

UJI TOKSISITAS INSEKTISIDA NABATI DAUN MIMBA (*Azadirachta indica* A. Juss) TERHADAP HAMA KUTU KACANG (*Callosobruchus maculatus*) DALAM PENYIMPANAN

Khoerunnisa¹, Lutfi Afifah^{2*}, Sugiarto³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang Jl. HS. Ronggowaluyo, Kel. Puseurjaya, Kec. Telukjambe Timur, Kab. Karawang

*email korespondensi : lutfiafifah@staff.unsika.ac.id

ABSTRAK

Callosobruchus maculatus yang umumnya dikenal dengan kutu kacang merupakan hama gudang yang sering menyebabkan kerusakan pada berbagai jenis kacang, salah satunya adalah kacang hijau. Tujuan penelitian ini ialah untuk mendapatkan perlakuan yang mampu meningkatkan mortalitas dan menekan serangan hama kutu kacang *C. maculatus*. Metode penelitian yang digunakan ialah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yang terdiri dari 7 perlakuan dengan 4 kali ulangan : P0 (Kontrol 0 g/100 g) ; P1 (Tepung Daun Mimba 15 g/100 g) ; P2 (Tepung Daun Mimba 20 g/100 g) ; P3 (Tepung Daun Mimba 25 g/100 g) ; P4 (Tepung Daun Mimba 30 g/100 g) ; P5 (Tepung daun Mimba 35 g/100 g) ; P6 (Kontrol Karbosulfan). Pengaplikasian dilakukan secara kontak dengan ditabur ketubuh imago *C. maculatus*. Pengamatan dilakukan selama 7 hari dengan 10 ekor imago *C. maculatus* yang terdiri dari 5 ekor jantan dan 5 ekor betina disetiap ulangan. Hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa dosis insektisida nabati tepung daun mimba 35 g/100 g menghasilkan mortalitas tertinggi sebesar 95% dan mampu menyebabkan persentase penyusutan berat biji kacang hijau terendah sebesar 0,04%. Dengan demikian dosis tepung daun mimba 35 g/100 g efektif untuk mengendalikan hama kutu kacang *C. maculatus* dan menekan populasinya.

Kata Kunci : *Callosobruchus maculatus*, Mortalitas, LT50

ABSTRACT

Callosobruchus maculatus commonly known as the bean aphid, is a warehouse pest that often causes damage to various types of beans, one of which is mung beans. The purpose of this study is to obtain a treatment that can increase mortality and suppress attack of the bean aphid *C. maculatus*. The study method used was an experimental method using a single factor Completely Randomized Design (CRD) consisting of 7 treatments with 4 replications: P0 (Control 0 g/100 g); P1 (Neem Leaf Flour 15 g/100 g); P2 (Neem Leaf Flour 20 g/100 g); P3 (Neem Leaf Flour 25 g/100 g); P4 (Neem Leaf Flour 30 g/100 g); P5 (Neem leaf flour 35 g/100 g); P6 (Carbosulfan Control). The application is carried out by contact by sprinkling it on the body of *C. maculatus* imago. Observations were carried out for 7 days with 10 *C. maculatus* imago, consisting of 5 males and 5 females in each replication. The analysis results obtained showed that the dose of botanical insecticide neem leaf flour of 35 g/100 g produced the highest mortality of 95% and was able to cause the lowest percentage of weight loss in green bean seeds of 0.04%. Thus a dose of neem leaf flour of 35 g/100 g is effective in controlling the bean aphid pest *C. maculatus* and suppressing its population.

