

Respons *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) terhadap Beberapa Ekstrak Kasar Tanaman

Response of Nezara viridula (Hemiptera: Pentatomidae) on Some Plant Crude Extracts

Asmanizar^{*)}, Aldywaridha, Edy Sumantri, Ratna Mauli Lubis

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara
Jalan Karya Wisata, Gedung Johor, Medan, Sumatera Utara 20144, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondensi Email: asmanizar_az@fp.uisu.ac.id

ABSTRACT

Nezara viridula (Hemiptera: Pentatomidae) is an important pest of soybean crop in Indonesia mainly soy bean. The insect cause seed damaged and decreasing of seed quality and quantity. The research was conducted to evaluate the insecticidal potential plant crude extract on the mortality of Green Stink Bug, *N. viridula*. Plant crude extracts were used in this study extracted by Soxhlet extractor. The experiment was done as oral toxicity (stomach poison) by dipping the bean pod in the crude extract solution and fed to *N. viridula* adult. The concentrations were 0.5 and 0.25% (volume of extract/volume of solution, v/v). The crude extracts which caused mortality effect up to 90-100% were continued to find the LC_{50} value. The results revealed that *N. viridula* mortality was affected by crude extracts. Crude extract of *Annona muricata* seed, *Alpinia galanga* rhizome and *Jatropha curcas* seed, at 0.5 and 0.25% concentration showed insects mortality up to 97.5-100%. Whilst, crude extracts of *Lantana camara*, *Cymbopogon nardus* leaf and clumb, and *P. betle* leaf caused insect mortality 47.50 to 55%. Probit analysis showed that *J. curcas* seed crude extract was highly toxic ($LC_{50}=0.005\%$) to *N. viridula* adult followed by *A. galanga* rhizome crude extract ($LC_{50}=0.022\%$) and *A. muricata* seed crude extract ($LC_{50}=0.031\%$). These crude extracts proved to be highly potent to control *N. viridula*. More studies are essential to test these crude extracts and it is potential application as botanical insecticides at screen house and field.

Keywords: insect mortality, *Nezara viridula*, plant crude extract

INTISARI

Nezara viridula (Hemiptera: Pentatomidae) merupakan hama penting pada kacang-kacangan di Indonesia terutama tanaman kedelai. Hama ini menimbulkan kerusakan pada biji dan mengakibatkan kerugian secara kualitatif dan kuantitatif. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi insektisidal ekstrak kasar beberapa tanaman terhadap mortalitas kepik hijau *N. viridula*. Ekstrak tanaman yang digunakan diperoleh melalui ekstraksi dengan Sox hlet. Pengujian dilakukan dengan metode *oral toxicity* (racun perut) dengan mencelupkan polong kedelai masak susu ke dalam larutan ekstrak dan diberi makan kepada imago *N. viridula*. Konsentrasi larutan ekstrak adalah 0,5 dan 0,25% (volume ekstrak/volume

larutan,v/v). Ekstrak kasar yang menunjukkan daya bunuh yang tinggi mencapai 90-100% dilanjutkan pengujian untuk mendapatkan nilai LC_{50} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa mortalitas imago *N. viridula* dipengaruhi oleh ekstrak. Ekstrak kasar biji *Annona muricata*, rimpang *Alpinia galanga* dan biji *Jatropha curcas* pada konsentrasi 0,5 and 0,25% menunjukkan mortalitas serangga mencapai 97,5-100%. Sementara itu ekstrak kasar *Lamtana camara*, daun dan batang *Cymbopogon nardus*, dan juga daun *P. betle* menyebabkan mortalitas serangga 47,50 hingga 55%. Analisis Probit menunjukkan bahwa ekstrak biji *J. curcas* mempunyai toksisitas yang tinggi ($LC_{50}=0,005\%$) terhadap imago *N. viridula* diikuti oleh ekstrak kasar rimpang *A. galanga* ($LC_{50}=0,022\%$) dan biji *A. muricata* ($LC_{50}=0,031\%$). Ekstrak kasar ini menunjukkan potensi yang tinggi untuk mengendalikan *N viridula*. Kajian lebih lanjut diperlukan untuk menguji efek insektisidal di rumah kaca dan di lapangan.

