

Pestisida Nabati: Prospek Pengendali Hama Ramah Lingkungan

Botanical Pesticide: The Prospect of Environmentally Friendly Pest Control

Mas Teddy Sutriadi*, Elisabeth Srihayu Harsanti, Sri Wahyuni, dan Anicetus Wihardjaka

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Jln Jakenan – Jaken Km 05. Kec Jaken. Kabupaten Pati. Jawa Tengah 59182

*E-mail: teddysoma@yahoo.com

Diterima 10 Desember 2019, Direview 2 Januari 2020, Disetujui dimuat 27 April 2020, Direview oleh Asep Nugraha Ardiwinata dan Umi Haryati

Abstrak. Hama tanaman mengancam stabilitas produksi pertanian akibat kehilangan hasil dan penurunan produktivitas tanaman. Penurunannya berkisar antara 20-95%, bahkan bisa menyebabkan gagal panen atau puso pada serangan yang masif. Keberadaan hama dan penyakit dalam budidaya tanaman harus disikapi dengan bijaksana. Organisme pengganggu tanaman (OPT) dikendalikan secara terpadu mengikuti konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Penggunaan pestisida kimiawi merupakan pilihan terakhir dengan memperhatikan kondisi ambang ekonomi di lapangan. Tulisan ini bertujuan menginformasikan penggunaan bahan tumbuhan sebagai pestisida nabati dalam pengendalian hama pada budidaya tanaman pertanian, khususnya tanaman pangan. Indonesia memiliki berbagai tumbuhan sebagai sumberdaya hayati bahan pengendali hama, baik berupa biji, daun, akar, dan batang. Bahan baku pestisida nabati yang tersedia melimpah di agroekologi lahan sawah tadah hujan adalah daun/biji mimba, biji mahoni, gulma babandotan (*Ageratum zonycooides*). Bahan-bahan tersebut dapat diekstrak dan dicampur, serta ditambahkan asap cair (produk samping proses pirolisis arang hayati dari limbah pertanian) dan urin sapi. Hasil penelitian yang telah dilakukan Balingtan memperlihatkan bahwa pemberian insektisida nabati meningkatkan hasil gabah kering panen lebih tinggi berturut-turut sebesar 10,8%; 24,8%; dan 48,7% untuk varietas Mekongga, Situ Bagendit, dan Ciherang, dibandingkan tanpa insektisida nabati. Penambahan urin sapi selain sebagai bahan pengendali hama juga berperan dalam memperbaiki ketersediaan hara terutama nitrogen.

Kata Kunci: Organisme pengganggu tanaman / pestisida kimiawi / pestisida nabati / ramah lingkungan

Abstract. Plant pest threatens the stability of agricultural production due to the yield loss and the decreasing crops productivity. The loss could reach 20-95% or even totally loss when it is massively attacked. The existence of pest dan disease on plant cultivation has to be addressed wisely. Plant-disturbing organism is controlled in an integrated way by following the concept of Integrated Pest Management (IPM). The use of chemical pesticide is the last option with consideration of the economic threshold condition at the field. The objective of this paper is to inform the use of plant as the basic material of botanical insecticide in controlling agricultural-plant cultivation, especially for food crop. Indonesia has various resources of plants as biologically pests controller, in the form of seeds, leaves, roots and stems. Raw materials of the botanical insecticide are abundantly available in rainfed rice agroecology, i.e. neem leaves / seeds, mahogany seeds, and ageratum (*Ageratum zonycooides*) Those materials are extracted and mixed, then is added with the liquid smoke (side product of pyrolysis process of biocharcoal from agricultural waste) and cow urine. The research that was conducted by Indonesian of Agricultural Environment Research Institute shows that the application of botanical insecticide produced higher dried harvesting grain consecutively by 10.8%; 24.8%; and 48.% for Mekongga, Situ Bagendit, and Ciherang variety, compare to those without botanical insecticide. The addition of cow urine also improves the nutrient availability, especially for the nitrogen content.

Keywords: Plant disturbing organism / chemical pesticide / botanical pesticide / environmentally friendly

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan menjadi salah satu prioritas dalam pembangunan pertanian, dimana target produksi selalu meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Ketersediaan pangan nasional dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain keberadaan hama dan efektivitas pengendaliannya.

Keberadaan hama di areal budidaya tanaman pertanian mengancam stabilitas produksi dan produktivitas tanaman, serta menyebabkan kehilangan hasil secara nyata (Popp *et al.* 2013; Maulana *et al.* 2017). Jumlah kehilangan hasil oleh serangan hama tergantung pada kondisi agroklimat, intensitas pertanaman, varietas yang digunakan, pengelolaan lahan dan tanaman, dan metode pengendalian hama. Serangan hama dapat

menyebabkan kehilangan hasil berkisar 20-95% (Rola dan Pingali 1993), bahkan serangan secara massif menyebabkan puso atau gagal panen.

Petani umumnya menggunakan pestisida kimiawi setiap terjadi serangan hama dan penyakit pada tanaman budidaya, bahkan mereka menggunakannya tanpa memperhatikan hama target, cenderung berlebihan, dan tidak tepat baik jenis, dosis, metode aplikasi, maupun frekuensi pemberian. Penggunaan pestisida kimiawi yang berlebihan tersebut meninggalkan residu dalam tanah, air, dan terangkut ke dalam produk pertanian yang akan menurunkan kualitas lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya (Mubushar *et al.* 2019). Paparan pestisida dalam jangka panjang akan mengganggu kesehatan organ mata, kulit, pernafasan, jantung, pencernaan, dan sistem syaraf (Rola dan Pingali 1993).

Penggunaan pestisida yang berlebihan dapat mengakibatkan kegagalan manajemen melalui resurgensi hama dan permasalahan hama sekunder seperti peningkatan resistensi yang diwariskan. Di seluruh dunia, lebih dari 500 spesies hama artropoda memiliki ketahanan terhadap satu atau lebih insektisida, sementara ada hampir 200 spesies gulma tahan herbisida (Chandler *et al.* 2011).

Keberadaan hama pada tanaman budidaya harus disikapi secara bijaksana. Organisme pengganggu tanaman (OPT) dikendalikan secara terpadu mengikuti konsep pengendalian hama terpadu (PHT), penggunaan pestisida kimiawi merupakan opsi terakhir dengan memperhatikan kondisi ambang ekonomi di lapangan.

Tulisan ini bertujuan menginformasikan penggunaan bahan tumbuhan sebagai pestisida nabati dalam pengendalian hama tanaman budidaya, khususnya tanaman pangan.

PENGENDALIAN HAMA TERPADU

Pengendalian hama terpadu merupakan salah satu komponen dalam budidaya tanaman pertanian yang ramah lingkungan. Untung (2000) mengkonsepkan pengendalian hama secara hayati dan kimiawi secara terpadu dan mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimiawi. PHT menekankan pada pemilihan, perpaduan, dan penerapan pengendalian hama yang didasarkan pada perhitungan dan penaksiran konsekuensi ekonomi, ekologi, dan sosiologi (Untung 2000).

