

## **Pestisida Nabati sebagai Alternatif Bahan Pengendali OPT Hortikultura Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan**

Penggunaan pestisida sintetis/kimia oleh petani merupakan salah satu metode pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) yang memberikan hasil pengendalian dengan kelebihan dapat dilihat dengan segera pengaruhnya dalam mengendalikan penyakit tanaman. Namun, berdasarkan pengalaman di lapangan, selain kelebihan pestisida sintetis tersebut, berbagai masalah dipastikan akan timbul, diantaranya kontaminasi terhadap produk pertanian, tanah dan air, terjadinya resistensi pada target patogen sasaran, dan menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan petani. Paparan pestisida dalam jangka panjang akan mengganggu kesehatan organ mata, kulit, pernafasan, jantung, pencernaan, dan sistem syaraf. Penggunaan pestisida yang berlebihan dapat mengakibatkan kegagalan manajemen melalui resurgensi hama dan permasalahan hama sekunder seperti peningkatan resistensi.

Keberadaan hama pada tanaman budidaya harus disikapi secara bijaksana. OPT dikendalikan secara terpadu mengikuti konsep pengendalian hama terpadu (PHT), penggunaan pestisida kimiawi merupakan opsi terakhir dengan memperhatikan kondisi ambang ekonomi di lapangan. Namun faktanya, walaupun ada pendapat yang pro dan kontra terhadap pestisida sintetis/kimia, senyawa kimia saat ini merupakan komponen yang sangat dibutuhkan dalam bidang pertanian, terutama dalam melindungi tanaman dari serangan OPT.

Upaya umum yang dilakukan petani untuk mengatasi serangan OPT adalah dengan menggunakan pestisida sintetis secara intensif dengan dosis yang semakin tinggi dan interval penyemprotan yang semakin pendek. Praktik tersebut jika terus dibiarkan akan menimbulkan dampak negatif, baik bagi kesehatan petani dan konsumen maupun terhadap lingkungan. Salah satu alternatif untuk menggantikan penggunaan pestisida kimia yang banyak menimbulkan dampak negatif adalah menggunakan senyawa kimia yang berasal dari tanaman yang dikenal dengan nama pestisida nabati (Haerul, 2016).

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan keanekaragaman hayati (*Mega Biodiversity*) kedua terbesar di dunia setelah Brazil, memiliki ribuan tanaman yang mengandung sifat pestisida yang dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pestisida nabati. Berbagai jenis tumbuhan yang ada di sekitar kita mempunyai kandungan bahan aktif nya masing – masing. Berbagai jenis tumbuhan tersebut telah sejak lama dikenal kaya dengan kandungan senyawa kimia, baik senyawa yang berguna sebagai obat bagi manusia maupun dapat berfungsi sebagai racun. Berdasarkan berbagai penelitian, tumbuhan juga diketahui memiliki pertahanan diri berupa kandungan senyawa kimia berupa metabolit sekunder yang

dapat berfungsi untuk mempertahankan diri tumbuhan dari serangan hama maupun patogen. Kandungan metabolit sekunder ini dapat kita manfaatkan sebagai bahan untuk alternatif perlindungan tanaman terhadap patogen. Mengacu pada dampak buruk akibat penggunaan senyawa kimia sintetik yang berlebihan, kita dapat memaksimalkan senyawa yang dikandung oleh tumbuhan untuk diberdayakan menjadi pestisida nabati.

Indonesia memiliki sejumlah tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pestisida, baik yang dapat langsung digunakan atau dengan ekstraksi sederhana dengan air, ekstraksi dengan pelarut organik lain atau dengan cara penyulingan, tergantung kepada tujuan dari formula yang akan dibuat. Oleh karena itu, penggunaan pestisida nabati di Indonesia perlu diperkenalkan terhadap pengguna, serta disosialisasikan dan didiseminasikan kepada semua para pemangku kepentingan (*stake holder*).

Setiap daerah mempunyai jenis dan karakteristik tanaman berpotensi pestisida nabati yang berbeda, 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 nabati untuk mengendalikan OPT utama yang murah, mudah, tidak meninggalkan residu, dan ramah lingkungan. Persistensi singkat dan cepat terdegradasi merupakan salah satu keuntungan dari pestisida nabati (Murray *et al.* 2013) dalam (Mas Teddy Sutriadi, 2019).

Pestisida hayati (pestisida nabati dan pestisida mikroba) merupakan salah satu komponen dalam konsep PHT yang ramah lingkungan. Prinsip - prinsip PHT menurut Untung (2000) dalam Mas Teddy Sutriadi (2019) 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 OPT, praktis budidaya, pemanfaatan musuh alami hama (parasit, predator, patogen 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 apabila populasi OPT berkembang sampai di atas ambang ekonomi.