Keywords : *Callosobruchus maculatus*, Mortality, LT₅₀

PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) merupakan salah satu jenis tanaman pangan yang memiliki peranan penting sebagai sumber nutrisi. Menurut Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2022), menyatakan bahwa produktivitas kacang hijau di Indonesia pada tahun 2022 adalah sebesar 132.539 ton mengalami penurunan produksi jika dibandingkan pada tahun 2021 yaitu 198.057 ton. Menurut Makuku et al., (2022) bahwa penyimpanan kacang hijau di gudang memerlukan perhatian yang serius karena dapat berdampak besar terhadap kualitas dan kuantitas produk yang disimpan. Salah satu penyebab kualitas dan kuantitas kacang hijau yang disimpan adalah serangan hama kutu kacang *Callosobruchus maculatus* (Norenza et al., 2019). Menurut Tambingsila et al.,(2022) menyatakan bahwa hama ini menyerang dengan cara menggorok kotiledon biji kacang hijau pada fase larva, dan larva akan tetap berada di dalam biji kacang hijau seiring pertumbuhannya sampai fase pupa. Fase larva menjadi pupa berkisar antara 10 - 13 hari, dan imago dewasa akan tetap berada dalam biji selama 3 - 5 hari (SaluKilnke dan Gaikwad, 2023). Serangan *C. maculatus* ini terjadi pada tahap pra panen dan pasca panen sehingga dapat menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi petani (Maris dan Setyowati, 2019). Kerusakan kacang-kacangan selama

penyimpanan disebabkan oleh imago *C. maculatus* dengan tingkat kerusakan mencapai 20-50 % (Garima et al., 2021).

Pengendalian *C. maculatus* saat ini banyak petani yang menggunakan pestisida kimia sebagai sarana utamanya. Penggunaan pestisida sintetik jangka panjang yang tidak bijaksana dapat menyebabkan resistensi hama sasaran, resurgensi hama, terbunuhnya musuh alami, serta masalah residu pada produk pertanian (Lengkon dan Rante, 2020). Mengingat terjadinya dampak negatif akibat penggunaan pestisida yang tidak sesuai aturan, penting bagi petani untuk menyadari perlunya menerapkan sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT) untuk mengurangi penggunaan pestisida (Afifah et al., 2022). PHT merupakan sistem pengendalian OPT yang efektif, efisien, dan ramah lingkungan. PHT mengintegrasikan berbagai metode pengendalian untuk meminimalkan kerugian ekonomi dan mengatasi masalah secara berkelanjutan, sekaligus memastikan keuntungan petani dan menjaga kelestarian lingkungan (Dako et al., 2023). Oleh karena itu, penggunaan insektisida nabati berkontribusi terhadap tujuan pertanian berkelanjutan secara keseluruhan dalam komponen PHT.

Tanaman mimba mengandung senyawa aktif *azadiractin* yang dapat dipergunakan sebagai insektisida nabati. Selain *azadiractin* mimba juga memiliki berbagai fitokimia lainnya, termasuk flavonoid dan tannin, yang berpotensi sebagai insektisida (Abla dan Seth, 2019). Insektisida nabati yang terbuat dari mimba memiliki daya racun yang dapat bekerja sebagai *repellent*, *antifidant*, dan menghambat serangga dalam meletakkan telur (Killa et al., 2023). Berdasarkan hasil penelitian Hasibuan et al., (2021) mengatakan bahwa serbuk daun mimba menyebabkan peningkatan mortalitas imago *C. maculatus* pada biji kacang hijau tanpa menyebabkan perubahan pada karakteristik viabilitas biji. Menurut hasil penelitian Tambingsila et al., (2022) pada perlakuan tepung daun sirih mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap mortalitas imago *C. maculatus* tertinggi yakni 83,33% pada dosis 30 g/ 100 g biji kacang hijau. Menurut hasil penelitian Risdayani et al., (2021) menyatakan bahwa pemberian serbuk daun mimba pada dosis 30 g/100 g mampu mengurangi kerusakan beras yang disebabkan oleh *Sitophilus oryzae* L sebesar 59,2%. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perlakuan yang tepat dan mampu meningkatkan mortalitas dan menekan serangan hama kutu kacang *C. maculatus*. Dengan demikian, serangan *C. maculatus* pada gudang penyimpanan dapat ditekan dan mengurangi pemakaian pestisida kimia.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Organisme Peganggu Tumbuhan (OPT) Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang. Pelaksanaan penelitian pada bulan Februari sampai April 2024. Bahan yang digunakan adalah imago *C. maculatus*, biji kacang hijau varietas Birma, dan daun mimba. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah plastik ukuran panjang 17 cm, tinggi 3,5 cm dan lebar 11,5 cm, timbangan analitik, kain kasa, kertas label, aspirator, *termohyrometer*, mikroskop digital, pisau, gunting, blender, ayakan 40 mesh, isolasi, pinset, *box rearing*, nampan, kamera, dan alat tulis

