

Percobaan Lapangan Aplikasi Campuran Minyak Mimba (*Azadirachta indica*) dan Jarak (*Ricinus communis*) terhadap Kutu Daun (*Aphis Glycines*) pada Tanaman Kedelai

Muhammad Aqshal Azizil Jabbar¹, Danar Dono^{2*}, Tarkus Suganda²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Jawa Barat, Indonesia, 45363
²Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Jawa Barat, Indonesia, 45363

*Corresponding Author: danar.dono@unpad.ac.id

Received Februari 19, 2024; revised April 16, 2024; accepted April 16, 2024

ABSTRAK

Kedelai (*Glycines max*) merupakan tanaman pangan nasional yang kebutuhannya terus meningkat setiap tahunnya. Produktivitas kedelai pada tahun 2020 masih sebesar 15.69 ku/ha sedangkan target produktivitas kedelai pada tahun 2020 yaitu 16.58 ku/ha. Serangan hama merupakan salah satu penyebab rendahnya produktivitas kedelai, hama yang menyerang antara lain yaitu kutu daun (*Aphis glycines*). Aplikasi insektisida nabati merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan hama kutu daun. Tanaman yang memiliki potensi sebagai insektisida nabati yaitu mimba dan jarak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui campuran minyak mimba dan jarak dalam meningkatkan keefektifan dan mendapatkan konsentrasi yang efektif dalam mengendalikan hama kutu daun. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, pada bulan Juni hingga Oktober 2023. Bahan yang digunakan formulasi insektisida minyak mimba, jarak dan campurannya, serta insektisida sintetik, dan tanaman kedelai varietas gepak kuning. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas delapan perlakuan dan tiga ulangan. Delapan perlakuan termasuk kontrol, minyak mimba konsentrasi 1%, minyak jarak konsentrasi 1%, campuran minyak mimba dan jarak (1:1) dengan beberapa konsentrasi yaitu 0,5%; 0,75%; 1,0% dan 1,25%, dan insektisida sipermetrin 0.4%. Hasil penelitian menunjukkan formulasi insektisida campuran minyak mimba dan jarak serta minyak tunggalnya memiliki keefektifan yang sama dalam mengendalikan kutu daun. Formulasi insektisida campuran minyak mimba dan jarak pada konsentrasi 0.5%; 0.75%; 1.0% dan 1.25% efektif dalam mengendalikan *A. glycines* dan menekan kerusakan daun. Formulasi insektisida tunggal dan campurannya tidak menimbulkan efek negatif terhadap *Polyrhachis dives* dan *Harmonia octomaculata*. Oleh karena itu insektisida campuran minyak mimba dan jarak dapat digunakan oleh petani untuk mengendalikan hama tersebut pada pertanaman kedelainya.

Kata Kunci: mimba, jarak, kerusakan daun, musuh alami

Field Experiment Application of Neem Oil (*Azadirachta indica*) and Jatropha (*Ricinus communis*) Mixture against Aphids (*Aphis Glycines*) on Soybean Plants

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is a national food crop whose demand continues to increase yearly. Soybean productivity in 2020 was 15.69 ku/ha, while the soybean productivity target in 2020 was 16.58 ku/ha. Pest attacks are one of the causes of low soybean productivity, with pests including aphids (*Aphis glycines*). The application of natural insecticides is one alternative to control aphid pests. Plants that have potential as natural pesticides include neem and castor oil. Therefore, this research aims to determine whether a mixture of neem and castor oil can increase effectiveness and obtain an effective concentration in controlling aphids. The research was conducted at the Experimental Garden of the Faculty of Agriculture, University Padjadjaran, in Jatinangor District, Sumedang Regency, from June to October 2023. The materials used were insecticide formulations of neem oil, castor oil, mixture, synthetic insecticides, and soybean plant variety 'gepak kuning.' The experimental design used was a Randomized Block Design consisting of eight treatments and three replications. The eight treatments included a control, neem and castor oil concentrations of 1% each, a mixture of neem and castor oil (1:1) with concentrations of 0.5%, 0.75%, 1.00%, and 1.25%, and synthetic insecticide cypermethrin at 0.4%. The research showed that the mixed insecticide formulation of neem and castor oil and the single oil had the same effectiveness in controlling *A. glycines*. The mixed formulation of neem and castor oil at concentrations of 0.5%, 0.75%, 1.0%, and 1.25% effectively controlled *A. glycines* and suppressed leaf damage. Insecticide formulations such as singles and mixtures did not cause negative effects on *Polyrhachis dives* and *Harmonia octomaculata*.

Keywords: castor oil, leaf damage, natural enemies, neem

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L. Merril) merupakan tanaman pangan nasional yang penting selain padi dan jagung. Kedelai merupakan tanaman pangan yang dari tahun ke tahun kebutuhannya terus meningkat. Permintaan kedelai tidak hanya berasal dari masyarakat namun juga dibutuhkan oleh industri yang berbahan dasar kedelai. Menurut laporan Badan Pusat Statistik (2020) tercatat impor kedelai pada tahun 2020 sebesar 2,48 juta ton dengan nilai 1 miliar dollar AS atau sekitar 86,4% dari kebutuhan kedelai di Indonesia, sedangkan rata-rata produktivitas kedelai nasional pada tahun 2020 masih sebesar 15,69 ku/ha. Menurut Triyanti (2019) proyeksi produktivitas kedelai pada tahun 2020 sebesar 16,58 ku/ha. Potensi hasil untuk kedelai gepak kuning berada pada angka 28,6 ku/ha. Hal ini menunjukkan kebutuhan kedelai dalam negeri sangat tinggi dan masih rendahnya produktivitas kedelai dibandingkan dengan proyeksi kedelai di Indonesia pada tahun 2020.

Rendahnya produktivitas kedelai disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor iklim dan cuaca, peralihan fungsi lahan, serta serangan hama dan penyakit. Kehilangan kedelai akibat dari serangan hama merupakan salah satu faktor terbesar. Menurut Karowa *et al.*, (2015) kehilangan hasil pada kedelai akibat hama pemakan daun mencapai 80% bahkan mencapai puso (gagal panen) apabila tidak dikendalikan. Terdapat 111 jenis hama yang dapat merugikan kedelai di Indonesia (Marwoto & Hardaningsih, 2017), salah satunya yaitu hama kutu daun kedelai (*Aphis glycines*). Hama ini menyerang tanaman kedelai dari fase awal pertumbuhan sampai tanaman panen. Kutu daun merusak tanaman dengan cara menghisap daun dan batang yang masih muda sehingga dapat menurunkan kualitas dan kuantitas produksi kedelai (Putra & Rahardjo, 2021).