Kata kunci: mortalitas serangga, *Nezara viridula*, ekstrak kasar tanaman

PENDAHULUAN

Kacang kedelai merupakan tanaman penting di Indonesia karena merupakan tanaman sebagai sumber protein nabati bagi rakyat Indonesia. Penggunaannya yang utama sebagai bahan makanan masyarakat yaitu tahu dan tempe, di samping juga sebagai bahan baku industri makanan untuk pembuatan kecap, susu kedelai, tauco, dll. Perkembangan industri pangan berbahan baku kedelai dan industri pakan telah menyebabkan permintaan akan kedelai terus meningkat jauh melampaui produksi dalam negeri (Sudaryanto dan Swastika, 2007).

Serangan hama pada tanaman kedelai merupakan faktor penghambat untuk mendapatkan produksi yang optimal. Tanaman kedelai dari sejak tanam hingga panen dapat diserang oleh hama. Berbagai hama tersebut adalah lalat bibit, perusak daun dan perusak polong. Salah satu hama perusak polong adalah kepik hijau *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). Nimfa dan imago kepik ini menghisap polong kedelai pada fase pembentukan polong dan pengisian biji. Serangannya dapat mengakibatkan polong kempis dan bahkan dapat gugur. Polong yang tidak gugur namun telah diserang serangga ini akan mengakibatkan noktah hitam pada biji kedelai yang dihasilkan dan akan mengurangi kualitas biji (Marwoto *et al.*, 2017). Serangan hama pengisap polong menyebabkan kuantitas dan kualitas hasil panen berkurang serta mengakibatkan daya kecambah biji berkurang. Kerugian akibat serangan hama pada tanaman kedelai dapat menurunkan hasil sampai 80% (Marwoto, 2007).

Berbagai cara yang dapat dilakukan untuk pengendalian hama pada tanaman kedelai. Menurut Marwoto (2007), bahwa di beberapa sentra penanaman kedelai petani masih mengandalkan insektisida dalam mengendalikan hama. Petani dengan modal yang cukup hampir 90% menggunakan insektisida, sedangkan yang kurang

modal hanya 50%. Penggunaan insektisida sintetis pada pertanaman kedelai telah terbukti memberikan efek negatif terhadap lingkungan (pencemaran), manusia, hewan non-target dan resistensi pada hama (Indiati dan Marwoto, 2017). Diperlukan bahan alternatif untuk menggantikan insektisida sintetis dalam mengendalikan hama di pertanaman kedelai.

Insektisida botanis merupakan bahan metabolit sekunder dari tanaman yang mengandung bahan aktif bersifat insektisidal (Dodia et al, 2008). Berbagai tanaman mengandung senyawa metabolit sekunder dan telah diujikan pada beberapa serangga hama menunjukkan efek mematikan, *antifeedant*, *repellent*, *antioviposition*, dan juga mempengaruhi proses ganti kulit (Prakash dan Rao, 1997; Isman, 2006). Sebagai contoh bahan bioaktif azadirachtin pada tanaman *Azadirachta indica* mempunyai efek *antifeedant*, *repellent* dan mengganggu proses metamorfosis serangga. Bahan bioaktif *precocenes* mempunyai efek *anti juvenile hormone activity* dari *Ageratum conyzoides* (Vyas dan Mulchandani, 1980). Edwin dan Kester (2018) juga melaporkan bahwa ekstrak daun *A. conyzoides* bersifat toksik terhadap *Dermestes maculatus*. Sementara itu tanaman sereh wangi *Cymbopogon nardus* mengandung minyak atsiri sitronella dan mempunyai efek *repellent* dan toksik terhadap *Helopelits antonii* (Nurmansah, 2011). Pada penelitian ini akan diuji pengaruh ekstrak kasar beberapa tanaman terhadap *Nezara viridula* di laboratorium.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Agustus 2018. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara, Medan. Tanaman yang digunakan untuk bahan ekstraksi diambil dari daerah Deli Serdang di sekitar Kecamatan Batang Kuis. Pengambilan bahan dilakukan sekitar pertengahan bulan April 2018. Adapun nama tanaman tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Tanaman yang digunakan sebagai bahan ekstraksi