Peran pestisida nabati yang dianggap sebagai pestisida ramah lingkungan, karena bersifat mudah terurai di alam (*bio degradable*), aman terhadap manusia dan hewan peliharaan, sangatlah besar dalam menghadapi masalah global, khususnya ekspor komoditas pertanian

yang sering dihadapkan dengan hambatan non tarif produk ekspor yang sering melibatkan isu *Sanitary and Phytosanitary*, juga *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) yang salah satu isinya adalah masalah pembatasan maksimum kandungan residu pestisida (*maximum residue level*) pada produk ekspor pertanian. Resiko dari peraturan ini adalah ; *embargo* (larangan ekspor), *automatic detention* (penahanan sementara), *mandatory treatment* (perlakuan khusus) dan pengenaan denda dalam bentuk pengurangan harga. Dengan penggunaan pestisida nabati dan menekan penggunaan pestisida kimia sintetis, maka risiko ini dapat diminimalkan, bahkan dihilangkan. Peran pestisida nabati juga sangat besar di dalam usaha pemerintah untuk mengembangkan pertanian organik, karena di dalam pertanian organik penggunaan pestisida kimia sintetis dilarang, dan sebagai alternatifnya adalah pestisida nabati

Pestisida nabati diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Pestisida nabati dimasukkan ke dalam kelompok pestisida biokimia karena mengandung biotoksin. Pestisida biokimia adalah bahan yang terjadi secara alami dapat mengendalikan hama dengan mekanisme non toksik. Secara evolusi, tumbuhan telah mengembangkan bahan kimia sebagai alat pertahanan alami terhadap pengganggunya. Tumbuhan mengandung banyak bahan kimia yang merupakan metabolit sekunder dan digunakan oleh tumbuhan sebagai alat pertahanan dari serangan OPT. Beraneka tumbuhan kaya akan bahan bioaktif, walaupun hanya sekitar 10.000 jenis produksi metabolit sekunder yang telah teridentifikasi, namun apabila ditotal jumlah bahan kimia pada tumbuhan dapat melampaui 400.000 jenis.

Jenis tanaman dari famili Asteraceae, Fabaceae dan Euphorbiaceae, dilaporkan paling banyak mengandung bahan insektisida nabati. Kebiasaan petani dalam menggunakan pestisida nabati dimulai dari kebiasaan menggunakan bahan jamu (empon-empon = jawa), tumbuhan bahan racun (gadung, ubi kayu hijau, pucung, jenu=jawa), tumbuhan berkemampuan spesifik (mengandung rasa gatal, pahit, bau spesifik, tidak disukai hewan/serangga, seperti awar-awar, rawe, senthe), atau tumbuhan lain berkemampuan khusus terhadap hama/penyakit (biji srikaya, biji sirsak, biji mindi, daun mimba, lerak, dan tumbuhan lain).

Terdapat beberapa jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pestisida, seperti mimba (*Azadirachta indica*), daun wangi (*Melaleuca bracteata*), selasih (*Ocimum* spp.), serai (*Cymbopogon nardus*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), akar tuba (*Deris elliptica*), piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), kacang babi (*Tephrosia vogelii*), gadung (*Dioscorea hispida*), tembakau (*Nicotiana tabacum*), Sirsak (*Annona muricata*), srikaya (*Annona squamosa*), suren (*Toona sureni*), dan lainnya. Jenis tumbuhan bahan aktif pestisida nabati yang berfungsi sebagai penarik (atraktan) dan mengandung bahan aktif *methyl eugenol*

diantaranya *Ocimum tenuiflorum*, *O. sanctum* dan *O. minimum*. Jenis tumbuhan bahan aktif pestisida nabati yang berfungsi sebagai penolak (*repellent*) dan mengandung bahan aktif *eugenol* diantaranya *Ocimum gratissimum* dan *O. Basilicum*. Bahan-bahan tersebut dapat diekstrak dan dicampur, serta ditambahkan asap cair (produk samping proses pirolisis arang hayati dari limbah pertanian) dan urin sapi. Penambahan urin sapi selain sebagai bahan pengendali OPT juga berperan dalam memperbaiki ketersediaan hara terutama nitrogen.

Mulyadi (2019) dalam Mas Teddy Sutriadi (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, dan tembakau); dan (6) kelompok tumbuhan pestisida nabati serbaguna sebagai insektisida, fungisida, moluskisida, bakterisida, dan nematisida (mimba, sirih, jambu mete, tembakau).