Serangan hama kutu daun terhadap kedelai perlu diperhatikan lebih lanjut karena dapat menimbulkan kerugian yang cukup berarti bagi petani. Hama

A. glycines menyerang tanaman kedelai dan menyebabkan kerusakan secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung kutu daun menghisap cairan pada tanaman sehingga pertumbuhan tanaman dapat terhambat dan daun mengering. Kerusakan secara tidak langsung terjadi karena tertutupnya permukaan daun oleh embun jelaga, sehingga proses fotosintesis tidak dapat berjalan dengan baik (Pertiwi *et al.*, 2016).

Pengendalian terhadap serangan kutu daun banyak dilakukan dengan menggunakan insektisida kimia, apabila hal tersebut dilakukan terus menerus tentunya akan merugikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Dalam mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida kimia, alternatif yang dilakukan salah satunya yaitu dengan menggunakan pestisida nabati. Pemanfaatan pestisida nabati dalam pengendalian hama baik untuk digunakan dalam budidaya tanaman karena ramah lingkungan dan dapat

mengurangi residu akibat penggunaan pestisida kimia (Idulliantono, 2022).

Pestisida nabati merupakan pestisida yang berasal dari bagian-bagian tanaman. Terdapat beberapa tanaman yang berpotensi menjadi pestisida nabati, tanaman tersebut ialah minyak mimba dan jarak. Bagian-bagian tanaman mimba banyak digunakan sebagai pestisida, salah satunya adalah bagian biji. Biji tanaman mimba memiliki beberapa kandungan aktif pestisida yaitu, azadirakhtin, salanin, azadiradion, salannol, salanolasetat, 3-deasetil salanin, 14-epoksi-azadiradion, gedunin, nimbin, dan deasetil nimbin. Beberapa komponen aktif pestisida tersebut terdapat empat senyawa yang digunakan sebagai pestisida antara lain, azadirakhtin, salanin, nimbin, dan meliantriol (Subiyakto, 2009), sedangkan pada tanaman jarak mengandung beberapa senyawa yaitu alkaloid berupa resinin, kaempferol, dan flavonoid yang memiliki sifat toksik sebagai pestisida. Menurut Wulansari *et al.*, (2022) minyak jarak pada konsentrasi 1.18% menyebabkan konsumsi pakan yang rendah serta menunjukkan aktivitas penghambatan makan paling tinggi pada hama *Spodoptera frugiperda*.

Pestisida nabati pada umumnya digunakan secara tunggal ataupun campuran. Menurut Cloyd (2011) pestisida dikatakan sinergis apabila penggunaan dua atau lebih pestisida yang berbeda bahan aktifnya dapat meningkatkan keefektifan dalam mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Potensi sinergis ini yaitu dapat memberikan dampak yang baik terhadap hama sasaran, di antaranya yaitu dapat menurunkan dosis aplikasi pestisida, serta menekan terjadinya hama resisten. Apabila pestisida tidak kompatibel juga dapat menimbulkan keracunan pada tanaman (fitotoksik) dan menurunkan keefektifan pestisida tersebut (Supriadi, 2013).

Berdasarkan uraian yang dilakukan, penelitian dilaksanakan untuk menguji keefektifan campuran minyak mimba (*A. indica*) dan jarak (*R. communis*) terhadap hama kutu daun (*A. glycines*) pada tanaman kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang dengan ketinggian 753 mdpl, tipe iklim C menurut klasifikasi iklim Köppen, dan ordo tanah Inceptisol. Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober 2023.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu formulasi campuran minyak mimba dan jarak (1:1) 50 *Emulsifiable Concentrate* (EC), formulasi minyak mimba (*A. indica*) 50 EC, formulasi minyak jarak (*R. communis*) 50 EC, air, pupuk kandang, pupuk NPK mutiara (16:16:16), insektisida bahan aktif Sipermetrin 50 EC, dan kedelai varietas gepak kuning. Alat yang digunakan yaitu *sprayer* semi otomatis, labu takar, pengaduk, pinset, mikropipet, pisau pemotong;

cangkul, kored, bambu, label, tali, alat tulis, dan alat dokumentasi.

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang digunakan terdapat delapan perlakuan yang terdiri atas formulasi insektisida campuran minyak mimba dan minyak jarak dengan perbandingan 1:1, insektisida minyak mimba, insektisida minyak jarak, dan perlakuan kontrol dengan pengulangan sebanyak tiga kali ulangan, berikut merupakan perlakuan yang digunakan:

- A = Kontrol
- B = Insektisida minyak mimba 50 EC 1%
- C = Insektisida minyak jarak 50 EC 1%
- D = Formulasi insektisida campuran minyak mimba dan jarak (1:1) 50 EC 0.5%
- E = Formulasi insektisida campuran minyak mimba dan jarak (1:1) 50 EC 0.75%
- F = Formulasi insektisida campuran minyak mimba dan jarak (1:1) 50 EC 1%
- G = Formulasi insektisida campuran minyak mimba dan jarak (1:1) 50 EC 1.25%
- H = Insektisida bahan aktif sipermetrin 50 EC 0.4 %

Rancangan acak kelompok merupakan rancangan yang disusun untuk mengelompokkan unit percobaan ke dalam beberapa kelompok (Adinugraha & Wijayaningrum, 2017). Pengelompokkan tersebut dilakukan untuk memperoleh keseragaman pada unit percobaan dalam setiap kelompok, sehingga perbedaan yang diamati hanya disebabkan oleh perlakuan. Analisis data kuantitatif dilakukan menggunakan analisis statistik untuk menguji hipotesis yang diajukan. Pengujian diawali dengan uji normalitas, apabila data tidak menyebar normal maka akan

dilakukan transformasi data, untuk data yang menyebar normal dilakukan analisis ragam. Pengujian signifikansi dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan dilakukan secara analisis varian menggunakan uji F dengan taraf 5% dan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Pengujian menggunakan *software SPSS* versi 25.

Analisis korelasi dilakukan dengan menggunakan analisis Pearson. Analisis korelasi Pearson bertujuan untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antar variable yang dinyatakan dengan korelasi. Korelasi Pearson memiliki beberapa syarat apabila nilai signifikansi <0,05 maka berkorelasi, namun apabila nilai signifikansi >0,05 maka tidak berkorelasi.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan untuk mengetahui jenis dan kepadatan populasi hama dan intensitas serangan dari hama yang menyerang serta kerusakan yang diakibatkan hama tersebut

Populasi Serangga

Kepadatan populasi serangga merupakan jumlah populasi suatu serangga yang terdapat pada setiap petak percobaan. Populasi serangga terdiri atas populasi hama, musuh alami dan serangga lain. Pengamatan populasi serangga dilakukan secara visual dan langsung dengan menghitung dan mencatat serangga yang terlihat pada petak percobaan.

