

Uji Bioaktivitas Filtrat Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale*) terhadap Tingkat Mortalitas dan Penghambatan Aktivitas Makan Larva *Plutella xylostella* secara *In-Vitro*

*In-Vitro Bioactivity Analysis of Red Ginger Rhizome (*Zingiber officinale*) Filtrate on *Plutella Xylostella* Larvae Mortalities and Feeding Inhibition Activity*

Shohib Hidayatul Asfi*, Yuni Sri Rahayu, Yuliani

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: hidayatshohib@yahoo.co.id

ABSTRAK

Plutella xylostella merupakan hama utama tanaman anggota Brassicaceae, yang menjadi faktor penyebab menurunnya hasil produksi. Alternatif pengendalian hama ini adalah dengan menggunakan senyawa aktif pada tanaman jahe merah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pengaruh pemberian filtrat rimpang jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap mortalitas larva *Plutella xylostella*. Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 1 faktor perlakuan yaitu konsentrasi filtrat rimpang jahe merah. Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan yaitu kontrol, konsentrasi 10%, 15%, dan 20%, dengan tiap perlakuan diberikan 10 ekor larva. Data mortalitas dan penghambatan aktivitas makan dianalisis dengan Analisis Varians (ANOVA) satu arah dan dilanjutkan dengan menggunakan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian filtrat rimpang jahe merah berpengaruh terhadap tingkat mortalitas dan penghambatan aktivitas makan larva *Plutella xylostella*. Perlakuan terbaik terdapat pada konsentrasi 20%, dengan tingkat mortalitas sebesar 94% dan tingkat penghambatan aktivitas makan larva sebesar 55%.

Kata kunci: Bioaktivitas; rimpang jahe merah; mortalitas; anti-feedant; *Plutella xylostella*.

ABSTRACT

Plutella xylostella the major pest of Brassicaceae, which is an important factor causing the decline in production. Pesticides in the community are less effective in delivering value *P. xylostella* larvae mortality. Alternative pest control is by using the active compounds of red ginger plant. The purpose of this research is to describe the effect of administration of filtrate of red ginger rhizome (*Zingiber officinale*) with various concentrations to the mortality of *Plutella xylostella* larvae. This research used a completely randomized design (CRD), with the factor is the concentration of the filtrate of red ginger rhizome. This research consisted of four treatments: control, concentration of 10%, 15%, and 20%, each treatment was applied to 10 larvae. The data of mortality and anti-feedant activity were analyzed using one-way Analysis of Variance (ANOVA) and followed by Duncan Test. The results showed that administration of red ginger rhizome filtrate with various concentrations caused different effects on the level of *Plutella xylostella* larvae mortality. The best treatment on the mortality rate of larvae present in a concentration of 20%, with a mortality rate of 94% and a percentage of larval anti-feedant activity by 38%.

Key words: Bioactivity; red ginger rhizome; mortality; anti-feedant; *Plutella xylostella*

PENDAHULUAN

Berkembangnya penggunaan pestisida yang dinilai praktis dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman, ternyata membawa dampak negatif bagi lingkungan. Dalam aplikasi di lapangan, penggunaan pestisida sintetik ternyata tidak semua tepat sasaran, hanya sekitar 20% yang mengenai sasaran, sisanya yang 80% akan jatuh ke tanah dan terakumulasi di dalam tanah (Zarkani dkk., 2009).

Residu pestisida akan dapat meracuni organisme non target yang bermanfaat bagi manusia (misalnya musuh alami hama, serta

hewan lain yang mendukung fungsi kelestarian alam), yang akan menimbulkan strain hama baru yang resisten terhadap pestisida, menimbulkan terjadinya resurgensi hama (meningkatnya populasi hama yang menyebabkan terjadinya ledakan hama sekunder dan hama potensial) (Raini, 2007).

Plutella xylostella merupakan hama penting tanaman anggota Brassicaceae yang menyebabkan berkurangnya kualitas hasil produksi. *Plutella xylostella* merusak tanaman dengan cara menggerek bagian permukaan epidermis daun. Gejala serangan ditandai dengan adanya lubang-

lubang menyerupai jala yang menerawang pada permukaan daun dengan hanya tinggal urat daunnya saja (Herlinda, 2003). Serangan *P. xylostella* dapat dikategorikan berbahaya karena dapat menurunkan jumlah maupun kualitas hasil panen. Potensi kerusakan yang disebabkan oleh hama ini dapat mencapai 58-99 % (Sastrowijoyo dkk., 2005).

