

Efikasi Campuran Serbuk Daun Sirsak Dengan Serbuk Daun Nimba Untuk Mengendalikan *Tribolium Castaneum* Pada Beras Di Penyimpanan

Nurlia Farida, Elviani*,Ruhelena Wilis

Dosen Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Iskandarmuda

Jalan kampus Unida no 15 Surien Banda Aceh

*e-mail : elvianisuparman@gmail.com

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan dosis campuran serbuk daun sirsak dengan daun nimba yang tepat dalam mengendalikan *Tribolium castaneum* pada beras di penyimpanan. Penelitian ini dilaksanakan di desa Gampong Baro Kecamatan Meraxa Kotamadya Banda Aceh dari Mei sampai Juli 2023. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yang terdiri dari campuran serbuk daun sirsak ditambah dengan serbuk daun nimba beberapa taraf yaitu : $K_0 = 0$ g daun sirsak + 0 g daun nimba, $K_1 = 4$ g daun sirsak + 0 g daun nimba, $K_2 = 0$ g daun sirsak + 4 g daun nimba, $K_3 = 1$ g daun sirsak + 3 g daun nimba, $K_4 = 2$ g daun sirsak + 2 g daun nimba, $K_5 = 3$ g daun sirsak + 1 g daun nimba, dengan demikian terdapat 6 perlakuan campuran serbuk dan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mortalitas *T. castaneum* sangat ditentukan oleh dosis campuran serbuk daun sirsak dan serbuk daun nimba yang dicobakan, mortalitas tertinggi yang dapat dicapai adalah 84,712% pada perlakuan K_3 (1 g daun sirsak + 3 g daun nimba). Jumlah imago yang muncul sangat dipengaruhi oleh aplikasi serbuk campuran daun sirsak daun nimba, imago yang muncul terendah dijumpai pada perlakuan K_2 (0 g daun sirsak + 4 g daun nimba) hanya 29,00 ekor. Dosis campuran serbuk daun sirsak dan serbuk daun nimba ternyata cukup efektif menekan persentase kerusakan beras yang dikibatkan oleh serangan hama *T. castaneum*. Persentase kerusakan beras tertinggi dijumpai pada perlakuan K_0 (0 g daun sirsak + 0 g daun nimba) yaitu 81,50%.

Kata Kunci: Daun sirsak, Daun nimba, Dosis, *Tribolium castaneum*

Abstract

The research aims to obtain the correct dosage of a mixture of soursop leaf powder and neem leaves to control *Tribolium castaneum* in rice in storage. This research was carried out in Gampong Baro village, Meraxa District, Banda Aceh Municipality from May to July 2023. This research used a single factor Completely Randomized Design (CRD) consisting of a mixture of soursop leaf powder plus neem leaf powder at several levels, namely: $K_0 = 0$ g leaves soursop + 0 g neem leaves, $K_1 = 4$ g soursop leaves + 0 g neem leaves, $K_2 = 0$ g soursop leaves + 4 g neem leaves, $K_3 = 1$ g soursop leaves + 3 g neem leaves, $K_4 = 2$ g soursop leaves + 2 g neem leaves, $K_5 = 3$ g soursop leaves + 1 g neem leaves, thus there were 6 powder mixture treatments and this was repeated 4 times to obtain 24 experimental units. The results of the study showed that the mortality of *T. castaneum* was largely determined by the dose of the mixture of soursop leaf powder and neem leaf powder that was tried. The highest mortality that could be achieved was 84.712% in the K_3 treatment (1 g of soursop leaves + 3 g of neem leaves). The number of

imago that appeared was greatly influenced by the application of a mixture of soursop leaves and neem leaves. The lowest imago that appeared was found in treatment K2 (0 g soursop leaves + 4 g neem leaves) only 29.00 individuals. A mixed dose of soursop leaf powder and neem leaf powder turned out to be quite effective in reducing the percentage of rice damage caused by *T. castaneum* pest attacks. The highest percentage of rice damage was found in the K0 treatment (0 g soursop leaves + 0 g neem leaves), namely 81.50%.