Kerusakan Tanaman

Populasi hama yang diamati merupakan hama yang merusak pada bagian daun. Kerusakan daun yang diakibatkan oleh *A. glycines* yaitu menyebabkan daun menguning dan menggulung (Gambar 1) (Tilmon *et al.*, 2011).



Gambar 1. Kerusakan Daun Kedelai oleh *A. glycines* (Baldin *et al.*, 2016)

Kerusakan daun akibat serangan kutu daun menggunakan rumus sebagai berikut (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, 2018):

$$I = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{N \times Z} \times 100 \% \quad \dots (1)$$

Keterangan:

- I = Intensitas kerusakan tanaman (%)
- n_i = Jumlah daun terserang hama
- v_i = besar skala serangan
- N = Jumlah daun tanaman yang diamati

Z = Nilai skala tertinggi dari kategori serangan yang ditetapkan

Nilai Skala (Z)	Kategori Serangan
0	0%
1	1<25%
2	25<50%
3	50<75%
4	75%<

Cara Pengamatan

Pengamatan dilakukan saat pagi hari dengan cara mengamati langsung tanaman yang terserang dan serangga yang berada pada petak percobaan. Serangga yang diamati terdiri atas hama, musuh alami dan serangga lain. Pengamatan pendahuluan dilakukan 7 hari setelah tanam dengan interval satu minggu sampai dengan 1 minggu sebelum panen.

Tanaman Sampel

Tanaman yang diamati pada setiap petak percobaan yaitu berjumlah 11 tanaman dan jumlah populasi tanaman pada satu petak percobaan yaitu 104 tanaman. Metode penentuan tanaman sampel dilakukan secara sistematis dengan menggunakan interval antar tanaman sampel. Hal pertama yang dilakukan yaitu cek populasi tanaman yang akan dijadikan tanaman sampel. Selanjutnya menetapkan jarak atau interval menggunakan rumus (Arieska & Herdiani, 2018):

$$I = \frac{N}{n} \quad \dots (2)$$

I = Interval

N = Jumlah anggota populasi

n = Jumlah anggota sampel

Setelah dilakukan perhitungan interval, kemudian anggota sampel yang telah ditetapkan nomornya ditambahkan interval pada nomor pertama hingga seterusnya.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Lahan

Persiapan lahan diawali dengan membersihkan gulma secara keseluruhan. Lahan diolah dengan cara dicangkul sedalam 5-10 cm lalu dibiarkan selama 7-10 hari. Setelah 7-10 hari tanah diolah kembali dan digemburkan. Lahan yang telah di olah ditambahkan pupuk kandang ayam 10 karung dengan berat 25 kg/karung. Pengolahan lahan dilakukan agar tanaman yang dibudidayakan dapat tumbuh dengan baik. Selanjutnya 24 petak percobaan dibuat dengan luas 4 x 3 m per petak percobaan dan ditandai dengan menggunakan tali sebagai penanda dengan jarak antar petak percobaan yaitu 0,5 m. Jarak tanam yang digunakan yaitu 40 x 20 cm. Pelabelan dilakukan pada masing-masing petak percobaan sesuai dengan perlakuan yang ditentukan.

Penanaman

Penanaman dilakukan secara penanaman tunggal. Lubang tanam yang digunakan memiliki kedalaman 1-2 cm dengan 3 benih setiap lubangnya untuk mengurangi terjadinya kegagalan tanam dan jarak tanam yang digunakan 40 x 20 cm. Petak percobaan yang digunakan 4 x 3 m dengan jumlah tanaman per petak percobaan yaitu 104 tanaman. Penyiraman dilakukan dengan rutin setiap 2 kali dalam sehari yaitu pada pagi dan sore hari. Pemberian pupuk dilakukan pada 10 dan 30 hari setelah tanam dengan menggunakan pupuk NPK. Hal ini dilakukan untuk membantu fase awal vegetative kedelai dan fase

pembentukan bunga. Pemberian pupuk pada tanaman dengan jumlah yang cukup dan dimanfaatkan secara efisien oleh tanaman dapat meningkatkan hasil panen, pupuk NPK digunakan karena menurut Roswy & Sudiarso (2022) keunggulan penggunaan pupuk NPK yaitu dengan sekali pemberian pupuk dapat mencakup beberapa unsur hara sehingga lebih efisien penggunaannya bila dibandingkan pupuk tunggal. Pupuk NPK yang digunakan 5 kg pada setiap pemupukan. Penjarangan dilakukan menjadi 1 tanaman pada tanaman berumur 2 MST, hal tersebut dilakukan untuk menghindari kompetisi antar tanaman dan terjadinya fase-fase pertumbuhan dengan baik.

Pembuatan Larutan Insektisida

Minyak yang digunakan terdiri atas minyak mimba, jarak, dan campurannya. Campuran minyak mimba dan jarak (1:1) dan minyak mimba diperoleh dari Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan, Universitas Padjadjaran. sedangkan untuk minyak jarak diperoleh dari toko distributor bahan kimia (Segar Chemical). Insektisida berbahan aktif sipermetrin diperoleh dari toko pertanian.

Aplikasi Insektisida

Aplikasi insektisida campuran minyak mimba dan jarak dilakukan melalui penyemprotan bervolume tinggi dengan volume semprot 400-800 L/ha, bila dikonversikan pada lahan penelitian volume setara dengan 16-32 L/400m². Pengaplikasian seluruh konsentrasi insektisida dilakukan dengan alat semprot setiap 7 hari sekali dan diaplikasikan pada pagi hari jam 08.00. Aplikasi insektisida dilakukan dengan penyemprotan langsung menggunakan penyemprot punggung semiotomatis yang memiliki tekanan tinggi. Penyemprotan dilakukan secara bertahap yaitu dimulai dari kontrol hanya dengan air, dilanjutkan dengan insektisida nabati dari konsentrasi rendah sampai konsentrasi tertinggi, kemudian insektisida sintetik.