Alternatif untuk mengendalikan hama ini adalah dengan menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati dinilai aman bagi lingkungan dibandingkan dengan insektisida kimia karena pestisida nabati kurang presisten sehingga tidak menimbulkan banyak residu, mudah terurai di alam, dan tidak menimbulkan *resurgensi* bagi hama tanaman. Penggunaan pestisida nabati atau senyawa bioaktif alami yang berasal dari tumbuhan memanfaatkan pertahanan alami tumbuhan terhadap serangga hama (Kardinan, 2011).

Jahe merah memiliki potensi sebagai bahan pestisida nabati karena mengandung senyawa *oleoresin* yang memberikan rasa pedas pada jahe, serta senyawa minyak atsiri yang mengandung banyak komponen, diantaranya *zingiberene*, *zingiberol*, *kaemferol*, dan *bisabolene* (Kusumaningati, 2009). *Kaemferol* bertindak sebagai inhibitor pernafasan kuat bagi serangga dan mampu memblokir organ *olfactori* dalam tubuh serangga, sehingga sistem pernafasan serangga terganggu (Rahajoe dkk., 2012). Senyawa keton *zingeron*, yang merupakan turunan dari senyawa *zingiberene* mampu memberikan penurunan aktivitas makan serangga.

Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa dengan konsentrasi 11%, 13%, 15%, 18%, dan 20% mampu memberikan nilai mortalitas pada larva *P. xylostella*, dengan nilai mortalitas rata-rata secara berturut adalah 80%, 86%, 82%, 98% dan 100% dalam waktu 5 hari (hari kedua sampai kelima). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji pemanfaatan filtrat rimpang jahe merah (*Zingiber officinale*) terhadap tingkat mortalitas dan aktivitas makan pada larva *Plutella xylostella* pada tanaman sawi hijau (*Brassica sinensis*) yang dilakukan secara *in-vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan rancangan acak lengkap, dengan satu faktor perlakuan yaitu filtrat rimpang jahe merah (*Zingiber officinale*) dengan 4 perlakuan konsentrasi, yaitu kontrol, konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Penelitian dilakukan pada bulan April-Agustus 2014 yang

bertempat di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya.

Bahan yang digunakan adalah *Plutella xylostella*, jahe merah, akuades, dan sawi hijau. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengaduk, parut, kertas saring, kuas, gelas beaker 100 mL, gelas ukur 10 ml, pipet, botol vial plastik, timbangan digital, kertas label, nampan, pemotong gabus, dan alat tulis.

Penelitian diawali dengan pengembangbiakan *Plutella xylostella* yang diperoleh dari Balai Tanaman Pemanis dan Serat, Kabupaten Malang dengan ukuran larva instar I. Larva diberi perlakuan saat larva mencapai ukuran instar II. Filtrat jahe merah dibuat dengan mencuci bersih 500g rimpang jahe merah segar kemudian dikeringanginkan, selanjutnya jahe merah yang sudah dicuci bersih diparut untuk kemudian diperas dan disaring untuk memperoleh filtrat jahe merah 100%. Konsentrasi filtrat jahe merah 100% tersebut selanjutnya diencerkan menjadi larutan 10%, 15%, dan 20%.

Pada tahap perlakuan dilakukan 4 perlakuan (kontrol, konsentrasi 10%, 15%, dan 20%) dengan masing-masing 5 ulangan tiap perlakuan yang terbagi dalam petak botol vial. Perlakuan yang diberikan adalah kontrol, dengan merendam potongan sawi dengan akuades dan merendam daun sawi dengan filtrat jahe merah pada berbagai konsentrasi yang sudah ditentukan (10%, 15%, dan 20%) dengan tiap perlakuan konsentrasi terdiri atas 10 ekor larva. Pakan yang diberikan pada setiap botol vial dikontrol luasnya (2,5cm). Pada tiap botol vial diisi dengan 1 ekor larva *Plutella xylostella*.

Pada tahap pengamatan, pertama dilakukan satu hari setelah aplikasi. Pada pengamatan pertama dilihat kondisi *Plutella xylostella* setelah pemberian perlakuan, demikian seterusnya sampai hari ketiga, lalu dilakukan penghitungan mortalitas *Plutella xylostella* pada setiap ulangan per hari. Aktivitas makan larva diketahui dengan melakukan penghitungan berat pakan sisa yang diberikan.

