



PENGUNAAN DAN PENANGANAN PESTISIDA YANG BAIK DAN BENAR



**IAARD
PRESS**

Tonny Koestoni Moekasan
Laksminiwati Prabaningrum

***PENGUNAAN DAN PENANGANAN
PESTISIDA YANG BAIK DAN BENAR***

PENGUNAAN DAN PENANGANAN PESTISIDA YANG BAIK DAN BENAR

Penulis :

**Tonny Koestoni Moekasan
Laksmiwati Prabaningrum**

**IAARD PRESS
J A K A R T A
2 0 2 1**

Penggunaan dan Penanganan Pestisida yang Baik dan Benar

Tonny Koestoni Moekasan dan Laksminiwati Prabaningrum

@2021 IAARD PRESS

Hak cipta dilindungi Undang-undang ada pada Penerbit IAARD PRESS. Hak Penerbitan ada pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Dilarang menggandakan sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara apapun tanpa izin dari Penerbit.

Katalog dalam terbitan

MOEKASAN, Tonny Koestoni

Penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar/penulis, Tonny Koestoni Moekasan dan Laksminiwati Prabaningrum; editor, Budi Marwoto, dan Ahsol Hasyim. -- Cet. ke-1. -- Jakarta : IAARD Press, 2021.

xvi, 90 hlm.; ill., tab.; 21 cm.

ISBN : 978-602-344-312-3

- | | |
|-------------------|---|
| 1. Pestisida | 2. Pengendalian OPT |
| II. Judul | II. Moekasan, T. Koestoni III. Prabaningrum, L. |
| IV. Marwoto, Budi | V. Hasyim, Ahsol |

632.95

Tonny Koestoni Moekasan dan Laksminiwati Prabaningrum

Penerbit

IAARD PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jl, Ragunan No 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540

Telp. (021) 7806202, Fak. (021) 7800644

Email: iaardpress@litbang.pertanian.go.id

Anggota IKAPI No: 445/DKI/2012

KATA PENGANTAR

Pestisida merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari usaha pertanian di Indonesia guna mengurangi serangan hama dan penyakit. Namun, pestisida merupakan bahan beracun yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, keanekaragaman hayati, menyebabkan resistensi, resurgensi, serta menimbulkan gangguan kesehatan manusia, sehingga harus ditangani dan dikelola secara hati-hati dan bijaksana. Di lain pihak, petani sebagai pengguna utama pestisida, sangat bergantung pada penggunaan pestisida karena rasa tidak aman dengan kegagalan panen. Lamanya pengalaman usaha tani ternyata tidak menjamin meningkatnya penanganan pestisida dengan baik dan benar di tingkat petani. Informasi tentang pestisida yang mereka peroleh terutama berasal dari sesama petani dan toko/kios pestisida, tidak menjadikan penggunaan pestisida semakin baik. Oleh karena itu, informasi terinci dan jelas yang disampaikan melalui penyuluhan secara berkesinambungan sangatlah diperlukan.

Buku ini memuat informasi tentang penggunaan pestisida yang selaras dengan konsepsi pengelolaan hama terpadu. Cara penyiapan larutan pestisida dan peralatannya disajikan secara rinci agar pembaca dapat mengikuti dengan mudah. Teknik penyemprotan, strategi pengendalian hama dan penyakit, serta penanganan pestisida yang baik dan benar juga disajikan secara jelas. Pemaparan tentang aplikasi *myAgri* sangat bermanfaat untuk membantu petani dalam memilih pestisida yang terdaftar dan diizinkan serta sesuai dengan target pengendalian di Indonesia.

Oleh karena itu, dengan terbitnya buku ini diharapkan informasi tentang pestisida ini dapat diterapkan oleh praktisi pertanian dan dapat digunakan oleh petugas penyuluh lapangan (PPL dan POPT) sebagai bahan penyuluhan kepada petani. Dengan demikian diharapkan penggunaan dan penanganan pestisida tersosialisasikan dan diterapkan secara baik dan benar, sehingga dampak negatif terhadap lingkungan dan manusia dapat ditekan serendah mungkin.

