai wangi dilakukan dengan merebus dan menunggu selama 4 jam. Uap yang dihasilkan dialirkan melalui pendingin, dan hasil penyulingan dikumpulkan untuk digunakan selanjutnya (Ikhsanudin, 2012). Proses pembuatan minyak atsiri serai wangi disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pembuatan minyak serai wangi dengan metode destilasi. (A) Proses pengisian air pada tabung destilasi. (B) Minyak atsiri *C. nardus* yang keluar dari alat destilasi. (Sumber: dokumentasi pribadi)

3.5.3 Emulsifikasi formulasi nanoemulsi

Formulasi nanoemulsi dibuat menggunakan metode emulsifikasi energi rendah dengan fase inversi. Menurut metode emulsifikasi dilakukan dengan sedikit modifikasi, yaitu menambahkan fase air ke dalam fase organik sedikit demi sedikit (Ostertag *et al.*, 2012 dalam Nuryanti *et al.*, 2020). Formulasi yang terdiri dari ekstrak *C. nardus* dan pengemulsi (1:1; v:v) ditambahkan ke dalam formulasi. Ekstrak *C. nardus* atau minyak atsiri ditambahkan dengan emulsifier (Tween-80) kemudian dihomogenkan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 750 rpm selama 30 menit. Pembentukan emulsi dilakukan dengan cara ditetaskan air sebanyak 4 mL min⁻¹ sambil diaduk dengan magnetic stirrer dengan kecepatan 1250 rpm selama 60 menit. Emulsifikasi dilakukan pada suhu kamar (< 29 °C). Proses emulsifikasi formulasi nanoemulsi disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. (A) Bahan formulasi nanoemulsi. (B) Proses pembuatan nanoemulsi.
(Sumber: dokumentasi pribadi)

3.5.4 Uji toksisitas

1. Uji pendahuluan

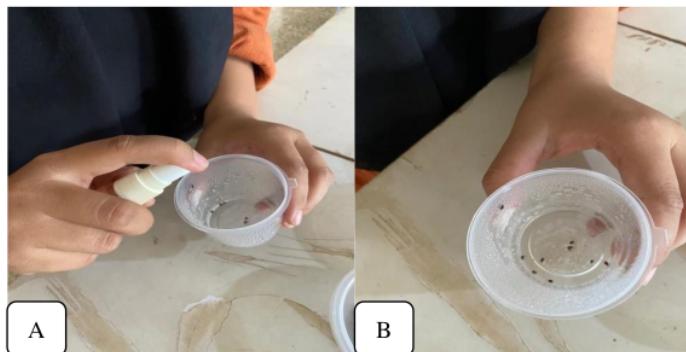
Pengendalian hama gudang yang aman untuk lingkungan salah satunya yang dapat dilakukan adalah pengendalian dengan insektisida nabati. Insektisida nabati adalah jenis insektisida yang terbuat dari tumbuhan dan mengandung senyawa aktif dalam bentuk metabolit sekunder. Senyawa ini memiliki kemampuan untuk mempengaruhi berbagai aspek fisiologis dan perilaku hama tanaman dan memenuhi kriteria untuk digunakan dalam upaya pengendalian hama tanaman (Dadang, 2008). Pada uji pendahuluan minyak atsiri *C. nardus* diujikan terhadap imago *C. chinensis* pada konsentrasi K0 = sebagai kontrol, K1 = 0,25%, K2 = 0,5%, K3 = 1%, K4 = 2%, setelah itu dicampurkan Tween-80, yang selanjutnya diencerkan dalam aquades mencapai volume 50 ml, emulsi akan dihomogenisasi dalam magnetic stirrer selama 30 menit. Pengujian emulsi terhadap *C. chinensis* dilakukan dengan metode kontak, grain protectant, dan fumigasi serta setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, 10 ekor imago *C. chinensis*. Waktu inkubasi dari hama *C. chinensis* adalah 3-5 hari setelah telur menetas, *C. chinensis* yang berumur 3-5 hari akan menimbulkan lubang pada biji kacang hijau yang kemudian mengakibatkan biji menjadi retak dan menjadi bubuk. Tujuan dari uji pendahuluan adalah untuk mengetahui rentang konsentrasi insektisida yang dapat mematikan hama *C. chinensis*.

2. Uji lanjutan

Setiap metode ditentukan empat konsentrasi yang setara dengan nilai LC_{50} dan LC_{95} . Metode aplikasi yang digunakan sama dengan metode yang diuraikan pada uji pendahuluan. Berikut adalah metodenya :

a. Metode Kontak

Metode kontak dalam pelaksanaan pengujiannya terlebih dahulu menyiapkan imago *C. chinensis* yang sudah dimasukan ke dalam tabung reaksi sebanyak 15 sampel. Kemudian membuat emulsi dengan volume 50 ml yang kemudian diencerkan ke dalam 4 konsentrasi berbeda ($K1 = 0,25\%$, $K2 = 0,5\%$, $K3 = 1\%$, $K4 = 2\%$) + $K0 =$ kontrol dan menyiapkan alat semprot spray yang digunakan untuk pengaplikasian terhadap imago *C. chinensis* (Andari, 2013). Dalam pengujiannya, emulsi diaplikasikan langsung terhadap hama *C. chinensis* dengan cara memasukan media uji kedalam toples plastik setelah itu menyemprotkan larutan emulsi secara langsung terhadap imago sebanyak 7 kali semprotan, dengan ini emulsi masuk ke dalam tubuh hama melalui kulit, kemudian imago yang sudah di semprot masukan ke dalam toples uji yang berisi benih kacang hijau.



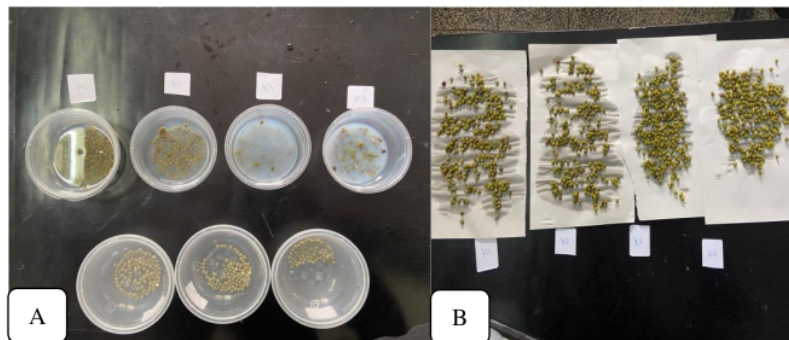
Gambar 8. Pelaksanaan metode kontak. (A) Pengaplikasian nanoemulsi minyak serai wangi. (B) *C. chinensis* yang telah diberi perlakuan.

(Sumber: dokumentasi pribadi)

b. Metode Grain Protectant

Windayani *et al.* (2018), mengungkapkan bahwa metode *grain protectant* atau perlindungan benih dalam pelaksanaan pengujiannya terlebih dahulu melakukan pembuatan emulsi dengan volume 50 ml yang kemudian diencerkan

ke dalam 4 konsentrasi berbeda (K1 = 0,25%, K2 = 0,5%, K3 = 1%, K4 = 2%) + K0 = kontrol dan menyiapkan toples plastik sebagai wadah perendaman benih kacang hijau yang digunakan sebagai media pengaplikasian emulsi (*C. nardus*) terhadap *C. chinensis*. Pelaksanaan *grain protectant* dilakukan dengan cara merendam bahan uji atau merendam benih kacang hijau menggunakan emulsi selama 5 menit, setelah itu tiriskan bahan uji benih kacang hijau pada kertas buram dan kering anginkan, setelah kering akan dimasukkan ke dalam toples beserta dilakukan investasi imago *C. chinensis* masing - masing berisikan 10 ekor, insektisida berpengaruh ketika hama memakan bahan uji tersebut.

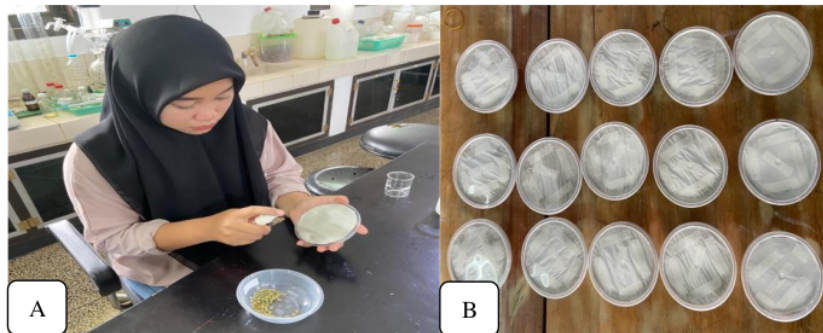


Gambar 9. Pelaksanaan metode *grain protectant*. (A) Perendaman benih diberbagai konsentrasi. (B) Benih kacang hijau dikeringkan.
(Sumber: dokumentasi pribadi)

c. Metode Fumigasi

Andari (2013), mengatakan bahwa tahapan metode fumigasi terlebih dahulu dengan menyiapkan toples sebanyak 15 sampel percobaan dalam 1 metode pengujian, dalam pelaksanaanya fokus pengaplikasian terletak pada tutup toples yang telah ditempel kertas buram sebanyak 3 lembar, kertas buram digunting mengikuti bentuk tutup toples lalu ditempelkan menggunakan *double tape*. Lalu menyiapkan larutan emulsi dengan volume 50 ml yang telah diencerkan ke dalam 4 konsentrasi (K1 = 0,375%, K2 = 0,75%, K3 = 1,5%, K4 = 3%) berbeda + K0 = kontrol, pelaksanaan pengujian dengan cara menyemprotkan emulsi dengan menggunakan alat spray disemprotkan dibagian bawah tutup toples yang telah dilapisi kertas buram, penyemprotan dilakukan sebanyak 10 kali atau hingga

kertas buram lembab, sebelum melakukan penyemprotan terlebih dahulu mempersiapkan bahan uji kacang hijau dan sudah dimasukan ke dalam toples dan imago *C. chinensis* yang telah dimasukan ke dalam tabung reaksi.



