

UJI BIOAKTIVITAS EKSTRAK DAUN DAN KULIT *Theobroma cacao* SEBAGAI BIOPESTISIDA *Nezara viridula*

BIOACTIVITY OF THEOBROM CACAO LEAF AND SHELL EXTRACT OF BIOPESTICIDE *Nezara viridula*

Olivia Cindowarni*, Annisa` Indah Setyawati

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Satu Nusa Lampung, Bandar Lampung; Indonesia

*Corresponding Author. E-mail address: oliviacindowarni@gmail.com

PERKEMBANGAN

ARTIKEL:

Diterima: 10 Desember 2024

Direvisi: 01 Mei 2025

Disetujui: 12 Mei 2025

KEYWORDS:

Botanical biopesticide,
Nezara viridula,
Theobroma cacao,
phytochemical.

KATA KUNCI:

Biopestisida nabati,
fitokimia, *Nezara viridula*,
Theobroma cacao.

ABSTRACT

The green stink bug *Nezara viridula* can cause up to 80% damage to soybean pods if not controlled. Botanical pesticides were used as environmentally friendly methods of pest control. Cocoa leaves and shells contain compounds that can determine insects by inhibiting their appetite, acting as respiratory toxins, and disrupting their metabolism. This study aimed to test the phytochemical and bioactivity of *Theobroma cacao* (cocoa) leaf and shell extracts as potential biopesticides against *N. viridula*. The experiment used a Randomized Block Design (RBD) with 7 treatments, 3 replications, and 10 second-instar *N. viridula* nymphs in each experimental unit. The treatments were: B0: without biopesticide (control), B1: *T. cacao* leaf 1% extract, B2: *T. cacao* leaf extract 2%, B3: *T. cacao* leaf extract 3%, B4: *T. cacao* shell extract 2%, B5: *T. cacao* shell extract 4%, and B6: *T. cacao* shell extract 6%. The results showed that cocoa leaf and shell extracts were effective as botanical biopesticides, with the B6 treatment resulting in the highest mortality rate of up to 90% after 17 days.

ABSTRAK

Serangan hama kepek hijau *Nezara viridula* pada polong kedelai mampu merusak hingga 80% jika tidak dilakukan pengendalian. Penggunaan pestisida nabati merupakan salah satu cara pengendalian hama yang ramah lingkungan. Daun *T. cacao* dan kulit *T. cacao* memiliki kandungan senyawa fitokimia yang berfungsi menghambat nafsu makan, racun pernafasan dan menghambat metabolisme serangga. Penelitian ini bertujuan untuk menguji fitokimia dan bioaktivitas ekstrak daun dan kulit *T. cacao* sebagai biopestisida potensial terhadap mortalitas dan perkembangan *N. viridula*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 7 perlakuan, 3 ulangan dan setiap satuan percobaan menggunakan 10 ekor nimfa instar 2 *N. viridula*. Perlakuan terdiri dari B0 : tanpa biopestisida (kontrol), B1 : ekstrak daun *T. cacao* konsentrasi 1%, B2 : ekstrak daun *T. cacao* konsentrasi 2%, B3 : ekstrak daun *T. cacao* konsentrasi 3%, B4 : ekstrak kulit *T. cacao* konsentrasi 2%, B5 : ekstrak kulit *T. cacao* konsentrasi 4% dan B6 : ekstrak kulit *T. cacao* konsentrasi 6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun dan kulit *T. cacao* efektif sebagai biopestisida nabati terutama pada perlakuan B6 yang menghasilkan mortalitas tertinggi hingga 90% setelah 17 hari.

1. PENDAHULUAN

Serangga herbivora (hama) pada tanaman kedelai didominasi oleh hama penghisap dan pemakan sari tanaman kedelai. Hama yang menghisap sari tanaman yaitu *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae), *N. viridula* yang dikenal sebagai kepik hijau adalah hama polifag yang menyerang berbagai tanaman pertanian, termasuk kedelai, kapas, dan padi. Hama ini menyebabkan kerusakan signifikan dengan cara mengisap cairan tanaman, yang mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen sebesar 80% (Pushnya et al., 2020). Pengendalian hama yang tidak tepat menimbulkan berbagai masalah kesehatan dan ancaman terhadap lingkungan (Kumar et al., 2021). Upaya pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan terhadap *N. viridula* menjadi sangat penting untuk mendukung keberlanjutan produksi pertanian. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, salah satunya melalui penggunaan biopestisida atau pestisida nabati (Ngegba et al., 2022).

Biopestisida atau pestisida nabati berasal dari bahan alami yang diekstrak dari tumbuhan yang mudah ditemui secara luas dan memiliki sifat toksik terhadap berbagai jenis hama tanpa menimbulkan dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Stankovic et al., 2020). Salah satu tanaman yang berpotensi dikembangkan sebagai sumber pestisida nabati adalah *Theobroma cacao* (Kuddus et al., 2023). Tanaman *T. cacao* dapat tumbuh melimpah di Pulau Sumatera terutama Provinsi Lampung (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2023). Tanaman *T. cacao* ini tidak hanya penting secara ekonomi untuk produksi cokelat, tetapi juga mengandung senyawa metabolit sekunder yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali hama (Indiarto et al., 2021).