Keywords: soursop leaves, neem leaves, *Tribolium castaneum*

PENDAHULUAN

Beras adalah bahan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Pemerintah melalui Bulog selalu berusaha untuk menyediakan stok beras dalam negeri. Gudang sebagai sarana yang digunakan untuk menyimpan bahan baku dan produk jadi merupakan media yang sangat baik untuk perkembangan hama jika tidak ada program manajemen untuk pengendalian faktor-faktor yang berpotensi menurunkan kualitas produk simpan. Selama dalam penyimpanan, beras mengalami penyusutan baik kualitas maupun kuantitas yang disebabkan faktor fisik dan biologi. Faktor fisik antara lain adalah derajat sosoh sedangkan faktor biologi adalah gangguan hama beras di tempat penyimpanan. Umumnya hama pasca panen yang ada pada bahan simpan adalah dari golongan Coleoptera yaitu *Sitophilus oryzae*, *Callocobruchus* spp dan *Tribolium castaneum* (Bonanto, 2008).

Pengendalian *T. castaneum* selama ini masih menggunakan pestisida dan fumigasi dengan menggunakan bahan kimia, dimana penggunaan pestisida kimia dalam pengendalian hama banyak menimbulkan dampak negatif. Masalah pencemaran lingkungan merupakan akibat yang jelas terlihat, selain itu penggunaan pestisida kimia di Indonesia telah memusnahkan 55% jenis hama dan 72% agen pengendali hayati, karena pestisida adalah racun yang dapat mempengaruhi kehidupan organisme bukan sasaran. Penggunaannya harus didasarkan atas pertimbangan ekologis yang sangat bijaksana, oleh karena itu diperlukan pengganti pestisida yang ramah lingkungan, salah satu alternatif pilihannya adalah penggunaan pestisida nabati yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan seperti mahoni, tembakau, srikaya, mindi, tuba, sirsak dan nimba (Nurnasari, 2009).

Tanaman sirsak (*Annona muricata*) mengandung zat toksit bagi serangga yaitu senyawa acetogenin, asimisin, bulatacin, squamosin dan tannin yang dapat menyebabkan serangga mengalami kelainan tingkah laku, pertumbuhan terhambat, mengurangi produksi telur, dan sebagai repellen (penolak) (Gruber dan Carganilla, 2004). Kematian larva yang diakibatkan oleh ekstrak daun sirsak memperlihatkan indikasi tidak sempurnanya proses ekdisis, terbukti dengan adanya sejumlah larva yang gagal melepaskan kutikula lamanya. Larva yang mengalami gejala ini lama kelamaan akan mati dengan memperlihatkan gejala kematian akibat pengaruh simultan dari toksisitas ekstrak, kelaparan dan gagal melepaskan proses ganti kulit, terlihat adanya larva menjadi mengecil dan berwarna gelap (Gionar, 2004).

Ekstrak biji dan daun nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) mengandung azadirachtin, salanin, dan meliantriol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak serbuk daun nimba mampu membunuh *T. castaneum* melalui kontak dan system pencernaan (Anugraheni dan Brotodjojo, 2002). Azadirachtin berperan sebagai ecdyson blocker atau zat yang dapat menghambat kerja hormon ecdyson, yaitu suatu hormon yang berfungsi dalam proses metamorphose serangga. Serangga akan terganggu pada proses pergantian kulit, ataupun proses perubahan dari telur

menjadi larva, atau larva menjadi kepompong, atau dari kepompong menjadi dewasa. Biasanya kegagalan dalam proses ini seringkali mengakibatkan kematian (Gruber dan Carganilla, 2004).

Berdasarkan uraian tersebut perlu diadakan penelitian tentang efikasi campuran serbuk daun sirsak dan serbuk daun nimba sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama gudang *T. castaneum* pada beras di penyimpanan.

METODA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di desa Gampong Baro, Kecamatan Meuraxa, Kotamadya Banda Aceh. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: beras varietas IR-64, *T. castaneum* 10 ekor/toples, serbuk daun sirsak, dan serbuk daun nimba.. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: toples kaca, pinset, lup, kain kasa hitam, karet gelang, timbangan analitik, dan blender.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga terdapat 24 unit percobaan. Faktor yang diteliti adalah dosis campuran serbuk daun sirsak dan serbuk daun nimba yaitu: $K_0 = 0$ g daun sirsak + 0 g daun nimba, $K_1 = 4$ g daun sirsak + 0 g daun nimba, $K_2 = 0$ g daun sirsak + 4 g daun nimba, $K_3 = 1$ g daun sirsak + 3 g daun nimba, $K_4 = 2$ g daun sirsak + 2 g daun nimba, $K_5 = 3$ g daun sirsak + 1 g daun nimba.