Gambar 10. Pelaksanaan metode fumigasi. (A) Proses penyemprotan emulsi pada tutup toples yang sudah ditempel kertas buram. (B) Hasil pelaksanaan metode fumigasi. (Sumber: dokumentasi pribadi)

52

3.6 Variabel Pengamatan

3.6.1 Persentase jumlah serangga yang mati

Populasi hama diukur dengan menghitung persentase (%) kematian hama *C. chinensis* dari setiap kelompok perlakuan uji. Menurut penjelasan Rizal dkk. (2010), rumus yang digunakan untuk menghitung mortalitas hama adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{(P1-P2)}{P1} \times 100\%$$

Keterangan :

S = Persentase mortalitas *C. chinensis* (%)

P1 = Jumlah serangga sebelum perlakuan

P2 = Jumlah srangga sesudah perlakuan

Pengamatan dan perhitungan dilaksanakan selama 4 hari untuk pengamatan mortalitas, jadi mulai dari hari pertama sampai hari ke empat. Gambar pelaksanaa pengamatan mortalitas hama disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengamatan jumlah hama yang mati. (Sumber: dokumentasi pribadi)

3.6.2 Penghambatan peneluran

Pernyataan Darmiati (2013), bahwa intensitas peneluran adalah pengamatan menghitung jumlah telur yang diletakan oleh serangga hama pada bahan uji yang dilaksanakan setelah pengamatan mortalitas agar nantinya bisa mengetahui jumlah populasi serangga berikutnya. Konsentrasi yang digunakan adalah untuk penghambatan peneluran adalah K3 (1,5%). Gambar pelaksanaan pengamatan penghambatan peneluran disajikan dalam Gambar 12.

Menurut Hasyim *et al.* (2010), persentase penghambatan peneluran dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

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



Gambar 12. Pengamatan penghambatan peneluran. (A) Benih yang telah terinfestasi telur. (B) Menghitung jumlah telur yang ada dipermukaan benih kacang hijau. (Sumber: dokumentasi pribadi)

3.6.3 Perkembangan populasi

Pengamatan populasi yang akan dihitung setelah pengamatan intensitas peneluran, 32 hari setelah pengaplikasian. Imago yang diamati telah mencapai generasi kedua dan dihitung imago yang masih hidup jika imago yang menetas tetapi mati maka tidak dihitung ke dalam populasi (Harinta *et al.*, 2016). Konsentrasi yang digunakan adalah untuk perkembangan populasi adalah K3 (1,5%). Gambar pelaksanaan pengamatan perkembangan populasi disajikan pada gambar 13.



Gambar 13. Pengamatan perkembangan populasi. (A) Imago *C. chinensis* yang baru muncul. (B) Menghitung jumlah populasi *C. chinensis* yang baru muncul. (Sumber: dokumentasi pribadi)

3.6.4 Intensitas kerusakan benih kacang hijau

Pengamatan dilakukan untuk mengukur sejauh mana kerusakan yang diakibatkan oleh serangan hama *C. chinensis* dengan cara menghitung jumlah biji kacang hijau yang telah terserang dengan yang tidak terserang dalam setiap perlakuan. Tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh serangan hama *C. chinensis* diamati dan dihitung pada hari ke-30. Konsentrasi yang digunakan adalah untuk intensitas kerusakan benih adalah K3 (1,5%). Gambar kegiatan pengamatan intensitas kerusakan disajikan pada gambar 14.

Menurut Kastanja (2007), intensitas kerusakan akan diketahui menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

P = Intensitas kerusakan

a = Jumlah biji terserang

b = Jumlah biji yang tidak terserang

Tabel 1. Indikator intensitas kerusakan

Intensitas Kerusakan	Kriteria
0	Normal/Tidak terserang
$0 < x < 25$	Ringan
$25 < x < 50$	Sedang
$50 < x < 75$	Berat
$x > 75$	Sangat Berat

(Arsi dan Patmiyanti, 2021).



Gambar 14. Pengamatan intensitas kerusakan benih kacang hijau. (A) Menghitung jumlah kerusakan benih kacang hijau. (B) Dampak kerusakan. (Sumber: dokumentasi pribadi)

3.6.5 ² Persentase susut bobot benih kacang hijau

Penurunan ² susut bobot yang terjadi diukur berdasarkan dampak kerusakan yang diakibatkan oleh hama pada biji kacang hijau yang telah disimpan. Proses pengamatan dan perhitungan penurunan susut bobot dilakukan setiap 3 hari selama periode pengamatan selama 1 bulan. Konsentrasi yang digunakan adalah untuk susut bobot benih adalah K3 (1,5%) ² Kegiatan pengamatan presentase susut bobot benih kacang hijau disajikan pada gambar 15.

Menurut Sastrasupadi (2000), persentase susut bobot benih dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

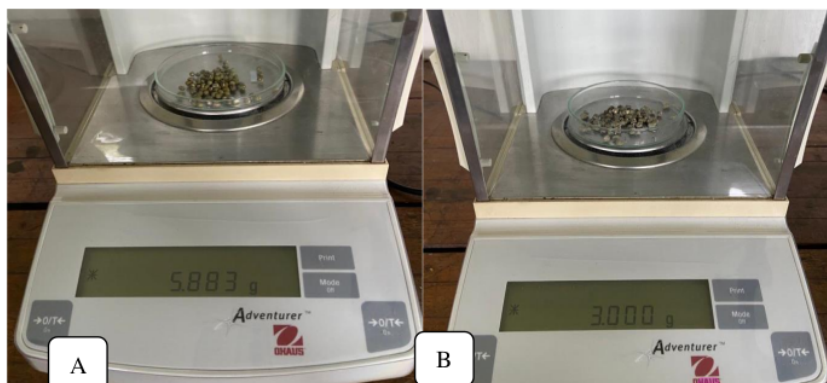
$$P = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase susut bobot benih (%)

a = berat awal (g)

b = berat akhir (g)



Gambar 15. Pengamatan susut bobot kacang hijau. (A) berat awal benih kacang hijau. (B) Berat benih kacang hijau setelah terserang hama.
(Sumber: dokumentasi pribadi)

3.7 Karakterisasi Formulasi Nanoemulsi

Karakteristik sediaan nanoemulsi dapat diketahui melalui berapa pengujian seperti PSA (*Particle Size Analyzer*) di Laboratorium ILRC Universitas Indonesia.

1. Indeks Polidispersitas

Nilai Indeks Polidispersitas (PDI) mengindikasikan sebaran ukuran partikel dalam suatu substansi. PDI yang rendah mencerminkan tingkat stabilitas jangka panjang yang baik. PDI dihitung berdasarkan rata-rata berat molekul partikel. Semakin mendekati angka nol, semakin baik pada distribusi yang lebih merata (Akbari *et al.*, 2011).

2. Ukuran droplet

Maksud dari pengujian ukuran droplet nanoemulsi adalah untuk memperoleh pemahaman mengenai ukuran partikel dalam nanoemulsi yang telah dipreparasi, seperti yang diungkapkan oleh Hidayati (2020). Ukuran droplet diukur menggunakan perangkat analisis ukuran partikel yang menerapkan metode *Dynamic Light Scattering*. Sejumlah 10 mL sampel diambil dan dimasukkan ke dalam sebuah wadah transparan. Diperlukan cara untuk memastikan kebersihan wadah sebelumnya untuk menghindari pengaruh terhadap hasil analisis. Setelah diisi dengan sampel, wadah ini ditempatkan dalam perangkat pengukuran dan dilakukan analisis menggunakan alat tersebut, seperti yang dijelaskan oleh Stephanie (2016). Selain itu, ukuran partikel dalam nanoemulsi juga dapat diukur dengan menggunakan mikroskop elektron transmisi (TEM), seperti disebutkan oleh Jaiswal *et al.* (2015). Karakterisasi nanoemulsi dilakukan pada formulasi perbandingan minyak serai wangi dan pengemulsi (1 : 1), (1 : 0,75) dan (1 : 0,50) menggunakan alat instrumentasi PSA (*Particle Size Analyzer*).