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktor Tunggal yang terdiri dari 7 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali masing masing ulangan berisi 10 imago *C. maculatus* yang terdiri dari 5 ekor imago jantan dan 5 ekor imago betina, dengan jumlah biji kacang hijau yang dimasukkan pada setiap perlakuan sebanyak 100 g disetiap stoples. Perlakuan yang diberikan adalah peningkatan dosis tepung daun mimba sebagai berikut: P0 = Kontrol 0 g/100 g, P1 = Tepung Daun Mimba 15 g/100 g, P2 = Tepung Daun Mimba 20 g/100 g, P3 = Tepung Daun Mimba 25 g/100 g, P4 = Tepung Daun Mimba 30 g/100 g, P5 = Tepung Daun Mimba 35 g/100 g, P6 = Karbosulfan 2 g/100 g.

Persiapan Biji Kacang Hijau

Biji kacang hijau yang digunakan yaitu kacang yang memiliki kualitas baik, tidak cepat pecah, mengkilat, tidak kisut, dan tahan terhadap patogen (Norenza et al., 2019). Jumlah kacang hijau yang dibutuhkan adalah sebanyak 3800 g, 1000 g untuk perbanyak hama *C. maculatus* dan 2800 g untuk aplikasi tepung daun mimba. Setiap wadah perlakuan berisi 100 g kacang hijau.

Perbanyak *C. maculatus* untuk aplikasi

Perbanyak hama dilakukan dengan cara menginfestasikan 10 ekor (5 ekor jantan dan 5 ekor betina) dalam satu wadah plastik yang telah diisi 1000 g kacang hijau sebagai pakannya (Nisa, 2022). Bagian atas wadah plastik dibuat lubang ventilasi dan tutup dengan kain kasa. Imago *C. maculatus* dipelihara sampai menghasilkan telur. Kemudian imago *C. maculatus* dikeluarkan dari wadah plastik untuk dibiakan di wadah yang lainnya dan hama *C. maculatus* dipelihara sampai mendapatkan jumlah yang cukup untuk penelitian. Hama yang digunakan adalah hama yang berada pada stadium imago yang berumur empat hari (Pramesty dan Salbiah, 2022).

Pembuatan Tepung Daun Mimba

Daun mimba diperoleh dari kebun Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Cikampek, kemudian daun mimba dipisahkan dari tangkainya. Daun mimba dikering anginkan selama 7 hari. Daun yang telah kering digunting kecil-kecil lalu dihaluskan dengan blender, setelah itu diayak menggunakan ayakan 40 mesh untuk mendapatkan tepung daun mimba (Sidauruk *et al.*, 2019). Daun mimba yang telah berbentuk sediaan tepung ditimbang sesuai perlakuan (15 g, 20 g, 25 g, 30 g, 35 g).

Aplikasi Perlakuan

Tepung daun mimba yang sudah ditimbang kemudian ditabur dan diaduk dalam wadah yang sudah berisi biji kacang hijau sebanyak 100 g. Kemudian setiap wadah diinfestasikan sebanyak 10 ekor imago *C. maculatus* menggunakan aspirator, terdiri dari lima ekor imago jantan dan lima ekor imago betina (Pramesty dan Salbiah, 2022). Wadah kemudian ditutup kembali, selanjutnya tiap unit percobaan diletakkan di rak penyimpanan.

Variabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah melakukan aplikasi tepung daun mimba terhadap imago kutu kacang *C. maculatus*. Variabel pengamatan yang diamati meliputi:

Suhu dan Kelembapan

Pengamatan ini dilakukan untuk mengamati perubahan suhu (°C) dan kelembapan udara (RH) di tempat penelitian dengan menggunakan *Termohygrometer*. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 24 jam, sehingga nantinya didapatkan suhu dan kelembapan rata-rata.