Lembang, Mei 2021

Editor

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmatNya buku ini dapat tersusun. Penerbitan buku ini merupakan salah satu bentuk tanggung jawab penulis sebagai peneliti di Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) untuk memberikan edukasi kepada para pengguna pestisida, khususnya petani dalam penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar.

Penggunaan pestisida di bidang pertanian, khususnya pada budi daya tanaman sayuran di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Data yang dilaporkan oleh Direktorat Jenderal Sarana dan Prasarana Pertanian, Kementerian Pertanian menunjukkan bahwa jumlah pestisida yang terdaftar dan diizinkan beredar di Indonesia pada kurun waktu 2011 – 2018 mengalami peningkatan sebesar 66,06%. Sementara, hasil penelitian yang dilaporkan oleh banyak peneliti menyebutkan bahwa penggunaan pestisida oleh petani telah dilakukan secara berlebihan dan tidak mengikuti rekomendasi yang telah ditetapkan. Fakta tersebut menjadi keprihatinan kita semua, karena dampak negatif penggunaan pestisida yang sembarangan telah terjadi dan menjadi ancaman yang sangat serius dan nyata. Sementara informasi tentang bagaimana penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar masih sangat terbatas.

Pada tahun 2011, penulis telah menyusun buku mengenai “Penggunaan Pestisida Berdasarkan Konsepsi Pengendalian Hama Terpadu (PHT)” yang diterbitkan oleh Yayasan Bina Tani Sejahtera dan mendapatkan sambutan yang cukup positif dari para pelaku usaha tani. Namun demikian, peredaran buku tersebut masih sangat terbatas dan

informasi yang disajikan masih perlu diperkaya. Oleh karena itu, penulis mencoba menambahkan beberapa informasi dan dilengkapi dengan sumber bacaan yang dapat dirujuk oleh para pembaca. Selain itu, pada buku ini ditambahkan pula informasi mengenai penelusuran pemilihan pestisida yang terdaftar dan diizinkan oleh Komisi Pestisida menggunakan aplikasi *myAgri* yang dapat diunduh pada telepon pintar berbasis android. Hal ini disebabkan akses untuk mendapatkan informasi mengenai pestisida yang terdaftar dan diizinkan oleh Komisi Pestisida bagi petani masih sangat terbatas, sementara ada peraturan yang mewajibkan petani menggunakan pestisida yang terdaftar dan diizinkan. Oleh sebab itu, bab mengenai “Aplikasi *myAgri*” untuk Membantu Mencari Persisida yang Terdaftar dan Diizinkan” sesuai target pengendalian pada buku ini diharapkan dapat membantu petani mengakses informasi tersebut dengan mudah.

Informasi tentang penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar yang terdapat pada buku ini diharapkan menjadi acuan bagi para pelaku usaha tani, sehingga penggunaan pestisida tepat sasaran dan dampak negatif yang ditimbulkan dapat ditekan seminimal mungkin.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan motivasi, dukungan dan bantuan morel maupun materiel kepada penulis hingga buku ini dapat tersusun. Buku ini masih jauh dari sempurna, maka semua kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Lembang, April 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
Bab.1 PENDAHULUAN	1
Bab. 2 PESTISIDA	5
2.1. Pestisida pertanian	6
2.2. Dampak penggunaan pestisida	8
2.2.1. Dampak pestisida terhadap organisme target	8
2.2.2. Dampak pestisida terhadap organisme nontarget	8
2.2.3. Dampak pestisida terhadap produk pertanian	8
2.2.4. Dampak pestisida terhadap tanah dan air	9
2.2.5. Dampak pestisida terhadap kesehatan manusia	9

Bab. 3	PENGUNAAN PESTISIDA BERDASARKAN KONSEPSI PENGELOLAAN HAMA TERPADU ...	11
3.1.	Tepat sasaran	12
3.2.	Tepat mutu	13
3.3.	Tepat jenis	14
3.4.	Tepat waktu penggunaan	14
3.5.	Tepat dosis atau konsentrasi	16
3.6.	Tepat cara penggunaan	17
3.6.1.	Penyemprotan	17
3.6.2.	Pengasapan	17
3.6.3.	Pengembusan	17
3.6.4.	Penaburan	18
3.6.5.	Perawatan benih	18
3.6.6.	Pencelupan	18
3.6.7.	Fumigasi	18
3.6.8.	Injeksi	18
3.6.9.	Penyiraman	19
Bab. 4	PERALATAN SEMPROT PESTISIDA	21
4.1.	Penyemprot punggung (<i>knapsack sprayer</i>)	21
4.2.	Penyemprot punggung bermesin	23
4.3.	<i>Nozzle (spuyer)</i>	24
Bab. 5	PENYIAPAN LARUTAN SEMPROT DAN PENCAMPURAN PESTISIDA	27
5.1.	Penyiapan larutan semprot	27