3.8 Analisis Data

Data pengamatan diolah melalui analisis ragam (ANOVA) guna mengidentifikasi dampak variabel pengamatan dalam perlakuan terhadap variabel yang diobservasi, seperti penghambatan terhadap peneluran, perkembangan populasi, intensitas tingkat kerusakan, dan susut bobot benih kacang hijau, sebagaimana yang dinyatakan. Jika analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata, maka uji lebih lanjut dilakukan melalui uji (BNT) dengan α sebesar 5%. Data mengenai LC₅₀ dan LC₉₅ diperoleh melalui analisis POLO PC. Sementara itu, variabel yang diamati, penghambatan terhadap peneluran, perkembangan populasi, intensitas tingkat kerusakan, dan susut bobot benih kacang hijau, dianalisis menggunakan DSASTAT.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Toksisitas *C. nardus* Terhadap *C. chinensis*

4.1.1 Toksisitas *C. nardus* 24 jam setelah perlakuan

Berdasarkan hasil dari analisis menunjukan toksisitas minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) yang diamati pada 24 jam setelah perlakuan, dengan metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi memberikan pengaruh toksisitas yang berbeda terhadap serangga hama *C. chinensis*. Perlakuan insektisida minyak nabati serai wangi pada 24 jam setelah perlakuan menghasilkan nilai LC_{50} dan LC_{95} terendah pada perlakuan metode *grain protectant* sebesar 0,47% dan 5,35%. Nilai LC_{50} dan LC_{95} tertinggi yaitu pada perlakuan metode kontak yaitu 0,54% dan 7,19%, semakin rendah nilai nilai LC_{50} dan LC_{95} yang dihasilkan maka konsentrasi tersebut mampu membunuh hama *C. chinensis*. Hal ini membuktikan bahwa metode *grain protectant* merupakan metode yang paling tinggi tingkat toksisitasnya pada pengamatan 24 jam setelah perlakuan. Data hasil toksisitas *C. nardus* terhadap *C. chinensis* 24 jam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 2.

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

Metode	$a^a \pm SE$	$b^b \pm SE^c$	LC_{50}^d (SK ^e 50%)(%)	LC_{95}^d (SK ^e 95%)(%)
Kontak	0,38 $\pm$ 0,13	1,46 $\pm$ 0,36	0,54 (0,32-0,79)	7,19 (3,11-74,56)
<i>Grain Protectant</i>	0,50 $\pm$ 0,13	1,73 $\pm$ 0,39	0,47 (0,28-0,68)	5,35 (2,57-36,05)
Fumigasi	0,37 $\pm$ 0,12	1,56 $\pm$ 0,37	0,60 (0,35-0,84)	5,37 (2,94-22,92)

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

dLC = *lethal concentration*, eSK = Selang Kepercayaan.

4.1.2 Toksisitas *C. nardus* 48 jam setelah perlakuan

Hasil dari pengamatan toksisitas minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) dengan 3 metode berbeda pada 48 jam setelah perlakuan, dengan metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi memberikan pengaruh toksisitas yang berbeda terhadap serangga hama *C. chinensis*. Perlakuan insektisida minyak nabati serai wangi pada 48 jam setelah perlakuan menghasilkan nilai LC_{50} dan LC_{95} terendah pada perlakuan metode kontak sebesar 0,39% dan 3,90%. Nilai LC_{50} dan LC_{95} tertinggi yaitu pada perlakuan metode fumigasi yaitu 0,50% dan 4,49%, semakin rendah nilai nilai LC_{50} dan LC_{95} yang dihasilkan maka konsentrasi tersebut mampu membunuh hama *C. chinensis*. Hal ini membuktikan bahwa metode kontak merupakan metode yang paling tinggi tingkat toksisitasnya pada pengamatan 48 jam setelah perlakuan. Data hasil toksisitas *C. nardus* terhadap *C. chinensis* 48 jam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 3.

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

Metode	$a^{\pm} SE$	$b^{\pm} SE^c$	LC_{50}^d (SK ^e 50%)(%)	LC_{95}^d (SK ^e 95%)(%)
Kontak	0,66±0,14	1,65±0,38	0,39 (0,21-0,55)	3,90 (2,05-19,63)
<i>Grain Protectant</i>	0,67±0,14	1,46±0,38	0,34 (0,15-0,50)	4,59 (2,18-39,77)
Fumigasi	0,51±0,12	1,73±0,40	0,50 (0,26-0,71)	4,49 (2,52-18,59)

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

dLC = lethal concentration, eSK = Selang Kepercayaan.

4.1.3 Toksisitas *C. nardus* 72 jam setelah perlakuan

Toksisitas dari minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) dengan 3 metode metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi pada 72 jam setelah perlakuan memberikan pengaruh toksisitas yang berbeda terhadap serangga hama *C. chinensis*. Perlakuan insektisida minyak nabati serai wangi pada 72 jam setelah perlakuan menghasilkan nilai LC_{50} dan LC_{95} terendah pada perlakuan metode *grain protectant* sebesar 0,28% dan 2,54%. Nilai LC_{50} dan LC_{95} tertinggi yaitu pada perlakuan metode kontak yaitu 0,44% dan 3,49%, semakin rendah nilai nilai LC_{50} dan LC_{95} yang dihasilkan maka konsentrasi tersebut mampu membunuh hama *C. chinensis*. Hal ini membuktikan bahwa metode kontak merupakan

metode yang paling tinggi tingkat toksisitasnya pada pengamatan 72 jam setelah perlakuan. Data hasil toksisitas *C. nardus* terhadap *C. chinensis* 72 jam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Prediksi parameter regresi probit *C. nardus* terhadap hama gudang *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	0,77±0,15	1,60±0,41	0,44 (0,14-0,48)	3,49 (1,80-22,86)
<i>Grain Protectant</i>	0,90±0,16	1,63±0,43	0,28 (0,10-0,42)	2,54 (1,53-16,55)
Fumigasi	0,76±0,15	2,17±0,49	0,32 (0,24-0,61)	2,84 (1,64-6,90)

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

4.1.4 Toksisitas *C. nardus* 96 jam setelah perlakuan

Hasil dari pengamatan toksisitas minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) dengan 3 metode berbeda pada 96 jam setelah perlakuan, dengan metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi memberikan pengaruh toksisitas yang berbeda terhadap serangga hama *C. chinensis*. Perlakuan insektisida minyak nabati serai wangi pada 96 jam setelah perlakuan menghasilkan nilai LC₅₀ dan LC₉₅ terendah pada perlakuan metode *grain protectant* sebesar 0,26% dan 1,65%. Nilai LC₅₀ dan LC₉₅ tertinggi yaitu pada perlakuan metode fumigasi yaitu 0,37% dan 2,07%, semakin rendah nilai nilai LC₅₀ dan LC₉₅ yang dihasilkan maka konsentrasi tersebut mampu membunuh hama *C. chinensis*. Hal ini membuktikan bahwa metode *grain protectant* merupakan metode yang paling tinggi tingkat toksisitasnya pada pengamatan 96 jam setelah perlakuan. Data hasil toksisitas *C. nardus* terhadap *C. chinensis* 96 jam setelah perlakuan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Prediksi parameter regresi probit *C. nardus* terhadap hama gudang *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	1,12±0,19	1,97±0,48	0,27 (0,12-0,39)	1,84 (1,13-6,38)
Grain Protectant	1,05±0,18	1,86±0,47	0,26 (0,11-0,40)	1,65 (1,53-8,39)
Fumigasi	1,08±0,18	2,53±0,60	0,37 (0,19-0,50)	2,07 (1,64-3,93)

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

4.2 Pengaruh Metode Aplikasi *C. nardus* Terhadap *C. chinensis* Pada Setiap Variabel Pengamatan.

Tabel 6. Hasil analisis ragam pada seluruh variabel pengamatan.

Variabel Pengamatan	Pengaruh Metode Perlakuan	KK(%)
Penghambatan Peneluran	**	10,98
Perkembangan Populasi	**	18,79
Intensitas Kerusakan	**	13,72
Susut Bobot	**	16,95

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

Hasil analisis ragam pada seluruh variabel pengamatan menunjukkan bahwa tingkat toksisitas minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) cukup tinggi sehingga dapat menghambat aktivitas laju peneluran hama *C. chinensis* memberikan pengaruh sangat nyata (**) dengan nilai koefisien keragaman sebesar 10,98%. Pengamatan perkembangan populasi dilaksanakan terhitung 32 hari setelah diberikan perlakuan, pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah populasi baru yang muncul. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh *C. nardus* terhadap laju perkembangan populasi baru *C. chinensis* menunjukkan pengaruh sangat nyata (**) dengan nilai koefisien keragaman sebesar 18,79%.

Intensitas kerusakan benih kacang hijau dapat dilihat dari banyaknya benih kacang hijau yang rusak dan berlubang pada permukaannya yang disebabkan oleh serangan hama gudang *C. chinensis* yang menyebabkan menurunnya kualitas benih kacang hijau. Dari analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh *C. nardus* terhadap intensitas kerusakan benih kacang hijau pada beberapa metode perlakuan

yang digunakan dapat diperoleh nilai koefisien keragaman sebesar 13,72% dan menunjukkan pengaruh sangat nyata (**). Pengamatan susut bobot pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar penyusutan benih kacang hijau yang disebabkan oleh serangan hama gudang *C. chinensis* pada masa periode simpan. Data analisis sidik ragam menunjukkan penyusutan benih kacang hijau pada semua perlakuan yang diujikan menghasilkan pengaruh sangat nyata (**) dengan nilai koefisien keragaman sebesar 16,95%.