Pestisida nabati adalah bahan aktif tunggal atau majemuk yang berasal dari tumbuhan (daun, buah, biji atau akar) yang berfungsi sebagai penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh dan fungsi lainnya yang dapat untuk mengendalikan OPT. Pestisida nabati bersifat mudah terurai (*biodegradable*) di alam sehingga tidak mencemari lingkungan, dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan karena residu mudah hilang. Keefektifan tumbuhan sebagai pestisida nabati sangat tergantung dari bahan tumbuhan yang dipakai, karena satu jenis tumbuhan yang sama tetapi berasal dari daerah yang berbeda dapat menghasilkan efek yang berbeda pula, ini dikarenakan sifat bioaktif atau sifat racunnya tergantung pada kondisi tumbuh, umur tanaman dan jenis dari tumbuhan bahan pestisida nabati.

Beberapa keuntungan/kelebihan penggunaan pestisida nabati secara khusus dibandingkan dengan pestisida konvensional adalah sebagai berikut : 1. mempunyai sifat cara kerja (*mode of action*) yang unik yaitu tidak meracuni (non toksik); 2. mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan serta relatif aman bagi manusia dan hewan peliharaan karena residunya mudah hilang; 3. penggunaannya dalam jumlah (dosis) yang kecil atau rendah; 4. mudah diperoleh di alam, contohnya di Indonesia sangat banyak jenis tumbuhan penghasil pestisida nabati; 5. cara pembuatannya relatif mudah dan secara sosial ekonomi penggunaannya menguntungkan bagi petani kecil di negara - negara berkembang.

Pestisida nabati mencakup bahan nabati (ekstraksi penyulingan) yang dapat berfungsi sebagai zat pembunuh, zat penolak, zat pengikat, dan zat penghambat pertumbuhan OPT. Di dalam tumbuhan terdapat zat metabolit sekunder yang berfungsi

untuk melindungi diri dari pesaing / kompetitornya. Zat inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan aktif pestisida nabati. Zat ini mempunyai karakteristik rasa pahit (mengandung alkaloid dan terpen), berbau busuk dan berasa agak pedas sehingga tumbuhan ini tidak diserang oleh hama. Cara kerja pestisida nabati yaitu merusak perkembangan telur, larva, pupa, menghambat pergantian kulit, mengganggu komunikasi serangga, menyebabkan serangga menolak makanan, mengusir serangga, dan menghambat perkembangan patogen (Haerul, 2016).

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) dalam (Mas Teddy Sutriadi, 2019).

Beberapa bahan alami tumbuhan dapat berperan menggantikan senyawa insektisida kimiawi. Senyawa metabolit sekunder dalam pestisida nabati dapat menghambat atau mematikan serangga hama dengan cara : (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) dalam (Mas Teddy Sutriadi, 2019).

Penggunaan pestisida nabati bekerja dengan cara menghambat atau mencegah perkembangan OPT. Menurut Novizan (2010) dalam Haerul (2016), pestisida nabati berfungsi sebagai *repellent*, yaitu penolak kehadiran serangga disebabkan baunya yang menyengat; *antifidant*, yaitu mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot disebabkan rasanya yang pahit; racun saraf; serta mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga. Hal ini sesuai dengan sifat bahan aktif yang dikandung oleh jenis bahan pestisida nabati yang digunakan.

Pengendalian OPT dengan menggunakan ekstrak tanaman sebagai pestisida nabati mempunyai beberapa keunggulan antara lain : (1) mudah terurai sehingga kadar residu relatif kecil, peluang untuk membunuh serangga bukan sasaran rendah dan dapat digunakan beberapa saat menjelang panen; (2) cara kerja spesifik, sehingga aman terhadap vertebrata (manusia dan ternak); (3) tidak mudah menimbulkan resistensi, karena jumlah senyawa aktif lebih dari satu. Dengan keunggulan di atas, maka akan dihasilkan produk pertanian dengan

kualitas yang baik, dan kelestarian ekosistem tetap terpelihara (Setiawati dkk, 2008) dalam (Haerul, 2016).

Kelemahan pestisida nabati adalah daya kerja relatif lambat, tidak membunuh jasad sasaran secara langsung, tidak tahan terhadap sinar matahari, dan tidak dapat disimpan lama jadi harus sering disemprotkan secara berulang. 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 kali; (2) pestisida nabati sangat sensitif oleh pengaruh parameter lingkungan seperti sinar matahari, suhu, dan parameter lain; (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. Menurut Martono (1997) dalam Mas Teddy Sutriadi (2019) 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.

Pestisida nabati lebih mudah terurai di alam (Astuti dan Widyastuti 2016) dalam Mas Teddy Sutriadi (2019) 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) dalam Mas Teddy Sutriadi (2019), 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 keefektifan 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.

Walaupun begitu ada pestisida nabati yang bersifat reaksi cepat seperti bunga piretrum yang mengandung bahan aktif pirethrin, tanaman Nimba yang bahan aktifnya azadirachtin, kedua jenis tanaman ini mengganggu proses metamorfosa serangga dimana kematian terjadi saat pergantian kulit atau instar sehingga waktu yang diperlukan untuk membunuh tiga hari (Kardinan, 2010) dalam (Haerul, 2016). Minyak atsiri dari tanaman cengkeh, serai wangi, dan

nimba merupakan bahan baku pestisida yang berspektrum luas dan dapat berfungsi sebagai insektisida, fungisida, bakterisida, moluskasida dan anti virus.

