

Application of Soursop Leaf Flour Extract (*Annona muricata* L.) to Control Armyworms (*Spodoptera litura* Fab.) on Chili Plants (*Capsicum annuum* L.)

Owisen Hower^{1*}, Hafiz Fauzana², Deviona²

¹Mahasiswa Pascasarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

²Dosen, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

Article History

Received : November 04th, 2025

Revised : November 17th, 2025

Accepted : November 19th, 2025

*Corresponding Author: **Owisen**

Hower, Mahasiswa

Pascasarjana, Fakultas Pertanian,
Universitas Riau, Pekanbaru,
Indonesia;

Email:

owisenhower949@gmail.com

Abstract: Chili peppers (*Capsicum annuum* L.) are an important agricultural commodity whose productivity often decreases due to infestations by armyworm pests (*Spodoptera litura* Fab.). Soursop leaf extract (*Annona muricata* L.) has the potential to become an environmentally friendly botanical pesticide because its active compounds have been proven effective in suppressing feeding activity and causing mortality in these pests. This study aims to determine the effective concentration and the optimal application period of soursop leaf powder extract to control *S. litura* in chili plants. The study was conducted through two experiments. The first experiment used a completely randomized design with six treatments. The experimental data were analyzed using analysis of variance and further tested with the Honest Significant Difference (HSD) test at a 5% level. The second experiment used treatments with different application periods. The experimental data were statistically analyzed using tabulation and presented descriptively in the form of graphs. The research results showed that the effective concentration of soursop leaf powder extract to control *S. litura* on chili plants is 100 g/l of water, with an initial mortality time of 4.8 hours after application and a 50% lethal time of 42.0 hours after application, with an LC50 of 3.00% and an LC95 of 26.53%. The best application period for soursop leaf powder extract to control *S. litura* on chili plants is an application period with spraying every 2 days.

Keywords: *Annona muricata* L., Botanical insecticides, *Capsicum annuum* L., *Spodoptera litura* Fab.

Pendahuluan

Capsicum annuum L., atau cabai, merupakan produk hortikultura penting di Indonesia (Sari dan Kasiamdari, 2021). Cabai segar maupun olahan, dimanfaatkan secara luas di sektor pangan, pengolahan makanan, dan rumah tangga (Handayani, 2018). Selain alkaloid seperti kapsaisin, flavonoid, dan minyak atsiri, cabai merupakan sumber zat besi, kalium, kalsium, fosfor, vitamin A, vitamin C, dan unsur-unsur penting lainnya yang baik (Handayani, 2018). Indonesia telah memproduksi lebih banyak cabai setiap tahunnya. Sebanyak 1,48 juta ton cabai

diproduksi pada tahun 2022. Produksi cabai masih terus meningkat, dengan perkiraan produksi sebesar 1,56 juta ton pada tahun 2023 peningkatan sebesar 5,41% (BPS, 2024). Serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), seperti ulat grayak (*Spodoptera litura* Fab.), yang dapat berdampak pada produksi cabai, meningkat seiring dengan kenaikan nilai produksi cabai.

Selama musim kemarau, *S. litura* menyerang tanaman cabai dengan memakan bagian atas dan bawah daun, sehingga menghasilkan lubang dan ketidakrataan yang menyebabkan kerusakan parah pada daun (*defoliiasi*). Bahkan pada populasi *Spodoptera*

litura yang melimpah, serangan ini menyerang hampir setiap bagian tanaman (Bragard *et al.*, 2019). Ambang batas serangan *S. litura* pada tanaman cabai ditetapkan sekitar 12,5% kerusakan sesuai dengan standar ambang batas pengendalian (Moekasan *et al.*, 2020). Pemantauan intensif disarankan dimulai pada 20 hari setelah tanam (HST), karena serangan yang signifikan biasanya terlihat pada saat itu (Gustianingtyas *et al.*, 2020). Dalam keadaan yang parah, serangan *Spodoptera litura* berpotensi mengakibatkan kematian tanaman. Serangan ini juga dapat menyebabkan gangguan yang signifikan pada produksi tanaman, baik dari segi kuantitas maupun kualitas panen (Solikhin *et al.*, 2018).

Petani masih sering menggunakan perlakuan kimia, khususnya pestisida sintetis, untuk mengendalikan *S. litura*. Penggunaan pestisida kimia yang terus-menerus menyebabkan resurgensi, resistensi hama, penurunan musuh alami, pembentukan hama sekunder, dan peningkatan masalah residu pestisida (Firmansyah dan Isnaeni, 2020). Penggunaan insektisida nabati, atau pestisida botani, merupakan salah satu strategi yang menjanjikan. Karena bahan-bahannya mudah diperoleh dan harganya terjangkau, pestisida ini dianggap sangat murah dan ramah lingkungan (Deden, 2017). Banyak spesies tanaman dapat digunakan sebagai pestisida botani, dan sirsak (*Annona muricata* L.) salah satu yang sangat menjanjikan untuk digunakan sebagai pestisida botani.

Daun tanaman sirsak merupakan bagian yang dapat digunakan sebagai insektisida botani dengan hasil yang baik. Sejumlah metabolit sekunder, termasuk flavonoid, saponin, tanin, dan asetogenin (annonacin, squamocin, dan bullatacin), diketahui terdapat dalam daun sirsak. Karena asetogenin bersifat neurotoksik terhadap hama serangan seperti *Spodoptera litura*, mereka merupakan bahan utama yang berfungsi sebagai pestisida botani (Hidayat, 2017). Asetogenin yang ditemukan dalam daun sirsak memiliki sifat larvasida, penolak serangan, dan antifeedan (Tando, 2018). Telah diketahui bahwa anonain yang ditemukan dalam tanaman sirsak berfungsi sebagai insektisida alami, melumpuhkan, mengiritasi, dan membunuh hama seperti *Spodoptera litura*. (Ambarningrum *et al.*, 2012). Rasa pahit

tanaman ini disebabkan oleh tanin dan saponin, yang juga membuat hama uji kurang lapar (Arimbawa *et al.*, 2018).

Temuan penelitian Irwanto (2019), yang menguji berbagai konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak untuk menekan *Oryctes rhinoceros* L pada konsentrasi tertinggi 100g/l air hanya mampu mengendalikan larva tersebut. Hal ini tidak efektif pada saat itu karena tidak mampu menghasilkan mortalitas total $\geq 80\%$ pada larva dengan mortalitas total 60%. Ketika pestisida botani dapat membunuh 80% atau lebih serangan hama dengan pelarut air tidak lebih dari 10% dan pelarut organik tidak lebih dari 1%, pestisida tersebut dianggap efektif (Sutriadi *et al.*, 2019).

Penelitian mengenai efektivitas ekstrak tepung daun sirsak sebagai pengendali hama tanaman, terutama terhadap serangan hama *S. litura* pada tanaman cabai, hingga saat ini masih terbatas dan belum banyak dilakukan, khususnya di wilayah Provinsi Riau. Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka penulis telah melakukan penelitian tentang aplikasi ekstrak tepung daun sirsak (*Annona muricata* L.) untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* Fab.) pada tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.).

