

EKSTRAK ETANOL DAUN MELINJO (*Gnetum gnemon* L.) SEBAGAI ANTI FEEDANT TERHADAP LARVA ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura* Fab.) PADA TANAMAN SAWI (*Brassica sinensis* L.)

Antifeedant Activity of Ethanol Extract Of Melinjo Leaves (Gnetum gnemon L.) Against Oriental Leafworm Moth (Spodoptera litura Fab.) on Cabbage (Brassica sinensis L.)

Debby D. Moniharapon dan Mechiavel Moniharapon

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon 97233

ABSTRACT

Moniharapon, D.D. & M. Moniharapon. 2014. Antifeedant Activity of Ethanol Extract of Melinjo Leaves (*Gnetum gnemon* L.) Against Oriental Leafworm Moth (*Spodoptera litura* Fab.) on Cabbage (*Brassica sinensis* L.) Jurnal Budidaya Pertanian 10: 100-104.

Melinjo (*G. gnemon* L.) is a plant with a biopesticide potential. A research about the antifeedant activity of ethanol extract of melinjo leaves against the oriental leafworm moth larvae (*S. litura* fab.) on cabbage (*B. sinensis* L.) has been done in January 2014. The aim of the research was to find out the effective of ethanol extract of melinjo leaves (*G. gnemon* L.) on the larvae of oriental leafworm moth (*S. litura* Fab.). The experiment was conducted in a completely randomized design with five different concentration of the leaf extract (0%, 5%, 10%, 15%, and 20%) and three replications. Analysis of variance (ANOVA) followed by Tuckey analysis at 95% confidence interval were used to analyze the data. The result show that treatments with 5%, 10%, 15% and 20% of melinjo leaf extract result in 27,10%, 45,30%, 46,60%, 80,50% of feeding resistance, respectively. ANOVA and Tuckey analysis show that ethanol extract of melinjo leaves exhibited significant antifeedant activity on the larvae of oriental leafworm moth (*S. litura* Fab.) at 20% concentration.

Keywords: Melinjo, ethanol extract, antifeedant, oriental leafworm moth

PENDAHULUAN

Ulat grayak (*Spodoptera litura* Fab.) merupakan salah satu hama penting pada tanaman kedelai. Hama ini bersifat polifag atau dapat hidup pada berbagai jenis tanaman, seperti tomat, sawi, kubis, cabai, buncis, bawang merah, terung, kentang, kangkung, bayam, padi, jagung, tebu, jeruk, jarak kepyar, pisang, tembakau dan kacang-kacangan (Arifin, 1992).

Di Indonesia pada umumnya, khususnya di Jawa tanaman *brassica*, misalnya sawi banyak diusahakan di daerah pedesaan di dataran tinggi, meskipun di beberapa tempat diusahakan di dataran rendah. Sawi (*Brassica sinensis* L.) merupakan jenis sayuran daun yang digemari oleh konsumen karena memiliki kandungan pro-vitamin A dan asam askorbat yang tinggi. Produksi tanaman sawi sangat ditentukan dari penampilan sawi, karena dapat menentukan tinggi atau rendah nilai jual.

Jenis-jenis insektisida yang biasa dipakai di kalangan petani sayuran adalah insektisida karbamat dan organofosfat. Penggunaan insektisida tersebut dapat menimbulkan efek yang berbahaya apabila dikonsumsi masyarakat dalam jangka waktu yang panjang. Oleh sebab itu, dapat digunakan insektisida nabati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan untuk menekan resistensi

terhadap penggunaan pestisida secara kimiawi. Salah satu komponen pengendalian hama dan penyakit yang saat ini sedang dikembangkan adalah penggunaan pestisida nabati atau senyawa bioaktif alamiah yang berasal dari tumbuhan. Penggunaan pestisida nabati merupakan alternatif untuk mengendalikan serangan hama. Pestisida nabati relatif mudah didapat, aman terhadap hewan bukan sasaran, serta mudah terurai di alam sehingga tidak menimbulkan efek samping (Kardinan, 2002). Pada tumbuhan yang berpotensi sebagai pestisida nabati mengandung banyak alkaloid di dalamnya, yang dapat bersifat bahan alam yang ramah lingkungan. Menurut Lakitan (1993), ratusan jenis senyawa dibentuk sebagai bahan penyusun struktur organel atau bagian-bagian dari sel lainnya. Tumbuhan juga menghasilkan senyawa metabolit sekunder (*secondary metabolite*) yang berfungsi untuk melindungi tumbuhan dari serangga, bakteri, jamur dan jenis patogen lainnya.