Daun mimba memiliki bahan aktif alkaloid yang dapat merangsang kelenjar untuk menghasilkan hormon, peningkatan hormon tersebut dapat menyebabkan kegagalan metamorfosis serangga hama yang memiliki metamorfosis sempurna. Selain itu, rasa pahit yang dikeluarkan akan dapat mencegah serangga hama untuk memakan daun tanaman. Mimba, terutama dalam biji dan daunnya mengandung beberapa komponen dari produksi metabolit sekunder yang sangat bermanfaat, baik dalam bidang pertanian (pestisida dan pupuk). Beberapa diantaranya adalah azadirachtin, salanin, meliantriol, nimbin dan nimbidin. Azadirachtin berperan sebagai ecdyson blocker atau zat yang dapat menghambat kerja hormon ecdyson, yaitu suatu hormon yang berfungsi dalam proses metamorfosa serangga. Salanin berperan sebagai penurun nafsu makan (*anti-feedant*) yang mengakibatkan daya rusak serangga sangat menurun, walaupun serangganya sendiri belum mati. Meliantriol berperan sebagai penghalau (*repellent*) yang mengakibatkan serangga hama enggan mendekati zat tersebut. Nimbin dan nimbidin berperan sebagai anti mikro organisme seperti anti-virus, bakterisida, fungisida sangat bermanfaat untuk digunakan dalam mengendalikan penyakit tanaman (Ruskin, 1993) dalam (Haerul, 2016).

Pestisida nabati berbahan daun sirsak mengandung senyawa acetoginin, antara lain asimisin, bulatacin dan squamosin. Pada konsentrasi tinggi, senyawa acetoginin memiliki keistimewaan sebagai penghambat makan (*anti feedant*). Dalam hal ini, serangga hama tidak lagi bergairah untuk melahap bagian tanaman yang disukainya. Pestisida nabati berbahan bawang putih memiliki kandungan kimia terdiri dari : Tanin < 1% minyak atsiri, dialilsulfida, alin, alisin, enzim alinase, vitamin A, B, C. Bawang putih dapat berfungsi sebagai bakterisida (bagian umbi), insektisida (daun dan umbi) dan fungisida (daun dan umbi) (Sudarmo, 2005) dalam (Haerul, 2016).

Keefektifan suatu bahan-bahan alami yang digunakan sebagai insektisida nabati sangat tergantung dari bahan tumbuhan yang dipakai, karena satu jenis tumbuhan yang sama tetapi berasal dari bagian yang berbeda dapat menghasilkan efek yang berbeda pula, ini dikarenakan sifat bioaktif atau sifat racunnya tergantung pada kondisi tumbuh, umur tanaman dan jenis dari tumbuhan tersebut (Haerul, 2016).

Lebih dari 2400 jenis tumbuhan yang termasuk ke dalam 235 famili dilaporkan mengandung bahan pestisida. Beberapa pestisida nabati potensial yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman di beberapa negara di dunia :

### 1. Fungisida Nabati

Fungisida nabati berbahan aktif ekstrak tumbuhan *Reynoutria sachalinensis* (jenis tumbuhan herbal tahunan liar yang pertumbuhannya sangat cepat dan tinggi) telah diproduksi dan dipasarkan di Negara Amerika Serikat dengan merek dagang fungisida nabati Milsana® dan Regalia® PTO.

Konstantinidou-Doltsini et al. (2006) dalam Suganda (2020) berdasarkan hasil uji keefektifan Milsana® terhadap penyakit embun tepung (*Leveillula sachalinensis*) pada tanaman tomat, melaporkan bahwa mekanisme kerja dari ekstrak tumbuhan ini adalah menginduksi resistensi tanaman, jadi harus diaplikasikan sebelum patogen embun tepung (*powdery mildew*) menyerang (sebagai tindakan pencegahan). Hasilnya, Milsana® 0,5% mampu menekan persentase berat penyakit embun tepung pada daun tanaman tomat sebesar 74,8% dibandingkan perlakuan kontrol tanpa penyemprotan Milsana®.

Dalam pengujian lain oleh Daayf et al. (1995) dalam Suganda (2020), Milsana® bahkan lebih efektif ketika dibandingkan dengan kontrol dan fungisida kimia berbahan aktif benomil. Pada perlakuan dengan benomil, 5 hari setelah perlakuan, persentase daun terinfeksi malah meningkat pesat, sementara pada Milsana® penyakit memang berkembang tetapi selalu paling rendah.