Daun dan kulit buah *T. cacao* mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin, yang diketahui memiliki aktivitas insektisida (Mahob et al., 2021). Senyawa metabolit dari kulit buah *T. cacao* mampu menghambat *Trichophyton mentagrophytes* yang merupakan jamur jenis dermatofita sebesar 100% (Subaryanti et al., 2023). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ekstrak tanaman yang mengandung metabolit sekunder dapat mengganggu sistem saraf serangga, menghambat proses makan, dan memperlambat pertumbuhan nimfa pada beberapa spesies hama (Cindowarni et al., 2022). Namun, kajian mengenai efektivitas ekstrak *T. cacao*, khususnya bagian daun dan kulit buah, terhadap hama *Nezara viridula* masih terbatas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji fitokimia dan bioaktivitas ekstrak daun dan kulit *T. cacao* sebagai biopestisida potensial terhadap mortalitas dan perkembangan hama *N. viridula*. Uji bioaktivitas dilakukan untuk mengidentifikasi konsentrasi efektif dari ekstrak serta mekanisme aksi yang terlibat dalam pengendalian hama ini. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi penting dalam pengembangan strategi pengendalian hama yang lebih berkelanjutan dan ekologis, serta memberikan nilai tambah pada limbah *T. cacao* yang selama ini kurang dimanfaatkan.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan dan Tempat Penelitian

Bahan utama dalam penelitian ini adalah kepik hijau (*N. viridula*), daun *T. cacao*, dan kulit *T. cacao*. Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen. Metode pertama dimulai dari dilakukan pengambilan beberapa sampel uji *N. viridula* yang mewakili populasi di lahan pertanian tanaman pangan, serta bahan biopestisida dari limbah pertanian (daun dan kulit *T. cacao*). Pada metode eksperimen dilakukan di dua lokasi yaitu di Laboratorium Ilmu-ilmu Dasar Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Satu Nusa Lampung sebagai lokasi pemeliharaan (*rearing*) *N. viridula*, dan di Laboratorium Pengawasan Mutu Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai lokasi pembuatan ekstrak daun dan kulit *T. cacao*.



Gambar 1. Alat pemeliharaan (*rearing*) *Nezara viridula*

2.2 Pengambilan *N. viridula*

Pengambilan sampel uji *N. viridula* dilakukan di lahan petani kacang-kacangan, di kecamatan Jati Agung, kabupaten Lampung Selatan, provinsi Lampung, koordinat 5°17'19"S-105°17'01"E ketinggian 84 mdpl. *N. viridula* yang hinggap di tanaman segera dipindahkan ke wadah plastik berdiameter 12 cm dan tinggi 20 cm, kemudian yang dilapisi kertas, kemudian ditutup dengan kain kasa. *N. viridula* yang sudah didapat selanjutnya dipindahkan ke alat pemeliharaan (*rearing*) yang berbentuk kandang terbuat dari kayu (Gambar 1). *Rearing N. viridula* dilakukan dengan cara memberi pakan berupa kacang panjang setiap 2 hari sekali, serta pengambilan telur-telur yang menempel didalam kandang. Telur-telur yang diperoleh dari hasil *rearing* digunakan sebagai sampel uji pada fase nimfa instar II.

2.3 Ekstrak Daun *T. cacao*

Pembuatan ekstrak daun *T. cacao* menggunakan daun berwarna hijau tua, segar juga terbebas dari penyakit seperti jamur dan bakteri daun. Selanjutnya, daun dicuci bersih menggunakan air mengalir, agar terhindar dari kotoran yang menempel pada daun. Daun dikeringkan di dalam ruangan atau tanpa sinar matahari selama 7-8 hari, agar senyawa yang berada di dalam daun tersebut tidak mudah hilang. Daun *T. cacao* yang telah mengalami proses pengeringan dipisahkan antara tulang daun dan bagian lainnya. Setelah itu, daun dipotong kemudian digiling hingga menjadi serbuk halus. Serbuk tersebut disaring menggunakan ayakan besi berukuran 10 mesh untuk mendapatkan bubuk daun yang lebih halus dan merata. Sebanyak 50 gram bubuk daun dimasukkan ke dalam wadah kaca, lalu direndam dengan 500 ml metanol 98%. Campuran ini diaduk secara berkala selama proses perendaman yang berlangsung kurang lebih 24 jam pada suhu ruang. Setelah selesai direndam, campuran disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 41 yang diletakkan pada corong kaca, sehingga terjadi pemisahan antara pelarut metanol dan ampas daun. Filtrat yang diperoleh selanjutnya diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40-45°C dengan kecepatan putaran 100 rpm. Proses ini dilakukan hingga seluruh pelarut menguap dan tersisa ekstrak kental berwarna hijau tua, yang merupakan ekstrak murni dari daun *T. Cacao*.

2.4 Ekstrak Kulit *T. cacao*

Pembuatan ekstrak kulit *T. cacao* menggunakan kulit buah dengan kriteria sudah tua dan terbebas dari penyakit busuk buah. Buah *T. cacao* yang sudah dikumpulkan kemudian dibelah terlebih dahulu untuk memisahkan bijinya dari kulit. Kulit yang telah dipisahkan kemudian ditimbang dan dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih. Setelah itu, kulit dipotong menjadi bagian-bagian kecil untuk mempercepat proses pengeringan. Kulit yang telah dipotong kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama kurang lebih 24 jam hingga benar-benar kering. Setelah

kering, kulit tersebut digiling secara perlahan menggunakan alat penggiling biji kopi hingga menjadi bubuk halus. Bubuk hasil gilingan kemudian disaring menggunakan ayakan besi berukuran 10 mesh untuk memastikan keseragaman ukuran dan menghilangkan kotoran yang mungkin masih ada. Sebanyak 50 gr bubuk kulit *T. cacao* kemudian dicampurkan dengan 500 ml etanol 96%, lalu direndam selama kurang lebih 24 jam. Setelah proses perendaman, campuran disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 41 untuk memisahkan larutan dengan ampas padatnya. Selanjutnya, hasil saringan mengalami proses penguapan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40-45°C dengan kecepatan 100 rpm. Proses ini menghasilkan ekstrak murni kulit *T. cacao* berupa gumpalan lengket berwarna kuning kecoklatan yang menyerupai tanah.