Salah satu jenis tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai pestisida nabati adalah tumbuhan melinjo. Tumbuhan melinjo mengandung senyawa bioaktif resveratol yang dapat bersifat insektisidal dan penghambat makan (antifeedant) yang berupa racun kontak dan racun perut (Herviandri, 1989).

Senyawa yang bersifat palatabilitas tersebut dapat masuk melalui dinding badan atau kulit (kutikel) dan juga melalui mulut dan saluran pencernaan (racun perut). Gangguan pada penerimaan rangsangan pada saat proses makan menyebabkan serangga tidak dapat melakukan aktivitas makan secara normal, sehingga sebagian nutrisi yang diperlukan serangga tidak dapat terpenuhi (Dono & Sujana, 2007). Senyawa antifeedant hanya akan berpengaruh jika mengganggu sistem penerimaan rangsangan, salah satunya dengan menghalangi pengiriman sinyal ke reseptor perasa (Meyer, 2006).

Sebelumnya, telah dilakukan penelitian terhadap daun tanaman melinjo. Menurut Heviandri (1989), dimana ekstrak daun melinjo (*Gnetum gnemon* L.) dapat mempengaruhi perilaku makan ulat grayak (*S. litura* Fab.) pada tanaman kangkung. Selain itu, sesuai hasil penelitian yang dilakukan Tohir (2010), perlakuan ekstrak daun melinjo dapat menghambat aktivitas makan ulat grayak (*S. litura* Fab.). Ulat grayak juga merupakan hama yang menyerang sawi. Adanya ulat grayak pada tanaman sawi membuat beberapa petani gusar, karena jika pada musim kemarau tingkat produksi sawi dapat menurun akibat diserang hama tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari ekstrak etanol daun melinjo (*G. gnemon* L.) sebagai antifeedant atau penghambat daya makan terhadap larva *S. litura* Fab.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini pada bulan Januari 2014. Proses ekstraksi dilakukan pada laboratorium kimia dasar FKIP Universitas Pattimura Ambon. Sedangkan untuk pengamatan dilakukan pada Laboratorium Taksonomi, FMIPA Universitas Pattimura Ambon.

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun melinjo yang sudah tua, etanol absolut, akuades, madu 10%, kertas, kertas saring, kertas label, kasa nyamuk, sarung tangan, masker, daun sawi (*Brassica sinensis* L.) dan larva ulat grayak (*S. litura* Fab.) instar ketiga.

Prosedur Kerja

Proses Ekstraksi

Daun melinjo sebanyak 1000 g diambil dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 65°C selama sehari. Pada umumnya, suhu oven yang serasi adalah sekitar 50°C sampai 70°C (Chapman, 1964). Kemudian daun yang kering tersebut diblender hingga menjadi serbuk. Serbuk tersebut akan ditimbang sebanyak 100 gr. Ekstraksi daun melinjo dilakukan dengan cara maserasi menggunakan pelarut etanol selama 48 jam. Maserasi dilakukan hingga dapat ekstrak cair etanol. Residu ekstraksi kembali menggunakan cara yang sama untuk

pelarut etanol. Filtrat dari etanol dikumpulkan dan diuapkan sampai kering menggunakan penguap putar (pompa vacum) selama 6 jam, sehingga diperoleh ekstrak etanol.

Hewan Uji

Larva ulat grayak didapatkan dari areal pertanaman sawi daerah Sapuri (Hulung) daerah Ambon. Pemiakan hewan uji dilakukan dengan mengumpulkan larva *S. litura* Fab. dan dipelihara di Laboratorium dengan menggunakan stoples. Makanan yang diberikan untuk pemeliharaan hama ini adalah daun sawi segar yang diganti setiap hari. Saat larva akan memasuki stadia pupa, yang ditandai dengan berkurangnya aktivitas makan dan gerak, maka larva-larva tersebut dipindahkan ke dalam kotak pemeliharaan.