PHT diterapkan sejak tahun 1980 melalui Proyek Rintisan Penerapan PHT pada tanaman padi di 6 propinsi di Indonesia (Jawa Barat, Jawa Tengah, DIY, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, dan Sumatera Utara), namun saat itu belum nyata mengurangi penggunaan pestisida kimiawi (Untung 2000). Prinsip-prinsip PHT menurut Untung (2000) yakni bahwa (i) sasaran PHT untuk membatasi dan mengendalikan populasi hama yang tidak merugikan, (ii) penerapan secara holistik dengan mempertimbangkan berbagai faktor untuk memperoleh anjuran yang optimal, (iii) PHT mempertimbangkan kondisi ekologi, ekonomi, dan sosial, (iv) memprioritaskan pengendalian secara alami dan hayati seperti penggunaan varietas tahan

Tabel 1. Ambang ekonomi beberapa hama pada tanaman pangan

Table 1. Economic threshold of several pests in the food crops

Hama tanaman	Ambang ekonomi tunggal	Fase pertumbuhan
Wereng coklat	9 ekor per rumpun	< 40 HST
	18 ekor per rumpun	> 40 HST
Penggerek batang	4 hari setelah penerbangan	Vegetatif/generatif
	6% sundep; 9% beluk	Vegetatif/reproduktif
Walang sangit	10 ekor per rumpun	Matang susu
Pelipat daun	13% daun rusak	Vegetatif
Penggulung daun	25% daun rusak	< 40 HST
	15% daun rusak	> 40 HST
Ulat grayak	25% daun rusak	Vegetatif
	15% daun rusak	Reproduktif

Sumber: Diratmaja dan Zakiah (2015)

OPT, praktis budidaya, pemanfaatan musuh alami hama (parasit, predator, pathogen hama), (v) penggunaan pestisida kimiawi secara bijaksana, dan (vi) pemantauan dan pengamatan kondisi hayati dan lingkungan. Pengendalian dalam konsep PHT terdiri atas langkah pencegahan (*preventive controls*) dan langkah pengendalian (*curative controls*). Tindakan preventif dilakukan lebih dahulu, dan tindakan pengendalian secara mekanis, fisik, ataupun kimiawi dilakukan bilamana populasi OPT berkembang sampai di atas ambang ekonomi (Diratmaja dan Zakiah 2015). Contoh ambang ekonomi beberapa hama tanaman pangan terlihat pada Tabel 1. Melalui sekolah lapang PHT, petani diberi bekal dan pemahaman terkait ekologi lokal hama, memberdayakan petani dalam pengendalian hama yang disesuaikan dengan permasalahan yang terjadi di setiap lokasi, dan petani sebagai penentu dan pelaksana utama PHT di lapangan (Diratmaja dan Zakiah 2015).

PESTISIDA NABATI

Pestisida hayati (pestisida nabati dan pestisida mikroba) merupakan salah satu komponen dalam konsep PHT yang ramah lingkungan. Menurut Schumann dan D'Arcy (2012 dalam Sumartini 2016), pestisida hayati (biopestisida) adalah senyawa organik dan mikroba antagonis yang menghambat atau membunuh hama dan penyakit tanaman. Biopestisida memiliki senyawa organik yang mudah terdegradasi di alam. Namun di Indonesia jarang dijumpai tanaman yang berkhasiat menghambat atau mematikan hama dan penyakit tanaman. Penggunaan biopestisida kurang disukai petani karena efektivitasnya relatif tidak secepat pestisida kimia. Biopestisida cocok untuk pencegahan sebelum terjadi serangan hama dan penyakit (preventif) pada tanaman (Sumartini 2016).

Senyawa insektisida dapat menghambat atau mematikan hama dengan (1) merusak perkembangan telur, larva, dan pupa dari serangga hama; (2) mengganggu komunikasi serangga hama; (3) menyebabkan serangga hama menolak makan; (4) menghambat reproduksi serangga hama betina; (5) mengurangi nafsu makan serangga hama; (6) memblokir kemampuan makan serangga hama; dan (7) mengusir serangga hama (Sumartini 2016). Beberapa bahan alami tumbuhan dapat berperan menggantikan senyawa insektisida kimiawi.

Indonesia mempunyai sumberdaya alami melimpah yang bilamana dikelola berpotensi sebagai proteksi hayati. Menurut Heyne (1987), Indonesia kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk tumbuhan yang mengandung bahan aktif pestisida. Tidak kurang dari 2.000 jenis dapat digunakan sebagai pestisida nabati yang keberadaannya tersebar di seluruh dunia. Setiap daerah mempunyai jenis dan karakteristik tanaman berpotensi pestisida nabati yang berbeda-beda, oleh karena itu penggunaan bahan alami berpotensi digunakan sebagai bahan baku pestisida berbasis sumberdaya lokal. Bahan alami berbasis sumberdaya lokal dapat digunakan sebagai bahan pestisida hayati untuk mengendalikan hama utama tanaman pangan yang murah, mudah, tidak meninggalkan residu, dan ramah lingkungan. Persistensi singkat dan cepat terdegradasi merupakan salah satu keuntungan dari insektisida nabati (Murray *et al.* 2013). Menurut Suryaningsih dan Hadisoeganda (2004), kriteria tumbuhan sumber bahan pestisida nabati yang baik meliputi (i) toksisitas terhadap OPT bukan sasaran nol atau rendah, (ii) biotoksin lebih dari satu cara kerja, (iii) diekstrak dari tumbuhan yang mudah diperbanyak, tahan terhadap kondisi suboptimal, dan tidak menjadi inang alternatif OPT, (iv) tumbuhan sumber tidak berkompetisi dengan tanaman budidaya, (v) tumbuhan sumber berfungsinya multiguna, (vi) biotoksin efektif pada konsentrasi kurang dari 10 ppm (3-5% bobot kering bahan), (vii) sebagai pelarut digunakan air, (viii) bahan baku dapat digunakan baik kondisi segar atau kering, (ix) teknologi pestisida nabati bersifat sederhana dan mudah dipahami, dan (x) murah, bahan baku mudah diperoleh, dan tersedia secara berkesinambungan.

Bahan-bahan alami potensial menggantikan pestisida kimiawi tersedia melimpah dan mudah diperoleh di sekitar lingkungan kegiatan pertanian. Beberapa bahan berbasis sumberdaya lokal dapat digunakan sebagai pestisida nabati misalnya kunyit, daun randu, biji srikaya, daun kenikir, daun/biji mimba, daun/biji mindi, biji mahoni, dan brotowali. Tumbuhan yang mengandung senyawa fitokimia seperti eugenol, alkaloid, polifenol, tanin, dan saponin dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati (Marlinda *et al.* 2012; Iswanto *et al.* 2016; Sumartini 2016; Tampubolon *et al.* 2018). Beberapa peneliti atau institusi telah mengkaji dan menginventarisasi tumbuhan yang mengandung bahan baku sebagai pestisida nabati, misal inventarisasi oleh Suryaningsih dan Hadisoeganda (2004) seperti terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Jenis tumbuhan bahan pestisida nabati dan sasaran OPT untuk tanaman sayuran

Table 2. Types of plants as raw material of botanical pesticides and the target of plants-disturbing organism for vegetable crops