Penyemprotan pertama kali dilakukan pada tanaman berumur 3 dan 4 minggu setelah tanam (MST) untuk meningkatkan daya hidup tanaman dan menghindari serangan lalat bibit karena menurut Simanjuntak *et al.*, (2014) serangan berat oleh lalat bibit (*Ophiomyia phaseoli* Try.) pada stadia awal pertumbuhan tanaman kedelai dapat menurunkan hasil tanaman kedelai lebih dari 50 % bahkan kematian tanaman. Penyemprotan kembali dilakukan pada saat hama *A. glycines* menyerang tanaman kedelai. Dosis penyemprotan yaitu 3 L per banyak konsentrasi yang digunakan dalam setiap perlakuan. Pengamatan dilakukan 1 hari sebelum penyemprotan, untuk interval pengamatan dilakukan 7 hari sekali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Formulasi Campuran Minyak Mimba dan Jarak Terhadap Kutu daun (*A. glycines*)

Hama kutu daun umumnya sudah ditemukan pada awal pertumbuhan tanaman kedelai namun di lapangan hama ini ditemukan menyerang tanaman

kedelai pada umur 6 minggu setelah tanam (MST). Hama *A. glycines* merupakan salah satu hama utama yang merusak tanaman kedelai dan menyerang dari awal pertumbuhan hingga tanaman kedelai panen. Di lapangan hama ini biasa ditemukan pada tajuk/pucuk dan sembunyi di balik daun (Gambar 2.).



Gambar 2. Kutu daun (*A. glycines*) pada Tanaman Kedelai (sumber: penulis)

Berdasarkan hasil analisis ragam semua perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (Tabel 2). Campuran minyak mimba dan jarak konsentrasi 1% cenderung memiliki populasi yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga terjadi karena kandungan minyak *A. indica* mengandung senyawa azadiraktin yang memiliki peran sebagai *antifeedant* dan mengganggu sistem hormonal sehingga dapat mengganggu pertumbuhan hama sasaran (Hasibuan *et al.*, 2021). Minyak *R. communis* memiliki alkaloid yaitu risinin. Risinin bekerja

menghambat sintesis protein dengan menonaktifkan ribosom sehingga dapat menyebabkan kematian (Maheshwari & Kovalchuk, 2016).

Campuran minyak mimba dan jarak konsentrasi 1% pada 10 MST tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya termasuk minyak tunggalnya yaitu minyak mimba dan jarak, namun apabila diperhatikan kembali perlakuan campuran minyak mimba dan jarak konsentrasi 1% cenderung menurunkan populasi aphid *glycines* sebesar 50%. Minyak tunggal mimba 1% dan jarak 1% memiliki penurunan populasi secara berturut-turut sebesar 44 % dan 25% apabila dibandingkan dengan campuran minyak mimba dan jarak dengan konsentrasi yang sama yaitu campuran minyak mimba dan jarak 1%, minyak tunggal lebih rendah dalam menurunkan populasi *A. glycines*. Hal ini didukung dengan penelitian Wulansari *et al.* (2022) campuran minyak *A. indica* dan *R. communis* lebih toksik 4.2 hingga 20.0 kali dibandingkan dengan masing-masing minyak tunggalnya yaitu minyak *A. indica* dan minyak *R. communis*. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa campuran minyak mimba dan jarak cenderung menurunkan populasi lebih besar daripada minyak tunggalnya. Berdasarkan uraian yang dilakukan maka dapat dipastikan bahwa campuran minyak mimba dan jarak yang memiliki kandungan azadiraktin dan risinin dan risinin mampu mengendalikan populasi *A. glycines* pada semua konsentrasi (0.5%; 0.75%; 0.1%; dan 1.25%). Hal ini terjadi karena sinergis antara kedua minyak mimba dan jarak yang bekerja dalam mengganggu sistem hormonal serangga dan menghambat sintesis protein sehingga hama terlambat dalam pertumbuhan dan menyebabkan kematian.

Tabel 1. Rata-rata Populasi *A. glycines*

Perlakuan	Rata-rata Populasi <i>A. glycines</i> (x±SE) (ekor)			Rata-rata
	8 MST	9 MST	10 MST	
Kontrol	38.3±12.3	55.3±11.2	b	71.3±10.4
Mimba 1%	29.6±12.9	22.0±7.4	a	12.3±4.6
Jarak 1%	26.0±8.3	23.6±8.3	a	17.6±6.1
Campuran 1:1 0,5%	43.6±14.5	34.3±10.5	ab	27.0±7.5
Campuran 1:1 0.75%	29.3±9.0	17.0±5.2	a	9.6±2.1
Campuran 1:1 1%	26.6±3.7	14.0±4.9	a	7.0±1.1
Campuran 1:1 1.25%	37.0±13.9	26.0±8.5	a	14.6±5.2
Sipermetrin 0.4%	30.0±13.2	18.0±5.5	a	7.3±1.4

Keterangan: -Angka yang tidak diikuti notasi menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan varians uji F taraf 5%, angka yang diikuti notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%

- MST = Minggu Setelah Tanam, x = rata-rata populasi, SE = *Standard Error*
Campuran 1:1 = campuran minyak mimba dan jarak rasio 1:1

Pengaruh Formulasi Campuran Minyak Mimba dan Jarak Terhadap Kerusakan Daun

Hama *A. glycines* umumnya di temukan pada bagian bawah daun. Hama *A. glycines* menyerang tanaman kedelai pada bagian daun dengan menghisap cairan floem. Hal ini menyebabkan terganggunya proses pertukaran gas dan berdampak negatif pada laju fotosintesis, serangan terberat akibat *A. glycines* yaitu dapat menyebabkan daun menguning dan menggulung

(Tilmon *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil analisis ragam semua perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (Tabel 3). Campuran minyak mimba dan jarak konsentrasi 1% cenderung memiliki nilai kerusakan daun yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena minyak *A. indica* mengandung azadiraktin yang memiliki peran sebagai racun lambung, menurut Muchlis (2021) senyawa azadiraktin dapat diserap serta di translokasikan

melalui *xylem* dan terakumulasi pada bagian tanaman seperti daun. Hama *A. glycines* yang menyebabkan rusaknya daun mencerna cairan daun bersamaan dengan azadirachtin saat melakukan aktivitas makan.

Penurunan kerusakan daun terlihat pada setiap perlakuan kecuali perlakuan kontrol. Hal ini diduga akibat efek minyak nabati yang bersifat penghambat makan yang mengakibatkan berkurangnya konsumsi pakan kutu daun. Sejalan dengan laporan Wulansari *et al.* (2022) perlakuan minyak *A. indica*, *R. communis*,

dan campurannya mengakibatkan gangguan makan larva *S. frugiperda*. Shannag *et al.* (2015) juga melaporkan perlakuan minyak mimba pada larva *Spodoptera eridania* (Stoll) menyebabkan hambatan makan sementara, menyebabkan gangguan fisiologis, dan kemampuan serangga dalam mencerna makanan. Sementara itu, minyak jarak mengandung risinin yang memiliki aktivitas insektisida pada larva *S. frugiperda* (López *et al.*, 2010).