4.3 Pengaruh Metode Perlakuan Terhadap Variabel Pengamatan

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

Perlakuan	Penghambatan Peneluran (%) $\pm$ SD	Perkembangan Populasi (ekor) $\pm$ SD
Kontak	51,69 $\pm$ 1,02 ^a	54,00 $\pm$ 2,64 ^b
<i>Grain Protectant</i>	62,34 $\pm$ 1,93 ^c	40,67 $\pm$ 2,08 ^a
Fumigasi	57,11 $\pm$ 1,17 ^b	50,00 $\pm$ 2,00 ^b
BNT 5%	2,87	4,51

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

Minyak atsiri serai wangi (*C. nardus*) menunjukkan adanya aktivitas penghambatan peneluran terhadap *C. chinensis*. Pengaruh penghambatan peneluran pada semua perlakuan yang diujikan menghasilkan nilai penghambatan peneluran berturut-turut 51,69%, 62,34%, dan 57,11% (Tabel 7). Pengaruh penghambatan peneluran menunjukkan nilai tertinggi dalam penelitian ini yaitu pada metode *grain protectant* sebesar 62,34%. Minyak atsiri serai wangi juga memiliki kandungan senyawa sitronela yang bersifat racun dehidrasi yang dapat digunakan untuk menahan penurunan laju perkembangan populasi dan menunjukkan nilai pada semua metode perlakuan yang diujikan terhadap *C. chinensis* berturut-turut sebesar 54, 40,67, dan 50 ekor (Tabel 7). Metode yang paling berpengaruh terhadap laju perkembangan populasi dalam penelitian ini adalah metode *grain protectant* dengan nilai 40,67.

Tabel 8. Persentase intensitas kerusakan dengan berbagai metode perlakuan.

Perlakuan	Intensitas Kerusakan (%) $\pm$ SD	Indikator Kerusakan
Kontak	30,53 $\pm$ 0,72 ^c	Sedang
<i>Grain Protectant</i>	21,74 $\pm$ 1,70 ^a	Ringan
Fumigasi	27,55 $\pm$ 1,04 ^b	Sedang
BNT 5%	2,45	

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

Beberapa metode perlakuan yang diujikan terhadap *C. chinensis*, *C. nardus* mampu menekan intensitas kerusakan yang diakibatkan oleh *C. chinensis* dan menunjukan nilai intensitas kerusakan berturut - turut 30,53%, 21,74% dan 27,55% (Tabel 8). Metode yang paling berpengaruh terhadap penekanan intensitas kerusakan adalah *grain protectant* dengan nilai intensitas kerusakan sebesar 21,74%.

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

Perlakuan	Susut Bobot (%) $\pm$ SD
Kontak	32,74 $\pm$ 1,55 ^c
<i>Grain Protectant</i>	21,98 $\pm$ 1,94 ^a
Fumigasi	25,75 $\pm$ 0,85 ^b
BNT 5%	3,03

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

Kandungan sitronela pada minyak serai wangi (*C. nardus*) mampu menekan laju penyusutan bobot benih kacang hijau akibat serangan *C. chinensis*, hasil analisis ragam menunjukan nilai susut bobot berturut – turut 32,74%, 21,98%, dan 25,75% (Tabel 9). Hasil ini menunjukan bahwa metode *grain protectant* metode yang paling berpengaruh dalam penekanan laju penyusutan bobot pada benih kacang hijau.

4.4 Hasil Uji Nanoemulsi Minyak Serai Wangi (*C. nardus*)

Tabel 10. Hasil uji nanoemulsi minyak serai wangi (*C. nardus*)

Perbandingan Minyak Atsiri Serai Wangi : Pengemulsi	Ukuran Partikel (nm) $\pm$ SD	PDI $\pm$ SD
1 : 0,50	265,90 $\pm$ 7,75	0,190 $\pm$ 0,03
1 : 0,75	254,70 $\pm$ 1,13	0,137 $\pm$ 0,01
1: 1	226,70 $\pm$ 1,96	0,203 $\pm$ 0,01

Hasil yang diperoleh dari analisis ukuran partikel formulasi *C. nardus* dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) oleh Laboratorium ILRC Universitas Indonesia, didapatkan ukuran partikel rata-rata pada formulasi larutan serai wangi (1:1) sebesar 226,7 nm, pada formulasi larutan serai wangi (1:0,75) sebesar 254,7 nm dan pada formulasi larutan serai wangi (1:0,50) sebesar 265,9 nm. Ukuran partikel tersebut masuk kedalam ukuran nanoemulsi sesuai pernyataan Shah (2010), ukuran droplet nanoemulsi berkisar antara 50-500 nm. Nilai PDI yang didapat dari perbandingan minyak serai wangi dan pengemulsi (1:1) sebesar 0,203, perbandingan (1:0,75) sebesar 0,137, dan perbandingan (1:0,50) sebesar 0,190. Distribusi ukuran partikel dan *polydispersity index* (PDI) merupakan parameter dalam mengkrakterisasi ukuran partikel nanoemulsi secara fisik dan untuk mengidentifikasi kualitas keseragaman suatu dispersi. Nilai PDI menyatakan keseragaman dan homogenitas ukuran dari droplet. Nilai ini menunjukkan hasil perhitungan dari rata-rata berat molekul. Semakin mendekati nol berarti distribusinya semakin baik (Akbari *et al.*, 2011).

4.5 Pembahasan

Hasil uji toksisitas minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) terhadap serangga hama *C. chinensis* dilakukan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dan mortalitas yang dibutuhkan untuk dapat membunuh imago *C. chinensis* dari populasi serangga uji. Pengamatan toksisitas ini dilakukan pada waktu 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam setelah perlakuan. Pestisida nabati minyak serai wangi (*C. nardus*) bersifat lebih cepat menyebabkan mortalitas pada serangga dikarenakan sifat racunnya yang bersifat racun kontak dan juga sistemik, sehingga apabila diaplikasikan pada serangga, dapat menyebabkan kematian (Kurniasih *et al.*, 2021).

Dari hasil pengamatan uji toksisitas diperoleh metode yang menunjukkan toksisitas tertinggi dan menghasilkan nilai LC_{50} dan LC_{95} terendah yaitu metode *grain protectant* dengan nilai LC_{50} dan LC_{95} sebesar 0,26% dan 1,65%. Nilai LC (*Lethal Concentration*) adalah ukuran konsentrasi suatu zat yang memiliki kemampuan untuk mematikan sebagian populasi hama tertentu. LC_{50} mewakili konsentrasi di mana 50% dari populasi hama tersebut mati, sementara LC^{95} adalah konsentrasi di mana 95% populasi hama mati. Semakin rendah nilai LC^{50} dan LC^{95} , semakin kuat toksisitas ekstrak minyak nabati terhadap hama sasaran. Sebaliknya, nilai LC yang tinggi mungkin mengindikasikan bahwa ekstrak minyak nabati memiliki toksisitas yang rendah dan mungkin tidak efektif dalam penggunaannya.

Minyak atsiri dari tanaman serai wangi mengandung senyawa-senyawa seperti sitral, sitronela, geraniol, mirsena, nerol, farnesol, metil heptenol, dan dipentena. Komponen utama adalah sitronela dengan persentase sekitar 35%, diikuti oleh graniol dengan kisaran 35 - 40%. Senyawa sitronela dalam serai wangi memiliki efek racun yang menyebabkan dehidrasi akut. Efek racun ini adalah jenis racun kontak yang mengakibatkan kematian serangga karena kehilangan cairan secara berkelanjutan. Senyawa ini berperan sebagai insektisida, bakterisida, dan nematisida (Cameron, 2016).

Senyawa sitronela pada serai wangi memiliki mekanisme kerja yaitu menghambat enzim asetilkolinesterase, yang dapat menyebabkan keracunan parah seperti gangguan sistem saraf pusat, kejang, serta menyebabkan

kelumpuhan, dikarenakan terjadi penimbunan asetilkolin, yang selanjutnya dapat menyebabkan kematian pada serangga (Nugroho, 2011).

Hama gudang *C. chinensis* yang terkena kandungan toksik dari minyak serai wangi akan mengalami kematian dengan konsentrasi yang sesuai dari minyak atsiri serai wangi. Konsentrasi yang dipakai untuk metode kontak dan *grain protectant* adalah 2%, konsentrasi untuk metode fumigasi adalah 3%. Dari hasil uji toksisitas menggunakan POLO PC didapatkan jika konsentrasi 2% metode *grain protectant* sangat efektif dan paling tinggi tingkat toksisitasnya dibandingkan dengan konsentrasi dan metode lainnya.

Pengaruh senyawa racun yang terdapat pada minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) mampu menekan produksi telur yang dihasilkan oleh *C. chinensis*. Pengamatan persentase penghambatan peneluran dilakukan pada 96 jam setelah perlakuan. Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan metode kontak, *grain protectant*, dan fumigasi. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah telur yang dihasilkan oleh *C. chinensis* pada benih kacang hijau dan mengetahui seberapa besar daya racun minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) dalam mengendalikan laju peneluran *C. chinensis*. Berdasarkan data yang diperoleh dari semua metode perlakuan yang diujikan, metode *grain protectant* berbeda nyata dengan metode fumigasi dan kontak. Pada ketiga metode menunjukkan nilai persentase berturut – turut sebesar 51,69%, 62,34% dan 57,11%. Nilai persentase penghambatan peneluran tertinggi yaitu pada metode *grain protectant* hal ini menunjukkan metode *grain protectant* mengindikasikan metode yang paling efektif dan paling baik digunakan untuk menekan laju peneluran *C. chinensis*.

