

UJI EFIKASI BEBERAPA EKSTRAK TANAMAN OBAT TERHADAP LARVA *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) SECARA IN VITRO

IN VITRO EFFICIENCY TEST OF SEVERAL MEDICINE PLANT EXTRACTS ON *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) LARVAE

Gallyndra Fatkhu Dinata*, Edi Siswadi, Iqbal Erdiansyah

Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

Jl. Mastrip, Krajan Timur, Sumbersari, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

Corresponding email: gallyndra.fatkhu@polije.ac.id

ABSTRAK

Kata kunci:
Pestisida nabati
Insektisida alami
Tanaman toga
Ulat hongkong

Tenebrio molitor L. (Coleoptera: Tenebrionidae) merupakan hama gudang yang dapat merusak secara kuantitatif dan kualitatif. Pengendalian hama kini banyak mengarah pada pengendalian hama ramah lingkungan. Pestisida nabati adalah pestisida ramah lingkungan yang bahan aktifnya berasal dari tumbuh-tumbuhan dan memiliki manfaat mengendalikan serangan hama pada tanaman. Tanaman toga banyak diteliti perannya sebagai pestida nabati terhadap serangga hama. Penelitian bertujuan untuk menguji efektifitas beberapa tanaman toga untuk mengendalikan larva *T. molitor* secara *in vitro*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Politeknik Negeri Jember pada November 2022. Penelitian ini menggunakan Rancangan acak lengkap (RAL) 6 perlakuan dengan 3 ulangan, setiap satuan percobaan terdapat 10 ekor larva sehingga terdapat 180 sampel larva *T. molitor*. Adapun perlakuan tersebut antara lain, kontrol, ekstrak daun mimba, ekstrak daun sirsak, ekstrak bawang putih, ekstrak serai, dan kontrol pestisida insektisida berbahan aktif dimetoat 400 g/L. Pemberian ekstrak tanaman toga memiliki pengaruh terhadap mortalitas larva *T. molitor* pada 24 jam. Perlakuan ekstrak serai dan bawang putih memberikan nilai efektivitas mortalitas larva *T. molitor* 90 – 100%.

ABSTRACT

Keywords:
Mealworm
Natural
insecticide
Toga plant
Botanical
pesticide

T. molitor is a warehouse pest that can damage quantitatively and qualitatively. Control now leads to environmentally friendly pest control. Botanical pesticides are environmentally friendly pesticides made from plant extracts which are effective in controlling pests on plants. Toga plants are now widely studied for their role as a botanical pesticide against insect pests. The aim of this study was to test the effectiveness of several toga plants to control *T. molitor* larvae. The research was conducted at the Jember State Polytechnic Plant Protection Laboratory in November 2022. This study used a completely randomized design (CRD) 6 treatments with 3 replications, each experimental unit contained 10 larvae, so there were 180 samples of *T. molitor* larvae. The treatments included control, neem leaf extract, soursop leaf extract, garlic extract, citronella extract, and insecticide pesticide control with the active ingredient dimethoate 400 g/L. The administration of toga plant extract gave a significantly different value on the mortality of *T. molitor* larvae at 24 hours. The treatment of garlic and lemon grass extracts gave the effectiveness value of *T. molitor* larvae mortality of 90 – 100%.

PENDAHULUAN

Hama gudang merupakan hama yang dapat memeberikan kerusakan baik secara kuantitatif maupun kualitatif pada bahan simpanan. Kerusakan kuantitatif

tertuju pada berkurangnya jumlah, sedangkan kerusakan kualitatif tuju pada turunnya mutu bahan simpan yang di seragamkan. Hama gudang merupakan salah satu masalah utama dalam penyimpanan benih (Dinata & Jihad,

2021). Hama gudang sering dijumpai sejak prapanen, pengangkutan, sampai pada tempat penyimpanan di dalam gudang. Dengan adanya hama gudang dapat terjadinya pengurangan berat, penurunan kualitas bahan, dan berkurangnya daya kecambah biji (Nuraini *et al.*, 2022).