Jenis tumbuhan	Sasaran hama	Habitus
<i>Acalypha indica</i> (dawolong)	<i>Euproctis traterna</i> , ulat	Semak
<i>Acorus calamus</i> (dringo)	<i>Aedes aegypti</i> , semut, <i>Cimexlectularius</i> , <i>Culex fatigans</i>	Terna
<i>Ageratum conyzoides</i> , <i>A. houstonianum</i> (wedusan/babadotan)	<i>Drosophila melanogaster</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Sitophilus</i>	Terna
<i>Agave americana</i> (nenas sebrang)	<i>Sitophilus oryzae</i>	
<i>Allamanda catartica</i> (bunga melur)	<i>Alternaria tenuis</i> , <i>Fusarium nivale</i> , <i>Ustilago sp</i>	Semak
<i>Allium cepa</i> (bawang merah)	<i>Alternaria tenuis</i> , <i>Aspergillus niger</i>	Terna
<i>Allium sativum</i> (bawang putih)	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Alternaria tenuis</i> , <i>Diplodia maydis</i> , <i>Fusarium gramera</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Monilia frusticae</i> , <i>Thrips</i>	Terna
<i>Ananas sativus</i> (nenas)	<i>Blatta orientalis</i>	Terna
<i>Anona muricata</i> (sirsak)	<i>Pediculus humanus</i> , <i>Aphids</i> , <i>Aedes aegypti</i> , <i>Spodoptera</i>	Pohon
<i>Anona reticulata</i> (buah nona)	<i>Plutella xylostella</i> , <i>Spodoptera litura</i> , <i>Dysdercus cingulatus</i> , <i>Tribolium</i>	Semak
<i>Anona squamosa</i> (srikaya)	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Aphid fabae</i> , <i>Ombyx mori</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Nilaparvata lugens</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Epilachna vigigania</i>	Semak
<i>Arachis hypogaea</i> (kacang tanah)	Anti jamur, atraktan, anti nematoda, <i>Aeromymex actopi</i> <i>Nosus</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Peronospora tabacina</i> , <i>Lacosta migrotoruia</i>	Terna
<i>Amorphopalus campanulatus</i> (iles)	<i>Drechalera oryzae</i> , <i>Pyricularia oryzae</i> , hama padi	Terna
<i>Artemisia vulgaris</i> (lokat maka)	Lalat, kecoa, nyamuk, serangga gudang <i>Cassida nebulosi</i>	Terna, gulma
<i>Artocarpus communis</i> (terap)	<i>Attagenuspiceus</i> , <i>Tylenchus fuliforcus</i> , <i>Hoplolaim indicus</i> , <i>Roxylanchus sp</i>	Pohon
<i>Azadirachta indica</i> (mimba)	<i>Agrotis ipsilon</i> , <i>Alternaria tenuis</i> , <i>Antigastra catauna</i> , <i>Culex fatigans</i> , <i>Ditylenchus cypei</i> , <i>Dysdercus congulatus</i> , <i>Epilachna varivestris</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , Belalang, <i>Lyzyomyza sativa</i> , <i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>Nilaparvata lugens</i> , <i>Spodoptera frugiperda</i> , hama gudang, <i>Tribolium confusum</i>	Pohon
<i>Bambusa vulgaris</i> (haur kuning)	Hama padi, repelen	Pohon
<i>Baringtonia asiatica</i> (keben)	<i>Attagenus piceus</i>	
<i>Belamcanda chinensis</i> (suliga)	<i>Phytophthora infenstans</i> , <i>Puccinia graminis</i> , <i>P. rubigavera</i>	Pohon
<i>Beta vulgaris</i> (bit)	<i>Alternaria tenuis</i> , <i>Fusarium azysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Rhizopus nigricans</i>	Terna
<i>Bidens pilosa</i> (biden)	<i>Attagenus piccus</i> , <i>Periplante americana</i> , <i>Oncopletas</i>	Terna
<i>Bixa orellana</i> (kesumba)	Nyamuk, repelen	
<i>Blume balsamifera</i> (sembung)	<i>Pyricularia oryzae</i> , <i>Dreshslera oryzae</i> , <i>Aspergillus oryza</i>	Terna
<i>Brassica junsea</i> (pecai)	<i>Crociodolomia binotalis</i> , <i>Meloidogyne javanica</i>	Pohon
<i>Brassica oleracea var. botrytis</i> , (kubis bunga)	<i>Musca domestica</i> , <i>Cassida rebulosa</i>	Semak
<i>B. rapa var. rapigera</i>	<i>Aspergilus oryzae</i> , <i>Drosophilla</i>	Terna
<i>Brugmansia suaveolens</i> (kecubung)	Semut, nyamuk, lalat, serangga lain	Semak
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (kembang merak)	<i>Meduca sexta</i> , <i>Panonychus citri</i> , <i>Sitophilus oryzae</i>	Semak
<i>Callophyllum inophyllum</i> (nyamplung)	<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i>	Pohon
<i>Calotropis gigantean</i> (widuri)	<i>Diacresia oblique</i> , <i>Meloidogyne indica</i> , <i>M. Javanica</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , nyamuk	Semak
<i>Camellia chinensis</i> (teh)	<i>Anasa tristis</i> , <i>Aphis craccivora</i> , <i>A. gossypii</i> , <i>A. maydis</i> , <i>Derrisiana virgate</i> , <i>Merosiphon rosae</i>	Semak

Tabel 2. Jenis tumbuhan bahan pestisida nabati dan sasaran OPT untuk tanaman sayuran... (lanjutan)

Table 2. Type of plants as raw material of botanical pesticides and the target of plants-disturbing organism for vegetable crops (continued)

Jenis tumbuhan	Sasaran hama	Habitus
<i>Capsicum annum</i> , <i>C. frutescens</i> (cabe)	<i>Callosobruchus maculatus</i> , <i>Lentinus lepeideus</i> , <i>Lapitinottarsa declinata</i> , <i>Cucumber mosaic virus</i> , <i>Culex quinquefasciatus</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , hama Gudang	Semak
<i>Carica papaya</i> (pepaya)	<i>Dacus diversus</i> , <i>D. Zonmatus</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Helicotylenchus sp</i>	Terna
<i>Cassia fistulosa</i> (ketapang)	<i>Calosobruchus chinensis</i> , <i>Colettrichium falcatum</i> , <i>Dacus dorsalis</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Pyricularia oryzae</i> , <i>Phytophthora parasitica</i>	Semak
<i>Caestrum nocturnum</i> (dayang)	<i>Alternaria brassicae</i> , <i>A. tenuis</i> , <i>Colletotrichium capsii</i> , <i>Dreslesera graminii</i> , <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Ustilago hordei</i> , <i>Rhizoctonia sp</i>	
<i>Centella asiatica</i> (daun kaki kuda)	<i>Aphis fabae</i> , <i>Epilachna varivestris</i>	Pohon
<i>Chenopodium ambosioides</i> (daun sena)	<i>Attagenus piceus</i> , <i>Cochliomyza hominivora</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Tobacco mosaic virus</i> , <i>Popilia japonica</i>	Terna
<i>Crysantemum cinerariifolium</i> (piretrium)	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Anopheles quadrimaculatus</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Bombyxmori</i> , <i>Brevivocoryne brassicae</i> , <i>Cladium oectinicorn</i> , <i>Diabrotica punctate</i> , <i>Epilachna varivestris</i> , lalat, belalang, kecoa, nyamuk, <i>Pieris rapae</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , <i>Thrips</i> , <i>Toxoptera aurantri</i>	Terna
<i>Chinchona salisaya</i> (Kina)	<i>Plutella xylostella</i> , <i>Diaphania hyalinata</i>	Pohon
<i>Cinnamomum zealanicum</i> (kulit manis)	<i>Alternaria solani</i> , <i>Bombyx mori</i> , <i>Dacus dorsalis</i> , <i>Callosobruchus maculatus</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Curvalaria lunata</i>	Pohon
<i>Cytrus hystrix</i> , <i>C. aurantiifolia</i> (jeruk nipis)	<i>Aeronyma octospinosus</i> , <i>Callosobruchus lemmiticola</i> , <i>Pediculus humanu</i> , <i>Locusta migratoria</i> , nyamuk, <i>Plutella xyslotella</i> , <i>Dysdercus cingultus</i>	Pohon
<i>Coriandrum sativum</i> (ketumbar)	<i>Aphid</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Cladosporium fulvum</i> , <i>Lentinus lepeideus</i> , <i>Polyporus versicolor</i> , <i>Tribolium castaneum</i>	Terna
<i>Curcuma domestica</i> (kunjir)	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Callosobruchus maculatus</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> , <i>Pyricularia oryzae</i> , Tikus, <i>Thizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Tribolium castaneum</i>	Terna
<i>Cymbopogon citratus</i> , <i>C. nardus</i> (sereh wangi)	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Ceratocystis ulmi</i> , <i>Culex fatigans</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Diplodia maydis</i> , <i>Ustilago avenae</i> , <i>Verticillium alba</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Chysomya macellaria</i> , kecoa, <i>Dacus diversus</i> , <i>Erwinia carotavora</i> , lalat, nyamuk, <i>Polyporus versicolor</i>	Terna
<i>Datura metel</i> , <i>D. stramonium</i> (kecubung)	<i>Aphis gossypii</i> , <i>Crocidolomia binotalis</i> , <i>Epilachna</i> , <i>Euproctis fraternal</i> , <i>Spodoptera litura</i> , <i>Poptato virus</i> , <i>Alternaria tenuis</i> , <i>Aphid</i> , <i>Aulacophora abdominalis</i> , ulat, <i>Dysdercus cingulatus</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> , hama Gudang	Terna
<i>Derris elliptica</i> (tuba)	<i>Aphis fabae</i> , <i>A. medicaginis</i> , <i>Bombyx mori</i> , <i>Burseola fusca</i> , <i>Coccus viridis</i> , <i>Crocidolomia binotalis</i> , <i>Epilachna varivestris</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Pieris brassicae</i> , <i>Spodoptera litura</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Thrips tabaci</i> , nyamuk, <i>Myzus</i>	Liana
<i>Dioscorea hispida</i> (gadung)	<i>Aphis</i> , <i>Attagenus piceus</i> , <i>Locusta migratoria</i>	
<i>Eclipta alba</i> (urang aring)	<i>Attagenus piceus</i> , <i>Meloidogyne sp</i> , <i>Nilaparvata lugens</i>	Terna
<i>Euphorbia pulcherrima</i> (kastuba)	<i>Cerspora cruenta</i> , <i>Maduca sexta</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , <i>Ustilago tritici</i>	Semak
<i>Imperata cylindrica</i> (alang-alang)	<i>Meloidogyne incognita</i>	Terna
<i>Ipomea fistulosa</i> (kangkung)	<i>Helicotylenchus indicus</i> , <i>Hoplolaimus indicus</i> , <i>Rotylenchus reniformis</i> , <i>Tylenchus filiformis</i>	Semak
<i>Jatropha curcas</i> (jarak pagar)	<i>Aulacophora foveicoltes</i> , <i>Liphaphis erysium</i> , <i>Musca domestica</i> , mite, nyamuk	Semak