Menurut Sastrohamidjojo (2004), minyak serai memiliki tiga komponen utama, yaitu sitronela, geraniol, dan sitronelol. Komponen ini bertanggung jawab atas efek desikasi, yaitu proses kehilangan cairan tubuh secara berkelanjutan pada kulit serangga, yang pada akhirnya mengakibatkan serangga mengalami kematian akibat kekeringan. Sitronela dan geraniol memiliki sifat sebagai bahan aktif yang tidak disukai oleh serangga dan secara intens dihindari oleh mereka seperti hama *C. chinensis*, tidak hanya mengakibatkan kematian imago *C. chinensis* secara langsung tetapi juga dapat menghambat laju perkembangan populasi *C. chinensis*. Berdasarkan data laju perkembangan populasi *C. chinensis* dengan uji perlakuan

berbeda menghasilkan nilai perkembangan populasi pada metode kontak, *grain protectant* dan fumigasi berturut - turut sebesar 54%, 40,67%, dan 50%. Dari nilai pengamatan perkembangan populasi yang diperoleh, metode *grain protectant* merupakan metode terbaik yang dapat menekan laju perkembangan populasi diantara metode perlakuan lainnya.

Intensitas kerusakan benih kacang hijau yang disebabkan oleh larva *C. chinensis* dan dapat dikendalikan dengan pestisida nabati minyak serai wangi (*C. nardus*). Pengamatan intensitas kerusakan dilakukan dengan cara menghitung persentase jumlah benih yang utuh dan rusak yang disebabkan *C. chinensis*. Pelaksanaan pengamatan dilakukan 32 hari setelah perlakuan menggunakan metode perlakuan kontak, *grain protectant* dan fumigasi. Data hasil dari persentase intensitas kerusakan menunjukkan nilai berturut-turut sebesar 30,53%, 21,74% dan 27,55%. Hasil intensitas kerusakan menunjukkan perlakuan terbaik adalah dengan metode *grain protectant* atau perlindungan benih menggunakan insektisida nabati. Hasil ini membuktikan bahwa kandungan sitronela yang terdapat pada minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) efektif karena mempunyai sifat racun kontak yang dapat mengakibatkan kematian karena kehilangan cairan terus menerus sehingga mempengaruhi penekanan intensitas kerusakan pada benih kacang hijau.

Susut bobot benih dihitung dari selisih antara bobot awal sebelum perlakuan dengan bobot akhir setelah perlakuan pada setiap perlakuan yang diujikan, pelaksanaan perhitungan penyusutan dilakukan 32 hari setelah perlakuan. Persentase susut bobot benih kacang hijau pada metode perlakuan kontak, *grain protectant* dan fumigasi menunjukkan nilai susut bobot berturut-turut sebesar 32,74%, 21,98% dan 25,75%. Hasil nilai persentase susut bobot ini menunjukkan nilai pada perlakuan *grain protectant* lebih efektif digunakan dibandingkan dengan kontak dan fumigasi untuk menekan laju penyusutan bobot benih kacang hijau di gudang penyimpanan.

Nanoemulsi adalah sistem emulsi terdispersi halus minyak dalam air yang mempunyai ukuran droplet dengan kisaran 50-500 (Shah, 2010). Pembuatan nanoemulsi dari minyak serai wangi merupakan campuran dari minyak nabati serai wangi (*C. nardus*), aquades, dan pengemulsi Tween-80 dengan 3

perbandingan yaitu 1:1, 1:0,75, dan 1:0,50. Ukuran partikel nanoemulsi minyak serai wangi (*C. nardus*) yang dihasilkan dari pengujian PSA di Laboratorium UI yaitu pada formulasi larutan nanoemulsi minyak serai wangi perbandingan (1:1) sebesar 226,7 nm, pada perbandingan (1:0,75) sebesar 254,7 nm dan pada perbandingan (1:0,5) sebesar 265,9 nm. Hasil analisis nanoemulsi ekstrak serai wangi dengan menggunakan instrumen *Particle Size Analyzer* (PSA) menunjukkan bahwa ukuran partikel yang dihasilkan masih dalam skala ukuran nano. Nilai PDI yang didapat dari perbandingan minyak serai wangi dan pengemulsi (1:1) sebesar 0,203, perbandingan (1:0,75) sebesar 0,137, dan perbandingan (1:0,50) sebesar 0,190. Dari nilai PDI tersebut menunjukkan pola persebaran molekul yang homogen dan seragam karena nilainya mendekati nol.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari analisis data toksisitas minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Tingkat toksisitas nanoemulsi insektisida nabati serai wangi (*C. nardus*) terhadap *C. chinensis* setelah 96 jam perlakuan, metode *grain protectant* merupakan metode yang paling toksik dibandingkan dengan metode kontak dan fumigasi dengan nilai LC_{95} berturut - turut 1,65%, 1,84%, dan 2,07%. Nilai LC_{50} terendah adalah metode *grain protectant* dibandingkan dengan metode kontak dan fumigasi berturut - turut sebesar 0,26%, 0,27% dan 1,65%.
2. Metode *grain protectant* lebih baik dibandingkan metode kontak dan fumigasi dalam menghambat peneluran, perkembangan populasi, persentase intensitas kerusakan dan menekan susut bobot benih yang diakibatkan oleh *C. chinensis*.
3. Formulasi nanoemulsi dengan metode fase inversi terbaik adalah formulasi perbandingan minyak atsiri serai wangi dan pengemulsi dengan perbandingan (1:1/v:v), dibandingkan dengan (1:0,75/v:v), dan (1:0,50/v:v) ukuran partikel berturut-turut sebesar 226,7 nm; 254,7 nm; dan 265,9 nm dengan nilai PDI berturut-turut sebesar 0,203; 0,137; dan 0,190.

5.2 Saran

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah didapatkan maka masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai tingkat toksisitas minyak nabati serai wangi (*C. nardus*) terhadap hama lain yang menyerang gudang penyimpanan, dan mengenai metode perlakuan yang lain untuk mengetahui efektivitas minyak nabati serai wangi (*C. nardus*).

DAFTAR PUSTAKA

- Afif T., D. K. 2014. Pengaruh macam pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tiga kultivar kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di lahan pasir pantai Bugel, kulonprogo. *Jurnal Vegetalika*, Universitas Gajah Mada.3(3): 79-88.
- Akbari, B. T. 2011. Particle size characterization of nanoparticles- a practical approach. *Iranian Journal of Materials Science and Engineering*, 8(2), 48-56.
- Andari, K. d. 2013. Aktivitas akarisida minyak atsiri, insektisida nabati dan cukai kayu terhadap Varroa destructor Anderson & Trueman (Acar: Varroidae). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10 (1) : 33-42.
- Aprilya, A. R. 2021. Formulasi nanoemulsi dengan bahan dasar minyak ikan (*Oleum Iecoris Aselli*). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(3), 370-375.
- 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.
- Atika, R. 2018. *Respon Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kacang Hijau (Vigna radiata L.) dengan Pemberian Giberelin di Lahan Salin*. Medan: Skripsi program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- 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.
- Azah, M. A. 2001. Chemical constituents of essential oils of *Cymbopogon nardus* and their larvicidal activities. *Proceedings of the Seminar on Medical and Aromatic Plants*, (hal. pp. 171).
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Produksi Tanaman Kacang Hijau Seluruh Provinsi di Indonesia*. www.bps.go.id. Diakses pada 28 Oktober 2022.
- Cameron, R. R. 2016. Uji minyak serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) terhadap hama gudang *Tribolium Castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) herbst. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* ,5(3).
- Dadang, P. 2008. *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengelolaan Insektisida Nabati*. Bogor: Departemen Pertanian Bogor.
- Darmiati, N. N. 2013. Uji aktivitas ekstrak daun seledri (*Apium graveolens* L.) terhadap kumbang kacang *Callosobruchus chinensis* L. *Jurnal Agrotrop*,

3: 17-2.