Imago yang muncul diberi makanan berupa larutan madu 10%. Imago dibiarkan berkopulasi. Selanjutnya, meletakkan telur pada kertas yang telah disediakan sampai kelompok telur yang diletakkan cukup banyak. Telur-telur tersebut dipindahkan lagi ke dalam petridish untuk penetasan larva, kemudian larva dipindahkan ke dalam stoples pemeliharaan yang diisi dengan daun sawi segar sebagai makanan larva (Hasnah dan Nasril, 2009). Larva-larva tersebut terus dipelihara hingga memasuki instar ke 2 (ukuran tubuh 3,5 mm). Larva-larva instar 2 dipelihara dan akhirnya memasuki instar ke 3 dimana ukuran tubuh 8-15 mm.

Pembuatan Larutan Uji sesuai Konsentrasi Perlakuan

Penelitian menggunakan larutan uji yang berkonsentrasi 0% (kontrol); 5%; 10%; 15%; 20%. Larutan uji sesuai dengan satuan konsentrasi dalam % (g/mL), penentuan konsentrasi sesuai dengan banyaknya ekstrak (dalam g) yang dipakai dan dicampurkan dengan akuades (mL). Pada konsentrasi 20%, ekstrak etanol daun melinjo (*G. gnemon* L.) sebanyak 20 g dimasukkan ke gelas beker dan ditambah akuades sebanyak 100 ml secara perlahan-lahan agar tercampur secara homogen. Untuk konsentrasi 15% dilakukan pengenceran larutan dengan menggunakan 15 gr ekstrak etanol daun melinjo yang dilarutkan dalam 100 ml akuades. Pembuatan larutan uji berikutnya dilakukan sesuai langkah-langkah pada konsentrasi di atas. Pada kontrol (konsentrasi 0%) hanya memakai larutan akuades.

Uji Daya Hambat Makan dari Larutan Ekstrak

- Larutan uji yang sudah dibuat sesuai konsentrasi masing-masing antara lain : 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%, ditempatkan pada tempat atau wadah terpisah yang berukuran sama.
- Larva ulat grayak (*S. litura* Fab.) instar 3 yang sudah tidak diberi makan (3 jam). Larva instar 3 sebanyak 45 ekor, tiap wadah pemeliharaan berisi 3 ekor.
- Pakan yang tersedia (daun sawi muda) dicelupkan ke dalam masing-masing larutan uji konsentrasi dengan ukuran daun, panjang 5 cm dan lebar 5 cm untuk perlakuan (0%, 5%, 10%, 15% dan 20%, masing-masing perlakuan diuji 3 larva memakan 2 helai

(bentuk daun sawi yang digunakan untuk perlakuan sama). Setelah itu, dimasukkan ke dalam masing-masing wadah pemeliharaan larva ulat grayak (*S. litura* Fab.) instar 3.

- d. Setiap larutan uji akan diulang sebanyak 3 kali. Pengamatan terhadap larva ulat grayak (*S. litura* Fab.) instar 3 yang dilakukan setelah pendedahan selama 6 jam.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini memakai Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Dengan demikian terdapat 15 satuan percobaan. Kelima perlakuan berupa konsentrasi ekstrak etanol daun melinjo (*Gnetum gnemon* L.) yang terdiri dari : 0% (kontrol), 5%, 10%, 15%, 20%.

Pengamatan

Pengujian efek hambatan makan (antifeedant) dilakukan dengan uji tanpa pilihan menggunakan daun sawi dengan mengacu pada metode yang dimodifikasi dari Hasanali and Bentley (1987). Tiga ekor larva uji pada setiap ulangan yang tidak diberi makan selama 3 jam dimasukkan dalam wadah plastik yang berisi daun sawi yang telah dicelup dengan EDM (ekstrak daun melinjo) sesuai perlakuan. Evaluasi dilakukan 6 jam setelah perlakuan untuk melihat gambaran kemungkinan aktivitas ekstrak terhadap perilaku makan larva. Luas daun yang dimakan diukur dengan menggambarkan bekas daun yang dimakan pada kertas milimeter. Gambaran kertas yang merupakan luas daun yang dimakan dikonversikan ke dalam cm^2 .

Hambatan makan larva dihitung dengan rumus (Hasanali and Bentley, 1987).

$$\text{Hambatan Makan} = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Dimana :

C = Luas daun yang dimakan pada kontrol.