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu

Penelitian berlangsung di lahan percobaan Laboratorium Hama Tumbuhan dan Laboratorium UPT Fakultas Pertanian Universitas Riau Kampus Bina Widya km 12,5 Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Pekanbaru. Penelitian dilakukan selama 4 bulan, mulai dari bulan Desember 2024 sampai dengan Maret 2025.

Alat dan bahan

Alat penelitian yaitu timbangan analitik, gelas ukur volume 1000 ml, batang pengaduk, stoples, baskom, blender, saringan, cangkul, garpu tanah, gembor, sarung tangan, meteran, parang, palu, gergaji, tang, gunting, *hand sprayer* volume 500 ml, corong, pengukur suhu dan kelembaban, kamera digital dan alat tulis. Bahan penelitian yaitu benih cabai, tanah top soil, pupuk kandang, arang sekam dan pupuk NPK, polibag, daun sirsak, ulat grayak, daun

cabai sebagai pakan *S. litura*, aquades steril, sabun cair, kain kasa, karet gelang, madu, kapas, benang jahit, tisu, serbuk gergaji, plastik mika, kertas label, tali rafia, kayu, paku dan kawat.

Rancangan Penelitian

Percobaan I: Uji konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak terhadap mortalitas Spodoptera litura pada tanaman cabai

30 unit percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan 5 ulangan. Memasukkan 10 larva *S. litura* dalam setiap unit percobaan. Percobaan ini menggunakan perlakuan konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak sebagai berikut: A0 : Konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak 0 g/l air, A1 : Konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak 20 g/l air, A2 : Konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak 40 g/l air, A3 : Konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak 60 g/l air, A4 : Konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak 80 g/l air dan A5 : Konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak 100 g/l air. Data hasil percobaan dianalisis dengan metode *Analisis of Varians* (ANOVA). Jika hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh yang nyata, maka diuji lanjut dengan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil konsentrasi yang paling efektif pada percobaan I digunakan untuk konsentrasi aplikasi pada percobaan II.

Percobaan II : Periode Aplikasi ekstrak tepung daun sirsak mengendalikan Spodoptera litura pada tanaman cabai

Percobaan ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan perlakuan perbedaan periode aplikasi dengan 5 kali ulangan, sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Setiap unit percobaan diinfestasikan sebanyak 10 ekor larva *S. litura*. Perlakuan yang digunakan adalah periode aplikasi ekstrak tepung daun sirsak sebagai berikut: A0 : Tanpa aplikasi ekstrak tepung daun sirsak (kontrol), A1 : Aplikasi ekstrak tepung daun sirsak 2 hari sekali, A2 : Aplikasi ekstrak tepung daun sirsak 4 hari sekali dan A3 : Aplikasi ekstrak tepung daun sirsak 6 hari sekali. Data hasil percobaan dianalisis statistik menggunakan tabulasi dan disajikan secara deskriptif dalam bentuk grafik.

Hasil dan Pembahasan

Percobaan I : Uji konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak terhadap mortalitas *S. litura* pada tanaman cabai

Waktu awal kematian

Waktu awal kematian larva *S. litura* dipengaruhi secara signifikan oleh evaluasi berbagai dosis ekstrak tepung daun sirsak, berdasarkan hasil pengamatan pada waktu tersebut setelah analisis varians. Tabel 1 menampilkan hasil rata-rata waktu pertama kematian larva *S. litura* setelah pengujian BNJ tambahan pada tingkat 5%.

Tabel 1. Rata-rata waktu awal kematian larva *S. litura* setelah uji dengan beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak

Konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak (g/l air)	Waktu awal kematian (SD ± jam)
0	96,0 ± 0,00 d
20	20,4 ± 5,37 c
40	17,4 ± 3,91 bc
60	15,0 ± 4,74 b
80	9,0 ± 3,67 b
100	4,8 ± 1,64 a

Keterangan : Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan $\sqrt{y}$.

Kematian paling awal terjadi 4,8 ± 1,64 jam setelah aplikasi ketika 100 g/L air dengan ekstrak bubuk daun sirsak diberikan; hal ini merupakan perbedaan yang signifikan dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan ekstrak bubuk daun sirsak memiliki kandungan bahan kimia aktif yang lebih tinggi dibandingkan zat organik toksik lainnya. Temuan Ginting *et al.*, (2024) mendukung pandangan ini dengan menyatakan bahwa konsentrasi tinggi mempercepat kematian karena mengandung lebih banyak bahan kimia bioaktif, sehingga lebih berbahaya bagi serangga uji.

Pemberian ekstrak tepung daun sirsak pada konsentrasi 20 g/l air cenderung menyebabkan waktu kematian awal terjadi lebih lambat, yaitu 20,4 ± 5,37 jam setelah aplikasi, sedangkan pada konsentrasi 40 g/l air, waktu kematian awal terjadi 17,4 ± 3,91 jam setelah aplikasi. Namun, hal ini berbeda secara signifikan dengan konsentrasi 100 g/l air. Hal ini diyakini karena 20 g/l air merupakan

konsentrasi terendah, yang berarti terdapat lebih sedikit bahan kimia aktif dan membutuhkan waktu lebih lama untuk membunuh larva *S. litura*. Pernyataan ini mendukung pandangan Fisabilillah dan Rustam (2020) bahwa pemberian dosis rendah memperpanjang waktu kematian serangga, dan bahwa konsentrasi tinggi menentukan efisiensi insektisida.

Waktu awal kematian tidak berbeda secara signifikan ketika ekstrak tepung daun sirisak diberikan pada konsentrasi 40 g/l air, 60 g/l air, dan 80 g/l air; namun, cenderung lebih cepat daripada ketika 20 g/l air digunakan, khususnya $17,4 \pm 3,91$ jam, $15,0 \pm 4,74$ jam, dan $9,0 \pm 3,67$ jam setelah aplikasi. Ini menunjukkan bahwa waktu awal kematian tidak terpengaruh secara signifikan dengan meningkatkan konsentrasi. Ini dihipotesiskan karena senyawa acetogenin ekstrak tepung daun sirisak belum berfungsi sebaik mungkin, dan meningkatkan konsentrasi menjadi 80 g/l air tidak secara signifikan mengubah waktu awal kematian larva *S. litura*. Ini konsisten dengan pernyataan Sayang & Pratama (2024) bahwa dibutuhkan waktu lama untuk membunuh serangga uji karena pestisida botani bereaksi lambat.

Lethal time 50% (LT₅₀)

LT₅₀ larva *S. litura* dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak tepung daun sirisak, berdasarkan hasil pengamatan LT₅₀ setelah analisis varians. *Lethal time 50* larva *S. litura* disebabkan oleh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak tepung daun sirisak, dengan rentang $42,0 \pm 6,00$ - $87,0 \pm 8,49$ jam setelah pemberian. Data pada tabel 2, yang menampilkan hasil rata-rata LT₅₀ setelah pengujian tambahan BNJ pada tingkat 5%. Karena ekstrak tepung daun sirisak tidak diberikan, tidak ada bahan kimia aktif yang efektif, dan larva *S. litura* tidak mati hingga akhir periode pengamatan, yaitu 96 jam, setelah pemberian konsentrasi 0 g/l air.