Tabel 2. Rata-rata Kerusakan Daun

Perlakuan	Rata-rata Kerusakan Daun ($\bar{x} \pm SE$) (%)			Rata-rata (%)			
	8 MST	9 MST	10 MST				
Kontrol	50.1±2.2	b	52.6±2.3	c	54.9±2.0	d	52.5
Mimba 1%	29.6±1.3	ab	28.5±1.1	ab	27.0±0.8	abc	28.3
Jarak 1%	32.4±2.0	ab	30.2±1.6	b	29.2±1.3	bc	30.6
Campuran 1:1 0,5%	33.6±2.1	ab	31.4±2.0	b	30.9±1.4	c	31.9
Campuran 1:1 0.75%	29.0±2.0	ab	27.5±0.9	ab	26.0±0.6	ab	27.5
Campuran 1:1 1%	26.8±0.5	a	24.5±0.7	a	22.9±0.3	a	24.7
Campuran 1:1 1.25%	30.2±1.3	ab	28.9±1.1	ab	27.6±1.2	bc	28.9
Sipermetrin 0.4%	30.6±1.1	ab	29.5±1.6	ab	28.1±1.2	bc	29.4

Keterangan: - Angka yang tidak diikuti notasi menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan varians uji F taraf 5%, angka yang diikuti notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%

- MST = Minggu Setelah Tanam, \bar{x} = rata-rata kerusakan daun, SE = *Standard Error*
Campuran 1:1 = campuran minyak mimba dan jarak rasio 1:1

Hasil pengamatan tidak menunjukkan terjadinya gejala fitotoksik pada tanaman. Gejala fitotoksik yang ditandai dengan daun tanaman terdapat bintik berwarna kuning atau kecoklatan kehitaman tidak di temukan di lapangan. Gejala fitotoksik dipengaruhi oleh penggunaan konsentrasi yang digunakan dan sifat fisik permukaan daun seperti sedikitnya trikoma pada daun, menurut (Wulansari *et al.*, 2022) gejala fitotoksik pada tanaman jagung diduga karena trikoma daun yang jumlahnya sedikit sehingga tidak dapat mengurangi kontak dengan ekstrak minyak nabati yang diaplikasikan. Kedelai memiliki trikoma yang kuat sehingga dapat mengurangi kontak terhadap ekstrak minyak nabati yang diaplikasikan.

Berdasarkan uraian yang dilakukan maka dapat dipastikan bahwa campuran minyak mimba dan jarak dengan kandungan azadiraktin dan risinin pada konsentrasi 0.5%; 0.75%; 0.1%; dan 1.25% dapat menekan kerusakan daun. Hal ini terjadi karena kedua campuran tersebut bersinergis bekerja dalam memberi gangguan makan pada hama *A. glycines*.

Pengaruh Formulasi Campuran Minyak Mimba dan Jarak Terhadap Serangga Lain

Populasi Semut Hitam (*Polyrhachis dives* Smith)

Keberadaan populasi *P. dives* pada tanaman kedelai karena adanya sumber makanan (Gambar 3). Berdasarkan penelitian Maharani *et al.* (2020) semut dan kutu daun bersimbiosis mutualisme karena kutu daun menghasilkan ekskresi berupa embun madu yang kaya asam amino menjadi sumber pakan bagi semut. *P.*

dives melindungi kutu daun dari serangan predator, menurut Adhi *et al.* (2018) bentuk simbiosis mutualisme antara semut dan kutu daun yaitu, semut membutuhkan embun madu yang dihasilkan kutu daun dan kutu daun mendapatkan perlindungan dari semut terhadap serangan predator.



Gambar 3. Simbiosis Mutualisme *P. dives* dan *A. glycines*

Berdasarkan hasil analisis ragam tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan (Tabel 4). Pengamatan populasi *P. dives* pada setiap petak perlakuan berbeda-beda setiap minggunya hal tersebut diduga karena semut merupakan serangga yang aktif bergerak di permukaan tanah selain itu menurut Adhi *et al.* (2018) keberadaan semut pada lahan pertanian dipengaruhi oleh sumber pakan dan kondisi lingkungan yang sesuai untuk bersarang.

Populasi *P. dives* ditemukan setiap minggunya dengan jumlah yang berbeda-beda disemua perlakuan insektisida nabati dan tidak ada penurunan populasi yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa

insektisida nabati yang digunakan tidak mengakibatkan efek apapun terhadap populasi *P. dives*, menurut Sutriyono *et al.* (2022) pestisida nabati relatif tidak

berbahaya terhadap organisme non-target, mudah terurai (biodegradable), dan tidak mencemari lingkungan.

Tabel 3. Rata-rata Populasi *P. dives*

Perlakuan	Rata-rata Populasi <i>P. dives</i> ($\bar{x} \pm SE$) (ekor)			Rata-rata
	8 MST	9 MST	10 MST	
Kontrol	2.3±0.8	2.3±0.6	3.0±0.5	2.5
Mimba 1%	3.0±0.5	2.0±0.5	2.3±0.3	2.4
Jarak 1%	3.0±0.5	2.3±0.3	2.6±0.3	2.6
Campuran 1:1 0,5%	2.6±0.3	3.0±0.5	2.6±0.8	2.7
Campuran 1:1 0.75%	2.0±0.5	2.3±0.3	3.0±0.5	2.4
Campuran 1:1 1%	1.3±0.3	2.3±0.3	2.6±0.8	2.1
Campuran 1:1 1.25%	2.3±0.6	2.3±0.3	2.3±0.6	2.3
Sipermetrin 0.4%	2.3±0.3	1.3±0.3	0.3±0.3	1.3

Keterangan: - Nilai rata-rata menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata berdasarkan analisis varians uji F taraf 5%

- MST = Minggu Setelah Tanam, \bar{x} = rata-rata populasi, SE = *Standard Error*

- Campuran 1:1 = campuran minyak mimba dan jarak rasio 1:1

Populasi *P. dives* pada perlakuan sipermetrin 0.4% apabila ditinjau dari hasil pengamatan terdapat penurunan populasi hama dari 8 MST sampai 10 MST. Hal ini diduga terjadi karena insektisida kimia berbahan aktif sipermetrin memiliki spectrum yang luas sehingga dapat menyebabkan dampak negatif untuk organisme yang bukan sasaran seperti musuh alami, insektisida tersebut diaplikasikan secara langsung dan bersifat racun kontak sehingga menempel pada dinding tubuh predator dan masuk melalui lubang-lubang yang

terdapat pada permukaan tubuh predator (Rustam *et al.*, 2019).