T = Luas daun yang dimakan pada perlakuan

Analisis Data

Data yang dikumpulkan berdasar pada angka hambatan makan ulat grayak (*S. litura* Fab.) pada masing-masing perlakuan. Untuk melihat perbedaan yang nyata antara perlakuan ekstrak daun melinjo (*G. gnemon* L.) terhadap daya hambat makan ulat grayak (*S. litura* Fab.), data dianalisa menggunakan Analisis Varian Satu Arah (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji BNJ pada selang kepercayaan 95% apabila setelah dilakukan uji F menunjukkan $\sigma < 0,05$ (memakai program Origin Versi 16).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan setelah pengamatan selama 6 jam, maka rata-rata luas daun dan hambatan makan dari larva ulat grayak (*Spodoptera litura* Fab.) disajikan pada Tabel 3. Setelah larva instar ketiga *S. litura* Fab. diletakkan dalam wadah yang berisi potongan daun perlakuan dan kontrol, awalnya larva berjalan gelisah dalam mencari potongan daun pakan. Larva yang pertama kali menemukan pakan yang diberi perlakuan (konsentrasi 5%, 10%, 15%, dan 20%), larva tersebut mencoba memakan pakan dan setelah beberapa waktu larva meninggalkan potongan pakan tersebut. Sebaliknya larva yang sampai pada potongan daun yang tidak diberi perlakuan (kontrol), larva tetap tinggal pada potongan daun tersebut dan meneruskan makannya. Hal tersebut menunjukkan bahwa senyawa aktif penghambat makan larva lebih bekerja sebagai penghambat makan primer. Akibatnya, larva uji tidak langsung mati karena kelaparan melainkan dengan aktivitas makan yang rendah larva masih dapat bertahan hingga batas waktu 1 hari.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun melinjo konsentrasi 5% menunjukkan efek penghambatan makan sebesar 27,10%, konsentrasi 10% sebesar 45,30%, serta konsentrasi 15% sebesar 46,60% dan konsentrasi 20% sebesar 80,50%. Setelah 6 jam setelah perlakuan, terlihat larva sudah tidak lagi melakukan aktivitas makan. Dari hasil analisis varian (ANNOVA) didapatkan nilai sigma (prob) $F < 0,05$, sehingga rata-rata dari setiap perlakuan ada yang berbeda. Oleh karena itu dilanjutkan dengan uji BNJ.

Hasil uji BNJ (*tuckey test*) didapatkan perlakuan yang berbeda nyata antara perlakuan 0% dan perlakuan 20% pada taraf uji 5%, serta perlakuan 5% dan perlakuan 20% pada taraf uji 5% (lampiran 2). Sedangkan perlakuan yang tidak berbeda nyata yaitu, perlakuan 0% dan perlakuan 5%, perlakuan 0% dan perlakuan 10%, perlakuan 0% dan perlakuan 15%, perlakuan 5% dan perlakuan 10%, perlakuan 5% dan perlakuan 15%, perlakuan 10% dan perlakuan 15%, perlakuan 10% dan perlakuan 20%, serta perlakuan 15% dan perlakuan 20%. Dengan demikian, dari hasil pengujian didapatkan perlakuan yang paling efektif sebagai daya hambat makan larva *S. litura* Fab. yaitu konsentrasi 20% dengan daya hambat 80,50%.

Hambatan makan tertinggi larva *S. litura* Fab. pada konsentrasi 20%, dimana hambatan makan mencapai 80,50% dibanding perlakuan yang lain. Sesuai dengan pernyataan Schoonhoven (1982) bahwa senyawa anti makan dikatakan efektif bila tingkatan hambatannya mencapai 80-100%. Penelitian yang dilakukan Tohir (2010) menunjukkan ekstrak metanol daun melinjo dapat menurunkan aktivitas makan larva *S. Litura* Fab. sebesar 33,5 % pada konsentrasi 5%. Hal ini berbeda dengan penelitian ini dimana konsentrasi 5% ekstrak etanol daun melinjo hanya menyebabkan hambatan makan sebesar 27,03%.