Tabel 2. *Lethal time 50 (LT₅₀)* larva *S. litura* setelah uji dengan beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirisak

Konsentrasi ekstrak tepung daun sirisak (g/l air)	<i>Lethal time 50</i> (SD ± jam)
0	$96,0 \pm 0,00$ e
20	$87,0 \pm 8,49$

	de
40	$73,2 \pm 10,94$
	cd
60	$67,2 \pm 12,11$
	bc
80	$50,4 \pm 6,84$
	ab
100	$42,0 \pm 6,00$ a

Keterangan : Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan $\sqrt{y}$.

Ekstrak bubuk daun sirisak diaplikasikan pada konsentrasi 100 g/l air, dan LT₅₀ sekitar $42,0 \pm 6,00$ jam setelah pemberian. Konsentrasi air 80 g/l, yaitu $50,4 \pm 6,84$ jam setelah pemberian dan sangat berbeda dengan perlakuan lainnya, tidak berbeda secara signifikan. Pada konsentrasi 100 dan 80 g/l air, ekstrak bubuk daun sirisak diperkirakan mengandung lebih banyak zat aktif. Senyawa-senyawa ini mungkin telah memasuki tubuh larva *S. litura* melalui racun kontak dan berfungsi sebagai neurotoksin, membunuh 50% larva lebih cepat. Ini konsisten dengan temuan Ibrahim dan Rustam (2020), yang mengklaim bahwa semakin banyak bahan kimia aktif yang ada, semakin cepat serangga mati.

Larva *S. litura* 50% terbunuh lebih lambat ketika ekstrak bubuk daun sirisak diaplikasikan pada konsentrasi 20 g/l air. Tidak jauh berbeda dari kadar air 40 g/l pada $73,2 \pm 10,94$ jam setelah perlakuan, dan larva *S. litura*, pada $87,0 \pm 8,49$ jam setelah aplikasi. Butuh waktu lebih lama untuk menghancurkan larva *S. litura* pada konsentrasi rendah karena ada lebih sedikit bahan kimia aktif. Pestisida botani konsentrasi rendah mencakup zat kimia yang kurang aktif, yang menunjukkan bahwa lebih sedikit bahan aktif yang mencapai tubuh larva dan menyebabkan kematian larva tertunda (Yunianti, 2016).

Umumnya larva *S. litura* 50% terbunuh oleh konsentrasi ekstrak bubuk daun sirisak 40 g/l air. Larva *S. litura* lebih lambat, tetapi pada $73,2 \pm 10,94$ jam setelah aplikasi, itu tidak berbeda secara substansial dari konsentrasi 60 g/l air. Hal ini diduga karena komponen aktif dalam ekstrak tepung daun sirisak pada konsentrasi rendah lebih jarang ditemukan dibandingkan dengan perlakuan dengan konsentrasi lebih tinggi, sehingga menghasilkan

efikasi yang lebih lambat dan tingkat toksisitas yang lebih rendah. Menurut Utami dan Cahyati (2017), hal ini memperkuat argumen mereka bahwa konsentrasi rendah menyebabkan kandungan kimia aktif ekstrak menurun, yang pada gilirannya menurunkan kemampuan ekstrak untuk membunuh serangga dan sebanding dengan rendahnya konsentrasi yang digunakan.

LT₅₀ tercapai 67,2 ± 12,11 jam setelah pemberian ekstrak tepung daun sirsak 60 g/l, yang tidak berbeda secara substansial dengan konsentrasi 80 g/l air. Karena tubuh larva *S. litura* masih dapat menahan peningkatan konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak, diduga hasil yang cenderung sama atau tidak berbeda nyata. Namun, jika konsentrasi dinaikkan menjadi 100 g/l air, kematian larva *S. litura* akan menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chamani *et al.*, (2025) bahwa sensitivitas serangga terhadap molekul bioaktif dapat dipengaruhi oleh kapasitas mereka untuk mengeliminasi dan memecah senyawa berbahaya dari tubuh mereka..

Lethal concentration 50 (LC₅₀) dan 95 (LC₉₅)

Hasil analisis probit *lethal concentration* program POLO-PC, konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak masing-masing adalah 3,00% dan 26,53%. Dengan interval kepercayaan antara 1,65% dan 4,23%, konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak yang dapat membunuh 50% populasi larva *S. litura* adalah 3,00%, atau 30,0 g/l air. Sebanyak 95% larva *S. litura* dapat dibunuh pada konsentrasi 26,53%, atau 265,3 g/l air, dengan interval kepercayaan antara 14,18% dan 134,68%.

Tabel 3. *Lethal concentration 50 (LC₅₀) dan 95 (LC₉₅) larva S. litura setelah uji dengan beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak*

<i>Lethal concentration</i>	Konsentrasi (%)	Kisaran SK (%)
LC ₅₀	3,00	1,65-4,23
LC ₉₅	26,53	14,18-134,68

Keterangan: SK = Selang Kepercayaan

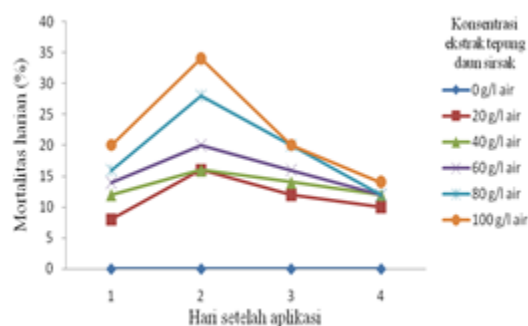
Tingkat *lethal concentration* (LEC) dari 50 insektisida botani yang berasal dari ekstrak tepung daun sirsak memiliki interval nilai LEC yang sempit, berkisar antara 1,65% hingga

4,23%, yang menunjukkan tingkat toksisitas yang tinggi. Tingkat akurasi meningkat dengan interval kepercayaan yang lebih sempit dan menurun dengan interval kepercayaan yang lebih lebar (Munandar dan Halim, 2020).

Larva *S. litura* 50% telah mati akibat pemberian ekstrak bubuk daun sirsak pada konsentrasi rendah. Berdasarkan nilai *lethal concentration* 50 (LC₅₀), 50% larva *S. litura* dapat mati akibat pemberian ekstrak bubuk daun sirsak dengan konsentrasi 3,00%. Hal ini sejalan dengan data *lethal time* 50 (LT₅₀) yang menunjukkan bahwa 50% larva *S. litura* mati 87,0 ± 8,49 jam setelah pemberian ekstrak bubuk daun sirsak dengan konsentrasi terendah (20 g/L). Insektisida botani lebih berbahaya pada konsentrasi fatal yang lebih rendah (Hasyim *et al.*, 2019). Pestisida botani yang berasal dari ekstrak bubuk daun sirsak membutuhkan konsentrasi 26,53%, atau 265,3 g/L air, untuk membunuh 95% larva *S. litura*, menurut analisis probit konsentrasi fatal 95%. Punjungsari (2022) menyatakan bahwa toksisitas insektisida menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi mematikan. Namun, konsentrasi ini juga melebihi pedoman efektivitas pestisida botani. Bila diaplikasikan dengan dosis tidak lebih dari 10%, pestisida botani dianggap efektif bila dilarutkan dalam air (Ente *et al.*, 2020).