Persiapan Kurungan *T. castaneum*

Toples kaca diisi dengan beras, setiap toples berisi 500 g. Toples ditutup dengan kain kasa dan diikat dengan karet gelang, setiap stoples diberi sedikit sirkulasi udara dengan cara dilubangi sedikit pada bagian tutupnya.

Pembiakan *T. castaneum*

Masing-masing toples diisi 5 pasang (10 ekor) imago *T. castaneum* dan diinvestasikan kedalam 24 stoples yang berisi beras sehingga jumlah seluruhnya menjadi 240 ekor. Diperlukan waktu 45 hari untuk proses adaptasi sebelum aplikasi.

Pembuatan Serbuk Daun Sirsak dan daun Nimba

Daun sirsak dan daun nimba yang digunakan adalah daun yang masih segar, tidak terlalu muda dan juga tidak terlalu tua. Daun dikering anginkan lalu dihaluskan dengan blender, lalu ditimbang sesuai dengan perlakuan.

Aplikasi Pestisida

Aplikasi dilakukan pada hari ke 46 setelah investasi hama dengan cara ditaburkan di atas beras dengan dosis sesuai perlakuan, lalu diaduk merata.

Parameter yang diamati meliputi:

1. Mortalitas *T. castaneum* (%), diamati dengan menghitung jumlah *T. castaneum* yang mati hari ke 3, 4, 5, dan 6 setelah aplikasi, disubstitusikan dalam rumus :
$$M = \frac{a}{b} \times 100\%$$
 (Priyono, 2002); M = Mortalitas *T. castaneum*, a = Jumlah *T. castaneum* yang mati, b = Jumlah *T. castaneum* keseluruhan.
2. Jumlah Imago yang muncul, diamati hari 45, 50, 55, dan 60 setelah aplikasi
3. Persentase Kerusakan (%), diamati persentase beras yang di rusak sesudah penyimpanan, dihitung dan dilakukan penimbangan bersamaan dengan mengakumulasi 4 kali bersamaan dengan pengamatan imago yang muncul. Persentase kerusakan di substitusi ke dalam rumus:
$$P = \frac{a}{b} \times 100\%$$
 (Priyono, 2002); P = Persentase kerusakan (%), a = berat beras yang rusak, b = berat beras awal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas *T. castaneum*

Hasil uji F pada analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan campuran serbuk daun sirsak dan daun nimba memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap mortalitas *T. castaneum* pada pengamatan 3, 4, 5, dan 6 hari setelah aplikasi (hsa). Rata-rata Mortalitas *T. castaneum* Akibat Perlakuan Campuran Serbuk Daun Sirsak dan Serbuk Daun Nimba dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Mortalitas *T. castaneum* Akibat Perlakuan Campuran Serbuk Daun Sirsak dan Serbuk Daun Nimba pada Pengamatan 3, 4, 5, dan 6 hsa.

Perlakuan	Rata-rata Mortalitas <i>T. castaneum</i> (%)			
	3 hsa	4 hsa	5 hsa	6 hsa
K ₀	0,906 a	0,906 a	0,906 a	0,906 a
K ₁	14,053 b	24,533 b	36,221 b	40,674 b
K ₂	20,467 bc	34,560 c	49,326 d	67,500 d
K ₃	24,533 c	42,116 d	60,112 e	84,712 e
K ₄	18,435 bc	28,227 b	42,116 c	50,895 c
K ₅	14,053 b	28,227 b	36,221 b	46,442 bc
BNT _{0,05}	8,286	5,630	4,631	8,227

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada α 0,05 (*uji BNT*)

Tabel 1 menunjukkan bahwa campuran serbuk daun sirsak dan serbuk daun nimba yang diaplikasikan, ternyata mortalitas *T. castaneum* tertinggi dijumpai pada perlakuan K₃ (1 g daun sirsak + 3 g daun nimba). Hal ini membuktikan bahwa campuran serbuk daun sirsak dan serbuk daun nimba memiliki kombinasi bahan aktif yang efektif untuk membunuh *T. castaneum* pada beras di penyimpanan. Efek sinergis bercampurnya dua bahan aktif ini memungkinkan terjadi karena masing-masing bahan aktif yang dikandung daun sirsak dan daun nimba mempunyai senyawa kimia flavonoid dan alkaloid dan derivat tanin (Bennet, 2003).

