

# PENGUNAAN PESTISIDA NABATI UNTUK MENGENDALIKAN HAMA DAN PENYAKIT PADA TANAMAN PANGAN, INDUSTRI DAN HORTIKULTURA

**Baharudin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara  
btp-sultra@litbang.deptan.go.id

## ABSTRAK

Tanaman industri, pangan dan hortikultura pada lima tahun terakhir mengalami penurunan produksi baik dari segi kuantitas, maupun kualitas yang tidak sebanding dengan pertumbuhan penduduk baik di dunia maupun di Indonesia. Untuk mengatasi permasalahan ini pemerintah harus meningkatkan produksi pertanian salah satu melalui penggunaan pestisida nabati yang ramah lingkungan. Makalah ini bertujuan untuk mengendalikan Hama dan penyakit pada tanaman pangan, industri dan hortikultura berbasis ramah lingkungan. Penggunaan pestisida nabati di Indonesia dan di Sulawesi Tenggara sangat sesuai karena didukung dengan keanekaragaman hayati, tersedia di alam, biaya rendah dan sosial ekonomi petani. Keunggulan dari pestisida nabati mulai dari kandungan hingga hasil aplikasi untuk mengendalikan hama dan penyakit tidak berbeda dengan pestisida kimiawi, karena 50,58% mengatasi masalah hama, 19,40% penyakit, 5,60% pasca panen, 5,40% plasma nutfah dan 11,10% masalah lainnya. Kemampuan dalam mengendalikan pestisida nabati bersifat mencegah, mengusir, *repellent*, memerangkap, menghambat pertumbuhan, *sporulasi* dan rigumentasi, menurunkan bobot badan dan aktivitas hormonal, mengganggu komunikasi, pergantian kulit, menimbulkan tekanan sampai kematian. Di alam pestisida nabati mudah larut dan terurai atau *hit an run*. Peningkatan pendapatan petani dengan pestisida nabati sebesar Rp. 9.652.100/ha tidak berbeda dengan pestisida kimiawi/sintetis Rp. 9.920.000/ha dan pendapatan dengan pola introduksi teknologi sebesar Rp.12.930.000/ha dan teknologi petani Rp.2.400.000/ha, serta mengalami kerugian sebesar Rp. 1.701.800. Penggunaan pestisida nabati sudah menjadi perhatian beberapa kalangan baik peneliti, pengajar, penyuluh, *stakeholders*, petani, masyarakat luas baik nasional maupun internasional dan pengguna lainnya.

*Kata kunci : Pestisida nabati, hama, penyakit, tanaman pangan, industri, hortikultura*

## PENDAHULUAN

Permasalahan paling besar yang dihadapi dunia saat ini produksi bahan makanan yang cukup untuk mengimbangi pertumbuhan jumlah penduduk dunia yang cepat. Pertambahan penduduk dunia sebanyak 5,50-6,00 bilion pada tahun 2000 dan 10-14 bilion pada tahun 2045 (Rejesus, 1995). Di Indonesia pertumbuhan jumlah penduduk pada tahun 2000 berjumlah 205,1 juta, pada tahun 2010 berjumlah 237,6 juta dan tahun 2015 berjumlah 270 juta serta pada tahun 2045 berjumlah 450 juta jiwa. Berdasarkan data ini, maka usaha peningkatan produksi tanaman pangan, industri dan hortikultura menjadi masalah yang harus ditangani secara serius untuk mengatasinya. Salah satunya adalah penggunaan pestisida nabati yang dapat meminimalkan kehilangan hasil sebagai penyebab dari serangan hama dan penyakit. Pengertian pestisida adalah suatu zat yang dapat bersifat racun, menghambat pertumbuhan dan perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, mempengaruhi hormon, menghambat bertelur dan makan, membuat mandul, sebagai pemikat dan aktivitas hama dan penyakit (Rejesus, 1995). Kehilangan hasil akibat serangan hama dan penyakit pada saat panen sebesar 30-35% dan pasca panen 10-20% (Cramer, 1967). Total kehilangan hasil akibat serangan hama dan penyakit mencapai 40-55% dan mendekati gagal panen.

Penanganan produksi pertanian tanaman pangan, industri dan hortikultura tanpa melakukan pengendalian maka produktivitas rendah. Penggunaan pestisida kimiawi dapat merusak lingkungan (Kardinan, 2002). Menurut Ahmed (1995), bahwa lebih dari 400.000 kasus keracunan atau 1,50% diantaranya fatal, polusi lingkungan terutama kontaminasi air tanah, udara dan termasuk manusia untuk kehidupan jangka panjang. Selain itu serangga menjadi resisten, resurgen terhadap pestisida

dan dampak negatif lainnya. Hal ini perlu kembali ke alam dengan menggunakan atau memanfaatkan pestisida dari tanaman atau pestisida nabati (Saxena, 1982). Pengendalian hama dan penyakit kedepan harus dilakukan dengan memperhatikan kondisi lingkungan sesuai dengan perkembangan hama dan penyakit serta ramah lingkungan.

Menurut Kardinan *et al.* (1998), pemberian subsidi sarana produksi sebesar 80% mengakibatkan harga pestisida menjadi murah, sehingga perlu mempromosikan penggunaan pestisida nabati. Hingga saat ini terdapat subsidi pupuk benih dan lain-lain sehingga banyak digunakan sebagai ladang bisnis yang paling menguntungkan di pasaran di Indonesia. Sejak tahun 1986, pemerintah melarang penggunaan 57 formulasi pestisida, sehingga harga pestisida melambung tinggi (Kardinan *et al.*, 1998). Sepuluh tahun kemudian tahun 1996 pemerintah juga melarang penggunaan 57 formulasi pestisida, terutama masa berlakunya berakhir. Pada tahun 1997 pemerintah melarang penggunaan pestisida kimiawi berbahaya dan merancang aturan mengenai ambang residu pestisida, khususnya pada buah-buahan dan sayur-sayuran.

Sampai saat ini petani di Indonesia belum dapat melepaskan pestisida kimiawi/sintetis dan merupakan mitra kerja petani, walaupun dengan harga yang relatif mahal. Menghadapi permasalahan dan tantangan pembangunan pertanian, pemerintah harus bekerjasama dengan petani dan stakeholder untuk membuat terobosan pemikiran tentang kepedulian terhadap lingkungan. Pestisida nabati memegang peranan penting dalam melindungi tanaman, ternak dan ikan untuk mengontrol sumber-sumber usaha, serta vektor hama dan penyakit (*vector borne pests and diseases*). Menurut Frederik (2006), penggunaan pestisida yang tepat mengurangi risiko lingkungan yang dapat diterima oleh badan pengawas pestisida. Di Amerika Serikat membentuk suatu Badan Perlindungan Lingkungan atau *Environmental Protection Agency* (EPA) dan di Kanada Badan Pengatur Manajemen Hama atau *Pest Management Regulatory Agency* (PMRA). Penggunaan pestisida nabati sebagai penolak serangga hama dan nyamuk (Jantan dan Zaki, 1998 dan Rustama, 2005).