Mortalitas harian

Pengukuran mortalitas harian larva *S. litura* menunjukkan fluktuasi harian tingkat mortalitas setelah penyuntikan ekstrak bubuk daun sirsak dengan berbagai konsentrasi. Persentase mortalitas harian larva *S. litura* ditampilkan pada Gambar 1. Tingkat mortalitas larva *S. litura* berkisar antara 8% hingga 20% selama hari pertama pemberian ekstrak bubuk daun sirsak. Hari kedua, mortalitas larva mencapai puncaknya sekitar 16% hingga 34% sebelum menurun. Laju mortalitas larva *S. litura* berkisar antara 10% hingga 14% pada hari keempat dan 12% hingga 20% pada hari ketiga. Mortalitas tidak terjadi pada konsentrasi 0 g/l air hingga 96 jam setelah pemberian.



Gambar 1. Mortalitas harian larva *S. litura* setelah uji dengan beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak

Mortalitas larva *S. litura* sudah mulai tampak dari pengamatan yang dilakukan pada hari pertama. Mortalitas harian tertinggi sebesar 20% teramati pada konsentrasi 100 g/l ekstrak tepung daun sirsak. Pengukuran mortalitas harian larva *S. litura* menunjukkan fluktuasi harian tingkat mortalitas setelah penyuntikan ekstrak bubuk daun sirsak dengan berbagai konsentrasi. Persentase mortalitas harian larva *S. litura* ditampilkan pada Gambar 1. Tingkat mortalitas larva *S. litura* berkisar antara 8% hingga 20% selama hari pertama pemberian ekstrak bubuk daun sirsak. Zat kimia acetogenin diyakini menjadi penyebabnya, karena memiliki kemampuan menyebabkan koagulasi pada lambung serangga, yang dapat mengakibatkan disfungsi sistem pencernaan dan akhirnya kematian bagi *S. litura*.

Hasil studi Alali *et al.*, (2017) memberikan dukungan untuk pandangan ini, yang menyatakan bahwa senyawa acetogenin yang ditemukan dalam tanaman sirsak memiliki mekanisme kerja yang ampuh terhadap serangga dengan merusak jaringan pencernaan dan menghambat fungsi mitokondria, yang mengganggu proses metabolisme dan akhirnya mengakibatkan kematian serangga. Lebih lanjut, menurut Nandhini dan Jeyasankar (2020), acetogenin dapat menimbulkan efek sitotoksik yang mengganggu sistem pencernaan serangga, seperti koagulasi dan degenerasi jaringan epitel lambung, yang menyebabkan serangga mati secara bertahap dan kehilangan kemampuannya untuk mencerna makanan.

Tingkat kematian larva *S. litura* mencapai puncaknya pada hari kedua setelah aplikasi ekstrak bubuk daun sirsak. Tingkat mortalitas

adalah 28% dan 20% untuk perlakuan pada konsentrasi 80 g/L air dan 60 g/L air, dan 16% untuk perlakuan pada konsentrasi 40 g/L air dan 20 g/L air. Mortalitas *S. litura* mencapai 34% pada konsentrasi 100 g/L air, yang merupakan tingkat mortalitas harian tertinggi. Peningkatan mortalitas, yang mencapai puncaknya pada hari kedua, disebabkan molekul asetogenin yang terakumulasi dalam tubuh larva *S. litura*. Hal ini sejalan dengan temuan Fisabilillah dan Rustam (2020), yang menyatakan bahan aktif pestisida botani memiliki kemampuan meracuni hama dan mulai bekerja dua hingga tiga hari setelah aplikasi. Tingkat mortalitas harian menurun pada hari ketiga dan keempat setelah aplikasi. Tingkat kematian larva *S. litura* pada hari ketiga adalah 20% pada konsentrasi 100 dan 80 g/l air, 16% pada konsentrasi 60 g/l air, 14% pada konsentrasi 40 g/l air, dan 12% pada konsentrasi 20 g/l air. Konsentrasi 100 g/l air, tingkat kematian larva *S. litura* pada hari keempat menghasilkan tingkat kematian harian sebesar 14%.

Konsentrasi 80 g/l air, 60 g/l air, dan 40 g/l air memiliki tingkat mortalitas 12%, sementara konsentrasi 20 g/l air memiliki tingkat mortalitas 10%. Mortalitas harian larva *S. litura* diperkirakan telah menurun karena larva kemungkinan telah melewati periode mortalitas puncak sehari sebelumnya dan toksisitas ekstrak bubuk daun sirsak telah berkurang. Hal ini mengonfirmasi hasil penelitian Akram *et al.*, (2024), yang menemukan bahwa persistensi pestisida botani yang rendah menyebabkan bahan aktif terurai dengan cepat dan bahkan memerlukan perlakuan yang lebih sering atau berulang untuk menurunkan populasi serangga uji.

Mortalitas total

Analisis varians menunjukkan bahwa perlakuan dengan berbagai dosis ekstrak tepung daun sirsak berpengaruh signifikan terhadap mortalitas larva *S. litura* secara keseluruhan (Tabel 4). Dengan rentang $46,0 \pm 0,55\%$ hingga $88,0 \pm 0,84\%$, Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tepung daun sirsak dengan jumlah yang berbeda memberikan dampak yang signifikan terhadap mortalitas larva *S. litura*. Mortalitas larva *S. litura* tidak terjadi pada konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak 0 g/L air

hingga akhir penelitian karena ekstrak tersebut tidak efektif dalam menyebabkan mortalitas.

Tingkat mortalitas total $88,0 \pm 0,84\%$, konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak tertinggi diberikan pada 100 g/L air. Konsentrasi air 80 g/L, yang menghasilkan mortalitas total $76,0 \pm 0,55\%$ dan sangat berbeda dengan perlakuan konsentrasi lainnya, tidak berbeda secara signifikan. Pengendalian larva *S. litura*, pemberian ekstrak bubuk daun sirsak dalam jumlah tinggi dapat meningkatkan tingkat mortalitas secara keseluruhan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa kandungan bahan aktif ekstrak bubuk daun sirsak meningkat seiring dengan kandungan fitokimianya. Hal ini mendukung pernyataan Solihin (2017) bahwa toksisitas suatu bahan meningkat seiring dengan jumlah senyawa beracun yang dikandungnya.

Tabel 4. Mortalitas total larva *S. litura* setelah uji dengan beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak

Konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak (g/l air)	Mortalitas total (SD $\pm$ %)
0	$0,00 \pm 0,00$ c
20	$46,0 \pm 0,55$ b
40	$54,0 \pm 0,55$ b
60	$62,0 \pm 0,45$ b
80	$76,0 \pm 0,55$ a
100	$88,0 \pm 0,84$ a

Keterangan : Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji BNJ pada taraf 5% setelah ditransformasi dengan arcsin $\sqrt{y}$.