2.5 Analisis Skinning Fitokomia Ekstrak Daun dan Kulit *T. cacao*

2.5.1 Uji Tanin (Farnsworth, 1996 & Trease, 1961)

Uji tanin dilakukan dengan cara memasukkan ekstrak kental daun dan kulit *T. cacao* masing-masing sebanyak 500 miligram kedalam wadah uji kimia seperti tabung reaksi, selanjutnya ditambahkan 50 mililiter air dengan suhu 50°C. Tabung reaksi tersebut dihomogenkan dan direbus kembali selama 5 menit dan didiamkan hingga dingin selanjutnya disaring. Hasil filtrat sebanyak 5 mililiter dipindahkan ke tabung reaksi berikutnya, selanjutnya ditambahkan beberapa tetes FeCl 3%. Amati perubahan warna, apabila berwarna hijau violet maka hasil uji tanin positif.

2.5.2 Uji Saponin (Farnsworth, 1996 & Depkes, 1995)

Uji saponin dilakukan dengan cara memasukkan ekstrak kental daun dan kulit *T. cacao* masing-masing sebanyak 500 miligram kedalam tabung reaksi. Masing-masing wadah uji kimia yang berisi ekstrak, selanjutnya ditambahkan 10 mililiter air dengan suhu 50°C kemudian didinginkan. Masing-masing wadah uji kimia yang berisi larutan uji selanjutnya di kocok secara vertikal selama 10 detik. Selanjutnya wadah uji diletakkan didalam rak tabung selama 10 menit. Amati perubahannya, apabila terbentuk buih setinggi 1 sampai 10 cm dan saat ditambahkan 1 tetes HCl 2N, apabila buih tersebut tidak hilang maka hasil uji saponin positif.

2.5.3 Uji Flavonoid (Farnsworth, 1996 & Depkes, 1995)

Uji flavonoid dilakukan dengan cara memasukkan ekstrak cair daun dan kulit *T. cacao* masing-masing sebanyak 1 mililiter kedalam wadah uji kimia selanjutnya ditambahkan dengan 10 mililiter etil asetat dalam keadaan air mendidih selama 3 menit. Hasil larutan disaring dan filtratnya yang digunakan. Filtrat sebanyak 1 mililiter dikocok dengan tambahan 1 mililiter larutan amoniak encer (1%) dan didiamkan. Apabila lapisan-lapisan memisah dan berwarna kuning dengan keadaan terlihat lapisan amoniak, maka hasil uji flavonoid positif.

2.5.4 Uji Steroid (Atmoko and Ma'ruf, 2009)

Uji saponin dilakukan dengan cara mengekstraksi ekstrak daun dan kulit *T. cacao* dengan tambahan dietil eter dan fraksi yang larut, kemudian dietil eter dipisahkan. Selanjutnya ditambahkan CH₃COOH glasial dan H₂SO₄ pekat pada fraksi yang larut dalam dietil eter. Hasil larutan dikocok secara perlahan dan didiamkan 10 menit. Apabila terbentuk warna menjadi biru atau atau hijau, maka hasil uji steroid positif.

2.5.5 Uji Alkaloid (Farnsworth, 1996 & Depkes, 1995)

Uji alkaloid dilakukan dengan cara memasukkan ekstrak kental daun dan kulit *T. cacao* masing-masing sebanyak 500 miligram kedalam tabung reaksi selanjutnya ditambahkan dengan 1

mililiter HCl 2 N dan 9 mililiter aquades, serta dipanaskan selama 2 menit diatas pemanas air. Hasil larutan disaring dan filtratnya yang digunakan. Filtrat sebanyak 1 mililiter ditambahkan HCL 2 M sebanyak 0,5 mililiter. Selanjutnya ditambahkan 2 tetes pereaksi Bouchardat. Amati perubahannya, apabila adanya endapan berwarna coklat-kemerahan maka hasil uji alkaloid positif.

2.6 Pengaplikasian Ekstrak Daun dan Kulit *T. cacao*

Pengaplikasian ekstrak daun dan kulit *T. cacao* dilakukan dengan cara disemprotkan ke tubuh dan pakan *N. viridula*. Pengaplikasian menggunakan botol semprot 20 ml. Botol semprot diisi dengan larutan ekstrak daun dan kulit *T. cacao* sesuai dengan konsentrasi yang sudah ditentukan. Konsentrasi ekstrak daun *T. cacao* yaitu 1%, 2% dan 3%. Konsentrasi ekstrak kulit *T. cacao* yaitu 2%, 4%, dan 6%. Banyaknya larutan ekstrak daun dan kulit *T. cacao* yang disemprotkan pada satuan percobaan adalah ± 1 ml. Dalam satuan percobaan terdiri dari 10 ekor nimfa *N. viridula* instar II, sehingga terdapat 21 satuan percobaan.

2.7 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan terdiri dari uji fitokimia, mortalitas, dan perkembangan hidup nimfa *N. viridula*. Pengamatan fitokimia menggunakan metode IK 5.4.14.23 (Dubale et al., 2023) untuk mengetahui senyawa bioaktif dari ekstrak daun dan kulit *T. cacao*. Pengamatan mortalitas dan perkembangan hidup dilakukan sejak 1 Hari Setelah Aplikasi (HSA) hingga 17 HSA, hingga sampel uji berubah menjadi imago. Mortalitas nimfa *N. viridula* dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Mortalitas} = \frac{D}{P} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: D = Jumlah nimfa *N. viridula* yang mati, P = Jumlah nimfa *N. viridula* yang diamati.