Di Indonesia banyak tanaman yang dapat digunakan sebagai pestisida nabat belum dimanfaatkan dengan baik. Lebih dari 2.400 jenis tanaman yang termasuk kedalam 235 famili dilaporkan mengandung bahan pestisida (Grainge dan Ahmed, 1988). Penggunaan pestisida nabatai merupakan faktor utama untuk pengendalian hama dan penyakit, sedangkan penggunaan pestisida kimiawi/sintetis sebagai alternatif terakhir sehingga tidak menimbulkan kerusakan lingkungan dan menuju pertanian ramah lingkungan. Makalah ini bertujuan untuk mengendalikan Hama dan penyakit pada tanaman pangan industri dan hortikultura berbasis ramah lingkungan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa hasil penelitian pemanfaatan pestisida nabati baik dari balai penelitian maupun perguruan tinggi pada tahun 1993-2003 lebih kurang 50,58% masalah hama dan 19,40% penyakit, 5,60% pasca panen, 5,40% plasma nutfah dan masalah lain 11,10% (Sitepu, 1997). Hasil penelitian menunjukkan banyak sekali perhatian penggunaan pestisida nabati pada berbagai disiplin ilmu, sehingga menghasilkan suatu paket teknologi untuk digunakan petani, stepholders, swasta dan pengguna lainnya.

Penggunaan tanaman untuk pestisida nabati cukup banyak diantaranya : *piretrum*, *melaleuka*, *tuba*, *gandum* dan *mimba*. Pestisida nabati ini berfungsi sebagai pemikat, *rodentisida* (*antifertilitas*), *moluskisida*, penghambat tumbuh, penolak dan masih terdapat beberapa sifat lainnya. Beberapa hasil penelitian yang telah diuji untuk mengendalikan hama dan penyakit di Indonesia disajikan pada Tabel 1. *Piretrum* mengandung metabolit sekunder yang disebut *peretrin*. Menurut Tarumingkeng. 1992, *pertrin* merupakan racun kontak yang bekerja mempengaruhi syaraf serangga. Piretrin bekerja cepat, dan gejalanya kelumpuhan dan akhirnya mati (Worthing, 1987). Penggunaan piretrin teruji aman bagi manusia maupun hewan (Bailey, 1959 dan Lellan, 1963). *Piretrin* mudah terurai, sehingga tidak persisten baik dilingkungan maupun pada bahan makanan (Maciver, 1962). *Piretrin* merupakan senyawa aktif Insektisida pada tanaman yang terdiri

Tabel 1. Beberapa Hasil Pengujian Pada Beberapa Jenis Tanaman Sebagai Pestisida Nabati

No	Nama Tanaman	Nama Daerah	Bagian Tanaman	Hama dan Penyakit	Jenis pestisida
1.	<i>Euphorbia tirucalli</i>	Patah tulang	Daun	<i>Pomacea canaliculata</i>	Moluskisida
2.	<i>Tephrosia vogelli</i>	Teprosia	Daun	<i>Pomacea canaliculata</i>	Moluskisida
3.	<i>Blumea balsamifera</i>	Sembung	Daun	<i>Pomacea canaliculata</i>	Moluskisida
4.	<i>Ageratum conyzoides</i>	Babadotan	Daun, bunga, batang dan akar	<i>Tribolium castaneum</i>	Insektisida
5.	<i>Zingiber zerumbet</i>	Lempuyang	Rimpang	<i>Sitophilus sp</i>	Insektisida
6.	<i>Zingiber americans</i>	Lempuyang emprit	Rimpang	<i>Sitophilus sp</i>	Insektisida
7.	<i>Eugenia poliantha</i>	Salam	Daun	<i>Carpophilus sp</i>	Perangsang
8.	<i>Melaleuka bracteata</i>	Melaleuka	Daun	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Pemikat
9.	<i>Acorus calamus</i>	Jeringau	Rimpang	<i>Sitophilus sp</i>	Insektisida
10.	<i>Datura metel</i>	Kecubung	Daun	<i>Mus musculus</i>	Non-toxic
11.	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Piretrum	Bunga	<i>Callosobruchus analis</i> , <i>Sitophilus sp</i> , <i>Tribolium castaneum</i> , <i>Carpophilus sp</i> , <i>Stegobium paniceum</i> , <i>Cricula trifenes-trata</i> , <i>Crocidolomia binotalis</i> , <i>Plutella xylostella</i>	Insektisida
12.	<i>Azadirachta indica</i>	Mimba	Daun	<i>Cricula trifenestrata</i>	Insektisida
13.	<i>Barringtonia acutangula</i>	Bitung	Biji	<i>Cricula trifenestrata</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , <i>Toxoptera aurantii</i>	Insektisida
14.	<i>Pachyrrhicus erosus</i>	Bengkuang	Biji	<i>Callosobruchus analis</i> , <i>Sitophilus sp</i>	Insektisida
15.	<i>Vitex trifolia</i>	Legundi	Daun	<i>Callosobruchus analis</i> , <i>Stegobium paniceum</i>	Insektisida
16.	<i>Cymbopogon nardus</i>	Serai dapur	Daun	<i>Callosobruchus analis</i>	Insektisida
17.	<i>Allium sativum</i>	Bawang putih	Umbi	<i>Callosobruchus analis</i>	Non-toxic
18.	<i>Pogostemon cablin</i>	Nilam	Daun	<i>Stegobium paniceum</i>	Insektisida
19.	<i>Abrus precatorius</i>	Saga	Biji	<i>Sitophilus sp</i>	Insektisida
20.	<i>Tithonia tagitrifolia</i>	Kipahit	Daun	<i>Tribolium castaneum</i>	Penolak
21.	<i>Gloriosa superba</i>	Kembang sungsang	Akar	<i>Callosobruchus analis</i>	Non-toxic

Tabel 1. Lanjutan

No	Nama Tanaman	Nama Daerah	Bagian Tanaman	Hama dan Penyakit	Jenis pestisida
22.	<i>Derris eliptica</i>	Tuba	Akar	<i>Tilapia musambica</i> , <i>Pomacea canaliculata</i> , <i>Sitophilus sp</i> , <i>Carpophilus sp</i> , <i>Callosobruchus analis</i>	Racun ikan, Moluskisida, Insektisida
23.	<i>Caesalpinia secang</i>	Secang	Daun, bunga, biji	<i>Sitophilus sp</i>	Insektisida
24.	<i>Tinospora sp</i>	Brotowali	Batang	<i>Tribolium castaneum</i>	Insektisida
25.	<i>Annona squamosa</i>	Srikaya	Biji	<i>Callosobruchus analis</i>	Insektisida
26.	<i>Aglaia odorata</i>	Aglaia	Daun	<i>Callosobruchus analis</i>	Insektisida
27.	<i>Anacardium occidentale</i>	Mete	Kulit biji	<i>Doleschalia polibete</i> , <i>Cricula trifenestrata</i>	Insektisida, anti juvenil hormone
28.	<i>Curcuma domestica</i>	Kunyit	Rimpang	<i>Mus musculus</i>	Non-toxic
29.	<i>Clerodendron serratum</i>	Senggugu	Daun	<i>Mus musculus</i>	Non toxic
30.	<i>Dioscorea composita</i>	Gadung	Umbi	<i>Mus musculus</i>	Rodentisida
31.	<i>Eugenia galuca</i>	Cengkih	Daun	<i>Fusarium</i>	Nematoda

Sumber : Kardinan, *et al.*, 1998.

Atas 6 adalah *Piretrin* I dan II, *Sinerin* I dan II, serta *Jasmolin* I dan II (Sastroutomo, 1992). *Piretrin* banyak terkandung dalam bunga *piretrum*. Hasil bunga bisa mencapai 600-750 kg/ha pada umur panen 30 bulan (Hamid dan Anggraini, 1987).