- Endha. 2010. *Pengenalan Hama Gudang*. Jember: Universitas Jember.
- EPA. 2019. *Environmental Protection Agency*. Guidelines for Registering Biorational Pesticides. Vol. Part 163.
- Firdaus, A. 2018. *Pengaruh Laju Permintaan Kacang*. Skripsi Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muria Kudus. Hal 45.
- 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.
- Hasyim A, W. Setiawati, R. Murtiningsih dan E. Sofiari. 2010. Efikasi dan persistensi minyak serai sebagai biopestisida terhadap *Helicoverpa armigera* Hubn. *Hortikultura*, 20(4):377-386.
- Hasyim, A. Setiawati, W. Jayanti, H. Krestini, E.H. 2014. Repelensi minyak atsiri terhadap hama gudang bawang *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) di laboratorium. *J Hort*. 24(4), 336-345.
- Hidayat, P. 2012. *Menuju penghapusan penggunaan metil bromida di pergudangan di Indonesia*. Bogor: Di dalam: Prijono D, Darmaputra OS, Widayanti S, editor. *Pengelolaan Hama Gudang Terpadu*. SEAMEO BIOTROP.
- Hidayati, S. R. 2020. Formulasi Dan Uji Stabilitas Nanoemulsi Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa* Blume). *Universitas Ngudi Waluyo*, <https://doi.org/10.1155/2010/706872>.
- Ikhsanudin, A. 2012. Formulasi vanishing cream minyak atsiri rimpang jahe (*Zingiber Officinale* Roxb) dan uji aktivitas repelan terhadap nyamuk *Aedes Aegypti* betina. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 2(2), 178.
- Isenring, R. 2010. *Pesticides and the loss of biodiversity. How intensive pesticide use affects wildlife population and species diversity. Pesticide Action Network, Europe*. 26 pp. . Development House 56–64 Leonard Street, London EC2A 4LT. www.pan-europe.inf.
- Istiningdyah, A. 2010. *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman* . Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Jaiswal, M. D. 2015. Nanoemulsion: an advanced mode of drug delivery system. *3 Biotech*, 5, 123–127.
- Kastanja, Y. A. 2007. Identifikasi kadar air biji jagung dan tingkat kerusakannya pada tempat penyimpanan. *Agroforestri*, Vol. 2 (1): 27-33.
- Kim, D. H. 2011. Contact and fumigant activities of constituents of *Foeniculum vulgare* fruit against three coleopteran stored product Insect. *Journal Pest Management Science*, vol 57: 301- 306.

- Kurniasih, N. W. 2021. Toxicity of essential oils from orange (*Citrus sinesis* L. Obbeck) dan lemongrass (*Cymbopogon nardus* L. Rendle) on *Aedes aegypti* a vector of dengue hemorrhagic fever (DHF). *Journal of Physics: Conference Series* 1869, (1):2:5.
- Kurniawati dan Martono. 2015. Peran tumbuhan berbunga sebagai media konservasi artropoda musuh alami. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* , 19(2), pp. 53–59.
- Maharini et al. 2020. Pengaruh konsentrasi PEG400 sebagai kosurfaktan pada formulasi nanoemulsi minyak kepayang. *Chempublish Journal*, 5(1), 1–14.
- Mardani, R., Jsami, Armin, L.Z. 2013. Pengaruh ekstrak serai (*Andropogon Nardus* L.) terhadap kunjungan lalat buah. *Jurnal STKIP PGRI. STKIP PGRI Sumatera Barat*.
- Meilasari, R. 2016. *Penggunaan Protektan Untuk Mengendalikan Hama Gudang Callosobruchus maculatus F dan Mempertahankan Viabilitas Benih Kacang Hijau (Vigna radiata L) Selama Penyimpanan. [Skripsi]*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mutschler, E. 1991. *Dinamika Obat* . Bandung: Edisi V. 88. Penerbit ITB.
- Nugroho, A. 2011. Kematian larva *Aedes aegypti* setelah pemberian serbuk serai. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol.7(1) : 91-96.
- Ostertag F, W. J. 2012. *Journal of Colloid and Interface Science*, 388 95. 102.
- Patel, P. J. 2014. Exploration of statistical experimental design to improve entrapment efficiency of acyclovir in poly (d, l) lactide nanoparticles. *Pharmaceutical Development and Technology*, 19(2), 200–212.
- Pracaya. 2005. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Purwanto. 2009. *Pengujian Tiga Jenis Rempah-Rempah sebagai Repellent Terhadap Tikus Rumah (Rattus rattus diardii Linn.) dan Tikus Pohon (Rattus tiomanicus Mill.). Skripsi*. Bogor: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Purwono. 2008. *Kacang Hijau* . Depok: Penebar Swadaya.
- Purwono dan Hartono. 2012. *Kacang Hijau*. Jakarta: Swadaya.
- Retnosari. 2013. *Hama Gudang*. Universitas Jember.
- Rizal, M., Kardinan, A., Mardiningsih, T., Darwis, M., Sugandi, E., dan Sukmana, C. 2010. Pemanfaatan 6 Jenis Insektisida Nabati Untuk Menurunkan Serangan Hama *Simplicia* Dan *Sitophilus Oryzae* (50%). *Laporan Teknis Penelitian Tahun Anggaran 2010*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.

- Rowe. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*.
- Santoso, B. M. 2007. *Sereh Wangi Bertanam dan Penyulingan*. Yogyakarta: Cetakan ke 10. Penerbit Kanisius. Halaman 29-34.
- Sastrasupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Segawa, P. 2007. *Effects of Herbicide on the Invasive grass, Cymbopogon nardus (Franch) Stapf (Tussocky Guinea grass) and Responses of Native Plants in Kikatsi Subcountry*. Kiruhura District, Western Uganda: Laporan Penelitian. Kampala : Faculty of Botani.
- Shah. 2010. Formulasi S-SNEDDS (Solid Self-Nano Emulsifying Drug Delivery System) Ketoprofen menggunakan Virgin Coconut Oil, Tween 80, Tween 20, dan Polietilen Glikol 400. *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Situmorang, M. C. 2015. *Efek Fumigan Minyak Atsiri Kulit Buah Lemon (Citrus limonum), Daun Mint (Mentha piperita), dan Serai Wangi (Cymbopogon nardus) Terhadap Callosobruchus maculatus*.
- Soebardjo, B. 2010. *Ketahanan Pangan dan Energi*. Surabaya: Makalah Seminar Nasional Teknik Kimia.
- Stephanie. 2016. Pengaruh variasi fase minyak virgin coconut oil dan medium-chain triglycerides oil terhadap stabilitas fisik nanoemulsi minyak biji delima dengan kombinasi surfaktan tween 80 dan kosurfaktan PEG 400. *In Naskah Publikasi*, https://repository.usd.ac.id/2666/2/128114145_full.pdf.
- Sudarmo, S. 2005. *Pestisida Nabati, Pembuatan Dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Kanisius. 60 hal.
- Suryani dan Nurmansyah. 2009. *Inventariasi dan karakterisasi tanaman kayu manis seilon (Cinnamomum zeylanicum Blume) di Kebun Percobaan Laing Solok*. Buletin Rempah dan Obat.
- Swardini, Z. P. 2019. Optimasi Tween 80 Dan Lesitin Dalam Sediaan Nanoemulsion Ibuprofen.
- Utami, L. 2004. Efektivitas Serei Wangi (*Cymbopogon nardus* Linn) sebagai Bio Fungisida pada pengendalian *Sclerotium rolfsii* sacc Penyebab Busuk Pangkal Batang Tanaman Cabai Merah (*Capsicum abbuum* L). *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Tahun 2004*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Wahyudi. 2013. *Buku Pegangan Hasil Hutan Bukan Kayu*. Yogyakarta: Editor Wasrin Syafii. Pohon Cahaya.

- 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 (*Crocidalomia pavonana* F). *Jurnal Cropsave*, 1 (1) : 27-36.
- Zhang, Z. &. 2006. The drug encapsulation efficiency, in vitro drug release, cellular uptake and cytotoxicity of paclitaxel-loaded poly(lactide)-tocopheryl polyethylene glycol succinate nanoparticles. *Biomaterials*, 27, 4025–4033.

LAMPIRAN

[illegible]

Lampiran 2. Deskripsi hama gudang *C. chinensis* dan tanaman serai wangi *C. nardus*.

Tabel 12. Deskripsi *C. chinensis*

Sifat	<i>Holometbolic</i>
Panjang Telur	$\pm 0,57$ mm
Jumlah Telur	± 700
Umur	10 – 14 hari
Ukuran Kumbang Betina	2,76 mm – 3,49 mm
Ukuran Kumbang Jantan	2,4 mm – 3 mm
Bentuk Telur	Lonjong

Sumber: (Hildayani, 2009)

Tabel 13. Deskripsi tanaman serai wangi.

Nama Latin	<i>Cymbopogon nardus</i> L.
Tipe Tumbuh	Tegak Lurus
Tinggi Tanaman	1 – 1,5 m
Jenis Akar	Serabut Berimpang Pendek
Panjang Daun	± 1 m
Lebar Daun	1,5 - 2 cm
Warna Daun	Hijau
Bentuk Daun	Panjang Meruncing
Warna Batang/Umbi	Kuning Kemerahan
Jenis Bunga	Tidak Memiliki Mahkota

Sumber: (Utomo, 2015)

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

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	0
0,25	30	10
0,5	30	13
1	30	20
2	30	24

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	0
0,25	30	12
0,5	30	15
1	30	24
2	30	26

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	2
0,25	30	15
0,5	30	17
1	30	25
2	30	27

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	3
0,25	30	17
0,5	30	20
1	30	27
2	30	29

Lampiran 3. Data uji toksisitas metode *grain protectant* *C. nardus* terhadap *C. chinensis*.

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	0
0,25	30	10
0,5	30	15
1	30	21
2	30	25

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	0
0,25	30	13
0,5	30	17
1	30	23
2	30	26

Tabel 20. Data Toksisitas metode *grain protectant* *C. nardus* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 72 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

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	3
0,25	30	17
0,5	30	20
1	30	26
2	30	29

Lampiran 4. Data uji toksisitas metode fumigasi *C. nardus* terhadap *C. chinensis*.

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	0
0,375	30	11
0,75	30	16
1,5	30	24
3	30	26

Tabel 23. Data toksisitas metode fumigasi *C. nardus* terhadap *C. chinensis* pada pengamatan 48 jam setelah perlakuan.