### 2. Bakterisida Nabati

Bakterisida nabati sudah berhasil diekstrak dari tanaman *Junesperus oxycedrus* (Cupressaceae), dan dilaporkan memiliki kandungan senyawa antibakteri terhadap 143 jenis bakteri dari 56 spesies bakteri (Karaman et al., 2003) dalam (Suganda, 2020). Tumbuhan ini ditemukan tumbuh liar di Republik Macedonia. Ekstrak tumbuhan ini mengandung 100 jenis senyawa, namun kandungan utama bahan aktifnya adalah  $\alpha$ -pinene (22.54-27.12%), myrcene (11.26-15.13%) and limonene (2.78-18.06%) (Sela et al., 2013) dalam (Suganda, 2020).

Menurut hasil penelitian Karaman et al., (2003) dalam (Suganda, 2020)., ekstrak metanol dari tumbuhan *J. oxycedrus* ini lebih efektif dibandingkan dengan ekstrak airnya. Produknya dipasarkan dengan merek dagang "Cade oil". Namun demikian, Santos et al., (2019) dalam (Suganda, 2020) melaporkan bahwa ekstrak air dari senyawa

tanaman *J. oxycedrus* juga banyak yang efektif sebagai antibakteri, sehingga lebih mudah dalam prosesnya.

Di berbagai negara, sebenarnya terdapat banyak tumbuhan yang mengandung senyawa kimia antibakteri dan sudah dieksplorasi, tetapi umumnya lebih banyak digunakan untuk mengobati penyakit pada manusia yang disebabkan oleh bakteri. Mekanisme antibakteri dari ekstrak tanaman terutama disebabkan oleh kandungan flavonoid pada tanaman yang dibuat ekstrak. Bahan aktif flavonoid yang terkandung dalam ekstrak tanaman telah diketahui memiliki efek sebagai anti-oksidan, anti-inflamasi, anti-alergi, anti-kanker, anti-virus dan anti-jamur. Sebagai anti bakteri, pengaruh flavonoid diantaranya dapat mengganggu fungsi dinding sel bakteri dan menurunkan kemampuan bakteri untuk membentuk biofilm (Gorniak et al., 2019) dalam (Suganda, 2020).

### 3. Antivirus Nabati

Sejauh ini, untuk mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh virus masih belum tersedia senyawa kimia sintetiknya, sehingga oleh para petani masih belum dikenal adanya virusida (pestisida untuk mengendalikan virus patogen). Pengendalian virus patogen pada umumnya dilakukan dengan mengendalikan vektor pembawa virus patogen dengan menggunakan insektisida, juga dengan kultur jaringan, pemanasan kultur jaringan, tanaman resisten, bahkan dengan pembuatan tanaman transgenik. Sementara, bahan kimia yang diklaim sebagai virusida biasanya berupa senyawa desinfektan.

Beberapa tumbuhan diketahui memiliki senyawa yang dapat berfungsi sebagai antivirus. Eksplorasi terhadap virusida nabati, menurut Waziri (2015) dalam Suganda (2020) mendasarkan kepada pemikiran bahwa tumbuhan memiliki kemampuan untuk melawan infeksi virus dengan memproduksi senyawa penghambat virus atau *virus inhibitors*.

Mekanisme antivirus oleh senyawa tumbuhan menurut Waziri (2015) dalam Suganda (2020) adalah menginduksi resistensi sistemik pada tanaman yang belum terinfeksi virus. Tumbuhan yang memiliki senyawa penginduksi resistensi contohnya adalah *Boerhaavia diffusa*, dan *Clerodendrum aculeatum*. Sementara tumbuhan dapat dengan sendirinya melawan infeksi virus karena tumbuhan ini mengandung protein penonaktifan ribosom (*ribosome inactivating proteins* – RIPs) yang dapat menonaktifkan virus secara langsung. Contoh tumbuhannya adalah *Phytolaca americana*, *Mirabilis jalapa*, dan *Dianthus caryophyllus*. Namun demikian, cara kerjanya senyawa antivirus adalah tetap, yaitu mencegah terjadinya replikasi partikel virus didalam sel tanaman.

Salah satu produk antiviral nabati yang sudah dipasarkan di beberapa negara adalah “Duflin” yang berbahan aktif  $\alpha$ -aminophosphonat, chiral cyanoacrylates, dan GU188. Mekanisme kerjanya adalah mengaktifkan sistem kekebalan tanaman dengan menurunkan kemampuan infeksi virus dan menyebabkan agregasi (berkumpulnya partikel virus) (Waziri, 2015) dalam (Suganda, 2020).