5.1.1. Kualitas air pelarut	27
5.1.2. pH air pelarut	28
5.2. Pembuatan larutan semprot	29
5.2.1. Pembuatan larutan semprot untuk satu kali penyemprotan	29
5.2.2. Pembuatan larutan semprot dalam jumlah banyak	30
5.3. Volume semprot	31
5.4. Pencampuran pestisida	32
Bab. 6 TEKNIK PENYEMPROTAN PESTISIDA	35
6.1. Kecepatan berjalan	35
6.2. Arah dan jarak <i>spuyer</i> pada bidang sasaran	36
6.3. Arah ayunan tangkai semprot	36
6.4. Faktor lingkungan	37
6.4.1. Suhu udara	37
6.4.2. Kelembapan udara	38
6.4.3. Kecepatan angin	38
Bab. 7 STRATEGI PERGILIRAN PESTISIDA	41
Bab. 8 PENANGANAN PESTISIDA YANG BAIK DAN BENAR	45
8.1. Masuknya pestisida ke dalam tubuh manusia	46
8.2. Alat pelindung diri (APD)	46
8.3. Penanganan pestisida	48
8.4. Peringatan dan perintah dalam penanganan pestisida	49

8.4.1. Piktogram pada kemasan pestisida	50
8.4.2. Piktogram untuk penanganan pestisida ...	50
8.5. Gejala keracunan pestisida dan cara mengatasinya	53
8.5.1. Kulit/mulut	53
8.5.2. Mulut	54
8.5.3. Pernapasan	54
Bab. 9 APLIKASI myAgri UNTUK MEMBANTU MENCARI PESTISIDA YANG TERDAFTAR DAN DIIZINKAN	55
9.1. Mencari pestisida melalui fitur identifikasi OPT	56
9.2. Mencari pestisida melalui fitur cari pestisida	58
Bab. 10 PENUTUP	63
DAFTAR PUSTAKA	65
DAFTAR ISTILAH	81
INDEKS	85
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Aktivitas pengamatan OPT pada pertanaman paprika di Desa Pasirlangu, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat dalam program sekolah lapangan PHT	12
Gambar 2	Buku hijau “Pestisida Pertanian dan Kehutanan” (A) dan aplikasi <i>myAgri</i> pada telepon pintar berbasis android (B)	14
Gambar 3	Membaca label pada kemasan pestisida untuk mengetahui dosis atau konsentrasi formulasi yang dianjurkan	17
Gambar 4	Macam-macam alat semprot punggung yang umum digunakan petani saat ini: (A) penyemprot punggung manual; (B) penyemprot punggung elektrik; dan (C) penyemprot punggung bermesin	22
Gambar 5	Penyemprot mesin (<i>power sprayer</i>)	23
Gambar 6	Selang untuk pompa penyemprot mesin yang mampu menahan tekanan sampai 40 bar	24
Gambar 7	Jenis <i>nozzle</i> atau <i>spuyer type hollow cone</i> 4 lubang terbuat dari kuningan yang umum digunakan oleh petani	25