Tenebrio molitor L. (Coleoptera: Tenebrionidae) memiliki nilai ekonomi karena dapat digunakan sebagai pakan ternak dan menjadi obat bagi manusia. Secara alami *T. molitor* memiliki banyak manfaat sebagai pengurai zat-zat organik dan anorganik di alam, namun *T. molitor* dapat menjadi hama. Pada fase dewasa, larva *T. molitor* menjadi kumbang yang merupakan hama pada gudang yang memakan biji-bijian, sereal, dan produk tanaman lainnya. Larva menetas setelah 10–12 hari (pada suhu 18–20°C) dan menjadi dewasa setelah beberapa tahapan, biasanya setelah 3–4 bulan, tetapi tahap larva dapat bertahan hingga 18 bulan (Jabir *et al.*, 2012). Larva ini memiliki siklus hidup yang pendek, dan mudah berkembang biak (Jabir *et al.*, 2012; Żołnierczyk & Szumny, 2021).

Kerusakan yang terjadi akibat serangan *T. molitor* berdampak pada nilai ekonomi, hal ini merusak bahan pangan yang akan dikonsumsi. Dampak lain dari serangan *T. molitor* adalah terjadinya perubahan pada bahan pascapanen yang disimpan seperti perubahan berat bahan, warna, rasa, serta bau yang tidak enak dan dapat terkontaminasi dengan penyakit

yang terbawa dengan hama (Nuraini *et al.*, 2022).

Penggunaan pestisida sintetik sebagai pengendalian hama sudah banyak diterapkan namun menimbulkan banyak permasalahan. Adapun permasalahan yang dapat terjadi yaitu terjadinya resistensi, resurgensi, ledakan hama, ketidakstabilan ekosistem, residu pada hasil panen, pencemaran lingkungan pertanian, keracunan, sakit, dan bahkan kematian pada manusia (Dinata, 2023). Konsep pengendalian saat ini mengarah menuju pengendalian agroekosistem yang ramah lingkungan seperti pengendalian hama terpadu (Dinata *et al.*, 2023; Dinata & Nisa, 2023). Pemanfaatan bahan-bahan nabati sebagai bahan alternatif pengganti pestisida sintetik kini banyak digunakan untuk mengurangi dampak berbahaya kesehatan lingkungan dan upaya pengurangan biaya penggunaan pestisida sintetik (Irmawati *et al.*, 2023). Pestisida nabati merupakan pestisida yang digunakan untuk pengendalian hama dan penyakit yang bahan utamanya terbuat dari bahan alami yang memiliki keunggulan seperti mudah terurai oleh sinar matahari dan tidak merusak lingkungan (Nuraeni & Darwiati, 2021). Penggunaan insektisida nabati dilakukan sebagai alternatif untuk mengendalikan hama tanaman sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan seperti penggunaan pestisida sintetik. Tanaman yang dapat diekstrak dan

dijadikan pestisida nabati diantaranya merupakan tanaman obat keluarga (toga) seperti tanaman serai, mimba, sirsak, papaya, bawang putih, cengkeh, jeringau, babadotan, brotowali, sirih, lempuyang, kenikir dan lain sebagainya (Harni, 2014; Rahayuningtias & Harijani, 2015, Sabaruddin, 2021; Rustam & Tarigan, 2022; Irmawati *et al.*, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektifitas beberapa pestisida nabati dari tanaman toga untuk mengendalikan larva *T. molitor*. Ekstrak tanaman yang diujikan untuk mengendalikan larva *T. molitor* adalah daun serai, daun mimba, bawang putih, dan daun sirsak. Penelitian ini diharapkan menjadi alternatif solusi pengendalian hama *T. molitor* yang ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorim Perlindungan Tanaman, Politeknik Negeri Jember pada November 2022. Alat yang digunakan meliputi wadah plastik, pisau, pinset, *beaker glass*, cup plastik, karet gelang, dan timbangan digital. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak pestisida nabati dari daun mimba, daun sirsak, bawang putih, dan serai. Selanjutnya larva *T. molitor*, sayur kubis, aquades.

Ekstraksi dilakukan berdasarkan Rahmawati *et al.*, (2019) yang telah dimodifikasi. Bersihkan bahan secara

masing-masing sesuai dengan jenis bahan baku pestisida nabati. Bahan dibersihkan dengan air mengalir hingga bersih. Bahan baku 500 g dipotong menjadi ukuran kecil untuk mempermudah proses penghalusan. Bahan kemudian dihaluskan menggunakan blender dengan menambahkan air (1:1). Saring bahan menggunakan saringan untuk mendapatkan ekstrak. Masak dengan api sedang kemudian diamkan selama 24 jam.