Pengamatan terhadap mortalitas larva dilakukan dengan melihat kondisi larva yang telah mati dengan gejala yang tidak memberikan respon jika diberi sentuhan, tubuh berwarna cokelat kehitaman, tubuh lembek bila disentuh, terkadang tubuh menjadi lisis sambil mengeluarkan cairan dari dalam tubuhnya. Pengambilan data aktivitas makan dilakukan satu hari setelah perlakuan dengan menimbang berat pakan awal sebelum perlakuan dikurangi dengan berat pakan akhir setelah perlakuan.

Data mortalitas dan penghambatan aktivitas makan larva yang diperoleh selanjutnya dianalisis normalitasnya dengan Uji Kolmogorov-Smirnov. Hasil uji normalitas menunjukkan data yang diperoleh berdistribusi normal, dengan taraf ketelitian > 0.05 . Data tersebut kemudian dianalisis dengan Analisis Varians (ANOVA) satu arah, yang menunjukkan bahwa konsentrasi filtrat berpengaruh signifikan terhadap mortalitas larva *Plutella xylostella*, sehingga uji dilanjutkan dengan Uji Duncan.

HASIL

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan dua jenis data penelitian, yaitu data mortalitas dan data aktivitas makan larva *Plutella xylostella*. Berdasarkan hasil uji mortalitas *Plutella xylostella* akibat pemberian filtrat rimpang jahe merah, didapatkan mortalitas *P. xylostella* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi jahe merah terhadap mortalitas *Plutella xylostella*

Perlakuan	Pengamatan Tiap 24 Jam					Jumlah	Mortalitas (%)
	1	2	3	4	5		
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0
JM 10%	8	8	8	8	9	41	82
JM 15%	9	9	8	8	9	43	86
JM 20%	9	9	9	10	10	47	94

Keterangan:

*JM= Jahe Merah

*Pengamatan dilakukan 24 jam setelah perlakuan

*Data berdasarkan hasil pengamatan selama 5 hari berturut-turut

Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat bahwa konsentrasi filtrat rimpang jahe merah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan konsentrasi 10%, 15%, dan 20%. Hasil pengamatan yang dilakukan selama 5 hari, mendapatkan hasil bahwa konsentrasi filtrat rimpang jahe merah sangat berpengaruh terhadap tingkat mortalitas larva *Plutella xylostella*. Konsentrasi yang paling berpengaruh terhadap peningkatan mortalitas pada larva *P. xylostella* adalah konsentrasi 20%, dengan persentase nilai mortalitas sebesar 94%, sedangkan konsentrasi dengan pengaruh paling rendah terhadap nilai mortalitas pada larva *P. xylostella* adalah konsentrasi 10% dengan persentase tingkat mortalitas larva sebesar 82%. Data tersebut menunjukkan bahwa nilai mortalitas larva berbanding lurus dengan tingkat konsentrasi. Semakin tinggi nilai konsentrasi yang diberikan, maka nilai mortalitas yang dihasilkan juga semakin tinggi.

Data mortalitas yang diperoleh dianalisis normalitasnya dengan menggunakan analisis Kolmogorov-Smirnov. Data tersebut dianalisis dengan menggunakan ANOVA satu arah (*One-way ANOVA*) yang menunjukkan bahwa filtrat rimpang jahe merah berpengaruh nyata terhadap tingkat mortalitas larva *Plutella xylostella* dengan nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} yaitu $482.917 > 19$. Data kemudian dianalisis lanjutan dengan uji

Duncan, dengan hasil uji Duncan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Nilai Mortalitas Larva *Plutella xylostella* pada Berbagai Perlakuan

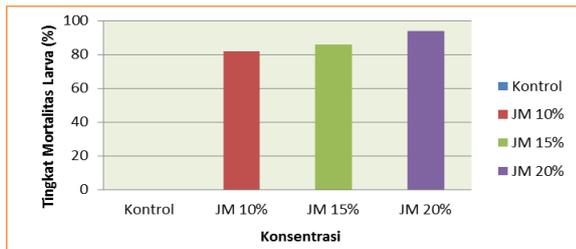
Perlakuan	Mortalitas dan SD
Kontrol	0±0a
JM 10%	82±0,5b
JM 15%	84±0,9b
JM 20%	94±0,6c