Tabel 2. Jenis tumbuhan bahan pestisida nabati dan sasaran OPT untuk tanaman sayuran (lanjutan)

Table 2. Type of plants as raw material of botanical pesticides and the target of plants-disturbing organism for vegetable crops (continued)

Jenis tumbuhan	Sasaran hama	Habitus
<i>Kempferia galanga</i> (kencur)	<i>Sitophylus oryzae</i>	Terna
<i>Madhucu cuneata</i> (campoleh)	<i>Alternaria tenuis</i> , <i>Erwinia carotovora</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Aphelenchus avenae</i> , <i>Ditylenchus cypri</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Crocidolomia binotalis</i> , <i>Euproctis fraatema</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Spodoptera litura</i>	Pohon
<i>Melia azedarach</i> (mindih)	<i>Aphis citri</i> , <i>Attagenus piceus</i> , <i>Aullcopor</i> , <i>Bagrada cruciferum</i> , <i>B. picta</i> , <i>Bombyx mori</i> , <i>Brevicoryne brassicae</i> , <i>Locusta migratoria</i> , <i>Nephotetix virescens</i> , <i>Nilaparvata lugens</i> , <i>Oncopeltus fasciatus</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Pieris brassicae</i> , <i>Rhozopetha dominica</i> , <i>Spodoptera abyssina</i> , <i>S. litura</i> , hama gudang, <i>Tribolium castaneum</i> , <i>Alternaria tenuis</i>	Pohon
<i>Mirabilis jalapa</i> (bunga pukul empat)	<i>Cercospora cruenta</i> , <i>Drechlera oryzae</i> , nyamuk	Terna
<i>Momordica charantina</i> (paria)	<i>Athalia rosae</i> , <i>Attagenus fuscuae</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> , tikus	Terna
<i>Syzygium aromaticum</i> (cengkeh)	<i>Attagenus piceus</i> , <i>Chrysomya macelaria</i> , <i>Dacus zonatus</i> , <i>Pediculus humanis</i> , <i>Phytophthora parasitica</i>	Pohon
<i>Tagetes erecta</i> (temblekan)	<i>Aphis craccivora</i> , <i>Dysdercus cingulatus</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Nephotetix virescens</i> , <i>Furnacalis</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Dacus cucurbitae</i> , <i>Epilachna varivestris</i> , <i>Nilaparvata lugens</i> , <i>Pieris rapae</i> , <i>Haplolaimus indicus</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Platylenchus penetrans</i> , <i>trichodoras christei</i> , <i>Pratylenchus zea</i> , <i>Rotylenchus remiformis</i> , <i>Tylenchus filiformis</i> , <i>Uromyces phaseoli</i> , <i>Drechlera oryzae</i>	Pohon
<i>Tamarindus indicus</i> (asam jawa)	<i>Dysdercus cingulatus</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Ustilago hordei</i> , <i>U. tritici</i> , <i>Xanthomonas campestris</i>	Pohon
<i>Theprosia candida</i> (kacang babi bunga putih)	Aphids, <i>Aphis fabae</i> , <i>Crocidolomia binotalis</i> , <i>Epilachna vigniti</i> , <i>Euproctis fraterni</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Toxoptera aurantia</i>	Semak
<i>Theprosia vogelii</i> (kacang babi bunga ungu)	<i>Aphis citri</i> , <i>Crocidolomia binotalis</i> , <i>Epilachna varivestris</i> , <i>Pedidullus humanus</i> , <i>Thrips</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Toxoptera aurantii</i> , tikus	Semak
<i>Thevetia peruviana</i> (burahol-oleander kuning)	<i>Aphis craccivora</i> , <i>Attagenus pecius</i> , <i>Callosobruchus chinensis</i> , <i>Diacricia oblique</i> , <i>Tobacco mosaic virus</i>	Pohon
<i>Tinospora tuberculata</i> (brotowali)	Insektisida	Terna
<i>Tithonia diversifolia</i> (kipahit)	<i>Dysdercus cingulatus</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Sitophilus zeamais</i> , <i>Spodoptera exempta</i> , <i>Tribolium castaneum</i>	Terna
<i>Tona sureni</i> (Suren)	<i>Epilachna varivestris</i> , <i>Hypsiphylia grandelle</i>	Pohon
<i>Tridax procumbens</i> (tridax-hareuga)	<i>Fusarium nivale</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , <i>S. zeamais</i> , <i>Tribolium castaneum</i>	Terna
<i>Vinca rosea</i> (Bunga tembaga)	<i>Drechlera oryzae</i> , <i>Dysdercus cingulatus</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i> , <i>Spodoptera littoralis</i> , <i>Tryporyza incertulas</i>	Semak
<i>Vitex negundo</i> (laban)	<i>Achaea janata</i> , <i>Musca domestica</i> , <i>Plutella xylostella</i> , <i>Pericailia riicini</i> , <i>Pyricularia oryzae</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , <i>Spodoptera litura</i> , <i>Tryporyza incertulas</i> , hama Gudang	Pohon
<i>Zea mays</i> (jagung)	<i>Fusarium solani</i> , <i>Maduca sexta</i> , <i>Meloidogyne sp.</i> , <i>Monilia fruticola</i> , <i>Peronospora tabacina</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>	Terna
<i>Zingiber officinale</i> (jahe)	<i>Pieris brassicae</i> , <i>Sphaeothica solani</i> , <i>S. humuli</i> , <i>Drechlera oryzae</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium oryzae</i> , <i>Tribolium castaneum</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i>	Terna

Sumber: Suryaningsih dan Hadisoeganda (2004)

Beberapa tanaman buah dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hama alami, seperti famili *Anonaceae* (srikaya, sirsak), dan buah makasar (*Brucea javanica* Merr.) (Rachmawati dan Korlina 2009) karena banyak mengandung senyawa *quasinoind* (Yuriansyah *et al.* 2018). Mulyadi (2019) telah mengklasifikasikan bahan tanaman sebagai pestisida nabati menjadi enam kelompok yaitu (1) kelompok tumbuhan sebagai insektisida nabati (bengkoang, serai, sirsak, dan srikaya), (2) kelompok tumbuhan atraktan/penarik (daun selasih, daun kemangi), (3) kelompok tumbuhan rodentisida nabati (gadung), (4) kelompok tumbuhan moluskisida nabati (akar tuba, daun sembung), (5) kelompok tumbuhan fungisida nabati (cengkih, daun sirih, serai, pinang, an tembakau), dan (6) kelompok tumbuhan pestisida nabati serbaguna sebagai insektisida, fungisida, moluskisida, bakterisida, dan nematisida (mimba, sirih, jambu mete, tembakau).