Berdasarkan analisis korelasi yang dilakukan tidak terdapat korelasi antara *P. dives* dengan *A. glycines* (Tabel 5). Hal ini diduga karena *P. dives* bergerak aktif pada lahan pertanian selain karena faktor sumber makanan keberadaan *P. dives* bergantung pada faktor lingkungan sekitar. Menurut (Putra *et al.* 2018) keberadaan semut dipengaruhi faktor fisik (suhu, kelembaban, pH) dan kimia (karbon, nitrogen, bahan organik).

Tabel 4. Korelasi *A. glycines* dan *P. dives*

		<i>A. glycines</i>			<i>P. dives</i>		
		8 MST	9 MST	10 MST	8 MST	9 MST	10 MST
<i>Aphis glycines</i>	Kolerasi Pearson	1	1	1	0.2	0.3	0.2
	Sig. (2-tailed)	-	-	-	0.2	0.1	0.2
	N	24	24	24	24	24	24
<i>Polyrhachis dives</i>	Kolerasi Pearson	0.2	0.3	0.2	1	1	1
	Sig. (2-tailed)	0.2	0.1	0.2	-	-	-
	N	24	24	24	24	24	24

Keterangan: - Nilai Sig.(2-tailed) < 0,05 berkorelasi, nilai Sig.(2-tailed) > 0,05 tidak berkorelasi

- Sig.(2-tailed) = nilai Signifikansi, n = jumlah data

Berdasarkan uraian yang dilakukan campuran minyak mimba dan jarak pada konsentrasi 0.5%; 0.75%; 0.1%; dan 1.25% tidak memiliki efek negatif terhadap populasi *P. dives*. Hal ini terjadi karena insektisida nabati memiliki residu yang mudah terurai dan tidak berbahaya terhadap organisme non-target.

Populasi Kumbang Koksi (*Harmonia octomaculata* Fabr.)

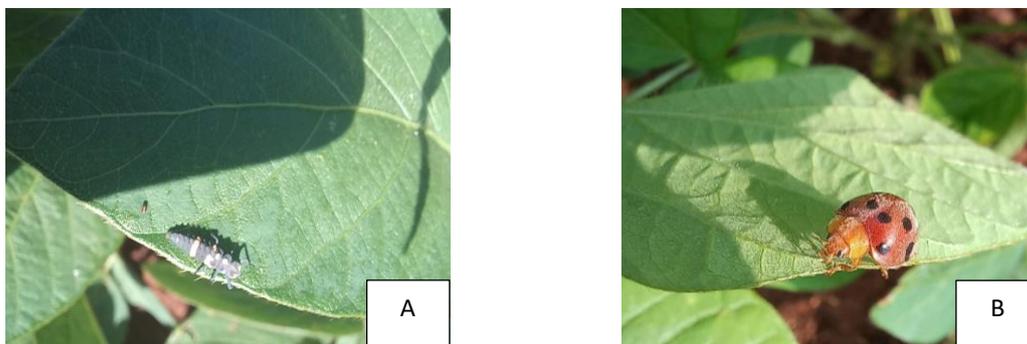
Hasil pengamatan di lapangan ditemukan *Harmonia octomaculata* yang merupakan salah satu predator dari *A. glycines* (Gambar 4). Hal ini sesuai dengan Darmawan *et al.* (2022) bahwa kumbang koksi termasuk salah satu serangga berordo Hemiptera yang memiliki peran sebagai predator hama kutu daun. Keberadaan kumbang koksi dipengaruhi oleh terdapatnya ketersediaan mangsa (Amrullah, 2019). *H.*

octomaculata terlihat di lapangan pada 5 MST. Berdasarkan hasil analisis ragam tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Hasil analisis ragam tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan (Tabel 6). Populasi *H. octomaculata* berbeda pada setiap perlakuan dan setiap minggunya berbeda-beda dan tidak ada penurunan populasi yang signifikan. Hal ini diduga terjadi karena *H. octomaculata* terbang secara aktif di lapangan berdasarkan populasi kutu daun yang berada di lapangan (Yusup *et al.*, 2019). Hal ini juga menunjukkan pestisida nabati tidak memiliki efek negatif terhadap populasi *H. octomaculata* karena menurut Danong *et al.* (2020) pestisida nabati menghasilkan residu yang mudah terurai serta aman bagi lingkungan dan serangga non-target.

Rata-rata populasi *H. octomaculata* terlihat meningkat pada 9 MST dan menurun pada 10 MST. Hal ini diduga terjadi karena keberadaan populasi *H. octomaculata* dipengaruhi oleh jumlah populasi *A.*

glycines yang terdapat di lapangan, menurut Analisa *et al.* (2022) populasi musuh alami berpengaruh terhadap populasi hama dalam memperoleh pakan dan peletakkan telur.



Gambar 4. Kumbang Koksi (*H. octomaculata*). A. Larva, B. Imago

Tabel 5. Rata-rata Populasi Imago *H. octomaculata*

Perlakuan	Rata-rata Populasi Imago <i>H. octomaculata</i> ($\bar{x} \pm SE$)(ekor)			Rata-rata
	8 MST	9 MST	10 MST	
Kontrol	4.3±0.8	5.0±0.5	4.6±0.8	4.6
Mimba 1%	3.3±0.8	3.3±0.8	4.0±1.0	3.5
Jarak 1%	3.0±0.5	4.0±1.0	4.0±0.5	3.6
Campuran 1:1 0,5%	6.0±1.0	6.3±0.8	6.0±0.5	6.1
Campuran 1:1 0.75%	6.0±0.5	6.6±0.3	6.0±0.5	6.2
Campuran 1:1 1%	3.3±0.8	4.0±0.5	4.3±0.8	3.8
Campuran 1:1 1.25%	4.3±0.8	4.6±0.6	4.3±0.3	4.4
Sipermetrin 0.4%	4.3±0.6	1.6±0.3	0.6±0.3	2.2

Keterangan: - Nilai rata-rata menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata berdasarkan analisis varians uji F taraf 5%
- MST = Minggu Setelah Tanam, \bar{x} = rata-rata populasi, SE = *Standard Error*
- Campuran 1:1 = campuran minyak mimba dan jarak rasio 1:1

Populasi *H. octomaculata* pada perlakuan campuran minyak mimba dan jarak tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kontrol hal tersebut diduga karena kandungan yang terdapat pada insektisida campuran minyak mimba dan jarak tidak menimbulkan efek negatif terhadap *H. octomaculata*. Hal ini didukung dengan Hadi & Pasaru (2021) senyawa azadiraktin mudah terurai, berkerja secara sistemik, sedikit racun kontak dan aman bagi musuh alami.