Kematian *T. castaneum* yang diakibatkan oleh ekstrak daun sirsak memperlihatkan indikasi tidak sempurnanya proses ekdisis terbukti dengan adanya sejumlah *T. castaneum* yang gagal melepaskan kutikula lamanya *T. castaneum* yang mengalami gejala ini lama kelamaan akan mati dengan memperlihatkan gejala kematian akibat pengaruh simultan dari toksisitas ekstrak, kelaparan dan gagal melepaskan proses ganti kulit, terlihat *T. castaneum* menjadi mengecil dan berwarna gelap (Gionar, 2004)

Serbuk daun sirsak mengandung senyawa acetogenin antara lain asimisin, bulatacin, squamosin dan tannin. Pada konsentrasi tinggi, senyawa acetogenin dan tannin memiliki keistimewaan sebagai anti feedent, serangga hama tidak lagi bergairah untuk melahap material yang disukainya (Hartati, 2002). Serbuk daun sirsak dan daun nimba sebagai pestisida nabati tidak menimbulkan efek negative bagi lingkungan maupun makhluk hidup sehingga aman untuk digunakan serta tidak menimbulkan resistensi (kekebalan) pada hama sehingga aman bagi keseimbangan ekosistem (Suriana, 2012 dalam Hidayanti dan Ambarwati, 2016; Yusuf, 2012).

Dewi (2017), menyatakan bahwa di dalam daun nimba terdapat senyawa aktif bersifat racun bagi hama yaitu *azadirachtin*, *nimbine*, *alkaloid*, *flavonoid* dan *tannin*. Senyawa *azadirachtin* bekerja dengan mengganggu proses pergantian kulit hama sehingga pertumbuhannya terganggu. Senyawa *nimbine* bekerja sebagai anti virus serta meliantriol sebagai penolak hama. Javandira (2016) menyatakan bahwa senyawa aktif *alkaloid*, *flavonoid* dapat bertindak sebagai

racun perut apabila tertelan bersamaan dengan pakan larva, selain itu senyawa aktif ini mampu mengganggu reseptor perasa di daerah mulut hama. Senyawa *tannin* yang dihasilkan oleh tanaman akan menghalangi serangga dalam proses mencerna makanan dengan cara mengikat protein pada sistem pencernaan.

Jumlah Imago *T. castaneum* yang Muncul

Hasil uji F pada analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan campuran serbuk daun sirsak dan daun nimba memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap Jumlah Imago *T. castaneum* yang muncul pada pengamatan hari ke 45, 50, 55 dan 60 hari setelah aplikasi (hsa). Rata-rata Jumlah Imago *T. castaneum* yang Muncul Akibat Perlakuan Campuran Serbuk Daun Sirsak dan Serbuk Daun Nimba dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Imago *T. castaneum* yang Muncul Akibat Perlakuan Campuran Serbuk Daun Sirsak dan Serbuk Daun Nimba pada Pengamatan 45, 50, 55, dan 60 hsa.

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Imago <i>T. castaneum</i> yang Muncul			
	45 hsa	50 hsa	55 hsa	60 hsa
K ₀	28,50 c	33,25 d	75,50 e	92,75 e
K ₁	22,75 b	27,75 c	58,50 d	79,00 d
K ₂	15,75 a	18,00 a	23,50 a	29,00 a
K ₃	16,50 a	19,50 a	30,50 b	39,25 b
K ₄	19,25 ab	23,75 b	40,00 c	55,75 c
K ₅	21,00 b	27,00 bc	62,50 d	77,75 d
BNT _{0,05}	3,903	3,726	6,274	7,453

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada α 0,05 (*uji BNT*)

Tabel 2 menunjukkan bahwa campuran daun sirsak dan daun nimba yang diaplikasikan ternyata jumlah imago *T. castaneum* tertinggi dijumpai pada perlakuan K₀ (0 g daun sirsak + 0 g daun nimba) sedangkan jumlah imago terendah dijumpai pada perlakuan K₂ (0 g daun sirsak + 4 g daun nimba). Hal ini membuktikan bahwa *azadirachtin* dan *meliantriol* pada daun nimba berperan sebagai *repellent* bagi serangga sehingga mampu menekan jumlah imago yang muncul pada beras di penyimpanan.