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	0
0,375	30	13
0,75	30	17
1,5	30	25
3	30	27

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	2
0,375	30	15
0,75	30	20
1,5	30	27
3	30	29

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

Konsentrasi (%)	Jumlah Serangga Uji	Jumlah Serangga Mati
Kontrol	30	2
0,375	30	17
0,75	30	23
1,5	30	28
3	30	30

Lampiran 5. Data persentase pengamatan penghambatan peneluran *C. nardus* terhadap *C. chinensis*.

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

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-Rata
KT	52,19	52,38	50,51	155,08	51,69
GP	61,97	64,43	60,61	187,01	62,34
FG	55,76	57,66	57,92	171,34	57,11

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

SK	DB	JK	KT	FHIT	Pr(>F)	Notasi
Perlakuan	2	169,9401	84,9701	41,12	0,0003	**
Galat	6	12,3974	2,0662			
Total	8	182,3375				

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

Perlakuan	Rata-Rata
KT	51,69
GP	62,34
FG	57,11
BNT	2,87

Lampiran 6. Data persentase pengamatan perkembangan populasi *C. nardus* terhadap *C. chinensis*.

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

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-Rata
KT	56	51	55	162	54
GP	43	40	39	122	40,67
FG	50	48	52	150	50

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

SK	DB	JK	KT	FHIT	Pr(>F)	Notasi
Perlakuan	2	280,8889	140,4444	27,47	0,0009	**
Galat	6	30,6667	5,1111			
Total	8	311,5556				

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

Perlakuan	Rata-Rata
KT	54
GP	40,67
FG	50
BNT	4,51

Lampiran 7. Data persentase pengamatan intensitas kerusakan *C. nardus* terhadap *C. chinensis*.

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

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-Rata
KT	31,11	29,71	30,76	91,58	30,53
GP	20,99	20,54	23,69	65,22	21,74
FG	28,48	27,75	26,43	82,66	27,55

Tabel 33. Data analisis ragam pengamatan persentase intensitas kerusakan *C. nardus* terhadap *C. chinensis*

SK	DB	JK	KT	FHIT	Pr(>F)	Notasi
Perlakuan	2	119,8410	59,9205	39,83	0,0003	**
Galat	6	9,0259	1,5043			
Total	8	128,867				

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

Perlakuan	Rata-Rata
KT	30,53
GP	21,74
FG	27,55
BNT	2,45

Lampiran 8. Data persentase pengamatan susut bobot *C. nardus* terhadap *C. chinensis*.

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

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Total	Rata-Rata
KT	34,52	32,05	31,65	98,22	32,74
GP	20,53	24,2	21,23	65,96	21,98
FG	33,65	27,84	28,38	77,26	25,75

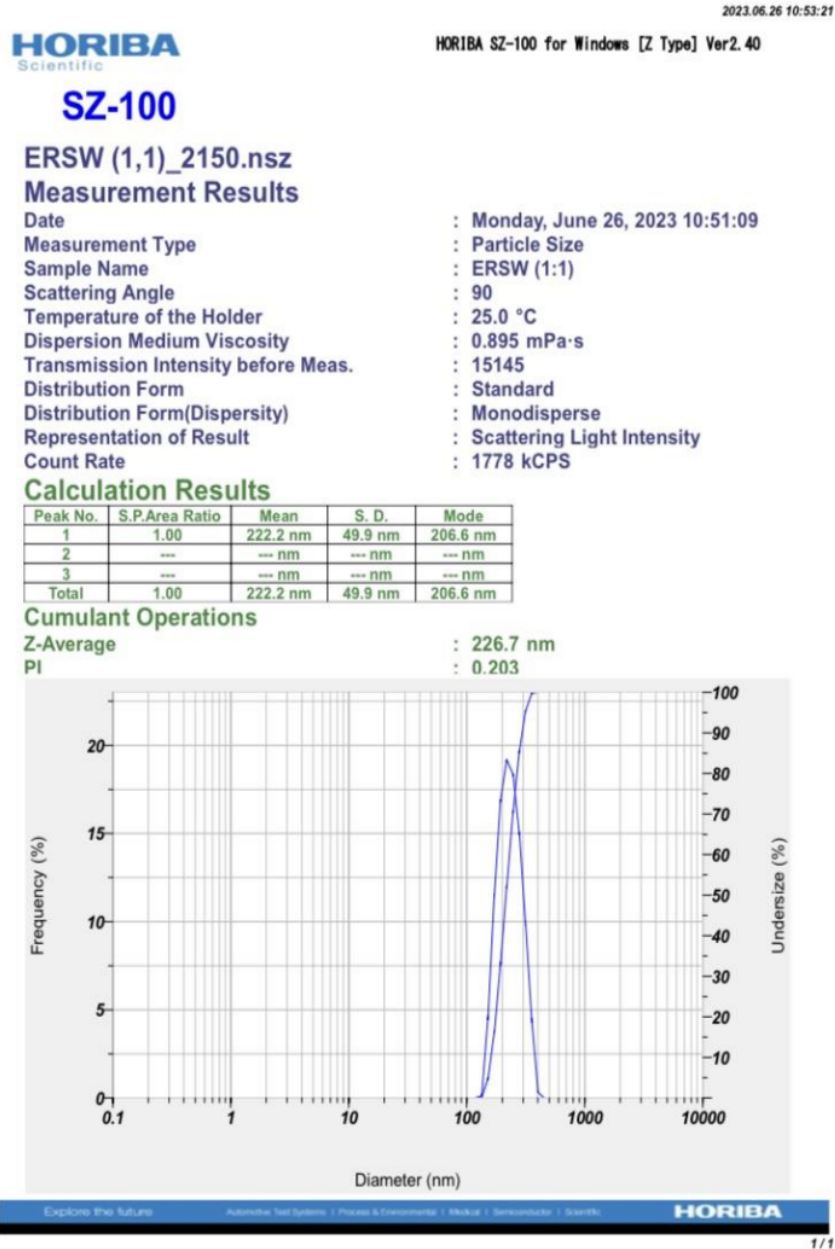
Tabel 36. Data analisis ragam pengamatan persentase susut bobot *C. nardus* terhadap *C. chinensis*.

SK	DB	JK	KT	FHIT	Pr(>F)	Notasi
Perlakuan	2	178,6354	89,3177	38,59	0,0003	**
Galat	6	13,8847	2,3141			
Total	8	192,5202				

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

Perlakuan	Rata-Rata
KT	32,74
GP	21,98
FG	25,75
BNT	3,03

Lampiran 9. Hasil uji partikel nanoemulsi minyak serai wangi 1:1



Lampiran 10. Hasil uji partikel nanoemulsi minyak serai wangi 1:0,75

HORIBA
Scientific

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

2023.06.26 11:06:49

SZ-100

ERSW (1,0.75)_2154.nsz

Measurement Results

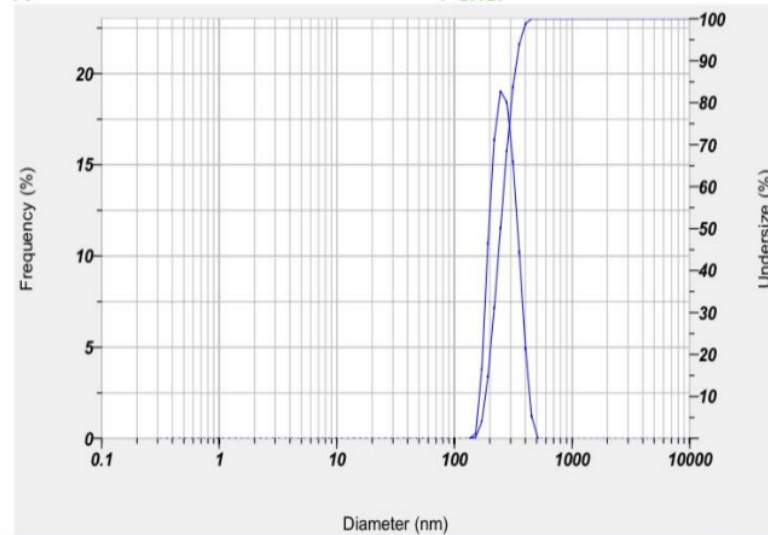
Date : Monday, June 26, 2023 11:02:35
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : ERSW (1:0.75)
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 25.0 °C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.896 mPa·s
 Transmission Intensity before Meas. : 18382
 Distribution Form : Standard
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 643 kCPS

Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	254.8 nm	58.8 nm	233.8 nm
2	---	---	---	---
3	---	---	---	---
Total	1.00	254.8 nm	58.8 nm	233.8 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 254.7 nm
 PI : 0.137