Perhitungan persentase nimfa abnormal menggunakan rumus berikut (Puspitalia et al., 2018):

$$\text{Nimfa Abnormal} = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan: F = Jumlah nimfa *N. viridula* yang menjadi nimfa abnormal, N = Jumlah nimfa *N. viridula* pupa terbentuk.

Perhitungan persentase imago abnormal menggunakan rumus berikut (Puspitalia et al., 2018):

$$\text{Imago Abnormal} = \frac{I}{N} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan: I = Jumlah nimfa *N. viridula* yang menjadi imago abnormal, N = Jumlah nimfa *N. viridula* yang terbentuk.

Perhitungan penghambatan aktivitas makan *N. viridula* menggunakan rumus Priyono (2005) :

$$\text{PM} = \frac{\text{BKK} - \text{BKP}}{\text{BKK} + \text{BKP}} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan : PM = Penghambatan makan (%), BKK = Bobot pakan kontrol yang dimakan (g), BKP = Bobot pakan perlakuan yang dimakan (g).

Variabel pengamatan ini diuji homogenitas varians antar perlakuan menggunakan uji Bartlett serta uji adivitas dengan uji Tukey. Apabila hasil kedua uji tersebut memenuhi asumsi yang ditetapkan, data selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan pengujian Beda Nyata Jujur (BNJ) pada tingkat signifikansi 5%. Proses pengujian data dilakukan menggunakan Program R versi i386 dengan tambahan Program Microsoft Excel Office 2019.

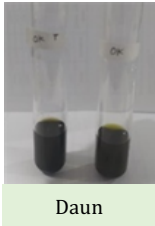


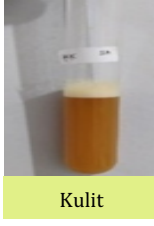

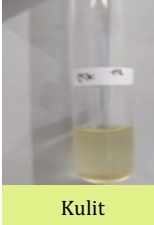

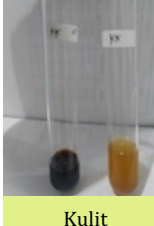


3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Skrining Fitokimia Ekstrak Daun dan Kulit *Theobroma cacao*

Skrining fitokimia ekstrak daun dan kulit *T. cacao* dengan metode IK 5.4.14.23 dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun dan kulit *T. cacao* mengandung senyawa bioaktif yang mampu menekan perkembangan *N. viridula*. Hasil analisis kandungan senyawa dari ekstrak daun dan kulit *T. cacao* yang diujikan dengan beberapa komponen dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Senyawa bioaktif umum dalam biopestisida sebagian besar merupakan metabolit sekunder seperti steroid, alkaloid, tanin, terpen, fenol, flavonoid dan resin yang memiliki sifat antijamur, antibakteri, antioksidan atau insektisida. Fitokimia seperti flavonoid, saponin, steroid, tanin, dan alkaloid berperan penting dalam pengendalian hayati hama, termasuk *N. viridula*, yang merupakan hama utama pada tanaman kedelai.

Tabel 1. Uji Fitokimia Ekstrak Daun dan Kulit *T. cacao*

No.	Jenis Uji Kualitatif Fitokimia	Hasil Uji Fitokimia	Gambar	
1.	Tanin	Positif		
2.	Saponin	Positif		
3.	Flavonoid	Positif		
4.	Steroid	Positif		
5.	Alkaloid	Positif		

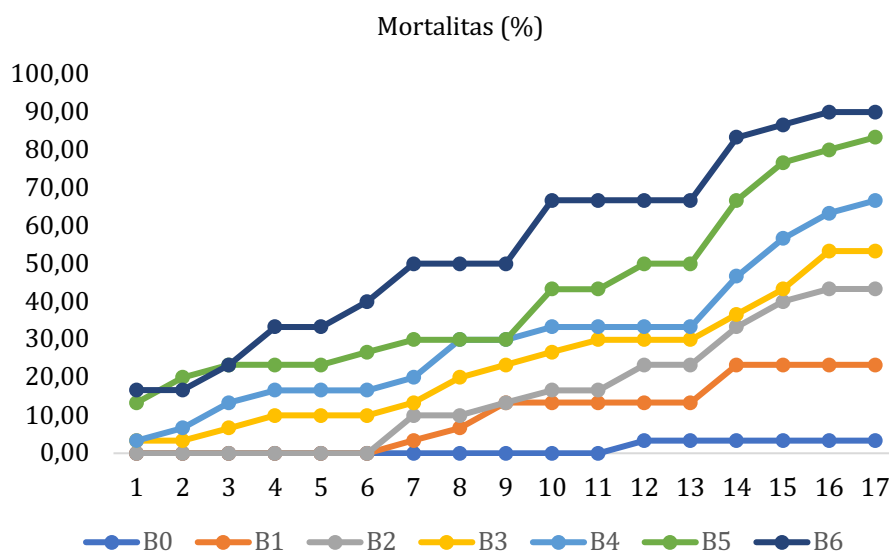
Flavonoid berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan dan racun pencernaan pada serangga, yang dapat merusak sistem metabolisme serangga hama (Schnarr *et al.*, 2022). Saponin memiliki efek sitotoksik yang menyebabkan kerusakan sel epitel pencernaan serangga, sehingga mengurangi kemampuan mereka dalam mencerna makanan (Zaynab *et al.*, 2021). Steroid dari tumbuhan sering berperan sebagai pengganggu hormonal, menghambat perkembangan dan reproduksi serangga. Tanin merupakan senyawa yang tidak dapat dicerna lambung karena mengikat protein dalam sistem pencernaan, sehingga mengurangi nafsu makan dan menyebabkan dehidrasi yang mematikan (El-Aswad *et al.*, 2023). Sementara itu, alkaloid dikenal karena sifat neurotoksik yang kuat, yang dapat mengganggu sistem saraf serangga sehingga menyebabkan kematian (Patel *et al.*, 2020).