Pestisida nabati memberikan prospek terhadap perbaikan kualitas produk pertanian, ramah lingkungan, dan berkontribusi terhadap stabilitas hasil tanaman budidaya. Hasil penelitian di India menunjukkan bahwa (i) ekstrak *Nigella sativa* 5% dan *Jatropha curcas* 5% efektif menyebabkan mortalitas *Heliothis armigera* masing-masing 72,99 dan 62,64%; (ii) Ekstrak biji mimba menekan perkembangan larva *Plutella xylostella* dan *Pieris brassicae*; (iii) Neem, pyrethrum, *Datura metel*, *Lantana camara*, *Allium sativum* sukses mengendalikan aphid, belalang, dan thrip (Laxmishree dan Nandita 2017). Menurut Agustini dan Widyasari (2017), hasil penelitian di Indonesia secara *in vitro*, minyak atsiri sereh wangi dengan konsentrasi 1%, 3% dan 5% dapat menghambat 100% pertumbuhan cendawan *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* dan ekstrak daun sereh wangi pada konsentrasi 6% dapat menghambat 66,14% pertumbuhan jamur *Fusarium oxysporum f.sp. cubense*, sedangkan secara *in vivo* media tanaman+ekstrak daun sereh wangi 15% dapat menekan tingkat keparahan penyakit hingga 65%. Hasil penelitian lainnya, ekstrak daun sirsak 30% sudah efektif dalam mengendalikan hama ulat api dengan mekanisme racun kontak (Saragih *et al.* 2019).

Efektivitas Pestisida Nabati

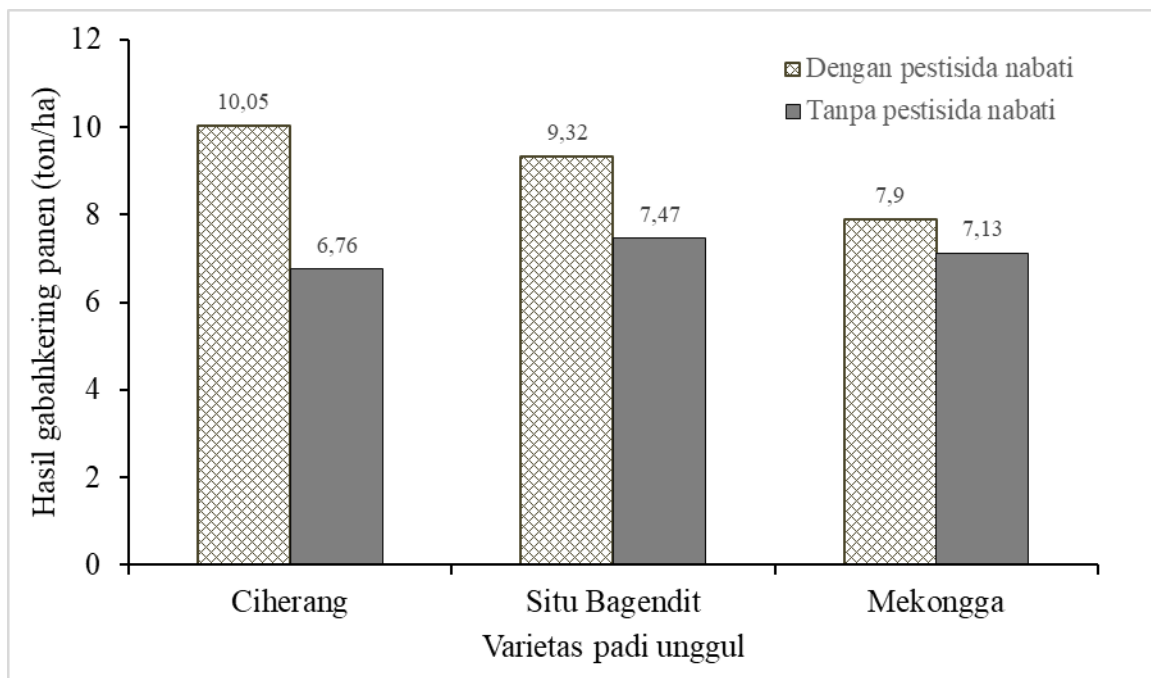
Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) telah mengembangkan pestisida nabati berdasarkan kearifan lokal di agroekologi lahan sawah tadah hujan dengan memanfaatkan sumberdaya lokal. Bahan baku pestisida nabati yang berupa daun/biji

mimba, biji mahoni, gulma *Ageratum* diekstrak dan dicampur, serta ditambahkan asap cair (produk samping proses pirolisis arang hayati dari limbah pertanian) dan urin sapi. Produk pestisida nabati plus dari Balingtan tersebut diaplikasikan pada tanaman pangan sebagai upaya preventif terhadap serangan OPT untuk minimalisasi kehilangan hasil. Pasokan hara nitrogen dalam urin sapi dapat berfungsi memperbaiki pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya. Menurut Mulyadi (2019), mimba merupakan salah satu bahan pestisida nabati yang berfungsi multi antara lain sebagai insektisida, fungisida, bakterisida, moluskisida, nematisida, sedangkan bahan pestisida nabati mempunyai fungsi serupa lainnya antara lain sirih, jambu mete, dan tembakau.

Bekerja sama dengan penyuluh dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Pati, Balingtan mengaplikasikan pestisida nabati pada dosis 10 ml/L dengan frekuensi aplikasi 10 kali setiap 2 minggu sekali, pada hamparan lahan sawah yang ditanami padi varietas Ciherang, Situ Bagendit, dan Mekongga. Hasil pengubinan di lapangan menunjukkan bahwa pemberian insektisida nabati memberikan hasil gabah kering panen lebih tinggi dibandingkan tanpa insektisida nabati, dimana peningkatan hasil pada varietas Mekongga, Situ Bagendit, Ciherang masing-masing sebesar 10,8%; 24,8%; dan 48,7% (Gambar 1). Kehilangan hasil tinggi tampak terjadi pada varietas Ciherang tanpa diberi pestisida nabati, yang berarti bahwa varietas Ciherang lebih rentan terhadap serangan hama dibandingkan Mekongga dan Situ Bagendit.

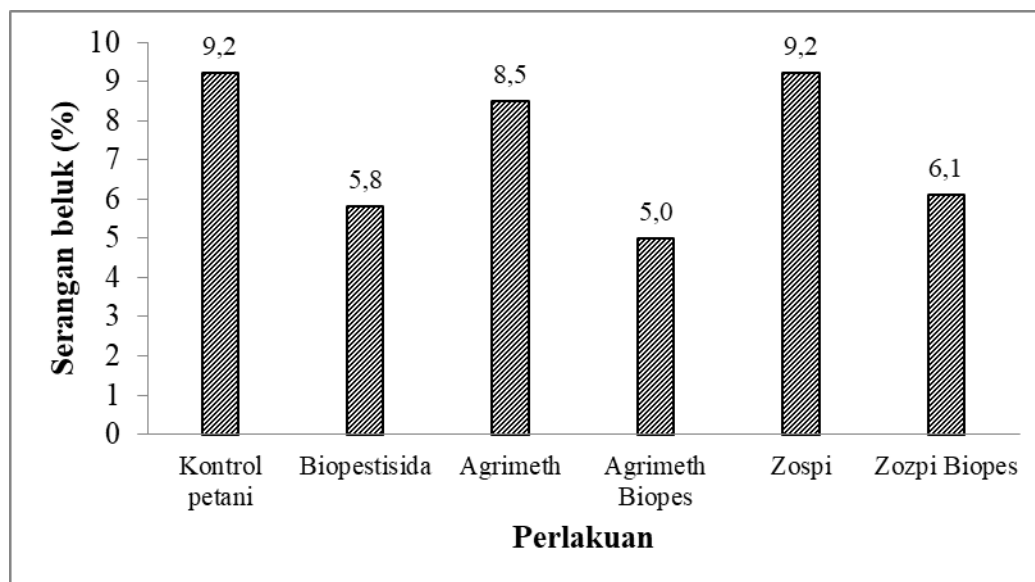
Pemberian pestisida nabati di lahan sawah di Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah pada dosis 10 ml/L dengan frekuensi aplikasi 10 kali setiap 2 minggu sekali, efektif menekan serangan penggerek batang pada fase pertumbuhan reproduktif (beluk) seperti terlihat pada Gambar 2. Aplikasi pestisida nabati di denfarm lahan sawah mengurangi serangan beluk lebih tinggi daripada tanpa pemberian pestisida nabati. Tanpa pestisida nabati, perlakuan bahan amelioran pada padi sawah cenderung terserang penggerek batang.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa pemberian pestisida nabati bersamaan dengan penggunaan agen hayati pada formulasi pestisida nabati dari Balingtan efektif menekan hama dan meningkatkan hasil tongkol jagung kering mencapai 21 ton ha⁻¹ dengan kadar air 19%.