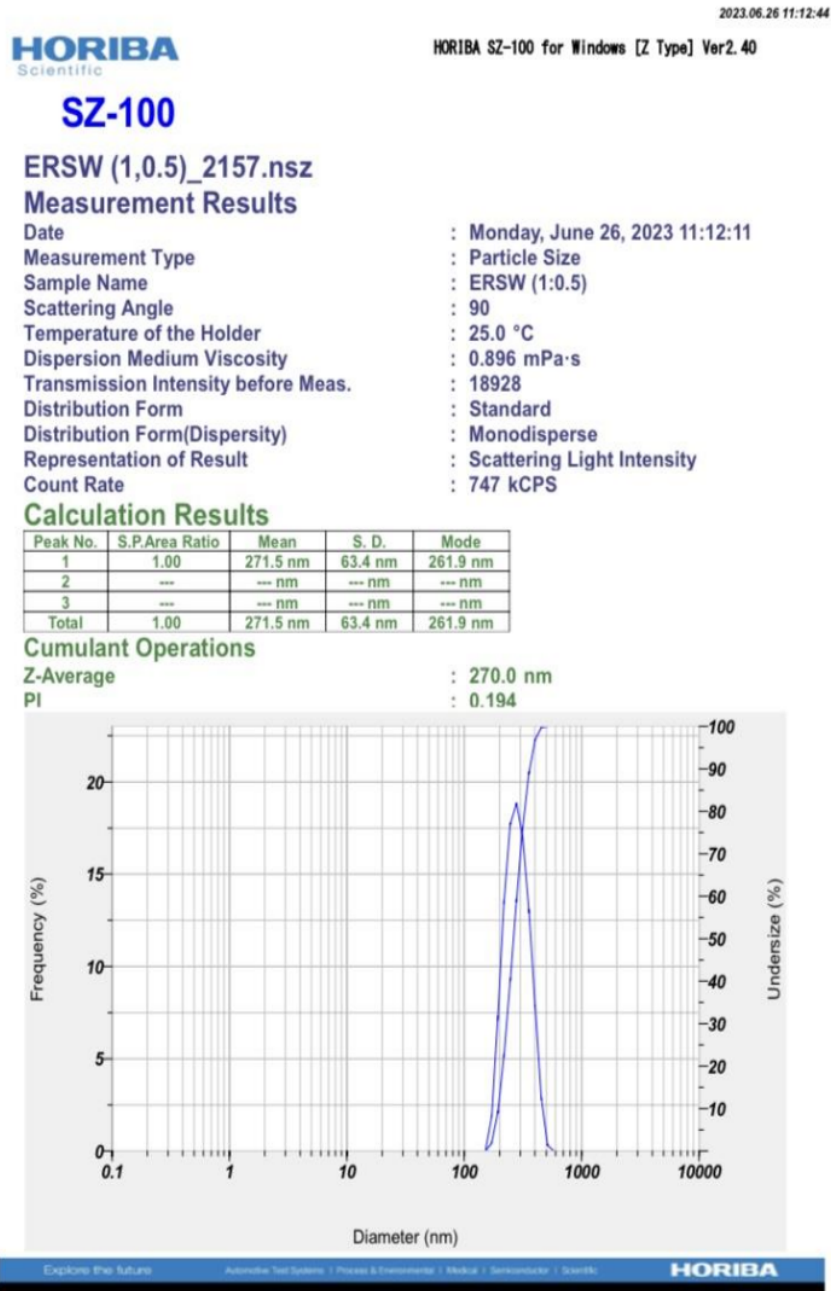


Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Solvent Res.

HORIBA

Lampiran 11. Hasil uji partikel nanoemulsi minyak serai wangi 1:0,5



Laporan TA Evi Erika Sari (19713015)

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.polinela.ac.id

Internet Source

4%

2

123dok.com

Internet Source

2%

3

repository.ub.ac.id

Internet Source

1%

4

fliphtml5.com

Internet Source

1%

5

journals.unihaz.ac.id

Internet Source

1%

6

digilib.unila.ac.id

Internet Source

1%

7

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

1%

8

minhajalmadani.blogspot.com

Internet Source

1%

9

docplayer.info

Internet Source

1%

10

id.123dok.com

Internet Source

<1 %

11

jatt.ejournal.unri.ac.id

Internet Source

<1 %

12

www.coursehero.com

Internet Source

<1 %

13

etheses.uin-malang.ac.id

Internet Source

<1 %

14

text-id.123dok.com

Internet Source

<1 %

15

Johanna Anike Mendes, Dadang ., Endang Sri Ratna. "EFEK MORTALITAS DAN PENGHAMBATAN MAKAN BEBERAPA EKSTRAK TUMBUHAN ASAL KABUPATEN MERAUKE, PAPUA TERHADAP LARVA CROCIDOLOMIA PAVONANA (F.) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)", 'Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung', 2017

Internet Source

<1 %

16

fisherysquad.blogspot.com

Internet Source

<1 %

17

repository.uin-suska.ac.id

Internet Source

<1 %

18

repository.uma.ac.id

Internet Source

<1 %

19	ojs3.unpatti.ac.id Internet Source	<1 %
20	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
21	journal.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
22	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
23	www.scribd.com Internet Source	<1 %
24	A Hasrawati, Nursiah Hasyim, Nur Alif Irsyad. "PENGEMBANGAN FORMULASI MIKROEMULSI MINYAK SEREH (Cymbopogon nardus) MENGUNAKAN EMULGATOR SURFAKTAN NONIONIK", Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 2016 Publication	<1 %
25	mpira.ub.uni-muenchen.de Internet Source	<1 %
26	repository.ubb.ac.id Internet Source	<1 %
27	Submitted to Politeknik Negeri Jember Student Paper	<1 %
28	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1 %

29	repo.unand.ac.id Internet Source	<1 %
30	zona-ranting.blogspot.com Internet Source	<1 %
31	jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	<1 %
32	ji.unbari.ac.id Internet Source	<1 %
33	perkebunan.litbang.pertanian.go.id Internet Source	<1 %
34	anzdoc.com Internet Source	<1 %
35	docobook.com Internet Source	<1 %
36	protan.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	<1 %
37	balingtang.litbang.pertanian.go.id Internet Source	<1 %
38	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
39	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
40	ojs.unida.ac.id Internet Source	<1 %

41	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
42	adoc.pub Internet Source	<1 %
43	yayansugantina.blogspot.com Internet Source	<1 %
44	erepository.uwks.ac.id Internet Source	<1 %
45	pdfcookie.com Internet Source	<1 %
46	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	<1 %
47	borobudur.kemdikbud.go.id Internet Source	<1 %
48	eprints.mercubuana-yogya.ac.id Internet Source	<1 %
49	jp.polinela.ac.id Internet Source	<1 %
50	media.neliti.com Internet Source	<1 %
51	polinela.ac.id Internet Source	<1 %
52	repository.unja.ac.id Internet Source	<1 %

53	ejurnal.litbang.pertanian.go.id Internet Source	<1 %
54	journal.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
55	katapengertian.blogspot.com Internet Source	<1 %
56	Submitted to Universitas Jember Student Paper	<1 %
57	Submitted to State Islamic University of Alauddin Makassar Student Paper	<1 %
58	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
59	repository.lppm.unila.ac.id Internet Source	<1 %
60	repository.ung.ac.id Internet Source	<1 %
61	Submitted to Bogazici University Student Paper	<1 %
62	Ria Putri, Ari Wahyuni, Riana Jumawati. "DETEKSI KEMUNDURAN BENIH KEDELAI (Glycine max L.) DENGAN METODE PENGUSANGAN CEPAT (Accelerated Aging Test) KIMIAWI", Jurnal Agrotek Tropika, 2021 Publication	<1 %

63	perlindungan.ditjenbun.pertanian.go.id Internet Source	<1 %
64	blog.ub.ac.id Internet Source	<1 %
65	kubunghortikultura.wordpress.com Internet Source	<1 %
66	repository.uir.ac.id Internet Source	<1 %
67	repository.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
68	doku.pub Internet Source	<1 %
69	repository.setiabudi.ac.id Internet Source	<1 %
70	repository.unika.ac.id Internet Source	<1 %
71	azzahraeleok.blogspot.com Internet Source	<1 %
72	digilib.uns.ac.id Internet Source	<1 %
73	jurnal.unmuhjember.ac.id Internet Source	<1 %
74	sigadis-93ku.blogspot.com Internet Source	<1 %

75	www.klium.be Internet Source	<1 %
76	ejournal.uki.ac.id Internet Source	<1 %
77	eprints.umpo.ac.id Internet Source	<1 %
78	es.scribd.com Internet Source	<1 %
79	fr.scribd.com Internet Source	<1 %
80	jiss.publikasiindonesia.id Internet Source	<1 %
81	journal.lppm-unasman.ac.id Internet Source	<1 %
82	jurnalfloratek.wordpress.com Internet Source	<1 %
83	lib.um.ac.id Internet Source	<1 %
84	pt.slideshare.net Internet Source	<1 %
85	repositori.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1 %
86	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %

87	rramdani30.blogspot.com Internet Source	<1 %
88	www.neliti.com Internet Source	<1 %
89	www.researchinlanders.be Internet Source	<1 %
90	zombiedoc.com Internet Source	<1 %
91	we-didview.xyz Internet Source	<1 %
92	Dina Okta Tiana, Maria Heviyanti, Yenni Marnita. "Fumigant Effect of Essential Oils from Citronella (<i>Cymbopogon nardus</i>) and Lemongrass (<i>Cymbopogon citratus</i>) against pest Red Flour Beetle (<i>Tribolium castaneum</i>)", Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan, 2021 Publication	<1 %
93	novianaduwiwulandari.blogspot.com Internet Source	<1 %
94	repository.uinjambi.ac.id Internet Source	<1 %

Laporan TA Evi Erika Sari (19713015)

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