Keterangan:

* JM= Jahe Merah

* Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji Duncan

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa antara konsentrasi 20% dengan perlakuan pada kontrol (0%) terjadi perbedaan yang sangat signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat nilai mortalitas larva yang sangat mencolok antara perlakuan kontrol dengan perlakuan konsentrasi 20%. Pada konsentrasi 10% dan 15%, hasil yang diperoleh tidak berbeda nyata. Data pada Tabel 2 juga menunjukkan bahwa perlakuan terbaik dalam memberikan nilai mortalitas larva terdapat pada perlakuan konsentrasi 20%, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tingkat Mortalitas Larva *Plutella xylostella* pada Berbagai Konsentrasi

Hasil pengukuran berat pakan sebagai parameter aktivitas makan larva, diperoleh hasil seperti pada Tabel 3. Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi filtrat jahe merah berpengaruh terhadap penghambatan aktivitas makan larva. Konsentrasi yang paling berpengaruh dalam menghambat aktivitas makan larva *Plutella xylostella* adalah konsentrasi 20%, dengan nilai penghambatan aktivitas makan larva sebesar 55%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi filtrat jahe merah sebanding dengan penghambatan aktivitas makan larva, semakin tinggi tingkat konsentrasi yang diberikan, maka aktivitas makan larva semakin berkurang.

Tabel 3. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Jahe Merah Terhadap Penghambatan Aktivitas Makan *Plutella xylostella*

Perlakuan	Penghambatan makan (%)
Kontrol	0
JM 10%	18
JM 15%	35
JM 20%	55

Keterangan:

*JM : Jahe Merah

*Data berdasarkan pengamatan 48 jam setelah perlakuan

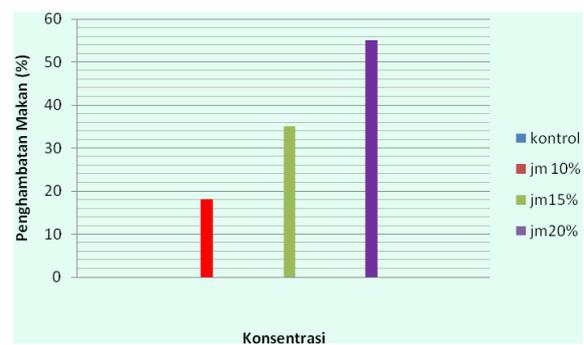
Data yang diperoleh dianalisis dengan Kolmogorov-Smirnov untuk melihat normalitas data. Data yang telah terdistribusi normal dianalisis dengan ANAVA satu arah (*One-Way ANOVA*) yang menunjukkan bahwa filtrat jahe merah memiliki pengaruh yang nyata terhadap tingkat aktivitas makan larva *Plutella xylostella* dengan nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , yaitu $264,299 > 19$. Data selanjutnya dianalisis lanjutan dengan uji Duncan, dengan hasil uji Duncan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Penghambatan Aktivitas Makan Larva *Plutella xylostella* pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Penghambatan Makan dan SD
Kontrol	0±0,5a
JM 10%	18±0,9b
JM 15%	35±1,2c
JM 20%	55±1,4d

Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada uji Duncan

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda terhadap aktivitas makan larva *Plutella xylostella*. Perlakuan terbaik dalam memberikan penghambatan aktivitas makan larva *Plutella xylostella* terdapat pada konsentrasi filtrat jahe merah 20%, dengan tingkat penghambatan aktivitas makan larva mencapai 55%. Pengaruh pemberian filtrat rimpang jahe merah terhadap tingkat penghambatan aktivitas makan pada berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tingkat aktivitas makan larva *Plutella xylostella* pada berbagai konsentrasi

PEMBAHASAN

Pemberian berbagai konsentrasi filtrat rimpang jahe merah berpengaruh terhadap tingkat mortalitas serta penghambatan aktivitas makan pada larva *Plutella xylostella*. Konsentrasi yang paling berpengaruh dalam memberikan tingkat mortalitas serta hambatan makan pada larva *P. xylostella* adalah konsentrasi 20%, dengan persentase nilai mortalitas sebesar 94% (Tabel 1) serta aktivitas makan larva sebesar 55% (Tabel 3). Hal ini disebabkan karena filtrat rimpang jahe merah mengandung senyawa aktif yang berpotensi sebagai bahan pestisida nabati (Astuti, 2011).