Pengembangan pengujian *piretrum* telah dilakukan di lahan petani sayuran di Cianjur dan Pangalengan Jawa Barat, serta petani sayurandi Bukittinggi Sumatera Barat. Pemberian pestisida nabati dari *piretrin* dapat mengurangi kerusakan tanaman kubis akibat serangan hama. Efektivitas *piretrin* sama dengan insektisida kimiawi/sintetis pada intensitas curah hujan rendah dan aplikasi di lapangan perlu di tambah bahan perekat agar tidak mudah tercuci air hujan. Tingkat residu *piretrum* pada sayuran satu hari setelah penyemprotan sangat rendah lebih kurang 10% dan menghilang pada hari kedua setelah penyemprotan (Kardinan, *et al.*, 1997). Pemberian *piretrin* untuk mengendalikan hama *Callosobruchus analis* dan *Cricula trifenestrata* terhadap oviposisi dan penetasan telur disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemberian *Piretrin* untuk Mengendalikan Oviposisi dan Penetasan Telur Serangga. *C. analis* dan *C. trifenestrata*

Serangga uji	Konsentrasi piretrin (ppm)	Aplikasi	Hambatan oviposisi (%)	Hamabatan penetasan (%)
<i>Callosobruchus analis</i>	310	Peletakan telur	100	
	31	Peletakan telur	85	
	155	Peletakan telur	36	
<i>Cricula trifenestrata</i>	31	Penetasan telur		8
	310	Penetasan telur		95
	155	Penetasan telur		74

Sumber : Kardinan, 1997.

Pada Tabel 3 konsentrasi *piretrin* 310 ppm dapat menekan 100% saat peletakan telur (*oviposisi*) serangga *C. analis* pada biji kacang hijau dan 85% konsentrasi 31 ppm. Hambatan

penetasan telur serangga *C. analis* antara 8-36% pada konsentrasi 31 dan 310 ppm *piretrin*. Rendahnya hambatan penetasan telur karena telur serangga kuat melekat pada biji, dan pada saat telur menetas, larva langsung menggerek ke dalam biji. Pada telur serangga *C. trifenestrata* konsentrasi 155 dan 310 ppm *piretrin* mampu menghambat penetasan telur 74-95% (Tabel 2).

Peningkatan toksisitas *piretrin* dapat ditambah dengan minyak wijen dan *oleoresin* lada dapat disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pemberian *Piretrin* Ditambah dengan Minyak Wijen dan *oleoresin* lada terhadap Mortalitas Larva dan Penetasan Telur *D. polibete*.

Jenis dan Konsentrasi	Mortalitas Larva (%)			Penetasan Telur (%)
	1 hsa	2 hsa	3 hsa	
Piretrin	43,30	63,30	73,30	0
Piretrin + minyak wijen	60,00	83,30	83,30	6,60
Piretrin + oleoresin lada	63,30	93,30	96,60	0
Minyak wijen	0	0	3,30	83,00
Oleoresin lada	0	0	0	83,00
Kontrol	0	0	0	100

Keterangan : has = hari setelah aplikasi

Sumber : Suriati, 1995

Hasil pemberian *piretrin* ditambahkan dengan minyak wijen dan oleoresin lada dapat menghambat penetasan telur *Dolleschalia polibete* sampai 100%, sedangkan tambahan minyak 6,60%, hanya minyak wijen dan oleoresin lada penetasan telur 83% (Tabel 3).

Hasil uji efikasi pestisida nabati dari minyak Serai dapur, mimba dan serai wangi, terhadap mortalitas ulat bulu selama 24 jam disajikan pada Tabel 4. Hasil pengujian menunjukkan kemampuan efikasi cukup tinggi dan persentase kematian diatas 70% kecuali konsentrasi 0,25% minyak serai dapur dan 1% minyak mimba memiliki persentase kematian 50% dan 62%, sehingga sangat baik untuk mengendalikan ulat bulu. Hal ini minyak serai dapur memperoleh mortalitas tertinggi 98% pada untuk konsentrasi 10%, 5%, 2% dan 1%.

Tabel 4. Uji Efikasi Pestisida Nabati dari Minyak Serai Dapur, Mimba dan Serai Wangi, Terhadap Mortalitas Ulat Bulu Selama 24 Jam

Perlakuan konsentrasi	Mortalitas (%)		
	Serai Dapur	Mimba	Serai Wangi
Kontrol	24 b	24 e	24 c
10%	98 a	90 ab	92 ab
5%	98 a	82 ab	90 ab
2%	98 a	78 bc	86 ab
1%	98 a	62 cd	82 ab

Sumber : Adnyana *et al.*, 2012.

Perbedaan kemampuan membunuh masing masing minyak yang diuji diakibatkan berbeda kandungan bahan aktif dan berpengaruh pada ulat bulu (Chiu, 1988; Grainge, dan Ahmed, 1988; Isman, 1994). Bahan aktif pada masing-masing minyak tanaman terbukti dapat berpengaruh terhadap mortalitas ulat bulu.

Tanaman *Melaleuca bracteata* sejenis pohon, daunnya yang disuling menghasilkan minyak yang mengandung *Methyl eugenol*. Minyak Melaleuka bekerja sebagai “sex pheromone”, guna menarik serangga jantan lalat buah *Bactrocera dorsalis*, rendemen minyak ini 1,14% dan mengandung senyawa *Methyl eugenol* sebesar 76% (Nurdjanah *et al.*, 1993). Di Australia tanaman ini banyak jenisnya dan tumbuh di hutan sepanjang sungai yang digunakan sebagai bahan baku industri parfum. Tanaman ini dikoleksi di Instalasi Penelitian Manoko dan Gunung Putri dalam jumlah yang terbatas dan perbanyakannya dilakukan dengan cara dicangkok dan melalui biji/benih.

Penggunaan minyak Melaleuka untuk pengembangannya telah dilakukan di lahan petani di Bogor (Cilebut, Citayam dan Bojonggede dan Subang Jawa Barat serta di Palembang Sumatera Selatan pada tanaman belimbing, jambu batu, nangka kuning, jambu air dan pohon buah lainnya.

Minyak melaleuka memberikan hasil lebih unggul dibanding pestisida kimiawi/sintetis dan lebih murah serta ramah lingkungan (Kardinan *et al.*, 1997). Melaleuka tanpa penyulingan dengan ekstraksi sederhana mampu memerangkap lalat buah sebanyak 127 ekor/minggu dan tidak berbeda dengan hasil sulingan (Tabel 5).

Tabel 5. Pemberian Minyak Melaleuka Hasil Sulingan dan Ekstrak Sederhana terhadap Jumlah Lalat Buah Terperangkap pada Minggu Pertama dan Ke dua

Perlakuan	Jumlah serangga tertangkap	
	Minggu I	Minggu ke II
ME (tetes 2 minggu sekali)	145	5
ES 10%	127	22
ES 5%	73	1
ES 2,50%	55	0
ES 1,25%	10	0
ME (tets tiap minggu)	132	135
Kontrol/air	0	0

Keterangan : ME (minyak hasil sulingan), ES (ekstrak sederhana)

Sumber : Kardinan dan Iskandar, 1997.

Hasil penggunaan minyak *melaleuca* kemampuannya dibandingkan dengan *petrogenol* dalam menangkap lalat buah dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pemberian Minyak *Melaleuca* dan *Petrogenol* Terhadap Lalat Buah yang Tertangkap Setiap Minggu Pada Jambu Biji dan Belimbing di Bogor.