Efek primer dari *azadirachtin* terhadap serangga berupa gangguan pada pengaturan perkembangan dan reproduksinya, akibat efek langsung pada sel somatik dan jaringan reproduksi serta efek tidak langsung yang mengganggu proses neuroendocrine. Pengaruh *azadirachtin* terhadap pengaturan pertumbuhan serangga dengan mengganggu sistem neuroendocrine-nya. Senyawa inilah yang paling banyak ditemukan sehingga terhambatnya proses metamorphosis (Mordue dan Nisbet, 2000).

Meliantriol berperan sebagai penghalau (*repellent*) yang mengakibatkan serangga hama enggan mendekati zat tersebut. Suatu kasus terjadi Ketika belalang *Schistocerca gregaria* menyerang tanaman di Afrika, semua jenis tanaman terserang belalang, kecuali satu jenis tanaman, yaitu mimba. Mimbapun dapat merubah tingkah laku serangga, khususnya belalang (*insect behavior*) yang tadinya bersifat migrasi, bergerombol dan merusak menjadi bersifat solitair yang bersifat tidak merusak. *Nimbin* dan *nimbidin* berperan sebagai anti mikro organisme seperti anti virus, bakterisida, fungisida sangat bermanfaat untuk digunakan dalam mengendalikan penyakit tanaman (Gruber dan Carganilla, 2004).

Persentase Kerusakan Beras oleh serangan *T. castaneum*

Hasil uji F pada analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan campuran serbuk daun sirsak dan daun nimba memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap Persentase Kerusakan Beras oleh serangan *T. castaneum*. Rata-rata Persentase Kerusakan Beras oleh *T. castaneum* Akibat Perlakuan Campuran Serbuk Daun Sirsak dan Serbuk Daun Nimba dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Persentase Kerusakan Beras oleh *T. castaneum* Akibat Perlakuan Campuran Serbuk Daun Sirsak dan Serbuk Daun Nimba

Perlakuan	Persentase Kerusakan Beras oleh <i>T. castaneum</i>
K ₀	81,50 d
K ₁	52,00 c
K ₂	20,50 a
K ₃	24,25 a
K ₄	35,00 b
K ₅	52,50 c
BNT _{0,05}	6,948

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada α 0,05 (*uji BNT*)

Tabel 3 menunjukkan bahwa persentase kerusakan beras oleh *T. castaneum* tertinggi dijumpai pada perlakuan K₀ (0 g daun sirsak + 0 g daun nimba) yaitu 81,50%, sedangkan persentase kerusakan beras terendah pada perlakuan K₂ yaitu 20,50%. Hal ini membuktikan bahwa kandungan *salanin* yang berperan sebagai *anti-feedant* bagi serangga yang menyebabkan nafsu makan dari serangga tersebut menurun sehingga persentase kerusakan pada beraspun ikut menurun.

Besar kecilnya dosis yang diberikan sangat berpengaruh terhadap tingkat mortalitas hama, sehingga berpengaruh pula terhadap tingkat populasi hama yang tertinggal (tersisa) yang pada akhirnya berpengaruh pula kepada besar kecilnya kerusakan material yang ditimbulkan.

Rembold (2004) menyatakan bahwa, jika serangga memakan senyawa aktif, sebagai reaksi serangga tertentu yang tidak tahan akan mengalami kematian, sebaliknya serangga yang toleran akan tetap bertahan sampai dapat mengikuti stadia berikutnya sampai menjadi imago. Bagi serangga yang tidak tahan terhadap senyawa aktif tersebut, sebelum akhirnya mati serangga dapat tetap bertahan dengan memaksimalkan pemanfaatan sumber energi di dalam tubuhnya, sebagai konsekuensi dari keadaan ini serangga akan mengalami hambatan pertumbuhan dan perkembangan sehingga persentase kerusakan yang ditimbulkan juga sedikit.