Penelitian ini menggunakan Rancangan acak lengkap (RAL) 6 perlakuan dengan 3 ulangan, setiap satuan percobaan terdapat 10 ekor larva sehingga terdapat 180 sampel larva *T. molitor*. Adapun perlakuan tersebut antara lain, P1 kontrol negatif, P2 ekstrak daun mimba, P3 ekstrak daun sirsak, P4 ekstrak bawang putih, P5 ekstrak daun serai, P6 kontrol positif pestisida insektisida berbahan aktif dimetoat 400 g/L. Penelitian ini menggunakan metode residu pada pakan dengan mencelupkan pakan larva yaitu sawi sebanyak 10 g ke dalam ekstrak tanaman toga, ditunggu 5 detik lalu dikering anginkan. 10 ekor larva dimasukkan ke dalam wadah uji dan diberi pakan sawi yang telah diberi perlakuan sebelumnya, kemudian ditutup menggunakan kasa dan diikat menggunakan karet gelang. Biarkan larva memakan pakan tersebut selama 24 jam. Wadah uji disimpan di dalam laboratorium yang bersih dan terhindar dari sinar matahari secara langsung.

Mortalitas larva *T. molitor* dihitung dengan menggunakan rumus (Firmansyah *et al.*, 2023) :

$$\text{Mortalitas} = \frac{\text{Larva mati}}{\text{Larva yang diuji}} \times 100\%$$

Tingkat efektivitas juga dinilai untuk mengetahui seberapa efektif pengendalian menggunakan ekstrak tanaman toga dibanding kontrol. Hasil pengamatan di analisis dengan Analisis sidik ragam

(Anova) dan apabila berbeda nyata dilakukan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan ekstrak tanaman toga memberikan nilai berbeda nyata terhadap mortalitas larva *T. molitor* (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai mortalitas larva *T. molitor* 24 jam pada semua perlakuan

Perlakuan	Mortalitas 24 jam (%)
Kontrol	20,00 a
Daun mimba	66,67 ab
Daun sirsak	63,33 ab
Bawang putih	100,00 b
Serai	90,00 b
Insektisida dimetoat 400g/l	56,67 ab

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dan (*) menunjukkan berbeda nyata pada uji Anova taraf 5% dan (**) menunjukkan berbeda sangat nyata pada uji Anova taraf 1%.

Perlakuan ekstrak tanaman toga memberikan nilai berbeda nyata terhadap mortalitas larva *T. molitor* (Tabel 1). Perlakuan ekstrak bawang putih dan serai memberikan nilai tertinggi pada mortalitas *T. molitor* namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak daun mimba, daun sirsak, dan insektisida sintetik berbahan aktif dimetoat. Ekstrak serai memberikan nilai mortalitas 90% dan ekstrak bawang putih memberikan nilai mortalitas hingga 100%, melebihi mortalitas oleh insektisida dimetoat yaitu 56,67%. Nilai ini disebabkan oleh kandungan ekstrak tanaman toga tersebut memberikan efektivitas kematian pada serangga hama. Pada Aktivasi pada

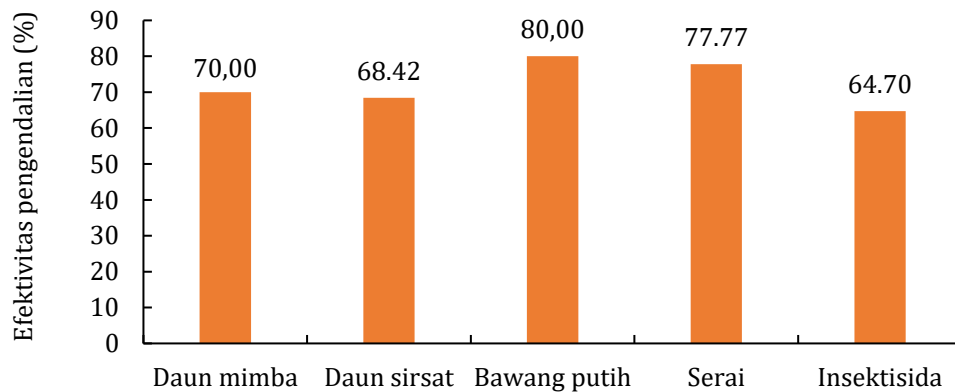
bawang putih telah banyak diteliti dan menunjukkan bahwa bawang putih bisa sebagai antimikroba, antioksidan dan antiinflamasi (Charu *et al.*, 2014). Bawang putih dapat menjadi racun bagi *T. molitor* karena kandungan senyawanya. Beberapa senyawa termasuk saponin, alkaloid, tanin, sulfur, flavonoid, dan kuinon (Sugiarti & Suprihana, 2017). Salah satu kandungan sulfur bawang putih adalah allin, yang akan menghasilkan senyawa turunannya, yaitu alisin. Alisin menghentikan serangga untuk memakan makanan karena aroma yang kuat yang ditimbulkannya, yang menyebabkan vektor mati karena dehidrasi (Bell *et al.*, 2016; Fahmi *et al.*, 2022).