No	Jenis Tanaman	Bagian Tanaman
1	<i>Annona muricata</i>	biji
2	<i>Alpinia galanga</i>	rimpang
3	<i>Jatropha curcas</i>	biji
4	<i>Citrus aurantifolia</i>	kulit buah
5	<i>Carica papaya</i>	daun
6	<i>Isotoma longifora</i>	batang dan daun
7	<i>Lamtana camara</i>	daun
8	<i>Tagetes erecta</i>	daun
9	<i>Ageratum conyzoides</i>	batang dan daun
10	<i>Cymbopogon nardus</i>	daun
11	<i>Cymbopogon nardus</i>	batang
12	<i>Ocimum citriodorum</i>	daun
13	<i>Piper betle</i>	daun
14	<i>Murraya koenigii</i>	daun

Pengumpulan Bahan Tanaman dan Ekstraksi: Bahan tanaman yang telah dilaporkan memiliki bahan bioaktif terhadap serangga (Prakash dan Rao, 1997; Prijono, 2003; Dodia *et al.*, 2008) dikumpulkan dari daerah Kabupaten Deli Serdang pada April 2018. Bagian-bagian tanaman tersebut dicuci dengan air mengalir, lalu dikeringanginkan dalam ruangan selama beberapa hari (\pm 1 minggu). Biji *A. indica*, *J. curcas* dan *A. muricata* dikeluarkan dari cangkangnya. Rimpang *A. galanga* dipotong setebal 5 mm agar dapat kering dengan sempurna. Untuk memperoleh semua bahan tanaman dalam bentuk tepung, maka bahan-bahan yang telah keringangin dihancurkan dengan *electric blender* kemudian disaring dengan ayakan 10 mesh. Ekstraksi bahan tanaman dilakukan dengan menggunakan alat *Soxhlet Extractor*. Masing-masing bahan tanaman sebanyak 50 g dalam bentuk tepung ditempatkan dalam *filter paper* kemudian dimasukkan ke dalam *extractor*. Pelarut yang digunakan adalah aseton teknis sebanyak 200 ml. Proses ekstraksi berlangsung selama 10 jam dengan suhu *water bath* $\pm 40^{\circ}\text{C}$, kemudian larutan yang diperoleh diuapkan dengan *Rotary Vacuum* hingga diperoleh larutan stok ekstrak kasar tanaman sebanyak 50 ml. Setiap larutan stok ekstrak kasar tanaman akan diuji pada konsentrasi 0,25 dan 0,5%.

Pembiakan Serangga Uji: Imago *N. viridula* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari hasil pembiakan. Induk kepik diperoleh dari areal pertanaman kedelai, kemudian ditempatkan ke dalam sangkar kassa ukuran 50x50x60 cm dan diberi makan kacang panjang (*Vigna unguiculata subsp. sesquipedalis*). Nimfa baru akan muncul setelah ± 30 hari, dan yang digunakan sebagai serangga uji adalah imago telah berumur 5-10 hari.

Metode Pengujian: *Bioassay* dilakukan di laboratorium pada suhu $29\pm 2^{\circ}\text{C}$, RH $70\pm 10\%$. Metode yang digunakan adalah uji racun perut modifikasi metode Tilman (2006). Setiap ekstrak kasar diuji pada konsentrasi 0,5 dan 0,25%. Polong kedelai masak susu sebanyak 12 polong direndam dalam larutan ekstrak kasar selama 30 detik lalu dikeringanginkan di atas kawat kassa selama 1 jam. Setelah itu 6 polong dibungkus dengan kain tile dan diletakkan kedalam stoples plastik (tinggi 7 cm, diameter atas 9,5 cm, diameter bawah 8,5 cm) yang terlebih dahulu diberi alas kertas saring. Ke dalam stoples dimasukkan 10 pasang imago *N. viridula*, lalu stoples ditutup dengan kain tile dan diikat dengan karet. Pada bagian atas stoples diletakkan lagi 6 polong kedelai. Imago *N. viridula* dapat memakan polong kedelai yang di dalam stoples maupun yang pada bagian atas. Pada perlakuan kontrol polong direndam dengan *aquadest*. Ulangan dilakukan sebanyak empat kali. Pengamatan mortalitas dilakukan mulai 1 hari setelah aplikasi hingga mortalitas 100% atau tidak ada lagi peningkatan mortalitas. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dan data yang diperoleh ditransformasi dengan $\text{Arc Sin } \sqrt{x}$ (Gomez dan Gomez, 1984). Pengaruh ekstrak terhadap mortalitas diuji melalui *Analisis of Variance* dengan SPSS Statistic 24. Jika terdapat pengaruh perlakuan, maka dilanjutkan Uji Beda Rata-Rata dengan *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)*. Ekstrak kasar yang menunjukkan efek mortalitas 80-90% dilanjutkan uji toksisitas untuk memperoleh nilai LC_{50} yang ditentukan dengan program POLO-PC (LeOra software, 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa terhadap data pengamatan mortalitas Kepik Hijau *N. viridula* setelah diaplikasikan ekstrak tanaman menunjukkan bahwa ekstrak tanaman mempengaruhi mortalitas *N. viridula*. Rata-rata mortalitas kepik dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Rata-rata mortalitas Kepik Hijau *N. viridula* setelah aplikasi ekstrak pada polong