Perlakuan	Jumlah serangga	
	Jambu batu	Belimbing
Melaleuca + air	110	63
Petrogenol + air	98	49
Kontrol (air)	0	0

Sumber : Wikardi *et al.*, 1996.

Pemberian minyak *melaleuca* di Palembang terhadap pohon belimbing, jambu air, nangka kuning jambu batu, minyak melaleuca mampu memerangkap 70-99 ekor lalat buah selama 6 minggu disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pemberian Minyak *Melaleuca* Jumlah Lalat Buah Terperangkap Per Perangkap di Palembang

Waktu Penangkapan	Belimbing	Jambu Air	Nangka Kuning	Jambu Batu
6 – 12 – 1996	24	27	23	25
18 – 12 – 1996	19	14	16	15
30 – 12 – 1996	8	20	17	11
11 – 1 – 1997	8	19	29	26
29 – 1 – 1997	11	11	14	16
Jumlah	70	91	99	96

Sumber : Kardinan *et al.*, 1997

Mortalitas *Sitophilus* spp. akibat pemberian beberapa dosis pestisida nabati dari tanaman babadotan dan tembelean pada benih jagung hari ke 14 sampai 21 dan penyimpanan selama 70 hari pada Tabel 8.

Mortalitas *Sitophilus* spp. akibat pemberian beberapa dosis pestisida nabati dari tanaman babadotan dan tembelean pada benih jagung hari ke 14 sampai 21 dan penyimpanan selama 70 hari disajikan pada Tabel 8. Aplikasi pestisida nabati pada benih jagung terdapat perbedaan mortalitas *Sitophilus* spp. pada hari ke 14 dan 21. Pada hari ke 14 pemberian pestisida nabati babadotan dan tembelean masing-masing pada dosis 4% dan 6% mortalitas *Sitophilus* spp. lebih tinggi dibanding kontrol, sedangkan pada dosis 2% tidak terjadi perbedaan. Pada pemberian pestisida nabati dari babadotan 6% pada benih jagung yang disimpan selama 70 hari, dapat

menekan perkembangan populasi hama *Sitophilus* spp. baik pada stadium larva, pupa atau imago. Sedangkan pestisida nabati yang lain mampu menekan populasi hama tersebut hanya pada stadium imago. Hama *Sitophilus* spp mampu bertahan hidup tanpa makan sampai 36 hari (Haines, 1991 *cit.* Babarinde *et al.*, 2008), namun diduga pestisida nabati babadotan dan tembelean memberikan efek lain seperti mempengaruhi aktivitas hormonal serangga, mengganggu komunikasi dan pergantian kulit, menimbulkan tekanan sampai menyebabkan kematian. Kandungan bahan aktifnya terutama saponin mampu memberikan daya repelensi lebih besar dan mampu menghambat pertumbuhan larva menjadi pupa (Grainge dan Ahmed, 1988). Pestisida nabati babadotan lebih baik dalam menekan perkembangan populasi hama karena semakin tinggi kandungan bahan aktif, konsentrasi semakin besar, sehingga babadotan 6% menjadi pestisida nabati yang paling efektif dibandingkan yang lain.

Tabel 8. Mortalitas *Sitophilus* spp. Akibat Pemberian Beberapa Dosis Pestisida Nabati dari Tanaman Babadotan dan Tembelean pada Benih Jagung Hari Ke 14 Sampai 21 Dan Penyimpanan Selama 70 Hari

Jenis dan konsentrasi pestisida nabati	Mortalitas (%)				
	Perbedaan mortalitas (hari ke)		Penyimpanan 70 hari		
	14	21	Larva	Pupa	Imago
Babadotan 2%	42,5 <sup>ab</sup>	50,0 <sup>b</sup>	49,75 <sup>a</sup>	12,75 <sup>a</sup>	102,50 <sup>b</sup>
Babadotan 4%	45,0 <sup>a</sup>	50,0 <sup>b</sup>	33,25 <sup>a</sup>	17,00 <sup>a</sup>	82,75 <sup>b</sup>
Babadotan 6%	62,5 <sup>a</sup>	67,5 <sup>ab</sup>	11,50 <sup>b</sup>	2,25 <sup>b</sup>	26,75 <sup>c</sup>
Tembelean 2%	40,0 <sup>ab</sup>	57,5 <sup>ab</sup>	40,50 <sup>a</sup>	17,25 <sup>a</sup>	105,00 <sup>b</sup>
Tembelean 4%	67,5 <sup>a</sup>	80,0 <sup>a</sup>	36,75 <sup>a</sup>	10,25 <sup>a</sup>	87,75 <sup>b</sup>
Tembelean 6%	67,5 <sup>a</sup>	82,5 <sup>a</sup>	40,25 <sup>a</sup>	10,50 <sup>a</sup>	75,50 <sup>b</sup>
Kontrol	13,3 <sup>b</sup>	13,3 <sup>c</sup>	45,00 <sup>a</sup>	21,00 <sup>a</sup>	151,00 <sup>a</sup>

Sumber : Astriani, 2010

Pemberian ekstrak daun mimba pada berbagai konsentrasi terhadap rata-rata intensitas serangan larva *Plutella xylostella* umur 28 dan 42 HST, jumlah imago, dan produksi kedelai disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Pemberian Ekstrak Daun Mimba Terhadap Rata-Rata Intensitas Serangan Larva *P. xylostella* Umur 28 dan 42 HST, Jumlah Imago, dan Produksi Kedelai.

Perlakuan Konsentrasi	Intensitas serangan (%)			Produktivitas	
	28 HST	42 HST	Jumlah Imago	Kg/plot	Ton/ha
Kontrol (tanpa perlakuan)	5,33 <sup>a</sup>	4,76 <sup>a</sup>	2,68 <sup>a</sup>	1,35 <sup>a</sup>	1,35
Ekstrak Daun Mimba 5 %	4,39 <sup>b</sup>	3,97 <sup>b</sup>	2,32 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	1,41
Ekstrak Daun Mimba 10 %	4,19 <sup>b</sup>	3,85 <sup>b</sup>	1,99 <sup>a</sup>	1,51 <sup>b</sup>	1,51
Ekstrak Daun Mimba 15 %	3,40 <sup>c</sup>	2,59 <sup>c</sup>	1,15 <sup>b</sup>	1,54 <sup>b</sup>	1,54
Ekstrak Daun Mimba 20 %	2,93 <sup>d</sup>	2,08 <sup>d</sup>	0,88 <sup>c</sup>	1,55 <sup>b</sup>	1,55

Sumber : Bukhari, 2006.

Pada Tabel 9 menunjukkan rata-rata intensitas serangan pada 28 dan 42 HST perbedaan antar aplikasi ekstrak daun mimba, intensitas serangan larva *P. xylostella* terendah dijumpai pada ekstrak daun mimba 20% sebesar 2,93% (28 HST) dan 2,08% (42 HST). Intensitas serangan larva *P. xylostella* tertinggi dijumpai pada kontrol: 5,33% (28 HST) dan 4,76% (42 HST). Rendahnya intensitas serangan larva *P. xylostella* pada perlakuan aplikasi ekstrak daun mimba 20%. Semakin tinggi konsentrasi aplikasi ekstrak daun mimba semakin tinggi efek residu *azadirachtin* dari daun mimba yang ditinggalkan pada tanaman. Senyawa *azadirachtin* ini berfungsi sebagai *antifeedant* (mencegah makanan) dan *repellent*/penolak makanan (Widayat, 1994). Konsentrasi ekstrak daun mimba 20% nyata lebih rendah dibanding konsentrasi 15%, 10% dan 5%. Pada konsentrasi 20% intensitas serangan larva *P. xylostella* menurun. Ekstrak daun mimba lebih aman dan efisien terhadap manusia dan lingkungan. Menurut Kardinan (2002), pestisida nabati bersifat “*pukul dan lari*” (*hit and run*), yaitu apabila diaplikasikan akan membunuh hama pada waktu itu dan setelah hamanya terbunuh maka residunya akan cepat menghilang.