Gambar 1. Larva *T. molitor* yang mati pada 24 jam setelah perlakuan

Pemberian Larva *T. molitor* yang diaplikasi ekstrak tanaman toga terdapat beberapa gejala antara lain larva tidak bergerak atau melambat, larva tidak makan dan melemah, larva berubah warna menjadi coklat tua dan menghitam, dan larva menjadi kaku. Hal tersebut mirip dengan riset Siswanto *et al.*, (2019), yang

meneliti pestisida nabati dari ekstrak kulit kayu mindi terhadap mortalitas larva *Lepidiotia stigma* Fab. (Coleoptera: Scarabaeidae), larva memiliki gejala perubahan warna menjadi kecoklatan dan berubah menjadi hitam, lembek, dan berbau.



Gambar 2. Efektivitas ekstrak tanaman toga terhadap mortalitas larva *T. molitor*

Semua perlakuan dinilai efektivitas dengan membandingkan kontrol sebagian acuan. Efektivitas ekstrak tanaman toga memiliki persentase 68,42 - 80,00% (**Gambar 2**). Semua perlakuan ekstrak tanaman toga memberikan nilai di atas 50% yaitu yang berarti efektif mematikan larva *T. molitor*. Untuk menentukan keefektifan insektisida nabati ditentukan berdasarkan kriteria nilai efikasi. Apabila

nilai efikasi insektisida lebih sama dengan 50% maka insektisida bersifat efektif terhadap hama sasaran yang diuji, namun sebaliknya tidak efektif bila nilainya kurang dari 50% (Laba, 2022).

Efektivitas ekstrak tanaman toga juga dinilai, dengan membandingkan kontrol sebagai acuan. Aplikasi ekstrak bawang putih memberikan efektivitas pengendalian 80% pada saat pengujian

selama 24 jam. Ekstrak minyak atsiri dari bawang putih memiliki senyawa beracun terhadap ordo coleoptera pada imago *Callosobruchus chinensis* dibandingkan jeruk nipis dan cengkeh (Nuryanti *et al.*, 2021). Ekstrak bawang putih 4,63% mampu mematikan 50% larva *Crocidolomia binotalis* selama 24 jam (Moniharapon & Nindatu, 2015). Ekstrak bawang putih 7% memiliki efektivitas mortalitas terhadap hama *Sitophilus zeamays*, sehingga mampu menurunkan populasi turunan pertama menjadi nol. Ekstrak bawang putih 4 ppm berpengaruh terhadap tingkat kematian larva *Culex pipiens* dengan tingkat kematian larva mencapai 98,8% (Moniharapon & Nindatu, 2015). Bawang putih mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu allisin yang bersifat penolak, penghambat yang mematikan serangga hama dengan cepat. Allisin tidak akan menimbulkan resistensi karena memiliki aroma yang dapat membuat serangga tersebut untuk tidak mendekat (Nursam *et al.*, 2018).

Ekstrak daun serai mampu memiliki efektivitas pengendalian 77,77% selama 24 jam. Tanaman serai memiliki senyawa yang dapat mengganggu beberapa serangga hama. Banyak penelitian yang mengungkap keberhasilan ekstrak serai yang digunakan sebagai insetisida pada serangga pada ordo coleoptera yaitu *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a post-harvest cowpea

insect pest (de Souza Alves *et al.*, 2019). Daun serai wangi mengandung senyawa sitronela yang bersifat racun perut, racun kontak dan racun pernafasan bagi serangga. Mekanisme kerja racun sitronela adalah dengan menghambat enzim asetilkolinesterase sehingga terjadi fosforilasi asam amino atau penimbunan asetilkolin yang menyebabkan gangguan sistem saraf pusat, kejang, kelumpuhan pernafasan, dan kematian pada serangga (Rustam & Tarigan, 2022).