Konsentrasi ekstrak bubuk daun sirsak 20 g/L air menghasilkan tingkat kematian keseluruhan terendah, $46,0 \pm 0,55\%$. Konsentrasi 80 g/L dan 100 g/L air berbeda secara signifikan dari ini, tetapi tidak dari konsentrasi 40 g/L dan 60 g/L air, yang masing-masing adalah $54,0 \pm 0,55\%$ dan $62,0 \pm 0,45\%$. Karena konsentrasi rendah, tingkat kematian keseluruhannya ringan. Konsentrasi komponen aktif yang digunakan memiliki dampak yang signifikan terhadap efikasi insektisida botani (Supriyadi *et al.*, 2019). Zat yang kurang beracun mencapai tubuh serangga pada konsentrasi yang lebih rendah, yang menghasilkan daya bunuh yang kurang ideal dan tingkat kematian yang rendah untuk serangga uji. Aplikasi pestisida nabati ekstrak bubuk daun sirsak terbukti efektif

mengendalikan larva *S. litura* pada konsentrasi 100 g/L air dengan total mortalitas $88,0 \pm 0,84\%$. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rustam & Tarigan (2021) bahwa pestisida nabati dikatakan efektif apabila mampu mematikan 80% hama uji dengan konsentrasi pestisida nabati yang diaplikasikan tidak melebihi 10% dengan pelarut air.

Perubahan tingkah laku dan morfologi

Larva *S. litura* menjauh dari tanaman cabai yang disemprot beberapa jam setelah perlakuan diberikan, gerakannya melambat dan bahkan cenderung tidak bergerak, dan aktivitas makannya menurun. Awalnya, larva aktif dan memanjat pucuk tanaman cabai. Selain memiliki rasa pahit karena alkaloid dan saponin yang dikandungnya, ekstrak tepung daun sirsak memiliki kualitas antifeedant yang membuat larva *S. litura* enggan makan. Pernyataan Sari dan Damanik (2020) mendukung pandangan ini dengan menunjukkan bahwa ekstrak daun sirsak mengandung senyawa aktif antifeedant seperti alkaloid dan saponin yang dapat menekan nafsu makan serangga dengan mengganggu reseptor rasa dan penciuman di bagian mulut serangga, membuat hama cenderung tidak memakan jaringan tanaman. Lebih lanjut, menurut Rahman *et al.*, (2019), saponin dapat membahayakan saluran pencernaan serangga, yang menurunkan aktivitas makan dan pertumbuhan larva *S. litura*, sementara senyawa alkaloid memiliki efek toksik dan rasa yang keras.



Gambar 2. Perubahan morfologi larva *S. litura*. (a) larva *S. litura* yang sehat, (b) larva *S. litura* yang mengalami perubahan menjadi kehitaman pada 3 jam setelah aplikasi, (c) larva *S. litura* yang telah membusuk pada 6 jam setelah aplikasi (Dokumentasi Penelitian, 2025)

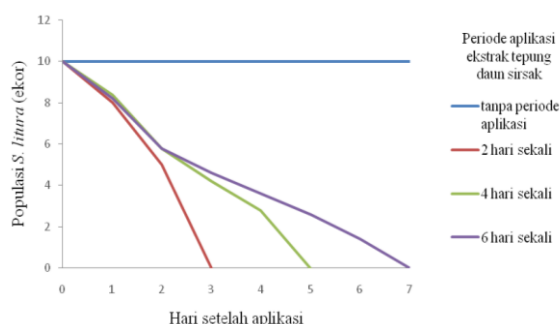
Perubahan morfologi pada larva *S. litura* meliputi penurunan ukuran tubuh secara bertahap dan perubahan warna tubuh dari hijau kecokelatan dengan bercak hitam pada abdomen

menjadi hitam kehijauan. Perubahan morfologi lainnya meliputi bau yang menyengat dan melemahnya tubuh larva. Metabolisme dan respirasi seluler larva terganggu, yang menyebabkan perubahan warna yang nyata dan penurunan pigmentasi tubuh (Mardiana dan Yusuf, 2021). Zat kimia acetogenin dalam ekstrak daun sirsak bubuk dapat menghambat sintesis ATP selama respirasi, sehingga mengganggu produksi energi dan menyebabkan penyusutan volume tubuh, yang pada akhirnya mengakibatkan kematian (Lestari *et al.*, 2016). Racun lambung dapat menyebabkan dehidrasi, yang menyebabkan serangga kehilangan cairan dan akhirnya mati (Isnaini *et al.*, 2015).

Percobaan II : Uji periode aplikasi ekstrak tepung daun sirsak mengendalikan *S. litura* pada tanaman cabai

Populasi *S. litura*

Pengamatan populasi larva *S. litura* setelah periode aplikasi ekstrak tepung daun sirsak berpengaruh nyata terhadap populasi larva *S. litura* dibandingkan dengan perlakuan tanpa periode aplikasi (kontrol). Hal ini disebabkan oleh kandungan zat kimia dalam ekstrak tepung daun sirsak yang mampu membunuh larva *S. litura*. Gambar 3 menunjukkan pengamatan populasi *S. litura*.



Gambar 3. Populasi larva *S. litura* dengan perlakuan beberapa periode aplikasi ekstrak tepung daun sirsak

Perlakuan tanpa periode aplikasi tidak ada penurunan jumlah populasi hingga akhir pengamatan. Namun hal ini berbeda dengan pemberian konsentrasi ekstrak tepung daun sirsak dengan periode aplikasi 2, 4 dan 6 hari sekali. Pemberian periode aplikasi ekstrak tepung daun sirsak dapat menurunkan jumlah populasi *S. litura*. Perlakuan periode aplikasi

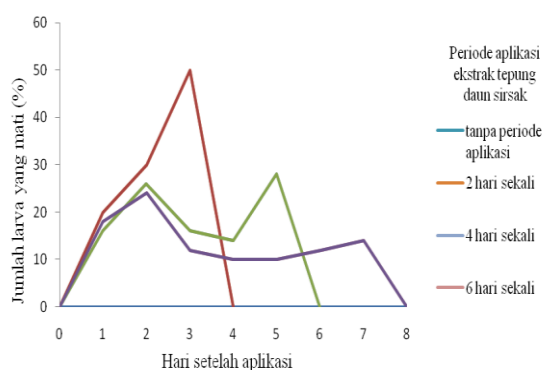
penyemprotan ekstrak tepung daun sirsak 2 hari sekali mampu menekan populasi *S. litura* hingga tidak ada lagi populasi yang tersisa pada hari ketiga pengamatan. Perlakuan periode aplikasi 4 hari sekali tidak ada populasi *S. litura* pada hari kelima pengamatan dan pada hari ketujuh untuk periode aplikasi 6 hari sekali. Hal ini diduga disebabkan oleh tanaman pada perlakuan dengan aplikasi setiap 2 hari sekali memiliki kandungan senyawa aktif dari ekstrak tepung daun sirsak yang lebih tinggi akibat frekuensi pengulangan aplikasi. Pendapat ini didukung oleh Wibowo dan Rahmawati (2021), peningkatan frekuensi aplikasi pestisida nabati dapat meningkatkan akumulasi senyawa bioaktif pada jaringan tanaman, sehingga efektivitasnya terhadap hama menjadi lebih tinggi, pengulangan aplikasi secara teratur, seperti setiap dua hari sekali, dapat mempertahankan dan bahkan meningkatkan konsentrasi senyawa aktif seperti acetogenin, alkaloid, dan saponin dari ekstrak tepung daun sirsak pada permukaan tanaman.