Gambar 8	Tahapan pembuatan larutan semprot untuk satu kali penyemprotan: (a) larutkan pestisida pada ember yang telah berisi air sesuai dengan kapasitas tangki; (b) aduk pestisida secara merata; dan (c) tuangkan larutan pestisida ke dalam tangki semprot secara hati-hati	29
Gambar 9	Tahapan pembuatan larutan semprot dalam jumlah banyak: (a) larutkan pestisida pada ember kecil yang berisi air; (b) aduk pestisida sampai merata; (c) tuangkan larutan pestisida dari ember kecil ke dalam drum yang telah berisi air sesuai dengan kebutuhan; dan (d) aduk pestisida di dalam drum secara merata. Larutan pestisida siap digunakan	30
Gambar 10	Banyaknya volume semprot per hektare pada tanaman bawang merah berdasarkan umur tanaman..	31
Gambar 11	Arah dan jarak <i>spuyer</i> dengan bidang sasaran	36
Gambar 12	Jenis dan pola semprotan <i>spuyer hollow con</i> dan <i>flat</i> : (A) <i>spuyer type hollow con</i> ; (B) <i>spuyer type flat</i> ; (C) pola semprotan dari <i>spuyer type hollow con</i> ; dan (D) pola semprotan dari <i>spuyer type flat</i>	37
Gambar 13	Strategi pergiliran/rotasi penggunaan insektisida pada tanaman cabai merah untuk mengendalikan hama trips tembakau	43
Gambar 14	Strategi pergiliran/rotasi penggunaan fungisida pada tanaman cabai merah untuk mengendalikan penyakit	44
Gambar 15	Perlengkapan alat pelindung diri: (a) apron atau celemek, (b) topi, (c) masker, (d) <i>face shield</i> atau penutup wajah, (e) sarung tangan, dan (f) sepatu <i>boot</i>	47
Gambar 16	Penyemprot yang menggunakan alat pelindung diri lengkap	48
Gambar 17	Piktogram yang menunjukkan tingkat bahaya pestisida terhadap manusia	50

Gambar 18	Piktogram yang terdapat pada kemasan pestisida	51
Gambar 19	Fitur mencari pestisida yang terdaftar dan diizinkan oleh Komisi Pestisida pada aplikasi <i>myAgri</i>	56
Gambar 20	Tahapan mencari insektisida untuk mengendalikan hama lalat pengorok daun pada aplikasi <i>myAgri</i> melalui fitur identifikasi OPT dan Pengendalian Hama dan Penyakit: (A) tekan tombol identifikasi OPT dan Pengendalian Hama dan Penyakit; (B) pilih dan tekan gambar bawang merah; (C) pilih dan tekan gambar hama lalat pengorok; (D) tekan tombol teknologi pengendalian; dan (E) tekan tombol pestisida kimia sintetik	57
Gambar 21	Daftar insektisida yang dizinkan dan terdaftar: (A) daftar insektisida untuk mengendalikan hama <i>Liriomyza</i> sp. pada tanaman bawang merah; dan (B) salah satu contoh deskripsi insektisida untuk mengendalikan hama tersebut	58
Gambar 22	Tahapan mencari pestisida berdasarkan fitur cari pestisida dan pencarian berdasarkan komoditas dan nama umum hama dan penyakit: (A) tekan tombol cari pestisida; (B) tuliskan “Padi” pada kolom komoditas dan “Wereng batang cokelat” pada kolom nama umum hama dan penyakit; (C) di layar akan muncul jenis insektisida yang diizinkan dan terdaftar untuk hama wereng cokelat; (d) tekan nama insektisida untuk mengetahui keterangan lebih lanjut, sebagai contoh tekan insektisida ABUKI 50 SL, maka akan muncul keterangan tentang insektisida tersebut (D)	59

Gambar 23 Tahapan mencari pestisida berdasarkan fitur cari pestisida dan pencarian berdasarkan kategori pestisida: (A)) tekan tombol cari pestisida; (B) tekan tombol kategori pestisida; (C) pilih kategori pestisida yang dicari, di sini dipilih nama dagang pestisida; (D) tuliskan Agrimec 18 EC pada kolom pilih kategori, lalu tekan *enter*; (E) di layar ditampilkan daftar nama komoditas dan nama OPT sasaran yang dapat dikendalikan oleh insektisida tersebut

60

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Jumlah pestisida yang terdaftar di Indonesia pada tahun 2011-2018	7
Tabel 2	Jenis pestisida berdasarkan OPTsasaran	13
Tabel 3	Ambang pengendalian hama pada beberapa jenis komoditas sayuran	15

Bab 1.

PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida kimia sintetis merupakan salah satu cara yang umum dilakukan oleh petani dalam upaya menekan kehilangan hasil panen oleh serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT), karena cara tersebut dianggap mudah, praktis dan hasilnya cepat dirasakan (Maesyaroh & Arifah 2020). Berdasarkan data pencatatan dari Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat, saat ini lebih dari 2.600 bahan aktif pestisida telah diedarkan di pasaran dan lebih dari 35.000 formula pestisida telah dipasarkan di seluruh dunia (Hosseinpour & Rottler 1999). Data dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia menunjukkan adanya peningkatan jumlah pendaftaran pestisida dari tahun ke tahun dengan jumlah paling banyak yang digunakan ialah dari golongan insektisida (Direktorat Pupuk dan Pestisida Kementerian Pertanian 2011). Lebih lanjut dilaporkan pada tahun 2016 tercatat sebanyak 3.247 formulasi pestisida yang digunakan di sektor pertanian dan kehutanan di Indonesia (Hanifa *dkk.* 2016).

Salah satu faktor penyebab tingginya penggunaan pestisida di negara-negara berkembang termasuk di Indonesia ialah ketakutan petani untuk menerima risiko kegagalan panen (Waibel 1994). Karungi *dkk.* (2013) melaporkan bahwa petani cabai di Uganda menghabiskan 18-21% dari total biaya produksi untuk membeli pestisida, tetapi masih juga mengalami kegagalan dalam mengendalikan OPT. Andesgur (2019)

melaporkan bahwa sebanyak 95,29% petani di Indonesia menggunakan pestisida kimia untuk melindungi tanaman dari serangan OPT. Budiningsih & Pujiharto (2006) melaporkan bahwa biaya pestisida pada budi daya bawang merah di Brebes mencapai 17,86% dari total biaya produksi. Hasil penelitian Adiyoga *dkk.* (1999), Soetiarso *dkk.* (1999), dan Koster (1990) di Brebes melaporkan bahwa penggunaan pestisida oleh petani bawang merah dan cabai merah dilakukan secara intensif, akibatnya biaya produksi meningkat dan budi daya bawang merah dan cabai tidak lagi efisien.

Menurut Oerke (2005) dari delapan jenis tanaman pangan utama di dunia jika tidak dilakukan perlindungan dari serangan OPT ditaksir hanya akan diperoleh hasil sekitar 30,3% dari potensi hasilnya, sedangkan jika dilakukan perlindungan maka hasilnya akan meningkat menjadi 57,7%. Lebih lanjut dikatakan bahwa kehilangan hasil panen oleh serangan hama ditaksir mencapai 15,6%, serangan penyakit sebesar 13,3%, dan gangguan oleh gulma mencapai 13,2%.

Meskipun pestisida kimia sintetis mendatangkan keuntungan dalam menekan kerusakan tanaman dan kehilangan hasil panen akibat serangan OPT, tetapi penggunaan pestisida kimia yang berlebih telah secara nyata berakibat negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Pestisida telah berakibat buruk bagi ekosistem alami maupun agroekosistem, seperti: (1) mengurangi populasi musuh alami, (2) meningkatkan atau menurunkan reproduksi berbagai binatang, (3) mengubah laju dekomposisi bahan organik, (4) timbulnya hama yang tahan terhadap insektisida yang berakibat pada peningkatan penggunaan pestisida oleh pelaku usaha (petani), (5) mengurangi populasi lebah madu dan jenis lebah lainnya yang berarti juga menurunkan hasil panen dan kualitasnya, dan (6) pestisida juga berdampak buruk terhadap populasi ikan, burung, dan mamalia (Pimentel & Andow 1984). Oleh karena itu, upaya pengurangan ketergantungan terhadap pestisida, khususnya pestisida kimia sintetis merupakan langkah penting untuk keberlanjutan produksi pertanian (Cointe *dkk.* 2016). Untuk menghindari dampak negatif penggunaan pestisida kimia sintetis tersebut, pelaku usaha dalam bidang pertanian membutuhkan pengetahuan tentang penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar, agar tercipta pertanian yang ramah terhadap lingkungan, aman terhadap pengguna, dan produk yang dihasilkan aman dikonsumsi.