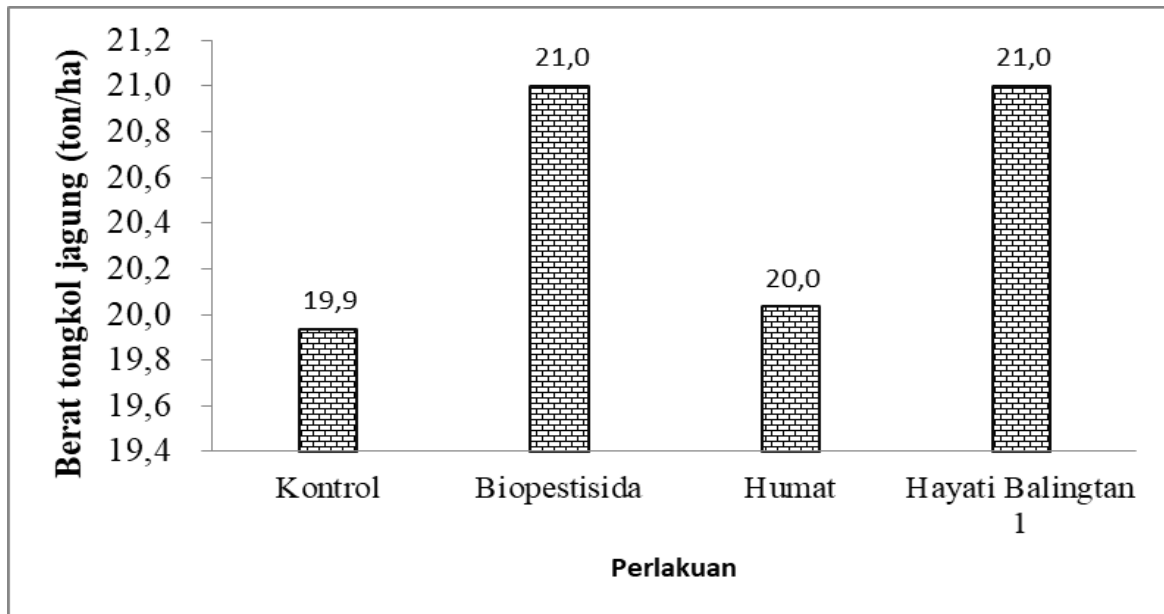
Gambar 1. Hasil gabah kering panen pada agroekologi sawah tadah hujan yang diberi perlakuan pestisida nabati di Kecamatan Batangan, Kabupaten Pati, Jawa Tengah

Figure 1. Rice yield on rainfed agroecology that was treated by botanical pesticides in Batangan Sub District, Pati District, Central Java



Gambar 2. Pengaruh pestisida nabati/biopestisida terhadap serangan penggerek batang pada fase reproduktif tanaman padi di Tambirejo Toroh Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah

Figure 2. The effect of botanical pesticides on stalk borer at the reproductive phase of paddy in Tambirejo Village, Grobogan District, Central Java



Gambar 3. Pengaruh pemberian pestisida nabati/biopestisida terhadap berat tongkol jagung kering di Margototo Lampung

Figure 3. The effect of botanical pesticides application on the dried corn cob in Margototo, Lampung

Formulasi pestisida nabati dari Balingtan telah diterapkan dan diadopsi petani terutama pada komoditas tanaman pangan, antara lain oleh petani dari Kecamatan Batangan, Kabupaten Pati; Kecamatan Kayen, Kabupaten Pati; Kecamatan Margototo, Kabupaten Lampung Timur; Desa Tambirejo Kecamatan Toroh, Kabupaten Grobogan; Kecamatan Tamban Catur, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalteng; dan kegiatan Padi Udang Windu (PANDU) di Kabupaten Barru, Kabupaten Maros, dan Kota Makassar.

Perkembangan Pestisida Nabati di Indonesia

Pestisida nabati merupakan komponen pengendalian yang memanfaatkan bahan-bahan dari alam termasuk musuh alami hama, sehingga aman terhadap lingkungan dan aman terhadap konsumen (Laba *et al.* 2014). Berdasarkan PP Nomor 7 Tahun 1973, Menteri Pertanian diberi mandat untuk mengatur pengelolaan pestisida termasuk pendaftaran pestisida. Pestisida yang diedarkan di Indonesia harus yang terdaftar dan diizinkan oleh Menteri Pertanian. Menteri Pertanian ditunjuk sebagai otoritas koordinator untuk pendaftaran semua jenis pestisida termasuk yang digunakan di sektor-sektor lain termasuk kesehatan. Dalam melaksanakan tugasnya Menteri Pertanian dibantu oleh Komisi Pestisida dengan anggota wakil

dari Kementerian terkait (Kemenkes, Kemendag, Kemenperin, KLHK, Kemenaker, Kemen Kelautan dan Perikanan, Badan POM, Biotrop, LIPI dan Perguruan Tinggi (UI, IPB, ITB, dan UGM).

Perkembangan pestisida kimia di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Formulasi yang terdaftar dan beredar di Indonesia pada tahun 2012 sekitar 2475 formulasi, tahun 2015 sekitar 3541 formulasi, dan 3207 formulasi (Ditjen PSP 2012; Ditjen PSP 2015; Ditjen PSP 2016). Berbeda dengan perkembangan biopestisida terdaftar di Indonesia yang relatif kurang berkembang, karena masyarakat masih memilih yang mempunyai efek cepat dalam mengatasi masalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Menurut Direktur Pupuk dan Pestisida (2017), pestisida biologi yang terdaftar saat ini hanya 24 formulasi (*Bacillus thuringiensis*, *Trichoderma koningii*, *Beuveria bassiana*, *Spodoptera litura*-NPV, dan lain-lain) dan pestisida metabolit sebanyak 30 formulasi (azadirachtin, metil eugenol, saponin, etanol, dan lain-lain). Permentan Nomor 39 Tahun 2015 tentang Pendaftaran Pestisida, mengklasifikasi pestisida berdasarkan bahan aktif pestisida, (1) pestisida sintetik yaitu pestisida yang berbahan aktif satu atau lebih bahan aktif senyawa sintetik, (2) pestisida nabati yaitu pestisida yang berbahan aktif dari bahan alami/pestisida biologi yang terdiri atas pestisida

biologi, pestisida metabolit, dan mineral (Direktur Pupuk dan Pestisida 2017). Hingga saat ini pestisida biopestisida yang terdaftar di Indonesia terdapat 20 nama dagang berbahan aktif bakteri ataupun jamur tiga diantaranya sedang proses perijinan ulang (Ditjen PSP 2016).

Pendaftaran pestisida nabati di Indonesia lebih ringan persyaratannya dari pada pestisida kimia, namun kenyataannya pestisida nabati relatif kurang berkembang. Pada Tabel 3 disajikan persyaratan pendaftaran pestisida kimia dan petisida nabati.

Berdasarkan informasi pada Tabel 3 dapat terlihat, bahwa instansi pemerintah dan masyarakat berpeluang besar untuk melakukan pendaftaran pestisida biologi di Indonesia. Oleh karena itu Balingtan yang telah banyak melakukan penelitian tentang penggunaan bahan lokal untuk pestisida nabati berpeluang untuk mendaftarkan apabila sudah teruji secara komprehensif.