Selain itu bagian tumbuhan lainnya seperti biji *Jatropha carcus* mengandung fenolik, ester, dan flavonoid dalam jumlah tinggi sedangkan daun *Mentha piperita* mengandung tanin dan flavonoid sebagai senyawa bioaktif utama. Senyawa spesifik yang ditemukan pada spesies tanaman tertentu menjadikannya efektif melawan kategori hama tertentu. Senyawa bioaktif yang ditemukan pada tanaman juga menentukan cara kerjanya terhadap hama sasaran (Lengai *et al.*, 2020). Sebagian besar ekstrak tumbuhan bekerja pada serangga dengan cara mengusir, menghalangi makan dan bertelur, toksisitas, aktivitas mematikan, dan mengganggu aktivitas fisiologis (Koul & Dhaliwal, 2000).

3.2 Mortalitas Nimfa *N. viridula*

Mortalitas atau disebut laju kematian populasi merupakan jumlah individu dari suatu populasi yang mati dalam periode waktu tertentu (jumlah yang mati per satuan waktu). Berdasarkan hasil penelitian bahwa mortalitas nimfa *N. viridula* meningkat hingga akhir memasuki fase imago (Gambar 1). Gambar grafik ini berasal dari hasil rata-rata mortalitas nimfa *N. viridula* setiap hari waktu pengamatan.

Berdasarkan analisis statistik dengan uji lanjut BNJ, menunjukkan bahwa rata-rata mortalitas nimfa *N. viridula* berbeda nyata terhadap masing-masing perlakuan. Hari ke-17 setelah aplikasi menunjukkan angka mortalitas nimfa *N. viridula* tertinggi (90%) pada aplikasi ekstrak kulit *T. cacao* 6% (B6) dan angka ini menyatakan tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak kulit *T. cacao* 4% (B5) sebesar (83,33%). Namun, perlakuan ekstrak kulit *T. cacao* 6% (B6) berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak daun *T. cacao* 1% (B1), 2% (B2), 3% (B3), dan kulit *T. cacao* 2% (B4) dengan mortalitas nimfa *N. viridula* berturut-turut sebesar 23,33%; 43,33%; 53,33%; dan 66,67%.



Gambar 1. Persentase mortalitas nimfa *N. viridula* terhadap aplikasi ekstrak daun dan kulit *T. cacao*

Semakin meningkatnya konsentrasi perlakuan maka semakin meningkat pula persentase mortalitas nimfa *N. viridula*. Apabila dibandingkan antara perlakuan ekstrak daun dan kulit *T. cacao* dengan konsentrasi yang sama (2%) pada 17 HSA, persentase mortalitas nimfa *N. viridula* perlakuan ekstrak kulit *T. cacao* (66,67%) menyebabkan hasil lebih tinggi dibandingkan perlakuan ekstrak daun *T. cacao* (43,33%). Hal ini terjadi karena senyawa bioaktif yang terdapat di dalam ekstrak daun dan kulit *T. cacao* bersifat sebagai racun serangga (insektisida). Senyawa bioaktif yang dapat meracuni serangga yaitu tanin, saponin, alkaloid, flavonoid, dan steroid. Senyawa yang beracun ini akan terserap ke dalam jaringan tubuh nimfa *N. Viridula*, sehingga mengganggu fungsi fisiologisnya dan akhirnya menyebabkan kematian. Berdasarkan hasil penelitian (Cindowarni et al., 2022), menyatakan bahwa senyawa bioaktif dari ekstrak daun *Annona muricata* menyebabkan mortalitas nimfa *N. viridula* sebesar 86,67% pada 21 HSA. Menurut hasil penelitian (Asmanizar et al., 2020), ekstrak kasar biji *Annona muricata* dan *Jatropha curcas* dengan konsentrasi masing-masing 0,5% dan 0,25% mampu menimbulkan tingkat kematian atau mortalitas imago *N. viridula* hingga 100% .

3.3 Nimfa dan Imago *N. viridula*

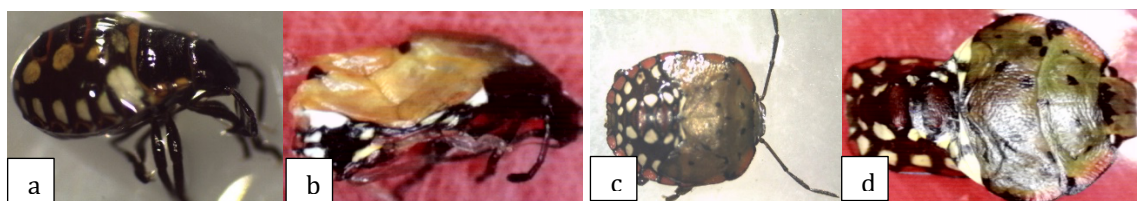
Persentase nimfa dan imago *N.viridula* normal dan abnormal berasal dari rata-rata suatu populasi pada periode tertentu yang mengalami kecacatan (abnormal) ataupun normal. Hasil penelitian mulai diamati sejak 1 HSA hingga 17 HSA. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak daun dan kulit *T.cacao* berpengaruh nyata terhadap persentase nimfa normal, nimfa abnormal, imago normal, dan imago terbentuk (Tabel 2).