Penurunan populasi larva *S. litura* selama periode aplikasi yang berbeda menunjukkan bahwa kandungan bahan aktif dalam ekstrak tepung daun sirsak memengaruhi serangga uji melalui berbagai mekanisme. Mekanisme ini meliputi penurunan aktivitas makan larva *S. litura* dengan melepaskan senyawa asetogenin dalam bentuk aroma, bertindak sebagai *antifeedant* sehingga membuat *S. litura* kurang nafsu makan, dan melepaskan senyawa yang bersifat toksik bagi serangga. Pendapat Maniharapon *et al.*, (2015), semakin banyak daun sirsak yang dikonsumsi, semakin banyak pula senyawa yang dilepaskan dalam bentuk aroma, dan senyawa yang disebut annonain dapat beroperasi sebagai racun kontak dan gastrointestinal pada serangga.

Pengamatan jumlah *S. litura* yang mati

Berdasarkan hasil tabulasi data menunjukkan bahwa pengujian periode aplikasi menggunakan ekstrak tepung daun sirsak terhadap mortalitas *S. litura* berbeda pada setiap perlakuan. Pengamatan jumlah *S. litura* yang mati dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan data pada Gambar 4, pada perlakuan tanpa periode aplikasi tidak terdapat kematian pada serangga uji hingga akhir penelitian. Kematian larva uji pada hari pertama sebesar 20% untuk

perlakuan periode aplikasi 2 hari sekali dan perlakuan periode aplikasi 4 hari sekali sebesar 16%, sedangkan perlakuan periode aplikasi 6 hari sekali mampu mematikan larva uji sebesar 18%. Tingkat kematian larva uji pada hari kedua meningkat drastis hingga 30% selama interval aplikasi dua hari. Sementara itu, 26% larva uji mati selama periode perlakuan empat hari, dan 24% mati selama periode aplikasi enam hari. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa bahan aktif ekstrak bubuk daun sirsak telah terakumulasi di dalam tubuh larva *S. litura*, sehingga memungkinkannya bekerja sebagai neurotoksik dan racun lambung seefektif mungkin.



Gambar 4. Jumlah larva *S. litura* yang mati dengan perlakuan periode aplikasi ekstrak tepung daun sirsak

Puspitasari dan Hariri (2019), yang menyatakan bahwa bahan aktif dalam ekstrak daun sirsak, termasuk asetogenin, alkaloid, dan saponin, memiliki kapasitas untuk terakumulasi di jaringan tubuh serangga target dengan paparan berulang, mendukung pandangan ini. Sebagai neurotoksik dan racun lambung, penumpukan ini mengganggu sistem saraf dan pencernaan larva, mencegah mereka makan dan pada akhirnya menyebabkan kematian mereka.

Pengamatan hari ketiga menunjukkan kematian larva *S. litura* mengalami peningkatan pada perlakuan periode aplikasi 2 hari sekali yaitu mematikan semua larva uji yang tersisa atau sebesar 50% dari larva yang diinfestasikan. Hal ini kemungkinan besar terjadi karena ekstrak tepung daun sirsak diaplikasikan secara berkala selama perlakuan, sehingga meningkatkan jumlah dan laju penyerapan zat aktif ke dalam tubuh serangga. Sari dan Wibowo (2020) memperkuat pandangan ini dengan menyatakan bahwa penggunaan pestisida botani secara berulang dapat

meningkatkan efikasinya karena akumulasi senyawa aktif dalam tubuh serangga target, yang meningkatkan toksisitas serangga dan mempercepat timbulnya efek fisiologis. Terjadi penurunan selama periode perlakuan dengan pemberian ekstrak tepung daun sirsak setiap 4 dan 6 hari. Hal ini diduga karena unsur aktif dalam senyawa tersebut telah terurai, sehingga kurang efisien dalam meracuni hama. Hal ini mendukung pernyataan Shofiyah (2018) bahwa bahan aktif dalam pestisida botani mudah terurai, sehingga mengurangi efektivitasnya.

Pengamatan hari keempat difokuskan pada periode aplikasi 4 hari sekali dan 6 hari sekali karena pada periode aplikasi 2 hari sekali tidak ada lagi larva uji yang harus diamati. Jumlah larva yang mati pada kedua perlakuan tersebut juga mengalami penurunan seperti halnya pada hari ketiga, yaitu sebesar 14% pada perlakuan periode aplikasi 4 hari sekali dan 10% pada perlakuan periode aplikasi 6 hari sekali. Hal tersebut kemungkinan terjadi akibat menurunnya jumlah *S. litura* yang tersisa selama pengamatan, yang berimplikasi pada rendahnya tingkat kematian. Hal ini sependapat dengan pernyataan Handoko dan Setiawan (2019), ketika jumlah serangga yang tersisa semakin sedikit, maka kemungkinan kematian tambahan menjadi rendah karena populasi uji telah berkurang, sehingga persentase kematian tampak menurun meskipun efek insektisida masih berlangsung.

Jumlah larva *S. litura* yang mati meningkat hingga 28% pada hari kelima setelah ekstrak bubuk daun sirsak disemprotkan berulang kali setiap empat hari, sehingga membunuh semua larva *S. litura* yang masih hidup. Hal ini diduga disebabkan oleh peningkatan toksisitas ekstrak bubuk daun sirsak akibat aplikasi berulang. Menurut Puspitasari dan Hariri (2019), aplikasi ekstrak daun sirsak yang berulang dapat meningkatkan efek berbahayanya terhadap hama karena kandungan metabolit sekundernya persisten dan dapat terakumulasi pada spesies target.

Pengamatan periode aplikasi 6 hari sekali mengalami penurunan kematian larva uji pada hari kelima dan keenam, masing-masing hanya mampu mematikan larva uji sebesar 10% dan 12% karena kandungan senyawa aktif sudah terdegradasi, namun mengalami peningkatan pada hari ketujuh yaitu sebesar 14%.