Tabel 3. Persyaratan pendaftaran pestisida

Table 3. Registration requirements of pesticide

Substansi	Sintetik/Kimia	Biologi
Uji mutu	v	v
Uji toksisitas oral dan dermal	v	x
Uji resurgensi wereng coklat pada padi	v	x
Uji antagonis bahan aktif majemuk	v	x
Uji efikasi lapang	v	v
Instansi pemerintah	x	v *

Sumber: Direktur Pupuk dan Pestisida (2017)

*Instansi pemerintah yang mempunyai tugas dan fungsi perlindungan tanaman dapat melakukan pendaftaran untuk pestisida biologi.

Mekanisme Kerja Pestisida Nabati

Secara umum pestisida nabati dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu: 1) pestisida nabati, dan 2) patogen serangga. Pestisida nabati adalah pestisida dengan bahan dasar berasal dari tumbuhan yang ramah lingkungan dan dapat menggantikan pestisida kimia (Laba *et al.* 2014). Pestisida nabati merupakan salah satu komponen PHT. Mekanisme kerja pestisida nabati

dalam mengendalikan pengendali (OPT berbeda-beda tergantung dari jenis bahan alami yang digunakan dan jenis OPT yang dikendalikan. Sebagai contoh mekanisme antagonisme yang dimiliki oleh *Trichoderma spp.* berpotensi besar sebagai pengendali patogen tular tanah *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih. Menurut Berlian *et al.* (2013), mekanisme pengendalian *Trichoderma spp.* terhadap jamur patogen tumbuhan yaitu dengan kompetisi terhadap tempat tumbuh dan nutrisi, antibiosis, dan parasitisme. Antibiosis mempunyai peran penting dalam proses pengendalian dan hampir selalu terkait dengan mekanisme lain yaitu kompetisi dan mikoparasitisme. Satu mekanisme penghambatan yang dimiliki *Trichoderma spp.* tidak dapat bekerja sendiri untuk menghasilkan penghambatan yang signifikan. Agensia hayati *Trichoderma harzianum* dan *Glocladium sp* mampu bersifat mikoparasitisme terhadap penyakit pucuk mati (*Rhizoctonia solani*) dan bercak daun (*Colletotrichum sp*) (Octaviani *et al.* 2015). Menurut Berlian *et al.* (2013), konsep pengendalian penyakit dengan agen hayati akan berhasil jika terdapat keseimbangan antara faktor suhu, pH, dan kelembaban yang optimum.

Mekanisme pestisida nabati pada serangga hama dapat melalui mekanisme racun kontak oleh senyawa bioaktif acetogenin. Mekanisme *acetogenin* sebagai insektisida adalah dengan menghambat NADH ubikuinon reduktase (complex I) rantai pernapasan, dan secara langsung mempengaruhi transpor elektron di mitokondria yang menyebabkan penurunan kadar ATP sehingga sel mengalami apoptosis (Kojima and Tanaka 2009, Tanaka *et al.* 2014). Hasil penelitian Saragih *et al.* (2019), daun sirsak dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati dalam mengendalikan hama ulat api dengan mekanisme racun kontak dan konsentrasi ekstrak daun sirsak 30% sudah efektif dalam mengendalikan hama ulat api pada perkebunan kelapa sawit.

Kendala Implementasi Pestisida Nabati

Pestisida nabati mempunyai potensi besar sebagai pengendali OPT yang ramah lingkungan. Sebagai pengendali hama dan penyakit tanaman, pestisida nabati mampu bersifat mencegah, mengusir, *repellent*, memerangkap, menghambat pertumbuhan, *sporulasi* dan rigumentasi, menurunkan

bobot badan dan aktivitas hormonal, mengganggu komunikasi, pergantian kulit, menimbulkan tekanan sampai kematian (Baharuddin 2015). Namun di sisi lain penggunaan pestisida nabati masih banyak kendala dalam implementasinya di masyarakat. Kendala yang dihadapi antara lain (1) pestisida nabati lebih mudah terurai di alam sehingga aplikasinya harus berulang-ulang, (2) Pestisida nabati sangat sensitif oleh pengaruh parameter lingkungan seperti sinar matahari, suhu, dll., (3) Penggunaan bahan pestisida nabati memerlukan jumlah banyak sehingga ketersediaannya terbatas, dan (4) Kemampuan pestisida nabati dalam mengendalikan OPT tidak secara langsung mematikan atau dengan kata lain daya bunuh rendah sehingga animo masyarakat kurang.

Beberapa kendala pestisida nabati yang telah dikemukakan perlu solusi agar penggunaan pestisida nabati ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat luas sehingga penyelamatan lingkungan pertanian dari cemaran agrokimia dapat dikendalikan. Pestisida nabati lebih mudah terurai di alam (Astuti dan Widyastuti 2016) dan sensitif terhadap sinar matahari sehingga perlu dilakukan introduksi inovasi misalnya penambahan bahan aditif perekat/pelekat/pelindung yang kompatibel dan aman bagi lingkungan. Menurut Martono (1997) kelemahan pestisida nabati antara lain karena bahan nabati kurang stabil mudah terdegradasi oleh pengaruh fisik, kimia maupun biotik dari lingkungannya, maka penggunaannya memerlukan frekuensi penggunaan yang lebih banyak dibandingkan pestisida kimiawi sintetik sehingga mengurangi aspek kepraktisannya.

Menurut Martono (1997), material yang dibutuhkan untuk membuat pestisida nabati jumlah cukup banyak. Hal ini karena sebagian besar senyawa organik nabati tidak polar sehingga sukar larut dalam air, dan bahan nabati alami juga terkandung dalam kadar rendah, sehingga untuk mencapai efektivitas yang memadai diperlukan jumlah bahan tumbuhan yang banyak. Dalam mengatasi kendala ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan bahan pengemulsi, introduksi ekstraksi bahan aktif yang dikandung dari bahan alami potensial dengan cara melakukan ekstraksi yang dapat dilakukan dalam skala industri. Apabila dilakukan oleh petani langsung secara mandiri maka perlu gerakan perbanyak tanaman berpotensi pestisida nabati lokal di daerah masing-

masing sehingga kebutuhan masyarakat petani setempat dapat tercukupi.

Animo masyarakat yang kurang karena proses pembuatan dan penggunaan pestisida nabati harus dilakukan berulang-ulang maka perlu inovasi pestisida nabati yang mempunyai multi fungsi yaitu fungsi pengendalian OPT dan kesuburan tanah sehingga dengan memberikan contoh implementasi teknologi pada masyarakat dalam bentuk demfarm akan sangat menunjang implementasi pestisida nabati di masyarakat. Selain itu perlu adanya sosialisasi tentang bahaya pestisida bagi kesehatan masyarakat dan keberlanjutan kehidupan makhluk hidup perlu dilakukan secara intensif. Demikian juga sosialisasi tentang cara pembuatan dan aplikasi pestisida nabati di masyarakat petani harus dilakukan secara intensif pula.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan pestisida kimia oleh petani di lahan pertanian baik tanaman pangan dan maupun tanaman hortikultura cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Jumlah pestisida yang beredar di masyarakat semakin bertambah terdapat hingga tahun 2016 terdapat 3.207 formulasi. Penggunaan insektisida kimia yang berlebihan akan meninggalkan residu dalam tanah, air, dan terangkut ke dalam produk pertanian yang akan membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lain.

Indonesia mempunyai potensi untuk menghasilkan beragam formula pestisida nabati, tidak kurang dari 2.000 jenis dapat digunakan sebagai pestisida nabati yang keberadaannya tersebar di seluruh dunia, yang sebagian besar berada di Indonesia. Setiap daerah mempunyai jenis dan karakteristik tanaman berpotensi pestisida nabati yang berbeda-beda. Beberapa bahan berbasis sumberdaya lokal yang sudah digunakan sebagai pestisida nabati misalnya kunyit, daun randu, biji srikaya, daun kenikir, daun/biji mimba, daun/biji mindi, biji mahoni, dan brotowali. Pestisida nabati memberikan prospek terhadap perbaikan kualitas produk pertanian, ramah lingkungan, dan berkontribusi terhadap stabilitas hasil tanaman budidaya.