Berdasarkan hasil penelitian bahwa perlakuan ekstrak kulit *T. cacao* 6% (B6) menyebabkan nimfa *N.viridula* normal terendah (33,33%) dan imago *N.viridula* normal terendah (10%). Perlakuan ekstrak daun *T. cacao* 2% (B2) menyebabkan nimfa *N.viridula* abnormal tertinggi (16,67%), angka ini menyatakan berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Nimfa *N.viridula* abnormal memiliki gejala ketidak sempurnaan saat terbentuk ke instar 3 dan 4, adanya bentuk cekungan pada bagian abdomen nimfa (Gambar 2).

Tabel 1. Uji Biopestisida Ekstrak Daun dan Kulit *T. cacao* terhadap Persentase Nimfa dan Imago *N.viridula* Normal dan Abnormal.

Perlakuan	Persentase Nimfa (%)		Terbentuk	Persentase Imago (%)	
	Normal	Abnormal		Normal	Abnormal
B0	100.00 a	0.00 b	96.67 a	96.67 a	0.00
B1 (1%)	86.67 ab	3.33 b	70.00 b	70.00 b	0.00
B2 (2%)	83.33 bc	16.67 a	50.00 bc	50.00 bc	0.00
B3 (3%)	70.00 cd	6.67 ab	43.33 c	43.33 c	0.00
B4 (2%)	66.67 d	0.00 b	33.33 cd	33.33 cd	0.00
B5 (4%)	56.67 d	0.00 b	16.67 de	16.67 de	0.00
B6 (6%)	33.33 e	0.00 b	10.00 e	10.00 e	0.00
F-hitung	55.58*	7.30*	39.25*	39.25*	0
BNJ 5%	13.6	10.53	21.93	21.93	0

Keterangan : Angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ (0,05). B0 = kontrol; B1, B2, B3 = ekstrak daun *T. cacao*; B4, B5, B6 = ekstrak kulit *T. cacao*.



Gambar 2. Nimfa *Nezara viridula* : (a) instar 3 sebelum perlakuan, (b) instar 3 setelah perlakuan, (c) instar 4 sebelum perlakuan, (d) instar 4 setelah perlakuan.

Gejala abnormal terjadi disebabkan karena masuknya senyawa bioaktif dari ekstrak daun *T. cacao* yang memiliki sifat toksik pada organ tubuh nimfa *N. viridula*. Pada nimfa *N. Viridula* yang mengalami kelainan atau kondisi abnormal yang menyebabkan ketidakmampuan untuk bertahan hidup dalam waktu yang lama. Sehingga dapat dikatakan, ekstrak daun *T.cacao* merupakan turunan tumbuhan yang dapat mengusir, menghambat pertumbuhan, atau membunuh hama dengan cara kerja yang bervariasi. Cara kerjanya meliputi penolakan, penghambatan, denaturasi protein dan efek lainnya tergantung pada jenis senyawa tumbuhan dan objek hama (Saravanan, 2022). Selain itu, pestisida dari piretrum menargetkan sel-sel saraf serangga lumpuh dan akan mati, sedangkan pestisida berbahan *Azadirachta indica* memiliki sifat anti-makanan dan penolak, menyebabkan kelainan pergantian kulit, menghambat oviposisi, dan mengganggu sistem endokrin (Haritha et al., 2021).

3.4 Umur Instar atau Lama Hidup Nimfa

Persentase umur instar atau lama hidup nimfa berasal dari persentase jumlah nimfa sebelumnya yang berhasil menjadi nimfa berikutnya, seperti nimfa instar 2 yang berhasil menjadi instar 3, instar 3 yang berhasil menjadi instar 4, instar 4 yang berhasil menjadi instar 5. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak daun dan kulit *T.cacao* berpengaruh nyata terhadap persentase lama hidup nimfa *N.viridula* instar 2, instar 3, dan instar 4. Namun, hasil analisis pada perlakuan ekstrak daun dan kulit *T.cacao* tidak berpengaruh nyata terhadap persentase lama hidup nimfa *N.viridula* instar 5 (Tabel 3).

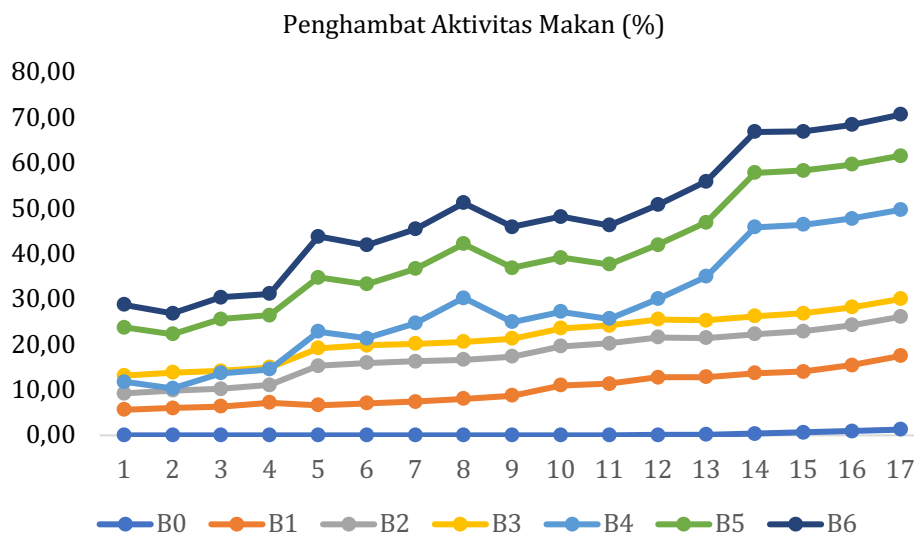
Berdasarkan hasil penelitian bahwa perlakuan ekstrak daun dan kulit *T. cacao* menyebabkan penurunan dari umur nimfa atau lama hidup nimfa. Lama hidup nimfa *N. viridula* yang telah diberi pakan dengan perlakuan ekstrak daun dan kulit *T. cacao* menyebabkan lama hidup lebih singkat dibandingkan tanpa perlakuan atau kontrol. Hal ini terjadi diduga karena ekstrak daun dan kulit *T. cacao* mengandung senyawa bioaktif yang dapat menghambat perkembangan nimfa *N. viridula*. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Yasin et al., 2022, lama hidup larva *S. frugiperda* yang diaplikasikan ekstrak biji sirsak relatif singkat dibandingkan lama hidup larva *S. frugiperda* tanpa perlakuan (kontrol).