Pada buku ini akan dipaparkan tentang pestisida, penggunaan pestisida berdasarkan konsep pengendalian hama terpadu (PHT), peralatan semprot, penyiapan larutan semprot dan pencampuran pestisida, teknik penyemprotan pestisida, strategi pergiliran pestisida, penanganan pestisida yang baik dan benar, dan aplikasi *myAgri* untuk membantu mencari pestisida yang terdaftar dan diizinkan. Diharapkan dengan mengetahui hal-hal tersebut di atas, maka penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar dapat diwujudkan, sehingga dampak negatif penggunaan pestisida bagi manusia dan lingkungan dapat dikurangi.

Bab 2.

PESTISIDA

Pestisida merupakan bahan atau senyawa yang digunakan untuk mencegah, merusak, menolak atau mengurangi kerusakan dan kehilangan hasil panen oleh hama. Istilah hama (*pest*) digunakan untuk menyebut serangga, patogen, gulma, moluska, burung, mamalia, ikan nematoda dan mikroba yang berkompetisi dengan manusia dalam memperebutkan makanan (Yadav & Devi 2017).

Berdasarkan SK Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 434.1/Kpts/TP.270/7/2001, tentang syarat dan tata cara pendaftaran pestisida, yang dimaksud dengan pestisida adalah semua zat kimia atau bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk:

- 1) memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian,
- 2) memberantas rerumputan,
- 3) mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan,
- 4) mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman tidak termasuk pupuk,

- 5) memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan-hewan piaraan dan ternak,
- 6) memberantas atau mencegah hama-hama air,
- 7) memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan, dan dalam alat-alat pengangkutan; dan atau
- 8) memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang-binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah atau air.

Dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 39/Permentan/SR.330/7/2015 dinyatakan bahwa pestisida di Indonesia digunakan dalam 10 bidang kegiatan yaitu: (1) pengelolaan tanaman; (2) peternakan; (3) perikanan; (4) kehutanan; (5) penyimpanan hasil pertanian; (6) rumah tangga; (7) pemukiman; (8) pengendalian vektor; (9) karantina dan pra-pengapalan; dan (10) moda transportasi. Dari batasan-batasan tersebut, pengertian pestisida menjadi sangat luas dan mencakup produk-produk yang digunakan dalam berbagai bidang kehidupan.

2.1. Pestisida pertanian

Djojosumarto (2006) menyatakan bahwa pestisida yang khusus digunakan dalam bidang pertanian disebut produk perlindungan tanaman (*crop protection products* atau *crop protection agents*). Penggunaan pestisida dalam bidang pertanian di dunia termasuk di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah pestisida yang terdaftar dan diizinkan beredar di Indonesia dari tahun 2011 sampai 2018 mengalami peningkatan sebesar 66,06%. Pada tahun 2018 tiga besar di antaranya ialah (1) insektisida; (2) herbisida; dan (3) fungisida. Hal ini menunjukkan bahwa serangan hama, gulma, dan penyakit tanaman yang disebabkan oleh cendawan atau jamur merupakan OPT yang paling mendapat perhatian serius di Indonesia.

Menurut Koleva & Schneider (2009), peningkatan penggunaan pestisida mencapai 60%. Salah satu faktor penyebabnya ialah karena meningkatnya serangan OPT sebagai dampak perubahan iklim. Hasil studi yang dilakukan oleh Nguyen *dkk.* (2018) di Vietnam dan Mariyono *dkk.* (2018) di Indonesia menunjukkan bahwa penggunaan pestisida telah dilakukan secara berlebihan dan tidak mengikuti rekomendasi yang ditetapkan.

Tabel 1. Jumlah pestisida yang terdaftar di Indonesia pada tahun 2011-2018

No.	Jenis pestisida	Tahun							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
1	Akarisida	17	18	18	16	16	16	16	16
2	Atraktan	7	15	20	26	26	26	30	31
3	Bahan pengawet kayu	66	77	75	74	74	75	75	77
4	Bakterisida	7	7	8	7	7	7	7	9
5	Fumigan	21	32	32	31	35	36	42	44
6	Fungisida	405	446	532	599	636	674	728	754
7	Herbisida	672	742	870	944	1.001	1.037	1.128	1.162
8	Insektisida	887	988	1.109	1.198	1.277	1.342	1.463	1.530
9	Lain-lain	12	12	11	11	11	12	12	13
10	Moluskisida	51	56	64	70	73	78	86	91
11	Nematisida	4	4	3	3	3	3	3	3
12	Pestisidarumah tangga	164	360	331	295	313	337	375	393
13	Repelen	211	37	37	34	37	38	44	44
14	Rodentisida	38	66	71	76	76	79	83	85
15	ZPT	110	124	154	157	164	170	179	185
Total		2.672	2.987	3.335	3.541	3.749	3.930	4.271	4.437