Mortalitas Harian *C. maculatus*

Pengamatan mortalitas harian dilakukan dengan cara menghitung serangga uji yang mati setiap harinya hingga hama mati. Pengamatan dilakukan selama 7 hari setelah aplikasi perlakuan. Rumus perhitungan mortalitas harian adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

MH = Persentase mortalitas (%)

a = Jumlah serangga yang diuji (ekor)

b = Jumlah serangga yang hidup (ekor)

Penyusutan Berat Biji Kacang Hijau

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui penyusutan berat biji kacang hijau dengan menimbang berat biji kacang hijau pada tiap perlakuan dan dilakukan pada akhir pengamatan yaitu 30 hari setelah aplikasi. Menurut Tambingsila *et al.*, (2022) persentase penyusutan berat biji dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penyusutan} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

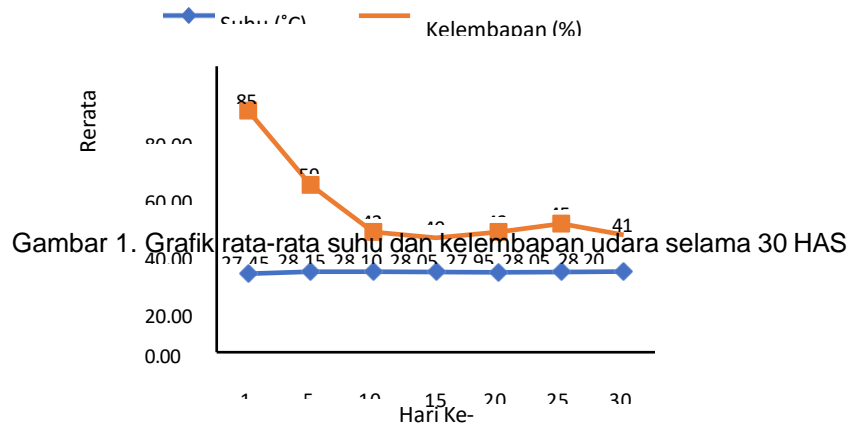
Analisis Data Hasil

Hasil data dari setiap pengamatan dianalisis ragam menggunakan uji F pada taraf 5%. Apabila hasil uji F dalam sidik ragam menunjukkan hasil perlakuan berbeda nyata ($F_{\text{hit}} > F_{\text{tabel 5\%}}$), maka akan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5% (Gomez dan Gomez, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembapan

Hasil dan pengamatan suhu dan kelembapan udara selama pengaplikasian dan pengamatan berlangsung pada 15 Maret 2024 sampai 13 April 2024 disajikan pada grafik yang dapat dilihat pada Gambar 1.



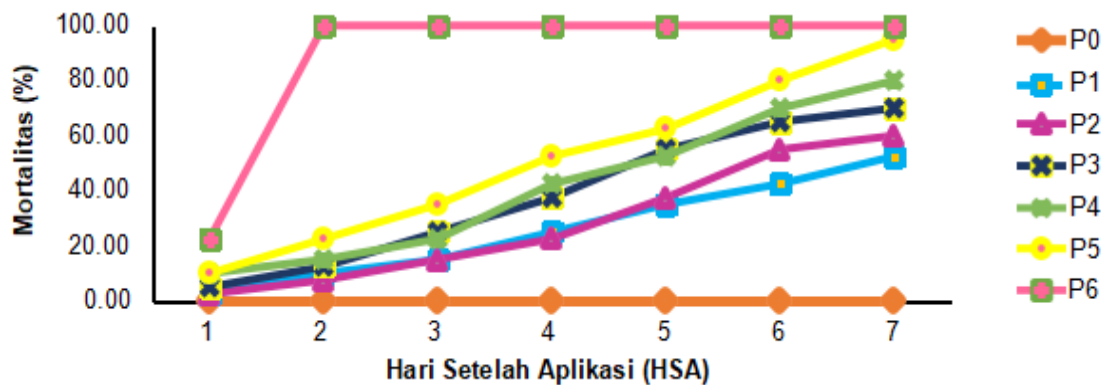
Gambar 1. Grafik rata-rata suhu dan kelembapan udara selama 30 HAS

Grafik rata-rata suhu dan kelembapan udara selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 menunjukkan suhu terendah adalah 27,45°C pada hari ke-1, sementara pada hari ke-30 tercatat suhu tertinggi mencapai 28,20°C. Kemudian kelembapan rata-rata selama kegiatan penelitian terus mengalami perubahan. Pada hari ke-1 menunjukkan kelembapan tertinggi mencapai 85%, dan kelembapan terendah tercatat pada hari ke- 15 yaitu 40%.