Aplikasi ekstrak daun mimba dengan konsentrasi yang berbeda rata-rata imago *P.xylostella* yang muncul pada 42 HST konsentrasi ekstrak daun mimba 20% lebih rendah bila dibanding Kontrol. Meningkatnya kandungan insektisida maka larva *P.xylostella* menolak makan (antifeedant), mengganggu dan menghambat perkembangan larva, serangga dewasa, serta mencegah larva ganti kulit (Peni, 1997). Aplikasi ekstrak daun mimba 20% menghasilkan produktivitas basah kedelai 1,55 kg/plot (1,55 ton/ha), tidak berbeda dengan 10% dan 15% , tanpa aplikasi ekstrak daun mimba menghasilkan produktivitas basah 1,35 kg/plot (1,35 ton/ha). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi aplikasi ekstrak daun mimba dapat meningkatkan produktivitas tanaman kedele. Penggunaan insektisida nabati pada tanaman disamping lebih aman juga efektif untuk mengendalikan hama *Plutella xylostella* serta dapat mencegah timbulnya hama sekunder, resistensi, resurgensi, residu pada tanaman dan pencemaran lingkungan.

Pemberian tepung biji nimba terhadap hama putih palsu (*Cnaphalocrosis medinalis* Guenee) dari hasil padi pada sistem mina padi disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Pemberian Tepung Biji Nimba terhadap Hama Putih Palsu Pada Hasil Sistem Mina Padi

Perlakuan	Produksi		
	Padi Kg/12 m <sup>2</sup>	Padi Ton/ha	Ikan/ekor/ha
A <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	1,50	1,25	0
A <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	3,00	2,16	7.500
A <sub>2</sub> D <sub>0</sub>	3,66	3,00	8.000
A <sub>0</sub> D <sub>1</sub>	2,66	2,16	0
A <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	5,08	4,16	7.500
A <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	3,50	2,91	8.000
A <sub>0</sub> D <sub>2</sub>	2,16	1,75	0
A <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	5,07	4,16	7.500
A <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	4,91	4,08	8.000

Sumber : Sudjarwo, 2004.

Populasi hama putih palsu lebih tinggi pada areal yang tidak disemprot dengan tepung biji nimba pada sistem monokultur dari pada areal mina padi. Intensitas serangan hama putih palsu termasuk ringan pada tanaman padi monokultur maupun mina padi yang disemprot dengan tepung biji nimba. Hasil panen tertinggi dijumpai pada perlakuan dosis ekstrak tepung biji nimba 20 kg/hektar dengan sistem budidaya mina padi penyelang yaitu rata-rata 4,16 ton/ha padi dan 7.500. Penambahan dosis tepung biji nimbi 20 kg/ha dan 40 kg/ha menunjukkan perbedaan dibanding kontrol (Tabel 10).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa eugenol dan minyak cengkeh pada dosis 25 g dapat menghambat pertumbuhan sporulasi dan pigmentasi *F. oxysporum*, sedangkan tepung daun cengkeh pada konsentrasi 0,2% (Tombe *et al.*, 1992). Efikasi tepung daun cengkeh dengan dosis 100 g/tanaman dapat mengendalikan dan menekan serangan busuk pangkal batang (BPB) dan populasi *F. oxysporum*. Produk cengkeh merupakan fungisida nabati yang aman terhadap lingkungan untuk mengendalikan penyakit BPB secara terpadu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan daun cengkeh dalam bentuk tepung sangat efektif dalam menekan serangan *F. axysporum*. Aplikasi tepung daun cengkeh 50g/kg tanah pada minggu ke 8 masih terbebas dari gejala penyakit, sedangkan pada perlakuan serasah daun cengkeh dan kontrol berturut-turut mencapai 27,6% dan 69,4% terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh Serasah dan Tepung Daun Cengkeh Terhadap Infeksi *F. Axysporum* pada Tanaman Panili.

Dosis (g/kg tanah)	Intensitas serangan (%)	
	Serasah	Tepung
25	44,4	19,4
50	27,6	0
75	13,8	0
100	13,8	0
kontrol	69,4	69,4

Sumber : Tombe *et al.*, 1992



Selain pestisida nabati tersebut di atas tanaman tuba (*Derris elliptica*), tanaman ini mengandung produk metabolit sekunder, salah satunya adalah rotenone (C<sub>23</sub>H<sub>22</sub>O<sub>6</sub>). Kandungan rotenone tertinggi pada akar, adalah 0,30-12% (Jones *et al.*, 1946 dan Dubguzet, 1988). Unsur-unsur utama pada akar (*Rotenone, Deguilen, Eliptone dan Toxicarol*) dengan perbandingan 12:8:5:4. Rotenon merupakan racun perut dan kontak, tetapi tidak sistemik (Dubguzet, 1988), relatif aman bagi kesehatan manusia (Wahyudi, 1990). Panen tanaman tuba berumur sekitar 2 tahun dengan produksi 1-2,50 ton/ha dengan kadar rotenone 1,33% (Ellyda *et al.*, 1993). Akar tuba sangat beracun terhadap siput murbai atau keong emas (*Pomacea canaliculata*), namun tidak berpengaruh terhadap penetasan telurnya (Kardinan dan Iskandar 1997), tetapi dapat mengendalikan hama (Kardinan, 1998). Pengendalian dengan akar tuba tidak sesuai dilakukan pada padi sawah dengan sistem mina padi, karena dapat mematikan ikan dan ternak walaupun tidak mencemari lingkungan.

Pemberian konsentrasi ekstrak metanol dan etanol daun pepaya dan umbi bawang putih terhadap larva nyamuk disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Pemberian Konsentrasi Ekstrak Metanol dan Etanol Daun Pepaya dan Umbi Bawang Putih Terhadap Larva Nyamuk

Konsentrasi Ekstrak (ppm)	Jumlah Larva	Total Kematian	Rata-rata	Rata-rata (%)
Kontrol	40	0	0	0
1000	40	10	2,5	25
1500	40	15	3,75	37,5
2000	40	22	5,5	55
2500	40	26	6,5	65
3000	40	39	9,75	97,5

Sumber : Elvi, 2013

Konsentrasi terkecil yang memperlihatkan efek larvasida yaitu 1000 ppm dengan jumlah larva mati rata-rata. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun pepaya dan umbi bawang putih semakin tinggi tingkat kematian larva nyamuk pada konsentrasi larutan 3000 ppm dengan persentase kematian sebesar 95% pada ekstrak etanol dan 97,5% untuk ekstrak methanol. Daun pepaya dan umbi bawang putih mengandung senyawa metabolit sekunder yang telah berhasil diuji dengan cara metode fitokimia yang di antaranya adalah *alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan sulfur*. Zat flavonoid diduga mengganggu metabolisme energi di dalam mitokondria dengan menghambat system pengangkutan elektron (Agnetha, 2005), yang menyebabkan kematian larva nyamuk.