Sumber : Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, Kementerian Pertanian (2018)

* angka sementara sampai SK bulan September 2018

2.2. Dampak penggunaan pestisida

Penggunaan pestisida secara intensif dan berlebih serta tidak tepat menjadikan usaha tani tidak ekonomis. Selain itu, dampak negatif terhadap manusia, lingkungan, dan hasil panen menjadi ancaman yang serius.

2.2.1. Dampak pestisida terhadap organisme target

Salah satu dampak penggunaan pestisida yang intensif dan berlebih ialah terjadinya resistensi (kekebalan) OPT terhadap pestisida. Hal ini merupakan kendala yang paling serius dalam keberhasilan penggunaan pestisida pada saat ini. Telah dilaporkan bahwa sejumlah serangga dan tungau yang kebal terhadap insektisida dan akarisida mengalami peningkatan. Selain itu, penggunaan pestisida yang terus-menerus dan berspektrum luas menyebabkan organisme berguna seperti parasitoid dan predator ikut terbunuh, sehingga populasi hama inangnya meningkat dengan cepat, gejala ini yang dikenal dengan istilah resurgensi (Gill & Garg 2014).

2.2.2. Dampak pestisida terhadap organisme nontarget

Penggunaan insektisida secara intensif dan berspektrum luas serta berlebih dapat menyebabkan populasi serangga nontarget seperti parasitoid, predator dan polinator di alam menurun secara nyata. Hal ini disebabkan serangga berguna tersebut ikut terbunuh (Gill & Garg 2014).

2.2.3. Dampak pestisida terhadap produk pertanian

Beberapa hasil penelitian mengenai dampak penggunaan pestisida secara intensif dan berlebih terhadap produk pertanian telah banyak dilaporkan. Sinulingga (2006) melaporkan terdapat residu pestisida organoklorin pada wortel di sentra pertanian Kabupaten Karo, Sumatera Utara. Surahman *dkk.* (2017) melaporkan dari 315 sampel produk pertanian yang diteliti, telah ditemukan sebanyak 47% sampel produk segar dan 7% sampel makanan olahan mengandung residu pestisida. Selain itu, dari hasil pengujian, residu pestisida juga ditemukan pada 35% dari sampel produk segar dan 10% dari sampel sayuran olahan. Amilia *dkk.* (2016) melaporkan bahwa dari empat sampel brokoli yang

ditanam oleh petani di Desa Cihanjuang Rahayu, Kecamatan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat mengandung residu pestisida klorpirifos melebihi batas yang telah ditetapkan. Subir & Mukesh (2008) juga telah melaporkan temuan residu pestisida pada produk susu di India.

2.2.4. Dampak pestisida terhadap tanah dan air

Pencemaran pestisida pada tanah dan air di berbagai tempat di Indonesia akibat penggunaan pestisida yang intensif dan berlebih telah banyak dilaporkan. Adanya residu logam timbal (Pb) di dalam tanah akibat penggunaan tujuh jenis pestisida yang mengandung bahan aktif timbal, cemaran profenofos pada sedimen sungai yang melebihi batas maksimum residu, adanya kandungan pestisida di muara sungai, teluk, bahkan di laut (Karyadi 2008; Karyadi *dkk.* 2012; Munawir 2005; Munawir 2010; Puspitasari & Khaeruddin 2016; Kadim *dkk.* 2013; Rochaddi & Suryono 2013; Suryono *dkk.* 2016). Residu pestisida yang melebihi batas ambang di dalam tanah dapat mematikan mikroorganisme tanah seperti bakteri, cendawan, dan cacing tanah yang berperan penting dalam siklus unsur hara tanah (Joko *dkk.* 2017; Al-Ani *dkk.* 2019).