Larva *S. frugiperda* yang diberikan perlakuan ekstrak biji sirsak sebagian besar mati, pembentukan larva menjadi pupa lebih lambat, dan lama hidup imago lebih cepat mati dan berbentuk abnormal. Pentingnya pengaplikasian biopestisida disebabkan oleh kemanjurannya, kemampuan terurai secara hayati, cara kerjanya yang bervariasi, toksisitasnya yang rendah, serta ketersediaan bahan sumbernya (Saravanan, 2022).

Table 3. Uji biopestisida Ekstrak Daun dan Kulit *T. cacao* terhadap Persentase Lama Hidup Nimfa *N.viridula*.

Perlakuan	Persentase Lama Hidup Nimfa (%)			
	Instar II	Instar III	Instar IV	Instar V
B0	1.50 c	3.33 e	5.36 d	7.42 a
B1 (1%)	1.70 bc	3.60 de	5.74 cd	7.69 a
B2 (2%)	1.83 abc	3.79 cde	5.83 bcd	7.63 a
B3 (3%)	1.98 ab	4.00 bcd	6.00 bcd	7.71 a
B4 (2%)	2.09 ab	4.23 abc	6.33 abc	7.67 a
B5 (4%)	2.20 a	4.42 ab	6.55 ab	7.86 a
B6 (6%)	2.26 a	4.57 a	6.76 a	7.93 a
F-hitung	7.81*	17.44*	9.75*	0.40tn
BNJ 5%	0.45	0.51	0.76	0

Keterangan : Angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ (0,05). B0 = kontrol; B1, B2, B3 = ekstrak daun *T. cacao*; B4, B5, B6 = ekstrak kulit *T. cacao*.



Gambar 3. Penghambat aktivitas makan nimfa *N. viridula* terhadap aplikasi ekstrak daun dan kulit *T. cacao*.

3.5 Penghambat Aktivitas Makan Nimfa *N.viridula*.

Pengujian penghambat aktivitas makan nimfa diamati dengan cara menghitung jumlah pakan yang tersisa setelah diberi perlakuan ekstrak daun dan kulit *T. cacao*. Berdasarkan hasil penelitian bahwa penghambatan aktivitas makan nimfa *N. viridula* pada perlakuan ekstrak daun dan kulit *T. cacao* terus meningkat setiap perubahan ke instar berikutnya (Gambar 3).

Penghambatan aktivitas makan nimfa *N. viridula* disebabkan oleh adanya senyawa bioaktif seperti alkaloid, tanin, flavonoid, steroid, dan saponin yang terkandung dalam ekstrak daun dan kulit *T. cacao*. Senyawa bioaktif ini dapat menyebabkan adanya koagulasi pada bagian lambung serangga sehingga menyebabkan sistem pencernaan tidak dapat berfungsi. Berdasarkan sifatnya senyawa ini tidak memberikan penolakan aktivitas makan tetapi memberikan rasa ketidaksukaan pada serangga sehingga serangga akan mati karena kelaparan (Hartini & Yahdi, 2015). Sesuai pada hasil penelitian Asmanizar et al., 2020 mengatakan bahwa, minyak biji *Jatropha curcas* pada konsentrasi 0,5% menyebabkan *N. viridula* terkena racun perut, sehingga imago *N. viridula* tidak ingin menyerang polong kacang.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun dan kulit *T. cacao* memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti saponin, tanin, alkaloid, flavonoid, dan steroid yang efektif dalam menghambat pertumbuhan nimfa *N. viridula*. Berdasarkan analisis statistik dengan uji lanjut BNJ, ekstrak kulit *T. cacao* konsentrasi tertinggi (6%) menyebabkan mortalitas nimfa *N. viridula* tertinggi (90%) pada 17 HSA. Perkembangan nimfa *N. viridula* dengan perlakuan ekstrak kulit *T. cacao* nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan ekstrak daun *T. cacao*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih berisi ucapan terima kasih kepada semua pihak yang berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian. Penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas dukungan pendanaan melalui Skema Riset Dasar dalam Ruang Lingkup Penelitian Dosen Pemula Afirmasi tahun 2024 (104/E5/PG.02.00/PL/2024, 1127/LL2/KP/PL/2024). Kegiatan ini telah melibatkan berbagai