Meningkatnya jumlah larva *S. litura* yang mati tidak terlepas dari pengulangan aplikasi ekstrak tepung daun sirsak, sehingga senyawa aktif yang menempel pada tanaman uji juga bertambah dan menyebabkan meningkatnya daya toksik yang terjadi terhadap larva uji. Pendapat ini didukung oleh Isman (2017), aplikasi insektisida nabati yang dilakukan secara berulang dapat meningkatkan efektivitas toksiknya terhadap serangga sasaran karena terjadi penumpukan senyawa bioaktif pada permukaan tanaman dan dalam tubuh serangga yang terpapar. Hal ini sejalan dengan pendapat. Selain itu, Adhikary et al. (2020) juga menegaskan bahwa intensitas serta frekuensi aplikasi biopestisida berpengaruh langsung terhadap tingkat mortalitas serangga uji karena peningkatan paparan residu toksik yang terakumulasi.

Kesimpulan

Ekstrak tepung daun sirsak dengan konsentrasi 100 g/l air merupakan konsentrasi yang efektif karena menyebabkan mortalitas total larva *S. litura* sebesar 88% dengan waktu kematian awal 4,8 jam setelah aplikasi dan waktu kematian 50% pada 42 jam setelah aplikasi, berdasarkan hasil uji berbagai konsentrasi dan periode aplikasi ekstrak tepung daun sirsak untuk mengendalikan larva *S. litura* pada tanaman cabai. Untuk mengendalikan *S. litura* pada tanaman cabai, waktu aplikasi yang ideal adalah dua hari sekali.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Dosen, Staf dan Rekan-rekan Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu Pertanian Universitas Riau.

Referensi

- Adhikary, S, Karmakar, P, & Mandal, P. (2020). Efficacy of Botanical Pesticides under Repeated Application Regimes Against Lepidopteran Pests. *International Journal of Pest Management*. Vol 66, no 4, hal. 301-308
- Akram, A. H., Sudarmawan, A. K., & Sudantha, I. M. (2024). Effectiveness of Various Botanical Insecticides for Controlling Liriomyza sp. Pests. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2b), 397-405. [10.29303/jbt.v24i2b.8161](http://doi.org/10.29303/jbt.v24i2b.8161)
- Alali, F. Q, Liu, X. X, & Laughlin, J. L., (2017). *Annonaceous acetogenins: Recent Progress. Journal of Natural Products*. 60(10): 1035-1042. [10.1021/np980406d](http://doi.org/10.1021/np980406d)
- Ambarningrum, T, Setyowati, E., & Susatya, P., (2012). Aktivitas Anti Makan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Pengaruhnya terhadap Indeks Nutrisi serta Struktur Membran Peritrofik Larva Instar V *Spodoptera litura* F. *Jurnal HPT tropika*. 12(2): 169-176. [10.23960/j.hptt.212169-176](http://doi.org/10.23960/j.hptt.212169-176)
- Arimbawa, I. D. M, Martiningsih, N. E & Javandira, C., (2018). Uji Potensi Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) untuk Mengendalikan Hama Ulat Krop (*Crociodolomia pavonana* F.). *Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*. Vol 8, no 15, hal. 60-71. <https://ejournal.unmas.ac.id/index.php/agrimeta/article/view/78>
- Badan Pusat Statistik. (2024). Produksi Tanaman Sayuran 2021-2023, Badan Pusat Statistik Indonesia, Jakarta Pusat.
- Baharuddin, R., (2016). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum annum*. L) terhadap Pengurangan Dosis NPK dengan Pemberian Pupuk Organik. *Dinamika Pertanian*. Vol 32, no 2, hal. 115-124. <https://journal.uir.ac.id/index.php/dinamikapertanian/article/view/576>
- Bragard, C., Dehnen-Schmutz, K., Di Serio, F., Gonthier, P., Jacques, M. A., ... & MacLeod, A. (2019). Pest categorisation of *Spodoptera litura*. *EFSA journal*, 17(7), e05765. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5765>
- Chamani, M., Dadpour, M., Dehghanian, Z., Panahirad, S., Chenari Bouket, A., Oszako, T., & Kumar, S. (2025). From Digestion to Detoxification: Exploring Plant Metabolite Impacts on Insect Enzyme Systems for Enhanced Pest Control. *Insects*, 16(4), 392. <http://doi.org/10.3390/insects16040392>

- Deden., (2017). Efektifitas Pestisida Nabati terhadap Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Sawi (*Brassica sinensis* L.). *Jurnal Logika*. Vol 19, no 1, hal. 7-11
- Ente, Z. F., Rumape, O., & Duengo, S. (2020). Efektivitas ekstrak daun srikaya (*Annona squamosa* L.) sebagai insektisida nabati terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura*). *Jamb J Chem*, 2(1), 1-9.
- Firmansyah & Isnaeni. (2020). Pengaruh Aplikasi Ekstrak Kasar Daun *Sphagneticola trilobata* terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Agro*. Vol 7, no1, hal. 92-101. [10.15575/7409](https://doi.org/10.15575/7409)
- Fisabilillah, R. A & Rustam, R., (2020). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Daun Sirih Hutan (*Piper aduncum* L.) terhadap Hama Tanaman Jagung (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) di Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi*. Vol 12, no 2, hal. 138-151. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jav/article/view/10841>
- Ginting, B, Yahya, M, Saidi, N, Maulana, I, Murniana, M, Safitri, E, Bahi, M, Rosiyana, Y, Novani, H., & Milza, D. N. A. (2024). Antioxidant and Cytotoxicity Screenings of Ethyl Acetate Extract from *Annona muricata* Leaves and its Fractions. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*. Vol 15, no 2, hal.70-74. [10.4103/JAPTR.JAPTR.470.23](https://doi.org/10.4103/JAPTR.JAPTR.470.23)
- Gustianingtyas, M, Herlinda, S, Anggraini, E, Arsi, A, Suwandi, S, Hasbi, H, Verawaty, M, Setiawan, A, Elfita, E, Suparman, S, Hamidson, H & Khodijah, K., (2020). Berat Larva *Spodoptera litura* dan Luas Daun Cabai yang Dimakannya Setelah Diaplikasikan Berbagai Isolat Jamur Entomopatogen, dalam *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8*, Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya, Palembang. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/2011>
- Handayani, M., (2018). *Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Merah (Capsicum annum L.) terhadap Pemberian Biochar Kulit Jengkol dan Pupuk Kandang Ayam*. Skripsi. Program Studi Agroteknologi. Universitas Medan Area. Medan.
- Handoko, R dan Setiawan, T., (2019). Pengaruh Jumlah Individu Uji terhadap Efektivitas Insektisida Nabati pada Serangga Hama Daun. *Jurnal Entomologi Indonesia*. Vol 16, no 1, hal 45-52
- Hasyim, A, Setiawati, W, Lukman, L, & Marhaeni, L. S., (2019). Evaluasi Konsentrasi Letal dan Waktu Letal Insektisida Botani terhadap Ulat Bawang (*Spodoptera exigua*) di Laboratorium. *Jurnal Hortikultura*. Vol 29, no 1, hal. 69-80. [10.21082/jhort.v29n1.2019.p69-80](https://doi.org/10.21082/jhort.v29n1.2019.p69-80)
- Hidayat, M. S., (2017). Uji Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun Sirsak terhadap *Spodoptera litura*. *Jurnal HPT Tropika*. Vol 17, no 2, hal. 145-152. [10.20961/agsjpa.v23i2.49130](https://doi.org/10.20961/agsjpa.v23i2.49130)
- Ibrahim, M & Rustam, R., (2020). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth) terhadap Mortalitas Larva *Helicoverva armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) Hama pada Tanaman Jagung Manis. *Jurnal Agroekotek*. Vol 12, no 2, hal. 165-178. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jav/article/view/11495>
- Irwanto., (2020). Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Tepung Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Mengendalikan Larva *Oryctes rhinoceros* L. *Jurnal Online Mahasiswa Faperta UR*. Vol. 7, no 2, hal. 1-10. <file:///C:/Users/limlo/Downloads/30689-59408-1-SM.pdf>
- Isman, M. B., (2017). Bridging the gap: Moving Botanical Insecticides from the Laboratory to the Farm. *Industrial Crops and Products*. Vol 110, hal, 10-14. [10.1016/j.indcrop.2017.07.012](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.012)
- Isnaini, M, Pane, E. R & Wiridianti, S., (2015). Pengujian Beberapa Jenis Insektisida Nabati terhadap Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L). *Jurnal Biota*. Vol 1, no1, hal. 15-19. <https://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/biota/article/view/379>
- Lestari, R. I, Ratnasari, E & Haryono, T., (2016). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata*) terhadap