### Analisis Ekonomi

Secara ekonomi pestisida nabati dari tanaman piretrum, sudah di uji coba di lahan petani dan dilakukan di Bukit Tinggi Sumatera Barat. Pendapatan petani per ha pemberian piretrum cair yang dibuat di laboratorium (Rp.9.652.100/ha), mengimbangi hasil dengan menggunakan insektisida kimiawi / sintesis (Rp.9.920.000/ha). Kandungan tepung sederhana dengan biaya (Rp.2.766.400/ha) dan masih mampu menekan kehilangan hasil akibat serangan hama dibandingkan dengan kontrol rugi sebesar Rp.1.701.800/ha disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Analisis Usahatani Kubis/Ha dengan Penggunaan Piretrum sebagai Pestisida Nabati di Kecamatan Banu Hampar, Sungai Puar Bukit Tinggi

Uraian	Insektisida Sintetis		Piretrum Tepung		Piretrum Cair		Kontrol (air)	
	Fisik (HOK)	Nilai (Rp.000)	Fisik (HOK)	Nilai (Rp.000)	Fisik (HOK)	Nilai (Rp.000)	Fisik (HOK)	Nilai (Rp.000)
<b>Biaya</b>								
Tenaga kerja	120	720	120	720	120	720	120	720
Persiapan lahan	6	36	6	36	6	36	6	36
Pembuatan pesemaian	20	120	20	120	20	120	20	120
Pemupukan	60	360	60	360	60	360	60	360
Lubang tanam	7	42	7	42	7	42	7	42
Menyiang	75	450	75	450	75	450	75	450
Pengendalian H/P	62	372	62	372	62	372	62	372
Panen	45	270	20	120	20	120	8	48
Jumlah		2.370		2.220		2.340		2.148

Tabel 13. Lanjutan

Uraian	Insektisida Sintetis		Piretrum Tepung		Piretrum Cair		Kontrol (air)	
	Fisik (HOK)	Nilai (Rp.000)	Fisik (HOK)	Nilai (Rp.000)	Fisik (HOK)	Nilai (Rp.000)	Fisik (HOK)	Nilai (Rp.000)
Bahan-bahan								
Pupuk kandang (kg)	60	150	60	150	60	150	60	150
Pupuk Urea (kg)	420	210	420	210	420	210	420	210
Pupuk TSP (kg)	400	220	400	220	400	220	400	220
Pupuk KCl (kg)	400	220	400	220	400	220	400	220
Pestisida nabati (paket)	1	408	1	74,40	1	348	-	-
Bibit (Bks)	15	240	15	240	15	240	15	240
Bahan pembantu	1	150	1	150	1	150	1	150
Transport dll. (Rp/kg)	25	978	25	440,20	5	952,80	25	115,20
Jumlah		2.576		1.704,60		2.490,80		1.305,20
Total Biaya		4.946		3.924,60		4.830,40		3.453,20
Produksi (kg)	39.122		17.608		38.113		4.609	
Harga (Rp/kg)		380		380		380		380
Nilai produksi		14.866		6.691		14.482,90		1.751,40
Pendapatan Petani/ha		9.920		2.766,40		9.652,10		-1.701,80

Sumber : Kardinan *et al.*, 1997.

Usahatani jagung dengan teknologi introduksi, lebih menguntungkan dibanding teknologi petani. Walaupun dari komponen biaya pada teknologi introduksi lebih tinggi dari teknologi petani, tetapi produktivitas lebih tinggi sehingga memberikan keuntungan. Total biaya yang diperlukan pada teknologi introduksi Rp.7.410.000/ha, dan terjadi penambahan biaya pembelian pupuk trichokompos. Pendapatan yang diperoleh dari penerapan teknologi introduksi sebesar Rp.12.930.000/ha, dan teknologi petani Rp.2.400.000/ha. Perbedaan pendapatan disebabkan perbedaan produktivitas lebih tinggi pada teknologi introduksi dibanding teknologi petani. Nilai indek R/C ratio pada teknologi introduksi lebih memberikan tambahan keuntungan dengan R/C ratio 1,74 sedangkan teknologi petani R/C ratio 0,33. Hal ini berarti bahwa tambahan input Rp.100 pada teknologi introduksi memberikan keuntungan sebesar Rp.174, sedangkan teknologi petani memberikan keuntungan Rp.33. Teknologi petani secara finansial masih menguntungkan, tapi jauh lebih kecil dibandingkan keuntungan petani yang menerapkan teknologi introduksi. Introduksi teknologi pada budidaya jagung memberikan dampak positif karena keuntungannya cukup memadai dan nilai MBCR cukup tinggi 71,20 (nilaikelayakan finansial MBCR >1) sehingga teknologi yang diterapkan sangat layak untuk diusahakan oleh petani.

Tabel 14. Analisis Usahatani Jagung pada Lahan Introduksi Teknologi dan Teknologi Petani

Uraian	Teknologi Introduksi		Non Introduksi (Teknologi Petani)	
	Volume	Nilai (Rp)	Volume	Nilai (Rp)
Penerimaan :				
Produksi (t/ha) @3000	6,78	20.340.000	3,22	9.660.000
Biaya bahan :				
Benih (kg/ha) @110000	20	2.200.000	30	3.300.000
Urea @1200	150	180.000	300	360.000
SP36 @1600	50	80.000	100	160.000
KCl @8000	50	400.000	100	800.000
Trichokompos @4000	5.000	2.000.000	0	0
Pestisida nabati (l/ha) @10.000	10	100.000	0	0
Pestisida kimia @38.000	0	0	5	190.000
Sub total		4.960.000		4.810.000
Tenaga kerja :				
Olah tanah (HTK) @70000	5	350.000	5	350.000
Menanam (HOK) @25000	12	300.000	12	300.000
Memupuk (HOK) @25000	8	200.000	8	200.000
Menyiang (HOK) @25000	20	500.000	20	500.000
Pengendalian OPT (HOK)	5	125.000	5	125.000
Panen (HOK) @25000	20	500.000	20	500.000
Angkut (HTK) @35000	5	175.000	5	175.000
Prosesing (HOK) @35000	12	300.000	12	300.000

Tabel 14. Lanjutan

Uraian	Teknologi Introduksi		Non Introduksi (Teknologi Petani)	
	Volume	Nilai (Rp)	Volume	Nilai (Rp)
Sub total		2.450.000		2.450.000
Ttotal biaya		7.410.000		7.260.000
Pendapatan		12.930.000		2.400.000
R/C ratio		1,74		0,33
MBCR		71,2		

Sumber : Sunarti *et al.*, 2013

### Kendala Penggunaan Pestisida Nabati Di Indonesia

Masalah utama produksi pertanian tanaman pangan, industri dan hortikultura terutama penggunaan pestisida kimiawi/sintetik sebgai besar petani untuk meningkatkan produksi, walaupun dampak negatifnya telah diketahui. Hal ini perlu diberikan pemahaman kepada petani tentang penggunaan pestisida nabati dan ramah lingkungan. Kemudahan pestisida kimiawi/sintetis masih tetap lebih disukai petani karena mudah didapat, praktis, hasilnya relatif cepat, tidak perlu membuat sendiri, tersedia dalam jumlah besar, tidak perlu menanam dan memelihara tanaman penghasil pestisida nabati.