pihak, maka tim peneliti menyampaikan terima kasih kepada Pimpinan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Satu Nusa Lampung dan penyuluh juga petani kabupaten Lampung Selatan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Asmanizar, D., Siregar & A.A. Manullang. 2020. Pengaruh ekstrak kasar biji sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap hama kepik penghisap polong (*Nezara viridula* L.) (Hemiptera: Pentatomidae) pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.). *Agriland Jurnal Ilmu Pertanian*. 8(1):84–88.
- Atmoko, T., & A. Ma'ruf. 2009. Toxicity testing and phytochemical screening of orangutan food extracts to larvae of *Artemia salina* L. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*. 6(1):37–45.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2023. Statistik Kakao Indonesia. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/30/ef4419ba62e6ec7d4490218e/statistik-kakao-indonesia-2022.html>.
- Cindowarni, O., R. Hasibuan, A.M. Hariri, & P. Purnomo, P. 2022. pengujian ekstrak daun sirsak dan pengatur pertumbuhan serangga (PPS) diflubenzuron terhadap *Nezara viridula* L. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(3): 347.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia. Edisi IV*. Jakarta. Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dubale, S., D. Kebebe, A. Zeynudin, N. Abdissa, & S. Suleman. 2023. Phytochemical screening and antimicrobial activity evaluation of selected medicinal plants in Ethiopia. *Journal of Experimental Pharmacology*. 15:51-62.
- El-Aswad, A.F., J. Aisu, & M.H. Khalifa. 2023. Biological activity of tannins extracts from processed *Camellia sinensis* (black and green tea), *Vicia faba* and *Urtica dioica* and *Allium cepa* essential oil on three economic insects. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 130(3):495–508.
- Farnsworth, N.R. 1966. Biological and phytochemical screening of plants by. *Phurmaceulical Sciences* As. 151(3712):874–875.
- Haritha, D., M.F. Ahmed, S. Bala, & D. Choudhury. 2021. Eco-friendly plant based on botanical pesticides. *Plant Archives*. 21(1): 2197–2204.
- Hartini, F., & Yahdi. 2015. Potensi ekstrak daun sirsak (*Annona Muricata* L.) sebagai insektisida kutu daun persik (*Myzus Persicae* Sulz) pada daun tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens*). *BIOTA: Jurnal Tadris IPA Biologi FITK IAIN Mataram*. 8: 107–116.
- Indiarto, R., E. Subroto, N. Sukri, & M. Djali. 2021. Cocoa (*Theobroma cacao* L.) beans processing technology: A review of flavonoid changes. *Asian Journal of Plant Sciences*. 20(4):684–693.
- Koul, O., & G.S. Dhaliwal. 2000. *Phytochemical Biopesticides* (0 ed.). CRC Press.
- Kuddus, M.F.H., Sukmawati, H. Inayah, Sulaeha. 2023. Utilization of cacao fruit peels waste (*Theobroma cacao* L.) as a means of invasive pest control Spodoptera frugiperda. In. *2nd International Conferences on Sciences and Mathematics (2nd Icsm)*. Kendari. Indonesia. p. 100004.
- Kumar, M., A.N. Yadav, R. Saxena, D. Paul, & R.S. Tomar. 2021. Biodiversity of pesticides degrading microbial communities and their environmental impact. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 31:101883.
- Lengai, G.M.W., J.W. Muthomi, & E.R. Mbega. 2020. Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. *Scientific African*. 7:e00239.
- Mahob, R.J., I.M. Ngah, R.D. Feumba, H.C. Mahot, C.B.B. Bassogog, C.F.B. Bilong, F.E. Ebouel, P.B.N. Etam, D.M. Taliedje, R. Hanna, & R. Babin. 2021. Secondary metabolite effects of different cocoa genotypes on feeding preference of the mirid *Sahlbergella singularis* Hagl. *Arthropod-Plant Interactions*. 15(5):821–831.

- Ngegba, P.M., G. Cui, M.Z. Khalid, & G. Zhong. 2022. Use of botanical pesticides in agriculture as an alternative to synthetic pesticides. *Agriculture (Switzerland)*.12(5).
- Patel, R.N., D.P. Richards, I.R. Duce, M.A. Birkett, D.B. Sattelle, & I.R. Mellor. 2020. Actions on mammalian and insect nicotinic acetylcholine receptors of harmonine-containing alkaloid extracts from the harlequin ladybird *Harmonia axyridis*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 166(February):104561.
- Pushnya, M., E. Rodionova, & E. Sneseva. 2020. Development of the elements of the biological system for protecting crops against the southern green stink bug *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae) in Krasnodar Krai . *BIO Web of Conferences*. 21:00037.
- Puspitalia, N., Y. Liswarni, & H. Hamid. 2018. Uji konsentrasi ekstrak air daun Lantana camara Linnaeus terhadap mortalitas dan perkembangan *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Proteksi Tanaman*.2(1):28-36.
- Prijono, D. 2005. *Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Botani*. Departemen Proteksi Tanaman. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Saravanan, G. 2022. Plants and phytochemical activity as botanical pesticides for sustainable agricultural crop production in India-MiniReview. *Journal of Agriculture and Food Research*. 9(July):100345.
- Schnarr, L., M.L. Segatto, O. Olsson, V.G. Zuin, & K. Kümmerer. 2022. Flavonoids as biopesticides – Systematic assessment of sources, structures, activities and environmental fate. *Science of The Total Environment*. 824:153781.
- Stankovic, S., M. Kostic, I. Kostic, and S. Krnjajic. 2020. Practical approaches to pest control: the use of natural compounds. *Intech*. 13.
- Subaryanti, S., F. Ramdhony, & D.M. Wenas. 2023. Potensi antijamur ekstrak etanol kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap *Trichophyton mentagrophytes*. *Jurnal Pharmascience*. 10(2): 357.
- Trease, G.E. 1961. *A Textbook Of Pharmacognosy 8th edition*. In London : Bailliere. Tindal and Cox. Cit.
- Yasin, N., T. Maharani, A.M. Hariri, & L. Wibowo. 2022. Aktivitas insektisida ekstrak biji sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap *Spodoptera frugiperda* J.E Smith. *Journal Tabaro*. 6(1): 639-646.
- Zaynab, M., Y. Sharif, S. Abbas, M.Z. Afzal, M. Qasim, A. Khalofah, M.J. Ansari, K.A. Khan, L. Tao, & S. Li. 2021. Saponin toxicity as key player in plant defense against pathogens. *Toxicon*. 193(January): 21–27.