Pada daun mimba peneliti Dewi *et al.*, (2017), menyampaikan bahwa di dalam daun mimba terdapat senyawa aktif bersifat racun bagi hama yaitu azadirachtin, nimbine, alkaloid, flavonoid, dan tanin. Senyawa azadirachtin bekerja dengan mengganggu proses pergantian kulit hama (ekdisis) hingga pertumbuhannya terganggu. Senyawa nimbine bekerja sebagai antivirus serta meliantriol sebagai penolak hama (repellent). Tak hanya itu, tanaman mimba dapat membuat serangga mandul karena dapat memengaruhi produksi hormon dan pertumbuhan serangga hama (Ervinatun *et al.*, 2018).

Selain itu senyawa aktif yang sama seperti tanin, alkaloid, flavonoid dan annonaceous acetogenin juga ada pada daun sirsak (Masito *et al.*, 2014). Menurut Setiari *et al.*, (2022), senyawa aktif flavonoid dan alkaloid dapat bertindak sebagai racun perut (*stomach poisoning*) apabila tertelan bersamaan dengan pakan

larva. Senyawa turunan acetogenin yang diisolasi dari daun sirsak memiliki kandungan toksisitas pada serangga hama (Pradana *et al.*, 2015). Pengujian ekstrak daun sirsak memiliki efektivitas pengendalian larva *T. molitor* hingga 68,42% selama 24 jam. Daun sirsak mengandung beberapa senyawa kimia antara lain flavonoid, saponin dan steroid, pada konsentrasi tinggi senyawa tersebut memiliki kemampuan sebagai racun perut sehingga menyebabkan serangga hama mengalami kematian. Selain itu, Lebang *et al.*, (2016), pada penelitiannya menunjukkan ekstrak daun sirsak dalam konsentrasi 20% berpengaruh terhadap mortalitas walang sangit dengan persentase rata-rata kematian sebesar 83%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirsak berpotensi untuk dijadikan insektisida nabati.

KESIMPULAN

Ekstrak tanaman toga yang terdiri dari ekstrak daun mimba, daun sirsak, bawang putih dan serai memberikan pengaruh yang nyata pada mortalitas larva *T. molitor* pada 24 jam. Semua ekstrak tanaman toga memberikan efektivitas di atas 50% yang masuk kategori efektif mematikan larva *T. molitor* .

DAFTAR PUSTAKA

Bell, H.A., Cuthbertson, A.G., & Audsley, N. (2016). The potential use of allicin as a biopesticide for the control of the house fly, *Musca domestica* L.

International Journal of Pest Management, 62(2), 111–118. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/09670874.2015.1120363>

Charu, K., Yogita, S., & Sonali, S. (2014). Neutraceutical potential of organosulfur compounds in fresh garlic and garlic preparations. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 5(1), 112-126. Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/259841418_Neutraceutical_potential_of_organosulfur_compounds_in_fresh_garlic_and_garlic_preparations

de Souza Alves, M., Campos, I. M., de Mello Conde de Brito, D., Cardoso, C.M., Pontes, E.G., & de Souza, M.A.A. (2019). Efficacy of lemongrass essential oil and citral in controlling *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a post-harvest cowpea insect pest. *Crop Protection*, 119(2019), 191–196. Retrieved from: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.02.007>

Dewi, A.A., Nirmala, L., Karta, I.W., & Dewi, A. (2017). Uji efektivitas larvasida daun mimba (*Azadirachta indica*) terhadap larva ulat sacrophaga pada daging upakara yadnya di Bali. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(1), 126-136. Retrieved from: <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v6i1.9233>.