Belum ada rekomendasi pengambil kebijakan (*lack of ficial recommendation*) atau penyuluhan dan pengenalan penggunaan pestisida nabati kepada petani, stakeholders dan pengguna lainnya. Keterbatasan pengetahuan penyuluh dan pengambil kebijakan mengenai penggunaan pestisida nabati, sehingga perlu diadakan suatu pelatihan atau orientasi pemahaman mengenai manfaat penggunaan pestisida nabati. Tidak tersedianya bahan pestisida nabati secara berkesinambungan dalam jumlah besar atau tersedia pada saat diperlukan. Penggunaan pestisida nabati menimbulkan residu relatif rendah pada bahan makanan dan lingkungan dan lebih aman dari pestisida kimiawi/sintetis, jika penggunaan dosis tinggi. Sifat pestisida nabati mudah teruarai di alam (*biodegradable*).

Sulitnya registrasi pestisida nabati karena memiliki bahan aktif (*multiple active ingredient*) dan sebagian bahan aktif belum diketahui, bahan aktif yang tidak berbeda dengan pestisida sintetis misalnya pestisida nabati *Margosan O* hanya mengandung Azdirachtin. Kandungan bahan aktif tanaman yang sama, umur, kondisi iklim, ketinggian tempat dan waktu panen yang berbeda memberikan hasil yang berbeda perlu pengkajian kandungan bahan aktifnya.

### Peluang Penggunaan Pestisida Nabati Di Indonesia

Pada Tahun 1960 negara-negara industri membentuk *Organization Economic Cooperation Development* (OECD). Organisasi ini mengevaluasi perkembangan *organic farming* pertama tahun 1993 pada masing-masing negara dengan istila "*low input, alternative and sustainable or low input sustainable agriculture*," (LISA). Prinsipnya utama : Menghasilkan produk pertanian dalam kualitas dan kuantitas yang optimal, ramah lingkungan dan kesuburan tanah yang berkelanjutan dengan meminimalkan terjadinya kerusakan lingkungan hidup. Mengupayakan pemakaian bahan yang tidak dapat diperbaharui seminimal mungkin.

Penerapan *system organic farming* pada negara-negara yang tergabung dalam OECD melalui subsidi pemerintah telah melakukan pelatihan bagi petani dan petugas pertanian serta merangsang kegiatan penelitian. Di Indonesia sudah banyak kegiatan bertani dengan system "*organic farming*" tanpa pestisida kimiawi/sintetis dan hanya menggunakan pestisida nabati. Indonesia merupakan negara yang kaya aneka keragaman hayati (*Biodiversity*), termasuk tumbuhan yang banyak mengandung bahan aktif pestisida nabati (Heyne, 1987). Indonesia masih tinggi menggunakan racun serangga dan ikan. Jika saat ini membutuhkan pestisida kimiawi/sintetis 20.000 ton dengan nilai 200-300 miliar rupiah/tahun, jika penggunaan pestisida nabati 10%, maka devisa negara dapat dihemat 20-30 miliar/tahun (Karyono, 1994). Selain itu keuntungan lain yang diperoleh adalah perkembangan agroindustri, khususnya industri pedesaan, perkembangan pertumbuhan usaha baru dan kelestarian lingkungan.

Menurut Soehardjan (1994), teknik sederhana untuk menghasilkan bahan pestisida nabati adalah 1) penggerusan, penumbukan, pembakaran, pengepresan untuk menghasilkan tepung, abu

dan pasta. 2) perendaman atau ekstrak. 3) ekstraksi dengan menggunakan bahan kimia pelarut disertai perlakuan khusus untuk menghasilkan produk ekstrak yang dikerjakan dengan tenaga trampil. Metode sederhana dilakukan petani (jangka pendek) dan laboratorium (jangka panjang) dilakukan tenaga ahli terlatih. Penerapan usahatani ini berinput rendah dan laboratorium berorientasi pada skala industri. Sejalan dengan SK Mentan No. 390/TP-600/5/94, tentang penyelenggaraan program Pengendalian Hama dan Penyakit Terpadu (PHT) dan meningkatkan sumber daya manusia (SDM), khususnya petani. Petani harus mampu menganalisa keadaan hama pada tanamannya dan mampu menyiapkan cara pengendalian yang tepat berdasarkan sumber daya setempat. Berdasarkan keadaan sosial ekonomi petani di Indonesia sebagian besar melakukan peraturan pendaftaran tentang pestisida nabati sangat sederhana penggunaannya. Teknologi penggunaan pestisida nabati sudah berkembang luas baik secara nasional maupun internasional. Dengan demikian maka sangat mendukung peluang penggunaan pestisida nabati di Indonesia.

## KESIMPULAN

1. Di Indonesia dan di Sulawesi Tenggara penggunaan pestisida nabati sangat sesuai karena didukung dengan keanekaragaman hayati, tersedia di alam, biaya rendah, keadaan sosial ekonomi petani dan ramah lingkungan.
2. Penggunaan pestisida nabati mulai dari kandungannya hingga hasil aplikasi untuk mengendalikan hama dan penyakit tidak berbeda dengan pestisida kimiawi/sintetis setelah di uji pada beberapa daerah di Indonesia.
3. Keunggulan pestisida nabati 50,58% mengatasi masalah hama, 19,40% penyakit, 5,60% pasca panen, 5,40% plasma nutfah dan 11,10% masalah lainnya
4. Kemampuan mengendalikan pestisida nabati bersifat mencegah, mengusir, *repellent*, memerangkap, menghambat pertumbuhan *sporulasi* dan rigumentasi, menurunkan bobot badan dan aktivitas hormonal, mengganggu komunikasi dan pergantian kulit, menimbulkan tekanan sampai kematian. Di alam pestisida nabati mudah larut dan terurai atau *hit an run*.
5. Peningkatan pendapatan petani dengan pestisida nabati sebesar Rp. 9.652.100/ha tidak berbeda dengan pestisida kimiawi/sintetis Rp. 9.920.000/ha dan pendapatan dengan pola introduksi teknologi sebesar Rp.12.930.000/ha dan teknologi petani Rp.2.400.000/ha serta mengalami kerugian sebesar Rp. 1.701.800
6. Penggunaan pestisida nabati sendiri sudah menjadi perhatian dari beberapa kalangan baik peneliti, pengajar, penyuluh, stakeholders, petani, masyarakat luas baik nasional maupun internasional dan pengguna lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. G., K. Sumirtha dan I. P. Sudiarta. 2012. Efikasi Pestisida Nabati Minyak Atsiri Tanaman Tropis terhadap Mortalitas Ulat Bulu Gempinis. Jurnal Agroekoteknologi Tropika, 1 (1) : 1-11.
- Agnetha, A.Y. 2005. Efek Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes* sp. Skripsi, Universitas Brawijaya.
- Ahmed S., 1995. Overview of the Current Status and Future Prospects of Botanical Pesticides in Asia and the Pacific. Report of the FAO Expert Consultation on Regional Perspective for Use of Botanical Pesticides in Asia and the Pacific. Bangkok, 28 Oct. 1994,13-17.
- Astriani, D., 2010. Pemanfaatan gulma Babadotan dan Tembelekan dalam pengendalian *Sitophilus* spp. pada benih jagung. Jurnal AgriSains, 1 (1) : 56-67.
- Babarinde, S.A., Adebola Sosina, Ezekiel Iyiola Oyeyiola. 2008. Susceptibility of the Selected Crops in Storage to *Sitophilus zeamais* Motschulsky in Southwestern Nigeri.(Online). Journal of Plant Protection Research. Vol. 48, N0.4 : 541-550
- Bailey K.F., 1959. Field Trials of Wheat and Shelled Corn Protection Pyrethrum Post 5 (2) p 25–26.