Kusumaningati (2009) menyatakan bahwa jahe merah mengandung komponen volatil yang terdiri atas derivat sesquiterpen dan monoterpen.

Komponen inilah yang memberi aroma khas pada jahe. Derivat dari sesquiterpen yang terkandung diantaranya zingiberene, *ar-curcumine*, β -sesquiphelandrene dan β -bisabolene, sedangkan derivat dari monoterpen yang terkandung dalam jahe adalah champhene, bornyl asetat, p -cymene, cinol, citral, α -piene, bornyl asetat, borneol, limonene, cumene, β -elemene, geraniol, linalool, β -pinene dan sabinene. Komponen non-volatil terdiri dari oleoresin, antara lain adalah shogaol dan gingerol. Gingerol dan shogaol merupakan senyawa antioksidan fenolik jahe.

Mekanisme masuknya senyawa aktif yang terdapat pada jahe merah adalah dengan bereaksi dengan membran sel sebagai racun kontak dengan cara merusak membran sel sehingga permeabilitas membran plasma terganggu dan mengakibatkan lisis. Kerusakan membran sel ini disebabkan oleh ion H^+ dari senyawa gingerol akan berikatan dengan gugus fosfat sehingga molekul fosfolipida akan terurai menjadi asam karboksilat, gliserol, dan asam fosfat. Hal ini mengakibatkan fosfolipida tidak dapat mempertahankan bentuk membran sitoplasma, sehingga membran sitoplasma bocor (Robinson, 1995).

Dadang dan Kanju (2000) mengatakan bahwa membran sel yang tersusun atas lipid dan protein sangat rentan terhadap zat kimia yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan tegangan permukaan membran plasma. Kerusakan membran plasma menyebabkan terganggunya transport nutrisi (senyawa dan ion) melalui membran sel sehingga sel *Plutella xylostella* mengalami kekurangan nutrisi yang diperlukan bagi pertumbuhannya.

Selain mengakibatkan keluarnya materi dalam sel, dan mengganggu proses transport nutrisi oleh sel, kerusakan membran sitoplasma akan mengakibatkan senyawa lain yang terdapat pada jahe merah lebih leluasa melakukan penetrasi ke dalam tubuh larva. Masuknya senyawa lain ke dalam tubuh larva secara leluasa akibat dari rusaknya jaringan membran akan mengakibatkan terganggunya fungsi fisiologis dalam tubuh larva. Senyawa tersebut akan mengganggu sistem pernafasan, mengganggu kerja hormonal dan merusak saluran pencernaan. Terganggunya sistem fisiologis larva akan berakibat pada terganggunya sistem respirasi, mengganggu kerja hormonal dan merusak saluran pencernaan (Rahajoe, 2012).

Tannin yang bekerja sebagai racun kontak dengan cara merusak membran sel. Rusaknya membran sitoplasma akan membuka jalan bagi senyawa-senyawa toksik lain untuk lebih masuk