Suhu dan kelembapan udara merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, dan siklus hidup *Callosobruchus maculatus*. Menurut Mainali et al., (2015) perkembangan *Callosobruchus maculatus* dipengaruhi oleh lingkungan, seperti temperature dan kelembapan relatif. Tempat hidup imago *C. maculatus* dalam kondisi lingkungan yang sesuai akan mendukung hama untuk bisa tumbuh dan bermetamorfosis dengan baik, sebaliknya bila kondisi lingkungan tidak sesuai maka pertumbuhan hama kutu kacang hijau akan terhambat.

Mortalitas Harian *C. maculatus*

Pengaruh pemberian insektisida nabati daun mimba pada berbagai dosis memberikan hasil mortalitas yang terus meningkat sejak 1 HSA sampai 7 HSA (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik mortalitas pada hama kutu kacang *C. maculatus* akibat pemberian insektisida nabati tepung daun mimba pada 1 HSA-7 HSA

Pada penelitian ini pemberian beberapa dosis insektisida nabati tepung daun mimba menunjukkan mortalitas sebesar 52,50% - 100%. Penelitian ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Tambingsila *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa pemberian tepung daun sirih memiliki pengaruh yang signifikan terhadap mortalitas imago *C. maculatus*. Tingkat mortalitas imago *C. maculatus* tertinggi adalah 83,33% pada dosis 30 g/100 g biji kacang hijau. Hal ini juga sesuai dengan pernyataannya bahwa mortalitas yang terjadi pada tepung sirih diakibatkan karena adanya senyawa *repellent* pada daun sirih yang terkandung juga pada daun mimba. Hal ini sejalan dengan pernyataan Bate (2019) menyatakan bahwa senyawa azadirachtin berguna sebagai penolak (*repellent*) terhadap keberadaan serangga pada tanaman, karena mengeluarkan bau yang sangat kuat terhadap serangga. Jika tertelan, akan mempengaruhi proses penyerapan makanan dan sistem saraf, serta secara perlahan dapat menyebabkan kematian. Bau yang dikeluarkan oleh azadirachtin mempengaruhi kemoreseptor (alat perasa) serangga, sehingga menyebabkan serangga menghindari kacang hijau yang telah diberi perlakuan senyawa azadirachtin dari daun mimba (Mordue *et al.*, 2005).

Data pada grafik menunjukkan dosis tertinggi yaitu perlakuan insektisida nabati tepung daun mimba 35 g/100 g mencapai tingkat kematian sebesar 95% dengan interval waktu 7 hari tidak berbeda nyata dengan perlakuan pestisida sintetik berbahan aktif *karbosulfan*. Penyebab kematian yang cukup tinggi diduga karena pemberian dosis yang tinggi sehingga mortalitas hama ikut meningkat. Semakin banyak tepung daun mimba semakin banyak pula kandungan senyawa aktif yang dimiliki, seperti azadirachtin yang mampu mengurangi aktivitas makan, mengganggu perkembangan, dan penurunan ketahanan hidup serta menghambat aktivitas telur.

Senyawa azadirachtin yang terdapat dalam daun mimba ini bersifat insektisida alami. Azadirachtin ini berperan sebagai *ecdysion blocker* atau zat yang dapat menghambat dalam proses metamorfosa serangga. Serangga akan terganggu pada proses perubahan dari telur menjadi larva, biasanya dapat mengakibatkan kematian. Semakin besar dosis daun mimba yang digunakan sebagai insektisida alami, maka akan semakin besar pula kandungan senyawa azadirachtin yang didapatkan sehingga mempengaruhi jumlah kematian hama kutu kacang (Hidana, 2017).