- Bukhari. 2006. Eefektivitas Ekstrak Daun Mimba terhadap Pengendalian Hama *Plutella Xylostella* L. pada tanaman kedelai *Jurnal Agri Sains*, 1 (1) : 1-10.
- Chiu, S.F. 1988. Recent Advances in Research on Botanical Insecticides in China. South China Agriculture University. Guangzhou.
- Cramer H.H., 1967. Plant Production and World Crop Production. *flanzenschutznachrichten Bayer*. 20 (1) : 1-524.
- Dubguzed, J.G., 1988. Characterization of Vegetative and Rotenoid Yield of Various Philipines Derris. Univ of the Philipines at Los Banos.
- Ellyda A.W., I. M. Trisawa, Anggraini dan Hernani, 1993. Potensi Beberapa Jenis Pestisida Alami. Balitro Bogor. 19 p.
- Elvi, Y., S. Elystia, A. Kalvin dan M. Irfhan. 2013. Pembuatan pestisida Organic Menggunakan Metode Ekstraksi dari Sampah Daun Papaya dan Umbi Bawang Putih. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 10 (1) : 46-59.
- Frederik, K. L. 2006. Pengaruh Penggunaan Pestisida Terhadap Lingkungan. *Jurnal Sains*, 1-10.
- Grainge, M. and S. Ahmed, 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties A. Willey – Interscience Publications. New York. 470 p.
- Hamid A. dan Anggraini, 1987. Prospek Beberapa Tanaman Penghasil Insektisida. Seminar Nasional Produk Alami Biaktif. PAU Ilmu Hayati dan LIPI, 10 – 12 Maret 1987. Bandung.
- Heyne, K., 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Dephut. Vol. I – IV.
- Isman. 1994. Botanical Insecticides, Deterrents and Repellents in Modern Agriculture and Increasingly Regulated World. *Annual Review of Entomology*, 51: 45-66.
- Jantan, I. dan Zaki. 1998. Development of Environment-friendly Insect Repellent From The Leaf Oils of Selected Malaysian Plant. *Asean Review of Biodiversity and Environment Conservation (ARBEC)*, Article VI.
- Jones M.A., G.W. David and C. Pagan, 1946. Evaluation of Some Clones Derris *Eliptica Trop Agric*. 23 : 89-99.
- Kardinan A. dan M. Iskandar, 1997. Molluscicidal Action of Several Plants, with Empasis on Derris *Eliptica*. Seminar Hasil Penelitian Balitro. 9 Oktober 1997. 10 p.
- Kardinan A., 1997. Potensi Gadung, Kunyit, Senggugu dan Kecubung Sebagai Bahan Rodentisida Nabati. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 3 (1) : 31 – 36.
- Kardinan A., E.A. Wikardi, A. Dhalimi, E. Karmawati dan M. Iskandar, 1997b. Potensi *Melaleuca bracteata* dalam Pengendalian Hama Lalat Buah. Pra Raker II, Evalasi Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor, 28 – 30 Januari 1997.
- Kardinan A., E.A. Wikardi, A. Dhalimi, E. Karmawati dan M. Iskandar, 1997. Laporan Hasil-Hasil Penelitian Pestisida Nabati. ARMP 1996/1997. 37 p.
- Kardinan A., Hernani dan E.A. Wikardi, 1998. Pengaruh Ekstrak Akar Tuba Terhadap Serangga *Callosobruchus analis*. *Jurnal Puslitbangtri*. 3 (1) 13 - 18.
- Kardinan, A. 2002. Pestisida nabati, Ramuan dan Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Karyono, F, 1994. Pengerahan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Prosiding Hasil Penelitian Dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Balitro Bogor.
- Lelan, R.H., 1963. The Use of Pyrethrum Dip as Protection for Drying Fish in Uganda *Pyrethrum Post*, 7 (1) 8-10.
- Maciver, D.R., 1962. Preliminary Experiment on the Stability of Pyrethrin in Aqueous Emulsion. *Pyrethrum Post*. 6 (4) 20-21.
- Nurdjanah, N., S. Rusli dan Ma,mun, 1993. The Characteristic and Chemical Costituents of *Melaleuca sp.* Oils Originated from West Java. *Journal of Spice and Medicinal Crops*. 1 (2) 27-32.

- Peni. 1997. Tips Mudah Menggunakan Nimba. Trubus 337 – TH XXVIII. Yayasan Sosial Tani Membangun. Jakarta
- Rejesus, B.M., 1995. Research and Policies Needed to Promote the use of Botanical Biocides in Asia Philip Ent. 9 (5). P. 449-466.
- Rustama, M.M. 2005. Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Air dan Etanol Bawang Putih (*Allium sativum* L.) terhadap Bakteri Gram Negative dan Gram Positif. Biotika. 2: 1-8.
- Sastroutomo, S.S., 1992. Pestisida. Dasar dan Dampak Penggunaannya. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Saxena, R.C., 1982. Naturally Accruing Pesticides and Their Potential. Chemistry and World Food Supplies. New Frontiers Chemrawn II, 143-160.
- Sitepu, D. A. Kardinan dan A. Asman, 1997. Peluang Penggunaan Pestisida Nabatai. Balitro Bogor. 15 p.
- Soehardjan, M, 1994. Konsep dan Strategi Penelitian dan Pengembangan Pestisida Nabati. Prosiding Hasil Penelitian Pemanfaatan Pestisida Nabati. Balitro Bogor. 1-2 Desember 1993. 11-18 p.
- Sudjarwo. 2004. Pengaruh Penggunaan Tepung Biji Nimbi terhadap Hama Putih Palsu (*Cnaphalocrosis medinalis* Guenee) dan Hasil pada Sistem Mina Padi. Jurnal Pembangunan Pedesaan, IV (2) : 101-111.
- Sunarti, Heri Junedi dan Endriani. 2013. Introduksi Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan Berbasis Reuse, Reduce dan Recycle (3R) dalam Meningkatkan Pendapatan Petani. Jurnal Pengabdian pada Masyarakat, 55 : 41-52.
- Tombe, M., Kobayashi, Mamun, Triantoro dan Sukamto, 1992. Eugenol dan Daun Tanaman Cengkeh untuk Pengendalian Tanaman Industri. Hasil Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Balitro Bogor. 8 p.
- Wahyudi, 1990. Tanaman Tuba Penghasil Racun. Sinar Tani. 12 Desember 1990
- Widayat, W. 1994. Pengaruh Lamanya Waktu Perendaman Serbuk Daun dan Biji Nimba (*Azadirachta indica*) terhadap Ulat Jengkal. Prosiding Hasil Penelitian dalam rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati, 208-212
- Wikardi E.A. dan A. Kardinan, 1994. Effect of Bitung Fruit Extract (*Barringtonia acutangula* Gaertn) on the Biology of *Cricula trifenestrata*. Helf on Cashew Industrial Crops Research Journal 7 (1) 15-19 p.
- Worthing, C.R. 1987. The Pesticide Manual A. World Compendium 8 th ed. The British Crop Protection Council. 126-730.