#### **4. Nematisida Nabati**

Nematoda merupakan salah satu patogen penyebab penyakit tanaman yang merugikan dan dapat menyebabkan kehilangan hasil pada komoditas hortikultura. Kerugian yang ditimbulkannya di seluruh dunia ditaksir mencapai rata-rata 12,3% atau setara dengan US\$157 juta (Ebone et al., 2019) dalam (Suganda, 2020). Berdasarkan hal tersebut, pengembangan nematisida nabati juga banyak mendapat perhatian para peneliti dan praktisi pertanian. Oleh karena nematoda merupakan pathogen yang berada di dalam tanah, maka penggunaan nematisida sintetik sangat riskan untuk diaplikasikan karena dapat langsung mencemari tanah dan air di lokasi lahan pertanaman. Selain itu, keefektifannya pun tidak optimal karena menyebabkan terjadinya degradasi serta tidak langsung terjadi kontak antara nematisida dengan nematoda. Akibatnya, beberapa produk nematisida sintetik, contohnya DBCP, carbamat, organophosphate, aldicarb dan metilbromida, walaupun dirasa hasil aplikasinya efektif, kini nematisida sudah dilarang dipergunakan di berbagai negara karena sudah dilaporkan menimbulkan dampak bahaya sangat besar bagi manusia dan lingkungan (Ebone et al., 2019) dalam (Suganda, 2020). Oleh karena itu, pencarian dan pengembangan nematisida nabati menjadi salah satu alternatif yang perlu dikaji dan dieksplorasi secara terus menerus.

Pembuatan pestisida nabati dapat dilakukan secara sederhana dan secara laboratorium. Cara sederhana (jangka pendek) dapat dilakukan oleh petani dan penggunaan ekstrak biasanya dilakukan segera mungkin setelah pembuatan ekstrak. Pembuatan secara sederhana ini berorientasi kepada penerapan usaha tani berinput rendah. Sedangkan cara laboratorium (jangka panjang) biasanya dilakukan oleh tenaga ahli yang sudah terlatih dan hasil kemasannya memungkinkan untuk disimpan dalam jangka waktu relatif panjang dan lama. Pembuatan pestisida nabati cara laboratorium berorientasi pada industri sehingga membutuhkan biaya mahal dan produk pestisida nabati menjadi mahal, bahkan kadang lebih mahal daripada pestisida sintesis. Oleh karena itu pembuatan dan penggunaan pestisida nabati dianjurkan dan

diarahkan kepada cara sederhana, terutama untuk luasan terbatas dan dalam jangka waktu penyimpanan yang juga terbatas.

Pembuatan pestisida nabati dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu :

1. penggerusan, penumbukan, pembakaran atau pengepresan untuk menghasilkan produk berupa tepung, abu atau pasta;
2. perendaman untuk produk ekstrak, pembuatan ekstrak ini dapat dilakukan dengan beberapa cara:
  - Tepung tumbuhan + air;
  - Tepung tumbuhan + air, kemudian dipanaskan/direbus;
  - Tepung tumbuhan + air + deterjen;
  - Tepung tumbuhan + air + surfaktan (pengemulsi) pestisida; dan
  - Tepung tumbuhan + air + sedikit alkohol/metanol + surfaktan.
3. ekstraksi dengan menggunakan bahan kimia pelarut disertai perlakuan khusus oleh tenaga yang terampil dan dengan peralatan yang khusus.

### **Pengolahan Pestisida Nabati**

Dalam mempersiapkan pestisida nabati terdapat beberapa cara pengolahan, baik secara sederhana, maupun dengan fasilitas laboratorium. Pada umumnya secara garis besar pengolahan pestisida nabati dapat dilakukan antara lain dengan :

#### **a. Pengepresan**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan minyak dari tumbuhan. Biasanya bahan tanaman yang dipres adalah yang mengandung cairan seperti minyak, misalnya biji mimba (*Azadirachta indica*), jarak kepyar (*Ricinus communis*) dan jarak pagar (*Jatropha curcas*).

#### **b. Penumbukan**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan tepung yang digunakan untuk mengendalikan hama, khususnya hama gudang untuk melindungi biji-bijian, terutama yang akan digunakan sebagai benih. Misalnya bunga piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) yang dibuat tepung sangat efektif mengendalikan hama gudang dan mampu melindungi benih di tempat penyimpanan.

#### **c. Pengabuan**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan abu yang digunakan untuk mengendalikan hama, khususnya hama gudang. Tanaman yang digunakan biasanya mengandung aroma yang menyengat ataupun mengandung bahan yang dapat menimbulkan iritasi, misalnya abu pembakaran serai wangi (*Cymbopogon nardus*) yang mengandung kadar silika yang

tinggi, sehingga dapat melukai serangga (khususnya hama gudang) yang mengakibatkan desikasi (pengeluaran cairan tubuh yang terus menerus, sehingga mati).