No.	Ekstrak	Mortalitas (%)	
		0,5%	0,25%
1	<i>Annona muricata</i>	100,0 a	100,0 a
2	<i>Alpinia galanga</i>	97,5 a	90,0 a
3	<i>Jatropha curcas</i>	100,0 a	100,0 a
4	<i>Citrus aurantifolia</i>	20,0 cd	7,5 fg
5	<i>Carica papaya</i>	35,0 bcd	12,5 cdefg
6	<i>Isotoma longiflora</i>	20,0 d	27,5 bcde
7	<i>Lamtana camara</i>	47,5 bc	30,0 bcd
8	<i>Tagetes erecta</i>	37,5 bcd	37,5 b
9	<i>Ageratum conyzoides</i>	42,5 bcd	27,5 bcde
10	<i>Cymbopogon nardus</i> (daun)	55,0 b	22,5 bcdef
11	<i>Cymbopogon nardus</i> (batang)	47,5 bc	12,5 defg
12	<i>Ocimum citriodorum</i>	30,0 cd	10,0 efg
13	<i>Piper betle</i>	55,0 b	35,0 bc
14	<i>Murraya koenigii</i>	35,0 bcd	17,5 bcdefg
15	Kontrol	2,5 e	2,5 g

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% menurut Uji DMRT.

Ekstrak kasar tanaman yang diaplikasikan sebagai racun perut mempengaruhi mortalitas Kepik Hijau *N. viridula*. Ekstrak kasar biji *A. muricata*, rimpang *A. galanga* dan biji *J. curcas* menunjukkan efek mortalitas yang tinggi yaitu 90-100% pada konsentrasi ekstrak 0,5 dan 0,25%. Sedangkan efek menengah (moderat) terjadi pada aplikasi ekstrak kasar daun *L. camara* (47,5%), daun dan batang *C. nardus* (55 dan 47,5%) serta daun *P. betle* (55%) pada konsentrasi 0,5%. Bahan bioaktif pada biji *A. muricata* diketahui adalah alkaloid annonain yang menunjukkan sifat insektisidal pada beberapa hama di pertanian (Prakash dan Rao, 1997). Sedangkan pada rimpang *A. galanga* mengandung 1,8 –cineol (Subramanian dan Nishan, 2015) dan ekstrak kasarnya menunjukkan efikasi yang tinggi terhadap imago *Bactrocera dorsalis*. Wu et al. (2014) melaporkan minyak esensial dari rimpang *A. galanga* mempunyai efek racun kontak, racun pernafasan dan efek repelen terhadap imago *Lasioderma serricorne* hama gudang pada daun tembakau. Abdullah et al. (2015) juga melaporkan bahwa minyak esensial *A. galanga* mempunyai efek racun, *antifeedant* dan *repellent* terhadap rayap *Coptotermes gestroi* dan *C. curvignathus*. Riyanto dan Oshawa (1998)

melaporkan ekstrak *A. galanga* menunjukkan efek insektisida terhadap *Plutella xylostella* dan *Callosobruchus chinensis*.