Tabel 3. Rata-rata Luas Daun yang Dimakan dan Hambatan Makan

Konsentrasi Ekstrak (%)	Rata-rata luas daun yang dimakan (cm ²)	Rata-rata hambatan Makan pada 6 Jam Setelah Aplikasi (%) ± SD
0	33,32	0 ± 0
5	23,62	27,10 ± 17,04
10	19,28	45,30 ± 31,50
15	17,09	46,60 ± 21,05
20	6,67	80,50 ± 14,14

Oleh sebab itu, pelarut metanol lebih baik dalam menarik senyawa kimia yang bersifat antifeedant pada daun melinjo bila dibandingkan dengan pelarut etanol. Selain itu, telah dilakukan penelitian oleh Asikin & Thamrin (2002) mengenai efikasi ekstrak etanol tanaman melinjo mampu membunuh larva *S. litura* Fab. dalam waktu 24 jam sebanyak 5,6%. Hal tersebut menunjukkan sebelum larva mati, larva tersebut terganggu aktivitas makannya yang disebabkan oleh senyawa kimia tanaman melinjo.

Tumbuhan melinjo mengandung senyawa kimia yang berfungsi sebagai antifeedant. Menurut Asikin & Thamrin (2002), kandungan bahan kimia pada tumbuhan melinjo secara umum adalah saponin, flavonoid dan tanin. Rosyidah (2007) menyatakan bahwa senyawa flavonoid dan saponin dapat menimbulkan kelemahan pada saraf serta kerusakan pada spirakel yang mengakibatkan serangga tidak dapat bernafas dan akhirnya mati. Flavonoid merupakan senyawa aktif yang memiliki aktivitas penghambat makan terhadap berbagai jenis hama (Schmutterer, 1995). Saponin bersifat sebagai racun dan antifeedant pada kutu, larva, kumbang dan berbagai serangga lain. Menurut Vincent (1995), saponin juga dapat menghambat pernafasan serangga. Robinson (1995) menyatakan bahwa senyawa alkaloid yang dihasilkan dari ekstrak tumbuhan merupakan salah satu jenis saponin yang mengandung nitrogen.

Menurut Untung (1993), pestisida nabati dapat masuk ke dalam tubuh serangga melalui berbagai cara antara lain: sebagai racun perut (*stomach poison*) yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui alat pencernaan serangga, racun kontak (*contact poisoning*) yang masuk melalui kulit atau dinding tubuh, dan yang terakhir fumigant atau pernafasan yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernafasan.

Pada sistem saraf serangga antara sel saraf dengan sel otot terdapat celah yang disebut sinaps. Sinaps akan menghantarkan impuls dari sel saraf ke sel otot dengan bantuan neurotransmitter, yaitu asetilkolin. Asetilkolin di celah sinaps akan berdifusi ke membran sel otot, kemudian berikatan dengan reseptor pada membran sel otot dan membentuk kompleks reseptor-neurotransmitter. Selanjutnya, neurotransmitter (asetilkolin) akan dihidrolisis oleh enzim asetilkolinesterase (AChE) menjadi asetil, koenzim-A dan kolin. Hidrolisis asetilkolin membuatnya terlepas dari reseptor sehingga tidak dapat mempengaruhi membran sel otot (Isnaeni, 2006).

Sebelum makan, larva terlebih dahulu mencicipi makanannya untuk mendeteksi adanya zat-zat nutrisi dan tidak adanya senyawa sekunder yang berbahaya bagi dirinya melalui sensori yang terdapat pada alat mulutnya seperti sensori yang terdapat pada palpus maksila dan papila yang terdapat pada bagian dalam labrum (Schoonhoven 1987). Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun melinjo mengandung senyawa yang bersifat anti makan. Adanya hambatan makan ini disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa asing (misalnya saponin, tanin dan flavonoid) yang terkandung dalam ekstrak ataupun fraksi yang aktif sebagai penghambat makan yang memperpendek aktivitas makan atau menghentikan aktivitas makan.

Menurut Meyer (2006), senyawa antifeedant hanya akan berpengaruh jika mengganggu sistem penerimaan rangsangan yang salah satunya dengan menghalangi pengiriman sinyal ke reseptor perasa. Hambatan makan yang terjadi disebabkan oleh senyawa-senyawa yang terdapat pada daun sawi yang mampu mengacaukan sinyal-sinyal rangsangan makan. Penerimaan pakan pada larva melibatkan sistem saraf pusat yang merespons berbagai faktor yang bersifat menarik (*attractant*) dan penghambat (*deterrent*) (Miller & Strickler, 1984). Bila dikaitkan dengan pengendalian hama di lapangan keadaan ini menguntungkan karena larva yang masih bertahan hidup tersebut dapat dimanfaatkan predator-predator hama sebagai makanan.