- Kesintasan Ngengat *Spodoptera litura*. *Jurnal Lentera Bio*. Vol 5, no 1, hal. 60-65.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lentera/article/view/14565>
- Mardiana, R & Yusuf, R., (2021). Pengaruh Insektisida Nabati Daun Sirsak terhadap Morfologi Larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Proteksi Tanaman Indonesia*. Vol 25, no 2, hal. 145-153
- Moekasan, T. K, Prabaningrum, L dan Samudra, I. M., (2020). Determination of Control Threshold of *Spodoptera litura* on Hot Pepper. *AAB Bioflux*. Vol 12, no, 1 hal. 34-43.
<http://www.aab.bioflux.com.ro/docs/2020.34-43.pdf>
- Munandar, M. A & Aldiana Halim. (2020). Interval Kepercayaan Proporsi, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Nandhini, D dan Jeyasankar, A., (2020). Insecticidal and Histopathological Effects of *Annona muricata* Leaf Extract Against *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. Vol 8, no 3, hal. 1158-1164.
- Punjungsari, T. N. (2022). Median lethal concentration Ekstrak Daun Mimba *Azadirachta indica* pada Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) sebagai Indikator Bioinsektisida. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*. Vol 7, no 2, hal. 60-64.
<https://doi.org/10.32503/hijau.v7i2.2007>
- Puspitasari, D & Hariri, M., (2019). Pengaruh Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Mortalitas Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Agroteknologi*. Vol 13, no 2, hal. 78-85
- Rahman, M. A, Hasan, M. N, & Hossain, M. A., (2019). Antifeedant and Insecticidal Properties of *Annona muricata* Leaf Extract Against *Spodoptera litura* Fabricius. *International Journal of Entomological Research*. Vol. 7, no 1, hal. 45-52
- Rustam, R., & Cinthia Tarigan, A. (2021). Uji konsentrasi ekstrak serai wangi terhadap mortalitas ulat grayak jagung. *Dinamika Pertanian*, 37(3), 199-208.
[https://doi.org/10.25299/dp.2021.vol37\(3\).8928](https://doi.org/10.25299/dp.2021.vol37(3).8928)
- Sari, D & Damanik, R., (2020). Efektivitas Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) sebagai Biopestisida terhadap Hama *Spodoptera litura* F. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. Vol 9, no 2, hal 123-130
- Sari, D. A & Wibowo, H., (2020). Efektivitas Aplikasi Berulang Pestisida Nabati terhadap Mortalitas Serangga Hama. *Jurnal Proteksi Tanaman*. Vol 8, no 2, hal 85-92. [10.35194/prs.v2i2.1167](https://doi.org/10.35194/prs.v2i2.1167)
- Sari, D., 2020. Pengaruh Suhu terhadap Perkembangan Larva *Spodoptera litura*. *Jurnal Proteksi Tanaman Indonesia*. Vol 24, no 3, hal. 134-142
- Sari, N & R. S. Kasiandari. (2021). Identifikasi dan Uji Patogenisitas *Colletotrichum* spp. dari Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol 26, no 2, hal. 243-250.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/27516>
- Sayang, Y., & Pratama, T. (2024). Uji efektivitas lama simpan pestisida nabati serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap mortalitas *Tribolium castaneum*. *Journal Agroecotech Indonesia (JAI)*, 3(2), 85-93.
<https://doi.org/10.59638/jai.v3i2.97>
- Shofiyah, S., (2018). Uji Efektivitas Ekstrak Daun dan Biji Sirsak (*Annona muricata* Linn) terhadap Kutu Daun Persik (*Myzuz persicae* Suiz) (Homoptera: Aphididae) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Brawijaya. Malang.
- Solihin, Angry P., (2017). Uji Toksisitas Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica*) terhadap Keong Mas (*Pomacea canaliculata*). Skripsi. Universitas Negeri Gorontalo.
- Solikhin, S, Zestyadi, I & Yasin, N., (2018). Toksisitas Ekstrak Buah Mahkota Dewa (*Phaleria papuena* Warb.) terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) di Laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*. Vol 6, no1, hal. 21-25.
<https://doi.org/10.23960/jat.v6i1.2528>
- Supriyadi, S, Sari, D. R., & Handayani, N., (2019). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Nimba (*Azadirachta indica*) terhadap Mortalitas Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Agrotek Tropika*. Vol 7, no 1, hal 45-52

- Sutriadi, M. T., Harsanti, E. S., Wahyuni, S., & Wihardjaka, A. (2019). Pestisida nabati: prospek pengendali hama ramah lingkungan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(2), 89-101. [10.21082/jsdl.v13n2.2019.89-101](https://doi.org/10.21082/jsdl.v13n2.2019.89-101)
- Tando, E., (2018). Potensi Senyawa Metabolit Sekunder dalam Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Srikaya (*Annona squamosa*) sebagai Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama dan Penyakit pada Tanaman. *Jurnal Biotropika*. Vol 6, no 1, hal. 21-27. <file:///C:/Users/limlo/Downloads/adminbiotropika,+5.pdf>
- Utami, I & Cahyati, H. W., (2017). Potensi Ekstrak Daun Kamboja sebagai Pestisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Journal of Public Health Research and Development*. Vol 1, no 1, hal. 22-28. <https://journal.unnes.ac.id/sju/higeia/article/view/14001>
- Wibowo, A & Rahmawati, D., (2021). Efektivitas Frekuensi Aplikasi Pestisida Nabati terhadap Kandungan Senyawa Bioaktif dan Ketahanan Tanaman terhadap Hama. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. Vol 23, no 2, hal. 145-153
- Yunianti, L., (2016). *Uji Efektivitas Daun Sirih Hijau (Piper betle L.) sebagai Insektisida Alami terhadap Mortalitas Walang Sangit (Leptocorisa acuta)*. Skripsi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.