Ekstrak kasar biji *J. curcas* pada penelitian ini yang menunjukkan mortalitas *N. viridula* mencapai 100% pada konsentrasi 0,5 dan 0,15%. Biji *J. curcas* mengandung senyawa forbol ester dan curcin yang diketahui mempunyai efek insektisidal. Adolf et al. (1984) melaporkan bahwa biji *J. curcas* mengandung suatu bahan diterpenoid yaitu 12-deoxy-16-hydroxyphorbol). Informasi tentang daya racun terhadap serangga oleh bahan bioaktif ini sudah dilaporkan oleh Adebowale dan Adedire (2006) bahwa biji *Vigna unguiculata* yang dicampur dengan ekstrak biji *J. curcas* dapat mencegah oviposisi dan perkembangan telur *Callosobruchus maculatus* pada konsentrasi 0,5% (v/w) dan tidak ada imago yang terbentuk. Efek insektisidal ini disebabkan oleh adanya bahan beberapa sterol dan terpen alkohol yang diketahui memiliki potensi sebagai insektisida.

Beberapa ekstrak kasar tanaman yang menunjukkan efek moderat dalam penelitian ini, seperti daun *L. camara*, daun dan batang *C. nardus* dan daun *P. beetle* juga sudah dilaporkan beberapa peneliti pada hama yang lain. Abdel-Hady et al. (2005) melaporkan efek insektisidal ekstrak tanaman *L. camara* terhadap beberapa serangga hama. Pengujian terhadap rayap *Reticulitermes flavipes* juga menunjukkan bahwa ekstrak daun *L. camara* mempunyai efek toksik, repellen dan mengurangi nafsu makan serangga uji (Yuan dan Hu, 2012). Sementara itu ekstrak dari tanaman sereh wangi *C. nardus* juga telah diteliti sebelumnya terhadap berbagai serangga hama. Daun dan batang serai wangi *C. nardus* mengandung saponin, flavonoid, dan polifenol. Kandungan senyawa serai wangi antara lain geraniol 55-65% dan sitronella 7-15% (Saenong, 2016). Ekstrak sereh wangi yang dicampur dengan benih jagung pada konsentrasi 5-20% mempunyai toksisitas sebagai racun kontak dan racun perut (pakan) terhadap hama *Sitophilus* spp.

Kandungan utama bahan bioaktif daun sirih *P. betle* dalam daunnya adalah chavibetol (69.0%), eugenyl acetate (8.3%) and chavicol (6.0%) (Jantan, et al., 1994). Penelitian Gragasin et al. (2006) menyatakan bahwa minyak essential daun sirih *P. betle* dicampur dengan kacang hijau menunjukkan daya toksik terhadap imago *Callosobruchus chinensis*, *Sitophilus zeamais* dan *Rhizopertha dominica*, mengurangi jumlah progeni, mempunyai kemampuan ovisidal sehingga mencegah telur menetas dan mengurangi fekunditi. Mohottalage et al. (2007) melaporkan safrole merupakan bahan utama (52,7%) yang diperoleh dari distilasi daun sirih dan mempunyai efek insecticidal terhadap imago lalat *Musa domestica*.

Untuk mengetahui nilai LC_{50} , maka ekstrak kasar yang menunjukkan mortalitas yang tinggi dilanjutkan pengujian pada beberapa konsentrasi yang lebih rendah. Hasil analisis Probit untuk ekstrak kasar biji *A. muricata*, rimpang *A. galanga* dan biji *J. curcas* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini

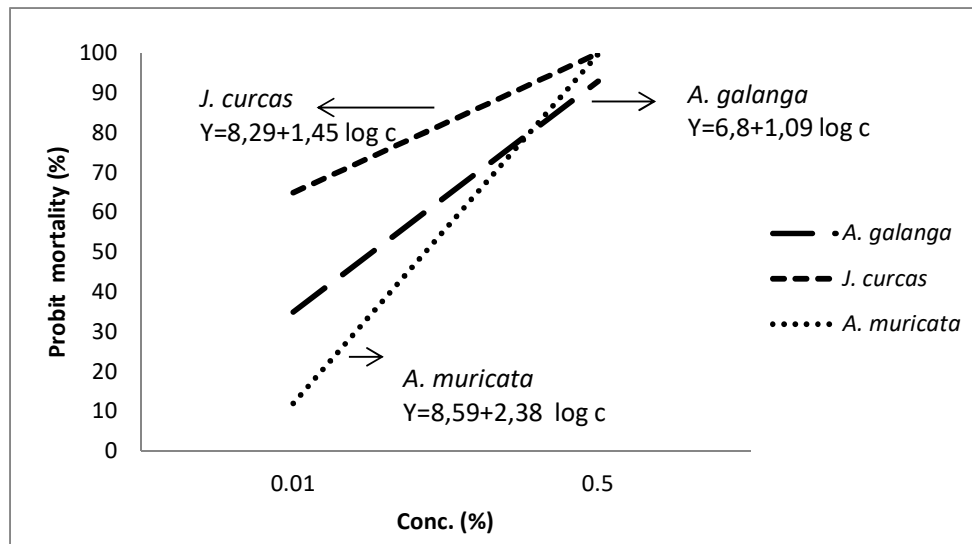
Tabel 2. Toksisitas ekstrak kasar terhadap *N. viridula* yang diberi makan polong yang diaplikasi ekstrak