Dinata, G.F. (2023). BAB 2. Konsep perlindungan tanaman. In M. Sari & T. P. Wahyuni (Eds.), *Perlindungan Tanaman* (pp. 13–26). Global Ekskutif Teknologi. Retrieved from: <https://books.google.co.id/books?id=3Z6zEAAAQBAJ&lpg=PA13&ots=R6KlslBq2y&lr&hl=id&pg=PP3#v=onepage&q&f=false>

Dinata, G.F., & Jihad, B.N. (2021). Correlation of Sex Ratio and Population of *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae) in Mung Beans. *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, 3(2), 0210203. Retrieved from:

- <https://doi.org/10.26877/asset.v3i2.9660>
- Dinata, G.F., Mahanani, A.U., Soelistijono, R., Sada, M., Khoirotin, N., Lahati, B.K., Takdir, N., Arianti, K., & Others. (2023). *FITOPATOLOGI: Menuju Pertanian Berkelanjutan* (p. 259). Tohar Media. Retrieved from: <https://books.google.co.id/books?id=jqHLEAAAQBAJ>
- Dinata, G.F., & Nisa, D.K. (2023). Keanekaragaman Arthropoda pada beberapa agroekosistem di Desa Tulungrejo, Kecamatan Ngantang, Kabupaten Malang. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(2), 212–218. Retrieved from: <https://doi.org/10.026740/lenterabio.v12n2.p212-218>.
- Ervinatun, W., Hasibuan, R., Hariri, A.M., & Wibowo, L. (2018). Uji efikasi ekstrak daun mimba, daun mengkudu dan babadotan terhadap mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* zell. di laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(3), 161–167. Retrieved from: <https://doi.org/10.23960/jat.v6i3.2924>
- Fahmi, I.F., Pujiati, R.S., & Ellyke, E. (2022). Efektivitas ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) sebagai repellent lalat buah (*Musca domestica*). *Ikesma*, 18(4), 251–258. Retrieved from: <https://doi.org/10.19184/ikesma.v18i4.26185>
- Firmansyah, E., Nurhidayah, S., & Selpiansah, S. (2023). Keefektifan cendawan *Lecanicillium lecanii* mengendalikan Larva *Spodoptera litura* Fabricius. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 9(1), 65–73. Retrieved from: <https://doi.org/10.26858/jptp.v9i1.42819>.
- Harni, R. (2014). Serai wangi sebagai pestisida nabati pengendalian penyakit vascular streak dieback untuk mendukung bioindustri kakao. *Bunga Rampai: Inovasi Teknologi Bioindustri Kakao*, 213–224. Retrieved from: <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/16047>
- Irmawati, I., Masriyani, & Iqbal, A. (2023). Pengaruh pemberian pestisida nabati terhadap larva *Tenebrio molitor* (ulat hongkong) pada tanaman sawi (*Brassica juncea*) di BBPP Batangkaluku Provinsi Sulawesi Selatan. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 3(1), 33–37. Retrieved from: <https://doi.org/10.24252/filogeni.v3i1.30314>.
- Jabir, M.D.A.R., Razak, S.A., & Vikineswary, S. (2012). Nutritive potential and utilization of super worm (*Zophobas morio*) meal in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. *African Journal of Biotechnology*, 11(24), 6592–6598. Retrieved from: <https://doi.org/10.5897/ajb11.1084>
- Setiari, N.P., Javandira, C., Widayastuti, L.P.Y. (2016). Potensi ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* Juss.) sebagai pestisida nabati terhadap mortalitas wereng hijau (*Nephotettix* sp.) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *AGROFARM*, 1(1), 7–11.
- Laba, I.W. (2022). *Laporan kemajuan formulasi produk pestisida nabati berbahan aktif Saponin, Azadirachtin, Eugenol, dan Sitronella Untuk mengendalikan hama utama kakao (Canopomorpha cramerella, Hyposidra sp dan Helopeltis sp.)* (Bahan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.).
- Lebang, M.S., Taroreh, D., & Rimbing, J. (2016). Efektifitas daun sirsak (*Annona muricata* L.) dan daun gamal (*Gliricidia sepium*) dalam pengendalian hama walang sangit (*Leptocorisa acuta* T) pada tanaman padi. *Jurnal Bios Logos*, 6(2), 51–59. Retrieved from: <https://doi.org/10.35799/jbl.6.2.2016.13792>
- Masito, G. A. T., Respatie, D. W., & Rogomulyo, R. (2014). Pengaruh lima macam pupuk organik terhadap pertumbuhan dan kandungan senyawa aktif daun sirsak (*Annona muricata* L.). *Vegetalika*, 3(3), 97–105. Retrieved from: <https://doi.org/10.22146/veg.5417>
- Moniharapon, D., & Nindatu, M. (2015). Pengaruh ekstrak air bawang putih (*Allium sativum*) terhadap mortalitas