Populasi *H. octomaculata* pada perlakuan sipermetrin 0.4% terdapat setiap minggunya, apabila ditinjau pada 8 MST sampai 10 MST terdapat penurunan populasi *H. octomaculata*. Hal tersebut

diduga karena insektisida sintetik berbahan aktif sipermetrin termasuk kedalam spektrum luas, sehingga dapat mempengaruhi spesies non-target, termasuk menyebabkan penurunan populasi kumbang koksi (Jiang *et al.*, 2022).

Berdasarkan analisis korelasi tidak terdapat korelasi antara *A. glycines* dengan *H. octomaculata* (Tabel 7). Hal ini diduga selain karena *H. octomaculata* terbang aktif dilahan pertanian untuk mencari sumber pakan, keberadaan *H. octomaculata* dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Menurut Agustine *et al.* (2023) bahwa jumlah kumbang koksi pada suatu lahan pertanian dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal yaitu seperti suhu dan kelembaban tanah.

Tabel 6. Korelasi *A. glycines* dan *H. octomaculata*

		<i>A. glycines</i>			<i>H. octomaculata</i>		
		8 MST	9 MST	10 MST	8 MST	9 MST	10 MST
<i>A.kglycines</i>	Kolerasi Pearson	1	1	1	-0.04	0.06	0.1
	Sig. (2-tailed)	-	-	-	0.8	0.7	0.6
	N	24	24	24	24	24	24
<i>H. octomaculata</i>	Kolerasi pearson	-0.04	0.06	0.1	1	1	1
	Sig. (2-tailed)	0.8	0.7	0.6	-	-	-
	N	24	24	24	24	24	24

Keterangan: - Nilai Sig.(2-tailed) < 0,05 berkorelasi, nilai Sig.(2-tailed) > 0,05 tidak berkorelasi
- Sig.(2-tailed) = nilai Signifikansi, n = jumlah data

Campuran minyak mimba dan jarak pada konsentrasi 0.5%; 0.75%; 0.1%; dan 1.25% efektif terhadap *A. glycines* dan relatif tidak memiliki efek negatif terhadap populasi *H. octomaculata*. Oleh karena itu insektisida campuran minyak mimba dan jarak tersebut dapat digunakan oleh petani untuk pengendalian hama pada pertanaman kedelainya. Bagi petani yang antusias untuk menggunakan insektisida nabati yang lebih ramah lingkungan dan relatif tidak menimbulkan dampak negatif dapat memperolehnya pada Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran.

KESIMPULAN

Aplikasi insektisida formulasi campuran minyak mimba dan jarak serta minyak tunggalnya memiliki keefektifan yang sama dalam mengendalikan hama *A. glycines* pada tanaman kedelai. Aplikasi insektisida formulasi campuran minyak mimba dan jarak dengan konsentrasi 0,5%; 0,75%; 1%; dan 1.25% efektif dalam mengendalikan populasi *A. glycines*, menekan kerusakan daun tanaman kedelai, dan aman bagi *P. dives* dan *H. octomaculata* sehingga dapat diterapkan oleh petani untuk mengendalikan hama tersebut pada pertanaman kedelainya.

DAFTAR PUSTAKA

Adhi SL, Hadi M, & Tarwotjo U. 2018. Keanekaragaman dan kelimpahan semut sebagai predator hama tanaman padi di lahan sawah organik dan anorganik kecamatan karanganom kabupaten klaten. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 19(2): 125–135. <https://doi.org/10.14710/bioma.19.2.125-135>

Adinugraha BS & Wijayaningrum T N. 2017. Rancangan acak lengkap dan rancangan acak kelompok pada bibit ikan. Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi UMS, 47–56.

Agustine SD, Aprilia P, Cindi A, Putri RAA, Wati M, Adelia E, Umayah A, Gunawan B, & Arsi A. 2023. Inventarisasi serangga predator (Coleoptera) di Lahan Pare (*Momordica charantia*) dan Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis*) di Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Seminar Nasional Lahan Sub Optimal, 6051: 674–681.

Amrullah SH. 2019. Pengendalian hayati (Biocontrol): pemanfaatan serangga predator sebagai musuh alami untuk serangga hama. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia2, 4(4): 81–88. <https://doi.org/10.5994/jei.13.2.81>.

Analisa W, Fahrurrozi, & Ginting S. 2022. Keefektifan berbagai jenis insektisida nabati terhadap beberapa hama penting pada jagung manis yang ditanam secara konvensional. *Jurnal Agrikultura*, 33(3):359–368. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v33i3.41055>.

Arieska, PK & Herdiani N. 2018. Pemilihan teknik sampling berdasarkan perhitungan efisiensi

relatif. *Jurnal Statistika*, 6(2): 166–171. <https://doi.org/10.26714/jsunimus.6.2.2018.%25p>

Baldin ELL, Marchi-Werle L, Pannuti LER, Lourenção AL, Heng-Moss TM, & Hunt TE. 2016. Evaluating categories of resistance in soybean genotypes from the United States and Brazil to *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 99(3): 487–495. <https://doi.org/10.1653/024.099.0322>

Cloyd R A. 2011. Pesticide Mixtures. In *M. Stoycheva* (Pesticides, pp. 70–75). Kansas State University, Department of Entomology.

Danong MT, Damanik DER, & Billy T D. 2020. Inventarisasi jenis-jenis tanaman berpotensi sebagai pestisida nabati yang digunakan oleh masyarakat desa Sonraen kecamatan Amarasi Selatan kabupaten Kupang. *Jurnal Biotropikal Sains*, 17(2), 62–71.

Darmawan AR, Rani A, Hawari MH, Nurhaliza S, Zuhri S, Nainggolan Y A, & Pratama W. 2022. Inventarisasi kumbang koksi pada tanaman jeruk di desa Indralaya Utara, desa Indralaya Mulia, dan desa Pemulutan, kabupaten Ogan Ilir. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-10, 6051: 489–494.

Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2018. Petunjuk Teknis Pengamatan dan Pelaporan Organisme Pengganggu Tumbuhan dan Dampak Perubahan Iklim (OPT-DPI). Direktorat Jendral Tanaman Pangan Kementerian Pertanian.