Ekstrak Kasar	N	LC_{50} (%)	95% Fiducial Limit	Slope \pm SE
<i>A. muricata</i>	40	0,031	0,010- 0,050	2,38 \pm 0,38
<i>A. galanga</i>	40	0,022	0,010-0,036	1,09 \pm 1,17
<i>J. curcas</i>	40	0,005	0,001-0,009	1,45 \pm 0,32

Keterangan : N = jumlah serangga uji pada setiap konsentrasi

Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa nilai LC_{50} yang terkecil adalah ekstrak *J. curcas* yaitu 0,005%, bermakna bahwa toksisitasnya lebih kuat dibandingkan dengan ekstrak *A. muricata* dan *A. galanga*. Adapun regresi probit untuk *A. muricata* adalah $Y = 8,59 + 2,38 \log C$, *A. galanga* adalah $Y = 6,8 + 1,09 \log C$, dan *J. curcas* adalah $Y = 8,29 + 1,45 \log C$.

Adapun gambar regresi probit adalah pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Hubungan probit mortalitas *N. viridula* terhadap log konsentrasi *A. muricata*, *A. galanga* dan *J. curcas*

Ketiga ekstrak pada grafik di atas terlihat bahwa mempunyai potensi untuk digunakan sebagai insektisida botanis untuk mengendalikan hama Kepik Penghisap Polong Kedelai. *Jatropha curcas* menunjukkan daya racun yang baik, yaitu pada konsentrasi terendah yang diuji yaitu 0,01% mortalitas yang terjadi berkisar 60%, dan pada konsentrasi 0,5% menunjukkan mortalitas 100%.

KESIMPULAN

1. Ekstrak kasar biji *J. curcas*, rimpang *A. galanga* dan biji *A. muricata* menunjukkan efek mortalitas yang tinggi (90-100%) pada konsentrasi 0,5 dan 0,25%, sedangkan ekstrak kasar daun *L. camara*, *C nardus* daun dan batang serta daun *P. betle* menunjukkan efek mortalitas yang menengah (47,5-55%).
2. Toksisitas yang tinggi dimiliki ekstrak kasar biji *J. curcas* ($LC_{50}=0,005\%$), diikuti oleh rimpang *A. galanga* ($LC_{50}=0,022\%$) dan biji *A. muricata* ($LC_{50}=0,031\%$).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Hady, N. M., A. S. Abdei-Halim and A. M. Al-Ghadban. 2005. Chemical composition and insecticidal activity of the volatile oils of leaves and flowers of *Lantana camara* L. cultivated in Egypt. *J. Egypt Soc. Parasitol.* 35(2): 687-698.
- Abdullah, F., P. Subramanian, H. Ibrahim, S.N. Abdul Malek, G.S. Lee, S.L. Hong. 2015. Chemical composition, antifeedant, repellent, and toxicity activities of the rhizomes of galangal, *Alpinia galanga* against Asian subterranean termites, *Coptotermes gestroi* and *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Insect Science* 1,5:1-7
- Adebowale, K.O., Adedire, C.O. 2006. Chemical composition and insecticidal properties of the underutilized *Jatropha curcas* seed oil. *African Journal of Biotechnology*, 5(10):901-906.
- Adolf, W., H.J. Opferkuch and E. Hecker. 1984. Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species. *Phytochemistry*, 23:129-132
- Dodia, D.A., I.S. Patel and G.M. Patel. 2008. *Botanical Pesticides for Pest Management*. Jodhpur: Pawan Kumar Scientific Pub.
- Edwin, I.E., U.E. Kester. 2018. Insecticidal toxicity of Goat Weed, *Ageratum conyzoides*, Linn. (Asteraceae) against Weevil, *Dermestes maculatus*, Degeer (Coleoptera:

- Dermeestidae) Infesting Smoked Fish. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 11(2): 223-229.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical procedures for agricultural research*. John Wiley & Son, Inc. Canada. 678 pp.
- Gragasin, M.C.B., M.W. Agnes, B.P. Roderos, M. Acda, and A.D. Solsoloy. 2006. Insecticidal activities of essential oil from *Piper betle* Linn. against storage insect Pests. *Philippine Agricultural Scientist*, 89(3):212-216.
- Indiati, S.W., dan Marwoto. 2017. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Kedelai. *Bulletin Palawija*, 15(2):87-100.
- Isman, M.B. 2006. Botanical insecticide, deterrent and repellent in modern agriculture and increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology* 51:45-66.
- Jantan, I.B., A.R. Ahmad, A.S. Ahmad and N.A.M. Ali, 1994. A comparative study of the essential oils of five *Piper* species from Peninsular Malaysia. *Flavour Fragrance Journal*, 9(6): 339-342.
- LeOra Software. 1987. POLO-PC. A user's guide to probit or logist analysis. LeOra Software, Berkeley, CA
- Marwoto, Sri Hardaningsih, Taufiq, A. 2017. Hama dan Penyakit Tanaman Kedelai. Identifikasi dan Pengendaliannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Marwoto. 2007. Dukungan Pengendalian Hama Terpadu dalam program Bangkit Kedelai. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Mohottalage, S., Tabacchi, R., & Guerin, P. M. 2007. Components from Sri Lankan *Piper betle* L. leaf oil and their analogues showing toxicity against the housefly, *Musca domestica*. *Flavour and Fragrance Journal*. 22:130-138.
- Nurmansah, 2011. Efektivitas serai wangi terhadap hama penghisap buah kakao *Helopeltis antonii*. *Bul. Littro*. Vol. 22 No. 2, 205 - 213
- Prakash, A. & Rao, J. 1997. *Botanical Pesticides in Agriculture*. New York: Lewis Publishers
- Prijono, D. 2003. Teknik Ekstraksi, Uji Hayati dan Aplikasi Senyawa Bioaktif Tumbuhan. Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, IPB Bogor. 62 hlm.
- Riyanto, D.S., K. Oshawa. 1998. Lethal and antifeedant substance from rhizome of *Alpinia galanga* Sw. (Zingiberaceae). *Journal of Pesticide Science*, 23:304-307
- Saenong, M.S. 2016. Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus* spp.). *Jurnal Litbang Pertanian*. 35(3):131-142.
- Subramanian, P. and M. Nishan. 2015. Biological activities of greater galangal, *Alpinia galanga*. *Research & Review: Journal of Botanical Science*.

- Sudaryanto, T., Swastika, D.K.S. 2007. *Ekonomi Kedelai di Indonesia*. Pusat Analisis Sosial-Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Bogor
- Tilman, P.G. 2006. Susceptibility of pest *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) and parasitoid *Trichopoda pennipes* (Diptera: Tachinidae) to selected insecticides. *J. Econ. Entomol*, 99 (3): 648-656.
- Vyas, A.V., N.B. Mulchandani. 1980. Biosynthesis of procoenes-I and II antijuvenile hormones. *Phytochemistry*, 9:2597-8
- Wu, Y., Wang, Y., Li, Z.H., Wang, C.F., Wei, J.Y., Li, X.L., Wang, P.J., Zhou, Z.F., Du, S.S., Huang, D.Y., Deng, Z.W. 2014. Composition of the essential oil from *Alpinia galanga* rhizomes and its bioactivity on *Lasioderma serricorne*. *Bulletin of Insectology*, 67 (2): 247-254.
- Yuan, Z. dan X.P. Hu. 2012. Repellent, antifeedant, and toxic activities of *Lantana camara* leaf extract against *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, 105(6):2115-2121.