d. Ekstraksi

Teknis ekstraksi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu : ekstraksi sederhana dengan pelarut air (*Aqueous extraction*): cara ini dilakukan untuk mendapatkan sediaan pestisida yang biasanya langsung digunakan sesaat setelah selesai proses pembuatan, karena apabila disimpan, maka tidak dapat bertahan lama, misalnya ekstraksi akar tuba (*Derris elliptica*) dengan air untuk mengendalikan hama. Cara ini ada yang langsung dipakai tanpa perendaman bahan terlebih dahulu (maserasi), ada juga yang merendamnya beberapa waktu (1-2 hari) kemudian disaring dan digunakan. Ekstraksi dengan bantuan pelarut (bahan kimia) seperti alkohol, heksan, acetone, dan pelarut lainnya. Hal ini biasanya diikuti oleh proses evaporasi pelarut (menarik pelarut dari formula), sehingga yang tersisa hanya konsentrat bahan pestisida dari tumbuhan. Misalnya ekstraksi biji sirsak (*Annona muricata*), mimba (*Azadirachta indica*) ataupun srikaya (*Annona squamosa*). Formula ini dapat bertahan lebih lama (6-12 bulan) dibandingkan dengan ekstraksi air. Penyulingan Cara ini dilakukan untuk mendapatkan minyak atsiri (*Essential oil*). Penyulingan dilakukan dengan cara memasukkan bahan yang akan disuling (daun, akar, kulit kayu, biji, dan lainnya) ke dalam ketel penyuling, kemudian dikukus ataupun direbus dan uapnya dialirkan melalui kondensor pendingin, sehingga terjadi kondensasi (uap jadi air). Cairan yang dihasilkan dari proses tersebut kemudian dipisahkan antara air dan minyak. Contoh dalam proses ini adalah penyulingan daun cengkeh (*Syzygium aromaticum*), serai wangi (*Cymbopogon nardus*), ataupun pala (*Mysristica fragans*).

Pemanfaatan tumbuhan penghasil pestisida nabati dalam pengendalian OPT sudah banyak dilakukan, terutama di bidang pertanian dan perkebunan dan hasilnya efektif. Penggunaan suatu pestisida nabati akan lebih baik hasilnya atau lebih efektif apabila dipadukan dengan pestisida nabati lainnya. Aplikasinya dapat dilakukan secara pencampuran atau secara bergantian dalam aplikasinya, misal ekstrak daun sirsak dan ekstrak biji mimba. Penggunaan pestisida nabati juga dapat dipadukan dengan musuh alami bila bahan pestisida nabati tersebut tidak menimbulkan efek toksisitas bahkan mortalitas / mematikan bagi musuh alami.

Pada dasarnya senyawa nabati yang efektif atau memiliki efek terhadap serangga, dapat digunakan juga sebagai nematisida nabati. Contohnya, ekstrak daun nimba (*Azadirachta indica*), yang mengandung bahan aktif *azadirachtin* sudah dikenal luas sebagai insektisida nabati. Ternyata di beberapa negara, senyawa *azadirachtin* ini dapat dikembangkan menjadi

nematisida dan dijual secara komersil untuk mengendalikan nematoda dengan label merek dagang "AzaGuard".

Suganda dkk. (1996) dan Sunarto dkk. (1998) dalam Suganda (2020) sudah membuktikan bahwa air rendaman kulit kayu berbagai jenis kayu yang terdapat di Indonesia, yaitu albasia, mahoni, pinus dan suren mampu mengendalikan populasi nematoda *Meloidogyne spp.* pada tanaman tomat, sementara Yulia & Suganda (1999) mengujinya terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum*.

Berlatar belakang dampak negatif dari pengaplikasian pestisida sintetik, para peneliti mencari senyawa kimia nonpestisida sintetik yang dapat dijadikan alternatif dengan karakteristik yang aman, efektif, cepat, murah dan mudah dikembangkan, serta relatif tersedia di sekitar pertanian. Oleh karena tumbuhan sudah sejak dahulu diketahui mengandung senyawa kimia metabolit sekunder yang berperan dalam proses pertahanan dirinya dari serangan hama dan patogen penyebab penyakit tanaman, maka senyawa kimia nabati merupakan target pengembangan senyawa kimia alternatif bagi pestisida.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa walaupun tidak seefektif dan secepat efek yang diperlihatkan oleh senyawa kimia sintetik, senyawa kimia nabati memberikan prospek untuk dikembangkan lebih jauh, bahkan pada kasus-kasus tertentu, seperti pertanian organik, dan pertanian *Low Input Sustainable Agriculture* (LEISA), senyawa kimia nabati menjadi pilihan utama.

Indonesia, sebagai negara tropis yang memiliki biodiversitas tinggi, sudah selayaknya para peneliti semakin giat mengeksplorasi senyawa-senyawa kimia nabati dari plasma nutfah yang dimiliki sebelum punah oleh alasan pembangunan yang tidak memerhatikan masa depan. Ekstensifikasi pertanian dengan membuka hutan tropis secara luas akan menyebabkan hilangnya plasma nutfah sebelum dapat diselamatkan.