- larva *Crociodolomia binotalis* pada tanaman kubis. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*, 2(1), 1–7. Retrieved from: <https://doi.org/10.30598/biopendixvol2issue1page1-7>
- Nuraeni, Y., & Darwiati, W. (2021). Utilization of plant secondary metabolites as botanical pesticides in forest plant pests. *Jurnal Galam*, 2(1), 1–15. Retrieved from: <https://doi.org/10.20886/glm.2021.2.1.1-15>
- Nuraini, I.V., Prakoso, B., & Suroto, A. (2022). Survei dan identifikasi hama gudang pada komoditas padi, jagung, dan kedelai di Kecamatan Batuwarno, Wonogiri. *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 18(2), 87-95. Retrieved from: <https://doi.org/10.31941/biofarm.v18i2.1711>
- Nursam, N., Yunus, M., & Nasir, B. (2018). Pengaruh pestisida nabati buah cabai (*Capsicum annum* L.) dan Umbi bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap mortalitas hama bawang merah (*Spodoptera exigua* Hubner). *E-J. Agrotekbis*, 6(2), 225–231.
- Nuryanti, N.S.P., Yuriansyah, Y., & Budiarti, L. (2021). Toxicity and compatibility of botanical insecticide from clove (*Syzygium aromaticum*), Lime (*Citrus aurantifolia*) and garlic (*Allium sativum*) essential oil against *Callasobruchus chinensis* L. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1012(1). Retrieved from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1012/1/012036>
- Pradana, P.Y., Suratmo, S., & Retnowati, R. (2015). Isolasi dan karakterisasi senyawa turunan acetogenin dari daun sirsak (*Annona muricata*) serta uji toksisitas. *Jurnal Ilmu Kimia Universitas Brawijaya*, 1(1), 798–804. Retrieved from: <https://www.neliti.com/id/publications/250091/>
- Rahayuningtias, S., & Harijani, W. (2015). Kemampuan pestisida nabati (mimba, gadung, laos dan serai), terhadap hama tanaman kubis (*Brassica oleracea* L.). *Agritrop*, 13(2), 273711. Retrieved from: <https://doi.org/10.32528/agr.v13i2.92>
- Rahmawati, R., Syarief, M., Jumiatur, F., & Djenal, F. (2019). Potensi ekstrak daun sirsak (*Annona muricata*) pada pengendalian hama penghisap polong (*Riptortus linearis*) tanaman kedelai. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 22–29. Retrieved from: <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.130>
- Rustam, R., & Tarigan, A.C. (2022). Uji konsentrasi ekstrak serai wangi terhadap mortalitas ulat grayak jagung. *Dinamika Pertanian*, 37(3), 199–208. Retrieved from: [https://doi.org/10.25299/dp.2021.vol37\(3\).8928](https://doi.org/10.25299/dp.2021.vol37(3).8928)
- Sabaruddin, S. (2021). Application of garlic (*Allium sativum* L.) vegetable pesticides for control of armyworm pests (*Spodoptera litura*) on chili plants (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 3, 121–126. Retrieved from: <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/agro/article/view/4819/pdf>
- Siswanto, E., Achadian, E.M., & Kurniastuti, T. (2019). Pengaruh pestisida nabati dan kimia terhadap mortalitas *Lepidiota stigma* Fabricius (Coleoptera: Scarabaeidae) pada tanaman tebu. *Agritrop : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 17(2), 198-206. Retrieved from: <https://doi.org/10.32528/agritrop.v17i2.2762>
- Sugiarti, U., & Suprihana, S. (2017). Isolasi pestisida botani dari bawang putih sebagai pengendali terhadap intensitas serangan bercak ungu pada tanaman bawang putih (*Allium sativum*). *Seminar Nasional Hasil Penelitian Universitas Kanjuruhan Malang*, 5(1), 210–214. Retrieved from: [https://semnas.unikama.ac.id/lppm/prosiding/2017/2.PANGAN & TERNAK/13](https://semnas.unikama.ac.id/lppm/prosiding/2017/2.PANGAN%20&%20TERNAK/13). Untung sugiarti_Penelitian_Pangan&Ternak.

[pdf](#)

Żołnierczyk, A.K., & Szumny, A. (2021). Sensory and chemical characteristic of two insect species: *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* larvae affected by roasting processes. *Molecules*, 26(9), 2697. Retrieved from:
<https://doi.org/10.3390/molecules26092697>