jauh ke dalam jaringan tubuh larva. Penetrasi kaempferol pada jaringan pernapasan larva akan merusak kerja mitokondria. Kerusakan mitokondria akan mengganggu proses metabolisme energi pada mitokondria, dengan menghambat proses pengangkutan elektron, yang berakibat pada terganggunya proses pembentukan *adenosine triphosphate* (ATP). Berkurangnya ATP pada tubuh larva akan mengakibatkan larva menjadi lemas dan tidak memiliki cukup energi untuk melakukan aktivitas makan (Rahajoe, 2012). Kaempferol juga bekerja secara fisiologis sebagai racun pencernaan dengan mengakibatkan kerusakan saluran pencernaan pada tubuh larva yang berakibat pada penurunan aktivitas kelenjar pencernaan. Penurunan aktivitas kelenjar pencernaan akan memengaruhi proses pencernaan secara kimiawi dalam saluran pencernaan akibat rusaknya sel-sel epitel penghasil enzim pencernaan dan rusaknya sel regeneratif yang berfungsi untuk memperbaharui sel epitel yang telah mati atau rusak. Keberadaan senyawa aktif zingiberne pada filtrat jahe merah akan menstimulus reseptor penghalang yang nantinya akan mengirimkan "sinyal antimakan" pada pusat saraf serangga dengan menghambat dengan mengganggu letupan impuls pada sistem saraf, sehingga tidak dapat membau (*taste information*) sehingga tidak dapat mengenali keberadaan makanan di sekitarnya, akibatnya tidak dapat melakukan aktivitas makan dengan benar (Hermawan dan Eriawan, 2010). Rusaknya saluran pencernaan pada tubuh larva dan terhambatnya organ olfaktori sehingga tidak dapat membau keberadaan makanan akan mengakibatkan menurunnya aktivitas makan larva. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wahyuningsih (1998) yang menyatakan bahwa berkurangnya aktivitas makan larva akan berakibat pada berkurangnya tingkat aktivitas makan larva yang akan mengakibatkan larva menjadi lemas dan mati secara perlahan.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai uji bioaktivitas filtrat rimpang jahe merah sebagai bahan biopestisida terhadap larva *Plutella xylostella* pada *Brassica sinensis* dapat disimpulkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi filtrat rimpang jahe merah (*Zingiber officinale*) berpengaruh terhadap mortalitas dan penghambatan aktivitas makan larva *Plutella xylostella*. Konsentrasi yang paling efektif dari filtrat rimpang jahe merah (*Zingiber officinale*) dalam memberikan mortalitas serta

penghambatan aktivitas makan pada larva *Plutella xylostella* adalah konsentrasi 20%.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti A D W, 2011. Efektivitas Pemberian Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale roscoe varr Rubrum*) Dalam Mengurangi Nyeri Otot pada Atlet Sepak Takraw. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Universitas Diponegoro. Semarang
- Dadang, dan Kanju O, 2000. Penghambatan Aktivitas Makan *Plutella xylostella* (L) (Lepidoptera: Yponomeutidae) yang Dipelakukan Ekstrak Biji *Swietenia mahogany* JAQ. (Meliaceae). *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan* 12(1):27-32
- Herlinda S, 2003. Ecology of Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L.(Lepidoptera: Yponoeutidae) on Mustard (*Brassica juncea* Coss.) in Lowland area of South Sumatera. Palembang: *Artikel.Agraria, Proceedings of an International Seminar & Exhibition on Prospectives of Lowland Development in Indonesia*, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. 1(2):1-6
- Hermawan W, Erawan, E. S, Hadiansyah, C. 2010. Efek Antifeedant Andrografolida Terhadap Aktivitas Kelenjar Pencernaan Ulat Daun *Plutella xylostella* L: *Bionatura*. 12 (1):5-56
- Kardinan A, 2011. *Penggunaan Pestisida Nabati Sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Sistem Pertanian Organik*. Bogor: LITBANG
- Kusumaningati R W, 2009. Analisis Kandungan Fenol Total Jahe (*Zingiber officinale*) *Skripsi*.UI. Tidak Dipublikasikan. Universitas Indonesia. Jakarta
- Rahajoe S, Sri M, dan Mirzaqotul H, 2012. Uji Potensi Dekok Rimpang Jahe (*Zingiber officinale*) Sebagai Insektisida Terhadap Lalat Rmah (*Musca domestica*) Dengan Metode Semprot. *Usulan penelitian*.Universitas Brawijaya. Malang
- Raini M, 2007. Toksikologi Pesstisida dan Penanganan Akibat Keracunan Pestisida. *Media Litbang Kesehatan: Biomedis dan Farmasi*. 17(3):21-23
- Robinson T, 1995. Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi ITB. Bandung.
- Sastrowijoyo S, Tinny S, Uhan, dan Rachmat S. 2005. *Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kubis Bogor: Balai Penelitian Tanaman Sayuran*
- Wahyuningsih P, 1998. Pengaruh Ekstrak Biji Bengkuang *Pachyrrhizus erosus urb* Terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Tanah (*Agronis sp*). *Jurnal Pustaka Karya Ilmiah*. 2(1):15-17
- Zarkani A, Djoko P, dan Pudjianto,2009. Pengujian Ekstrak *Piper retrofractum* sebagai Insektisida Nabati terhadap *Crocidolomia pavonana* dan *Plutella xylostella* Serta Keamanannya terhadap *Diadegma semiclausum*. Bengkulu: *Jurnal Akta Agrosia*. 12(1):3-5