Menurut Hadi dan Pasaru (2021) selain azadirachtin, tanaman mimba juga mengandung senyawa salanin yang berperan sebagai penekan nafsu makan, senyawa meliantriol berperan sebagai pengusir serangga, dan mengandung juga senyawa golongan alkaloid dan flavonoid. Flavonoid menyerang saraf dan merusak sistem pernafasan, sehingga menyebabkan serangga tidak dapat bernafas dan mengalami kematian. Senyawa alkaloid daun mimba bersifat racun yang menyerang perut larva, jika senyawa alkaloid masuk ke dalam tubuh larva maka akan mengganggu sistem pencernaan, sehingga menghambat pertumbuhan serangga dan menyebabkan gagalnya proses metamorfosis (Fauzana dan Faradila, 2018)



Gambar 3. Perbedaan kutu kacang hijau *C. maculatus* antara yang hidup dan mati (a) imago *C. maculatus* yang hidup, (b) imago *C. maculatus* yang mati

Gejala awal kematian hama kutu kacang ditandai oleh perubahan perilaku dan morfologi. Perubahan perilaku hama kutu kacang terjadi 8 jam setelah aplikasi perlakuan (Gambar 3). Perubahan perilaku hama kutu kacang ini menunjukkan adanya penurunan aktivitas seperti pergerakan hama menjadi lamban, kehilangan nafsu makan dan tampak melemah, sehingga mengalami kematian seiring berjalannya waktu. Menurut Juliati *et al.*, (2016) menyatakan bahwa semakin banyak ekstrak insektisida nabati yang melekat pada tubuh serangga atau sumber makanannya, maka semakin banyak konsentrasi senyawa aktif yang terbukti toksik pada tubuh serangga. Banyaknya senyawa beracun yang terdapat pada tubuh dapat mempengaruhi perilaku hama kutu kacang dan menyebabkan penurunan aktivitas makan yang pada akhirnya terjadi kematian.

Penyusutan Berat Biji Kacang Hijau

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan beberapa dosis tepung daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) memberikan pengaruh nyata terhadap penyusutan berat biji kacang hijau. Hasil pengamatan penyusutan berat biji kacang hijau yang terdapat pada Tabel 1, menunjukkan bahwa pemberian insektisida nabati tepung daun mimba cenderung menyebabkan persentase penyusutan berat biji kacang hijau semakin kecil. Perlakuan insektisida nabati tepung mimba 0 g/100 g (tanpa perlakuan) memiliki penyusutan berat biji tertinggi yaitu sebesar 8,73%, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 1. Rata-rata penyusutan berat biji kacang hijau dengan perlakuan dosis tepung daun mimba

Dosis Tepung Daun Mimba	Penyusutan Berat Biji (%)
0 g tepung daun mimba / 100 g kacang hijau	8,73a
15 g tepung daun mimba / 100 g kacang hijau	3,42b
20 g tepung daun mimba / 100 g kacang hijau	2,35c
25 g tepung daun mimba / 100 g kacang hijau	1,48d
30 g tepung daun mimba / 100 g kacang hijau	0,14e
35 g tepung daun mimba / 100 g kacang hijau	0,04e
2 g Karbosulfan / 100 g kacang hijau	0,00e
KK (%)	4,83

Keterangan: Angka-angka yang didampingi huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Perlakuan insektisida nabati tepung daun mimba 35 g/100 g biji kacang hijau cenderung menyebabkan penyusutan berat biji kacang hijau terendah yaitu sebesar 0,04% dan berbeda nyata dengan dosis 0 g/100 g, 15 g/100 g, 20 g/100 g, dan 25 g/100 g biji kacang hijau dengan penyusutan berat biji kacang hijau masing-masing sebesar 8,73%, 3,42%, 2,35%, dan 1,48%. Hal ini diduga karena peningkatan dosis tepung daun mimba kandungan racun azadirachtin yang semakin tinggi sehingga kematian *C. maculatus* akan mengalami peningkatan yang berpengaruh terhadap penyusutan berat biji.