Terjadinya penurunan aktivitas makan dapat dilihat pada bertambah atau meningkatnya konsentrasi ekstrak, ditandai dengan tidak adanya daun yang berlubang diakibatkan terjadi penurunan aktivitas makan larva sesuai konsentrasi tertinggi yang diuji. Larva *S. litura* Fab. secara visual hanya memakan sedikit pakan yang diberi perlakuan ekstrak etanol daun melinjo dengan konsentrasi tinggi, hal ini sesuai dengan sifat antifeedant dari ekstrak tersebut. Aktivitas menghambat makan tersebut dapat meningkatkan kepekaan serangga terhadap pestisida, termasuk pestisida nabati. Hal tersebut berarti semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diuji mengakibatkan larva gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga tidak dapat mengenali makanannya, dapat berakibat larva mati karena mengalami kelaparan (Setiawati dkk, 2008). Hal ini sesuai dengan pendapat Priyono (1994) dalam Marhaeni (2001), bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, maka kandungan bahan aktif dalam larutan lebih banyak sehingga daya racun pestisida nabati semakin tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ekstrak etanol daun melinjo (*G. gnemon* L.) sebagai antifeedant terhadap larva ulat grayak (*S. litura* Fab.) didapatkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi 20% berpengaruh dalam menekan aktivitas makan larva uji, sehingga ekstrak tersebut berpotensi sebagai pestisida nabati. Hal ini disebabkan karena konsentrasi 20% ekstrak etanol daun melinjo (*G. gnemon* L.) mampu menghambat aktivitas makan larva *S. litura* Fab. sebesar 80, 50% pada 6 jam setelah pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. 1992. *Bioekologi, Serangan, dan Pengendalian hama pemakan daun kedelai*. Balai Penelitian Tanaman Pangan, Malang
- Asikin, S. & M. Thamrin. 2002. Bahan Tumbuhan Sebagai Pengendali Hama Ramah Lingkungan. Disampaikan pada Seminar Nasional Lahan Kering dan Lahan Rawa. 18-19 Desember 2002. BPTP Kalimantan Selatan dan Balittra. Banjarbaru.
- Dono, D. & N. Sujana. 2007. Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun, Kulit Batang dan Biji *Barringtonia asiatica* (Lecythidaceae) terhadap Larva *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). Disampaikan pada Simposium Nasional PEI. Sukamandi
- Heviandri, R. 1989. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) pada Kangkung terhadap Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Isnaeni, W. 2006. *Fisiologi Hewan*. Kanisius. Yogyakarta
- Kardinan, A. 2002. *Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi*. Cetakan ke-4. Penebar Swadaya, Jakarta
- Lakitan, B. 1993. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Rajawali Press. Padang.
- Marhaeni, K.S. 2001. Pengaruh Beberapa Konsentrasi Ekstrak Biji Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Perkembangan *Spodoptera litura* (Lepidoptera, Noctuidae). Skripsi. UPN Surabaya.
- Meyer, J.R. 2006. Chemoreceptors. NC State University. Available online at <http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/tutorial/mechano.html> (diakses pada september 2013).
- Miller, J.R. & K.L. Strickler. 1984. Finding and accepting host plant. Dalam W.J. Bell & R.T. Carde (Eds.), *Chemical ecology of insects*. Sunderland. P. 127-157.
- Robinson, T. 1995. Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi. Terjemahan: K. Padmawinata. ITB. Bandung.
- Rosyidah, A. 2007. Pengaruh Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan. Universitas Jember.
- Tohir, M.A. 2010. Teknik Ekstraksi dan Aplikasi Pestisida Nabati Untuk Menurunkan Palatabilitas Ulat Grayak. *Buletin Teknik Pertanian* 15: 37-40.
- Untung, K. 1993. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Cetakan ke-2. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Vincent, E. 1995. *Sayuran Dunia I : Prinsip Produksi dan Gizi*. Edisi II. ITB. Bandung.