De Paula (2009) menyatakan bahwa steroid dan struktur kekerasan jaringan terdapat dalam berbagai bagian tumbuhan mulai dari akar, batang, daun, buah/polong, dan biji, bersama dengan substansi sekunder lainnya berperan sebagai pertahanan diri dari serangan serangga, karena semua terdapat pada makanan yang dikonsumsi serangga dapat menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan, sedangkan *acetoginin* pada daun sirsak dan *azadirachtin* pada nimba merupakan tambahan dari luar yang bersifat, menghambat makan dan bersifat toksik pada serangga.

KESIMPULAN

1. Perkembangan dan Mortalitas *T. castaneum* sangat ditentukan oleh taraf dosis campuran serbuk daun sirsak dan daun nimba yang dicobakan, mortalitas tertinggi dijumpai pada perlakuan K₃ (1 g daun sirsak + 3 g daun nimba) yaitu 84,712%.

2. Jumlah imago yang muncul sangat dipengaruhi oleh aplikasi campuran serbuk daun sirsak dan daun nimba, imago yang muncul terendah dijumpai pada perlakuan K₂ (0 g daun sirsak + 4 g daun nimba) yaitu 29,00 ekor.
3. Dosis campuran serbuk daun sirsak dan daun nimba ternyata cukup efektif menekan persentase kerusakan beras yang diakibatkan oleh serangan hama *T. castaneum*. Persentase kerusakan beras tertinggi dijumpai pada perlakuan K₀ (0 g daun sirsak + 0 g daun nimba), yaitu 20,50%

DAFTAR PUSTAKA

- Anugraheni, D. P & R. Brotodjojo. 2002. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Biji Sirsak (*Annona squamosa* L.) terhadap Mortalitas Hama Bubuk Beras (*Tribolium castaneum*).
- Bennet, S.M. 2003. Life Cycle Sitophilus spp and Life Cycle *Tribolium* spp By Effect extraction mix. Neem and Sweetsop. <http://www.the-piedpiper.co.uk/thh7c.htm>. Diakses tanggal 29 April 2024.
- Bonanto, S. 2008. Manajemen Hama Gudang. Buletin K4 (Kualitas, Keselamatan dan Kesehatan Kerja). PT. Charoen Pokphan-Balalraja, Indonesia. Vol. 5 hal 1-4.
- Dewi, A. A. Lidya Nirmala., I. W. Karta, Candra W., Andini Dewi. 2017. Uji Efektifitas Larvasida Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Terhadap Larva Ulat Sacrophaga Pada Daging Upkarya Yadnya di Bali. Jurnal Sains dan Teknologi. 6(1):126-136.
- Gionar. 2004. Pengaruh Pestisida Nabati Daun Sirsak Terhadap Hama Bahan Simpan. Universitas Lampung. Lampung.
- Gruber, L.C. dan Carganilla, G.S. 2004. Neem Production and use. Philippine-German Biological Plant Protection Project Bureau of Plant Industry Department of Agriculture 692 SanAndress Street Malate. Philippines.
- Hartati, Z. 2002. Pengujian Ekstrak Biji dan Daun Sirsak Untuk Mengendalikan Hama *Helicoverpa armigera*.
- Hidayanti, E. dan D. Ambarwati. 2016. Pestisida Nabati Sebagai Alternatif Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). <https://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpsurabaya/tinymcpuk/%20gambar/file/pesnab%20web.pdf>. Diakses tanggal 20 April 2024.
- Javandira, Cokorda., I Ketut W. dan I Gusti Agung. S. 2016. Kajian Fitokimia dan Potensi Ekstrak Daun Tanaman Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai Pestisida Nabati. Seminar Nasional.
- Mordue (Luntz), A.J. and A. J. Nisbet. 2000. Azadirachtin from the Neem Tree *Azadirachta indica* : Its Action Against Insects. An. Soc. Entomol. Brasil 29 (4): 615-632.

Nurnasari, E. 2009. Pemanfaatan Senyawa Kimia Alami Sebagai Alternatif Pengendalian Hama Tanaman. Proseding Nasional Perlindungan Tanaman. Bandung.

Yusuf, R. 2012. Potensi dan Kendala Pemanfaatan Pestisida Nabati dalam Pengendalian Hama pada Budidaya Sayuran Organik. Seminar UR-UKM ke-7. Optimalisasi Riset Sains dan teknologi dalam Pembangunan Berkelanjutan.