Penyusutan berat biji berkaitan dengan mortalitas dan jumlah keturunan *C. maculatus*, dimana semakin banyak jumlah *C. maculatus* yang mati maka jumlah individu baru yang dihasilkan menjadi semakin sedikit, sehingga kerusakan biji kacang hijau yang terjadi semakin berkurang. Pernyataan ini didukung oleh Hastuti et al., (2015) bahwa penurunan berat kacang hijau terjadi karena perkembangan *C. maculatus* yang memakan kotiledon sehingga terjadi kerusakan pada biji. Kerusakan biji kacang hijau yang semakin besar menyebabkan berat biji kacang hijau akan semakin menurun. Penelitian ini didukung juga oleh hasil penelitian Risdayani et al., (2021) menyatakan bahwa pemberian serbuk daun mimba pada dosis 30 g/100 g mampu mengurangi kerusakan beras yang disebabkan oleh *Sitophilus oryzae* L. sebesar 59,2%.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan insektisida nabati tepung daun mimba dosis 35 g/100 g (P5) menghasilkan mortalitas harian *C. maculatus* tertinggi sebesar 95% dan persentase penyusutan berat biji kacang hijau sebesar 0,04%. Dengan demikian penggunaan dosis tepung daun mimba 35 g/100 g efektif untuk mengendalikan hama kutu kacang *C. maculatus* dan menekan populasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abla, D. M., & Seth, W. N. (2019). *Effects of Neem Leaf Extracts on Lepidopteran Pest Species Attacking Solanum Macrocarpon L. (Solanaceae) in Southern Togo. Journal of Entomology and Nematology*, 11(4), 50–57. <https://doi.org/10.5897/jen2019.0230>
- Afifah, L., Saputro, N. W., & Enri, U. (2022). Sosialisasi Penggunaan Beauveria Bassiana dan Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama pada Sayuran Hidroponik. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(1), 12–21.

- Bate, M. (2019). Pengaruh Beberapa Jenis Pestisida Nabati terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) di Lapangan. *Agrica*, 12(1), 71–80. <https://doi.org/10.37478/agr.v12i1.13>
- Dako, N. F., Lamangantjo, C. J., & Retnowati, (2023). Pemberian Perasan Daun Beluntas (*Pluchea indica*) sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama (*Apogonia* sp). *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 2(1), 27–33.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2022). *Laporan Tahunan Ditjen Tanaman Pangan*. <https://tanamanpangan.pertanian.go.id/>
- Fauzana, H., & Faradila, N. (2018). Uji Konsentrasi Ekstrak Daun Krinyuh (*Eupatorium odoratum* L.) sebagai Racun Perut terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Agrotek. Trop*, 7(2), 108–115.
- Garima, G., Khan, R., & Seal, D. (2021). Cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Insecta: Coleoptera: Bruchidae). *Edisi 2021*(5),1–8. <https://doi.org/10.32473/edis-in1338-2021>
- Hadi, H., & Pasar, F. (2021). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Mimba *Azadirachta indica* A. Juss terhadap Larva *Crociodolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agrotekbis*, 9(5), 1081–1089.
- Hasibuan, M., Manurung, E. D., & Nasution, L. (2021). Pemanfaatan Daun Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai Pestisida Nabati : Review. 5(1), 1153–1158.
- Hastuti, D., Sumadi, & Suminar, E. (2015). Pengaruh Kadar Air Awal Benih dan Jenis Kemasan terhadap Populasi Hama *Callosobruchus maculatus* F., Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) Setelah Penyimpanan Tiga Bulan. *Jurnal Agriculture and Science*, 2(1), 53–63.
- Hidana, R. (2017). Efektivitas Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai Ovisida *Aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan Dan Farmasi*, 17(1);59. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v17i1.190>
- Juliati, M. Mardhiansyah, & Arlita, T. (2016). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera manghas* L.) sebagai Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Hama Ulat Jengkal (*Plusia* sp.) pada Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.)Merr.). *JOM Faperta UR*, 3(1), 3–5.
- Killa, Y. M., Maranda, A. P., & Hana, M. R. (2023). Efektivitas Pestisida Nabati Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) dan Srikaya (*Annona squamosa* Linn) untuk Mengendalikan Hama Belalang Kembara (*Locusta migratoria* Minilensis Mayen). 6, 9–13.
- Lengkong, M., & Rante, C. S. (2020). Pkm Pembuatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan Insektisida Botanis untuk Pengendalian Hama Tanaman Cabai di Kelurahan Kakaskasen II Kecamatan Tomohon Utara Sulawesi Utara. *Techno Science Journal*, 2(1), 1–5.
- Mainali, B. P., Ju, H., Gyoo, C., Nam, Y., Hoon, Y., Hee, I., Won, H., & Do, S. (2015). *Interactive Effects of Temperature and Relative Humidity on Oviposition and Development of Callosobruchus Chinensis* (L.) on Azuki Bean. *Journal of Stored Products Research*, 63, 47–50. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.05.008>
- Makuku, P., Uluputty, M. R., & Hasinu, J. V. (2022). Efektivitas Serbuk Daun Beberapa Jenis Tumbuhan sebagai Insektisida Nabati terhadap Hama Kumbang Kacang Hijau (*Callosobruchus chinensis* L.) di Tempat Penyimpanan. 18(1), 28–34. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2022.18.1.2>
- Maris, P., & Setyowati, R. (2019). Potensi Tanaman Obat Daun Afrika (*Vernonia amygdalina*) sebagai Insektisida Nabati : Sebuah Ulasan. *Prosiding Pokjanas TOI Ke 57*, 111–120.