Hadi H & Pasar F. 2021. Pengaruh konsentrasi ekstrak daun mimba *Azadirachta indica* A. Juss terhadap larva *Crociodolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera:Pyralidae) pada pertanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agrotekbis*, 9(5):1081–1089.

Hasibuan M, Manurung ED, & Nasution LZ. 2021. Pemanfaatan daun mimba (*Azadirachta indica*) sebagai pestisida nabati. Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021.5(1): 1153–1158.

Idulliantono R. 2022. Efektivitas berbagai variasi pestisida nabati terhadap hama kepik hijau (*Nezara viridula* L.) pada tanaman kedelai (*Glycine Max* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 2(1):1–12.

Jiang J, Trundle P, Ren J, Cheng YL, Lee CY, Huang YL, Buckner CA, Lafrenie RM, Dénommée JA, Caswell JM, Want DA, Gan GG, Leong YC, Bee PC, Chin E, Teh AKH, Picco S, Villegas L, Tonelli, F, & Garcia-Díaz V. 2022. Effect of Insecticides on Natural Enemies. In R. E. R. Ranz (Ed.), *Insecticides* (pp. 1–16). IntechOpen.

Karowa V, Setyono & Rochman N. 2015. Simulasi pengaruh serangan hama daun terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Pertanian*, 6(1), 56–63. <https://doi.org/10.30997/jp.v6i1.44>.

López MA, Perez-G S, Rodríguez-Hernández C,

- Guevara-Fefer P, & Zavala-Sánchez MA. 2010. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). African Journal of Biotechnology, 9(9): 1359–1365. <https://doi.org/10.5897/ajb10.1621>.
- Maharani Y, Maryana N, Rauf A, & Hidayat P. 2020. Insect parasitoid and ant of associated on aphids (Aphididae) colonies on plants in West Java. Cropsaver, 3(2): 59–67. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v3i2.30645>
- Maheshwari P & Kovalchuk I. 2016. Genetic transformation of crops for oil production. In Industrial Oil Crops. AOCS Press. Published by Elsevier Inc. All rights reserved. <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-98-1.00014-2>
- Marwoto & Hardaningsih S. 2017. Pengendalian hama terpadu pada tanaman kedelai. Buletin palawija. 15(2):87-100. 10.21082/bulpa.v15n2. 2017.p87-100.
- Muchlis AZ. 2021. The effects of various doses of *Azadirachta indica* A. Juss seed cake against *Aphis gossypii* (Glover) dan growth characters of red chili plants (*Capsicum annum* L.). Cropsaver, 4(1):15–26. <https://doi.org/10.24198/cropsaver.v4i1.33780>
- Pertiwi SP, Hasibuan R, & Wibowo L. 2016. Pengaruh jenis formulasi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* terhadap pertumbuhan spora dan kematian kutudaun kedelai (*Aphis glycines* Matsumura). Jurnal Agrotek Tropika, 4(1): 55–61. <https://doi.org/10.23960/jat.v4i1.1901>.
- Putra ERC & Rahardjo BT. 2021. Biologi dan statistik demografi *Aphis glycines* pada tanaman kedelai. Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan, 9(2): 41–47. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2021.009.2.2>.
- Putra IM, Hadi M, & Rahadian R. 2018. Struktur komunitas semut (Hymenoptera : Formcidae) di lahan pertanian organik dan anorganik desa Batur, kecamatan Getasan, kabupaten Semarang. Bioma : Berkala Ilmiah Biologi, 19(2): 170–176. <https://doi.org/10.14710/bioma.19.2.170-176>
- Roswy ZB & Sudiarso. 2022. Pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Produksi Tanaman, 10(1):60–68. <https://doi.org/10.21776/ub.protan.2022.010.01.08>.
- Rustam R, Fauzana H, Salbiah D, & Pamungkas NHPP. 2019. Pengaruh aplikasi beberapa jenis bahan aktif insektisida sintesis terhadap predator *Eocanthecona furcellata* (Wolff) di laboratorium. Jurnal Proteksi Tanaman, 3(1): 18–25.
- Shannag HK, Capinera JL, & Freihat NM. 2015. Effects of neem-based insecticides on consumption and utilization of food in larvae of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Insect Science, 15(1):152. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev134>
- Simanjuntak YCB, Pangestuningsih Y, & Lisnawita. 2014. Pengaruh jenis insektisida terhadap lalat bibit (*Ophiomyia phaseoli* Try.) pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). Jurnal Online Agroekoteknologi, 2(3): 933–941. <https://dx.doi.org/10.32734/jaet.v2i3.7404>.
- Subiyakto. 2009. Ekstrak biji mimba sebagai pestisida nabati: potensi, kendala, dan strategi pengembangannya. Perspektif, 8(2): 108–116.
- Supriadi. 2013. Optimasi pemanfaatan beragam jenis pestisida untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Jurnal Litbang Pertanian, 32(1): 1–9.
- Sutriyono, Wulandari M, Panggabean FH, Rahayu S, & Kinanti A. 2022. Pengaruh berbagai pestisida nabati terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan Ke-5 Tahun 2022, 489–496.
- Tilmon KJ, Hodgson EW, O’Neal ME, & Ragsdale DW. 2011. Biology of the soybean aphid, *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) in the United States. Journal of Integrated Pest Management, 2(2): 1–7. <https://doi.org/10.1603/IPM10016>
- Triyanti DR. 2019. Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan. In A. A. Susanti & A. Supriyatna (Eds.), Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jendral Kementerian Pertanian.
- Wulansari R, Hidayat Y, & Dono D. 2022. Aktivitas Insektisida Campuran Minyak Mimba (*Azadirachta indica*) dan Minyak Jarak Kepyar (*Ricinus communis*) terhadap *Spodoptera frugiperda*. Agrikultura, 32(3): 207. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i3.35174>
- Wulansari R, Hidayat Y, & Dono D. 2022. Toksisitas minyak *Azadirachta indica*, *Ricinus communis*, dan campurannya: Pengaruhnya terhadap indeks nutrisi larva dan oviposisi imago *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) pada tanaman jagung. Jurnal Entomologi Indonesia, 19(3):181–193. <https://doi.org/10.5994/jei.19.3.181>
- Yusup CA, Winasa IW, & Hidayat P. 2019. Interaksi bi-trofik komunitas serangga tanaman kedelai dengan tiga teknik pengelolaan hama di Ngawi, Jawa Timur. Zoo Indonesia, 28(2): 86–96. <http://dx.doi.org/10.52508/zi.v28i2.4098>