Instansi pemerintah yang mempunyai tugas dan fungsi perlindungan tanaman dapat melakukan pendaftaran untuk pestisida nabati. Pendaftaran pestisida nabati di Indonesia lebih ringan persyaratannya dibandingkan dengan persyaratan pendaftaran pestisida kimia, namun pada kenyataannya pestisida nabati masih dirasakan relatif kurang berkembang. Pada Tabel 1 disajikan persyaratan pendaftaran pestisida kimia dan petisida nabati.

Tabel 1. Persyaratan pendaftaran pestisida

| 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: Direktorat Pupuk dan Pestisida (2017)

## Penutup

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.

Senyawa kimia sintetik diprediksi masih akan merupakan salah satu taktik pengendalian yang belum akan dapat ditinggalkan dalam produksi pertanian. Tanpa penggunaan senyawa kimia sintetik, target mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs 2030) terutama dunia tanpa kelaparan akan menjadi sulit untuk dicapai. Hal yang dapat dilakukan adalah penggunaan pestisida kimia dapat dilakukan dengan baik dan benar serta sedapat mungkin digunakan hanya jika diperlukan saja sebagai taktik terakhir dalam kegiatan perlindungan tanaman.

Pencarian bahan aktif baru pestisida sintetik akan menjadi semakin sulit dan mahal, oleh karena itu diperlukan usaha maksimal untuk menjaganya tetap efektif, baik dengan cara penggunaan yang tepat, baik dan benar, juga dengan rotasi penggunaannya, serta mensubstitusi dengan taktik pengendalian lain serta memadukannya dalam strategi pengelolaan OPT secara terpadu.

Dalam mendukung kebijakan pengendalian OPT hortikultura ramah lingkungan dan berkelanjutan, diperlukan promosi dan pemasyarakatan penggunaan pestisida nabati dalam

kegiatan perlindungan tanaman. Salah satu upaya pemasyarakatan tersebut adalah dengan penyebarluasan informasi jenis-jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai pestisida nabati, yang dapat dimanfaatkan dalam pengendalian OPT hortikultura.

Keanekaragaman jenis tanaman yang berpotensi sebagai bahan pestisida nabati sangat banyak. Namun sampai saat ini pemanfaatan sebagai bahan untuk mengendalikan OPT hortikultura masih belum optimal. Salah satu faktor penyebabnya adalah belum optimalnya sosialisasi pemanfaatan pestisida nabati dalam pengendalian OPT kepada masyarakat. Diharapkan dengan adanya informasi jenis-jenis tanaman yang berpotensi sebagai bahan penghasil pestisida nabati dan pemanfaatannya dapat membantu masyarakat dalam mengenal dan memanfaatkan jenis-jenis tersebut dalam pengendalian OPT hortikultura secara ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dengan pemanfaatan pestisida nabati, para petani diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan pengendali OPT dengan memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di sekitar pertanaman milik petani, sehingga pada akhirnya diharapkan petani mampu berswasembada pestisida. Harapan terbesar adalah ketika negara Indonesia mampu untuk berswasembada pestisida (*Pesticide Self Sufficiency*), sehingga tidak tergantung lagi kepada negara - negara besar yang memproduksi pestisida kimia sintetis, bahkan akan mampu mensuplai pestisida nabati ke negara lain yang memerlukan.

#### **Referensi :**

1. Balai Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman Palembang, Tumbuhan Penghasil Pestisida Nabati dan Pemanfaatannya secara Tradisional. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan. 2006.
2. Araz Meilin. Pemanfaatan Pestisida Nabati pada Tanaman Sayuran. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. 2009
3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Pestisida Nabati. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. 2012
4. Haerul, Muhammad Izzdin Idrus dan Risnawati. Efektifitas Pestisida Nabati dalam Mengendalikan Hama pada Tanaman Cabai. STIPER Yapim Maros. Jurnal Agrominansia, 1 (2) Desember 2016 ISSN 2527 – 4538 halaman 129 – 136. 2016
5. Mas Teddy Sutriadi , Elisabeth Srihayu Harsanti, Sri Wahyuni, dan Anicetus Wihardjaka. Pestisida Nabati: Prospek Pengendali Hama Ramah Lingkungan. Botanical Pesticide:

The Prospect of Environmentally Friendly Pest Control. Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 13 No. 2, Desember 2019: 89-101. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. 2019

6. Prof Tarkus Suganda, Taktik Pengendalian dan Strategi Pengelolaan Terpadu Penyakit Tanaman. Unpad Press. 2020

**Disusun dari berbagai sumber oleh :**

Hendry Puguh Susetyo, SP, M.Si

Fungsional POPT Ahli Muda - Direktorat Perlindungan Hortikultura