- Mordue, A. J., Morgan, E. D., & Nisbet, A. J. (2005). *Azadirachtin, a Natural Product in Insect Control. Comprehensive Molecular Insect Science*, 6–6, 117–135. <https://doi.org/10.1016/B0-44-451924-6/00077-6>
- Nisa, S. K. (2022). Uji Beberapa Konsentrasi Tepung Daun Srikaya (*Annona squamosa* L.) untuk Mengendalikan Hama Kumbang Biji Kacang Hijau (*Callosobruchus chinensis* L.) Secara In-Vitro. 3(1), 10–27.
- Norenza, E., Lestari, T., & Apriyadi, R. (2019). Penetapan Dosis Tepung Daun Cengkeh untuk Mengendalikan Hama Gudang Kacang Hijau (*Callosobruchus Maculatus* abricius.) (Coleoptera : Bruchidae) pada Suhu Penyimpanan yang Berbeda. *AGROSAINSTEK:Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*,3(1). 1–8. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v3i1.31>
- Pramesty, A. I., & Salbiah, D. (2022). Uji Beberapa Konsentrasi Tepung Daun Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) untuk Mengendalikan Hama Kumbang Biji Kacang Hijau (*Callosobruchus chinensis* L.) di Penyimpanan. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 15(2), 9–25.
- Risdayani., Samharinto., & Rodinah. (2021). Pengaruh Beberapa Jenis Serbuk Tumbuhan terhadap Perkembangan Populasi Kutu Beras *Sitophilus oryzae* L . dan Persentase Kerusakan Beras. *Agroekotek View*, 4(3), 168–172.
- Salunkhe, D. R., & Gaikwad, S. M. (2023). *Life Stages of Cowpea Weevil Callosobruchusmaculatus* (F). *Indian Journalof Entomology*, 4. <https://doi.org/10.55446/ije.2023.1099>
- Sidauruk, E. J., Fauzana, H., & Salbiah, D. (2019). Keefektifan Ekstrak Tepung Daun Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) dengan Penambahan Beberapa Jenis Surfaktan terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fab.) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Dinamika Pertanian*, 33(3), 223–230. <https://doi.org/10.25299/dp.2017.vol3>
- Tambingsila, M., Salu, A. M., & Pakaya, N. (2022). Daya Toksisitas Piper Betle terhadap Hama Kacang Hijau (*Callosobruchus maculatus*) di Tempat Penyimpanan. 19(1), 1–8