Pestisida nabati telah dikembangkan oleh Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) dengan memanfaatkan tanaman berbahan sumberdaya lokal. Produk pestisida nabati plus dari Balingtan tersebut diaplikasikan pada tanaman pangan sebagai upaya preventif terhadap serangan OPT untuk meminimalisasi kehilangan hasil.

Hasil aplikasi teknologi oleh petani di Kabupaten Pati dan Grobogan menunjukkan adanya hasil gabah kering panen yang lebih tinggi 0,8%; 24,8%; dan 48,7% dibandingkan tanpa insektisida nabati pada Varietas Mekongga, Situ Bagendit, dan Ciherang.

Saran

Pestisida nabati berpotensi untuk dikembangkan oleh petani karena tanaman yang dijadikan bahan baku tersebar di seluruh Indonesia. Pemanfaatan pestisida nabati berbahan baku lokal dapat dikembangkan dan diperkenalkan kepada petani, tetapi diperlukan peran pemerintah dalam mensosialisasikan dan menyelenggarakan bimbingan teknis kepada petani atau penyuluh pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini D, Widyasari. 2017. Upaya menekan pertumbuhan *fusarium oxysporum f.sp. Cubense* pada tanaman pisang dengan aplikasi biopestisida nabati daun serih wangi (*Cymbopogon Nardus* L. Randel). *Journal Agrosience*. (7) 1: 203-213.
- Astuti W, Widyastuti CR. 2016. Pestisida organik ramah lingkungan pembasmi hama tanaman sayur. *Rekayasa* 14(2): 115-120.
- Baharuddin B. 2015. Penggunaan pestisida nabati untuk mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman pangan, industri dan hortikultura. *Prosiding Seminar Nasional Agribisnis Universitas Haluoleo*. doi: dx.doi.org/10.37149/3125.
- Berlian I, Setyawan B, Hadi H. 2013. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaretan* 32(2): 74 – 82.
- Chandler D, Bailey AS, Tatchell GM, Davidson G, Greaves J, Grant WP. 2011. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 366(1573): 1987–1998; doi: 10.1098/rstb.2010.0390.
- Diratmaja IGPA, Zakiah. 2015. Konsep dasar dan penerapan PHT padi sawah di tingkat petani. *Agros* 17(1): 33-45.
- Direktur Pupuk dan Pestisida. 2017. Produksi, peredaran, pengawasan biopestisida di Indonesia. *Prosiding Workshop Inovasi Pestisida Ramah Lingkungan*. Pati 6-7 Sept 2017. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Ditjen PSP. 2012. *Pestisida Pertanian dan Kehutanan Tahun 2012*. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Direktorat Jenderal Sarana dan Prasarana Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Ditjen PSP. 2015. *Pestisida Pertanian dan Kehutanan Tahun 2015*. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Direktorat Jenderal Sarana dan Prasarana Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Ditjen PSP. 2016. *Pestisida Pertanian dan Kehutanan Tahun 2016*. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Direktorat Jenderal Sarana dan Prasarana Pertanian. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*, 1-4. Badan Penelitian dan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Bogor.
- Iswanto EH, Praptana H, Guswara A. 2016. Peran senyawa metabolit sekunder tanaman padi terhadap ketahanan wereng cokelat (*Nilaparvata lugens*). *Iptek Tanaman Pangan* 11(2): 127-132.
- Kojima N, Tanaka T. 2009. Medicinal chemistry of annonaceous acetogenins: Design, synthesis, and biological evaluation of novel analogues. *Molecules* 14: 3621-3661; doi:10.3390/molecules14093621.
- Laxmishree C, Nandita S. 2017. Botanical pesticides – a major alternative to chemical pesticides: A review. *Int. J. of Life Sciences* 5(4): 722-729.
- Marlinda M, Sangi MS, Wuntu AD. 2012. Analisis senyawa metabolit sekunder dan uji toksisitas ekstrak etanol biji buah alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal MIPA Unsrat Online* 1(1): 24-28.
- Martono E. 1997. Biopestisida sebagai penunjang pertanian berwawasan lingkungan. *Seminar regional pengembangan pertanian berwawasan lingkungan HIMAGRO*. Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta. 26 November. 8 Hlm.

- Maulana W, Suharto, Wagiyana. 2017. Respon beberapa varietas padi (*Oryza Sativa* L.) terhadap serangan hama penggerek batang padi dan walang sangit (*Leptocorisa acuta* Thubn.). *Agrovigor* 10(1): 21-27.
- Mubushar M, Aldosari FO, Baig MB, Alotaibi BM, Khan AQ. 2019. Assessment of farmers on their knowledge regarding pesticide usage and biosafety. *Saudi Journal of Biological Sciences* 26(7):1903-1910; doi.org/10.1016/j.sjbs. 2019. 03.001
- Mulyadi E. 2019. Kelompok Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati: Pengendalian OPT Ramah Lingkungan dan Cara Pembuatannya. Direktorat Perlindungan Hortikultura. Direktorat Jenderal Hortikultura. Jakarta. 51 Hal.
- Murray T, Miles C, Daniels C. 2013. Natural insecticides. A Pacific Northwest Extension Publication, PNW 649. Washington State University.
- Octaviani EA, Ahmad, Herliyana EN. 2015. Potensi *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. sebagai agens hayati terhadap *Botryodiplodia* sp. penyebab penyakit mati pucuk pada jabon (*Anthocephalus cadamba* (ROXB.) MIQ). *Jurnal Silvikultur Tropika* 6(1): 27-32.
- Popp J, Peto K, Nagy J. 2013. Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 33: 243–255; doi.org/10.1007/s13593-012-0105-x.
- Rachmawati D, Korlina E. 2009. Pemanfaatan Pestisida Nabati untuk Mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur.
- Rola AC, Pingali PL. 1993. Pesticides, Rice Productivity, and Farmers' Health. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- Saragih G, Fernandez BR, Yuniyanto, Harmileni. 2019. Pembuatan biopestisida dari ekstrak daun sirsak (*Annona Muricata*) untuk pengendalian hama ulat api (*Setothosea Asigna* V.Eecke) pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq). *Jurnal Biosains* 5(1) : 8 - 13. doi : <https://doi.org/10.24114/jbio.v5i1.12331>.
- Sumartini. 2016. Biopestisida untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman aneka kacang dan umbi. *Iptek Tanaman Pangan* 11(2): 159-166.
- Suryaningsih E, Hadisoeganda WW. 2004. Pestisida botani untuk mengendalikan hama dan penyakit pada tanaman sayuran. Monografi No. 26. Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang, Jawa Barat.
- Tampubolon K, Sihombing FN, Purba Z, Samosir STS, Karim S. 2018. Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia. *Jurnal Kultivasi* 17(3): 683-693.
- Tanaka K, Choi J, Cao Y, Stacey G. 2014. Extracellular ATP acts as a damage-associated molecular pattern (DAMP) signal in plants. *Front Plant Sci.* 5: 446; doi: 10.3389/fpls.2014.00446.
- Untung K. 2000. Pelembagaan konsep pengendalian hama terpadu di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 6(1): 1-8.
- Laba W, Wahyuno D, Rizal M. 2014. Peran PHT, pertanian organik dan biopestisida menuju pertanian berwawasan lingkungan dan berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik*. Bogor, 18 – 19 Juni 2014.
- Yuriansyah, Erfa L, Ahyuni D, Syaputra H. 2018. Pelatihan teknik pembuatan pestisida nabati pada kelompok tani Serumpun Mandiri Mekarjaya Kecamatan Sekincau Lampung Barat. *Prosiding Seminar Nasional Penerapan IPTEKS Politeknik Negeri Lampung* 8 Oktober 2018. Hlm. 38-43.