2.2.5. Dampak pestisida terhadap kesehatan manusia

Di Amerika Serikat, EPA menemukan 14 dari 41 pestisida yang umum dipakai pada komoditas hortikultura diklasifikasikan sebagai senyawa karsinogen (penyebab kanker). Residupestisida tersebut dilaporkan telah mencemari 83% dari contoh tanaman hortikultura yang diamati (Murphy 1997). Terpaparnya pestisida pada manusia dapat menyebabkan *multiple myeloma*, sarkoma, kanker prostat, kanker pankreas, dan kanker rahim (Alavanja *dkkl.* 2004; Arcury & Quandt 2003; Rich 2006).

Di Indonesia juga telah banyak dilaporkan kasus keracunan pestisida seperti mual, muntah, pusing, dan iritasi kulit yang sebagian besar membutuhkan pengobatan dengan biaya yang mahal (Amilia *dkk.* 2016; Miana & Suraji 2020; Yuantari 2009). Safrina *dkk.* (2018) dan Widayawati *dkk.* (2018) melaporkan terjadinya abortus, kelahiran bayi

dengan bobot di bawah normal, dan gangguan perkembangan anak sebagai akibat ibu yang terpapar oleh pestisida selama masa kehamilan.

Oleh karena itu, informasi mengenai cara penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar perlu dimasifkan agar dampak negatif dari penggunaan pestisida tersebut dapat dikurangi. Bahkan Gyawali (2018) menyatakan bahwa pengurangan penggunaan pestisida harus dilakukan secara drastis untuk menekan dampak negatif terhadap kesehatan, lingkungan, dan keuntungan ekonomi.

Bab 3.

PENGGUNAAN PESTISIDA BERDASARKAN KONSEPSI PENGELOLAAN HAMA TERPADU

Perlindungan tanaman dalam bidang pertanian di Indonesia diatur dalam Undang-undang No. 22 Tahun 2019 tentang “Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan”. Dalam undang-undang tersebut dinyatakan bahwa perlindungan pertanian dilaksanakan dengan sistem pengelolaan hama terpadu (PHT) serta penanganan dampak perubahan iklim, dan pelaksanaannya menjadi tanggung jawab Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah sesuai dengan kewenangannya, petani, pelaku usaha, dan masyarakat.

Cointe *dkk.* (2016) menyatakan bahwa pengurangan ketergantungan terhadap pestisida merupakan langkah penting untuk kelestarian produksi pertanian. Berdasarkan konsepsi PHT pestisida hanya digunakan jika diperlukan (Stenberg 2017). Dengan demikian, penerapan PHT telah terbukti mampu menekan penggunaan pestisida, biaya pengendalian, dan total biaya produksi yang berdampak terhadap meningkatnya keuntungan usaha tani (Dhawan *dkk.* 2009; Farrar *dkk.* 2015; Pretty & Bharucha 2015).

Di Indonesia dikembangkan prinsip *enam tepat* dalam penggunaan pestisida yang terdiri atas: (1) tepat sasaran; (2) tepat mutu; (3) tepat jenis pestisida; (4) tepat waktu penggunaan; (5) tepat dosis atau konsentrasi formulasi; dan (6) tepat cara penggunaan (Moekasan & Prabaningrum 2020; Kusumawardani *dkk.* 2019). Sementara Moelyaningrum *dkk.* (2020) menyatakan bahwa penggunaan pestisida harus mengikuti lima prinsip, yaitu (1) tepat sasaran OPT, (2) tepat sasaran tanaman, (3) tepat dosis, (4) tepat waktu aplikasi, dan (5) tepat cara .

3.1. Tepat sasaran

Tepat sasaran dapat diartikan bahwa pestisida yang akan digunakan harus sesuai dengan jenis OPT yang menyerang. Oleh karena itu, langkah awal yang harus dilakukan ialah memastikan jenis OPT yang menyerang melalui pengamatan (Bryant 2020) (Gambar 1). Selanjutnya memilih pestisida sesuai dengan jenis OPT yang ditemukan (Tabel 2).



Gambar 1. Aktivitas pengamatan OPT pada pertanian paprika di Desa Pasirlangu, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat dalam program sekolah lapangan PHT (Sumber: Moekasan *dkk.* 2010a)

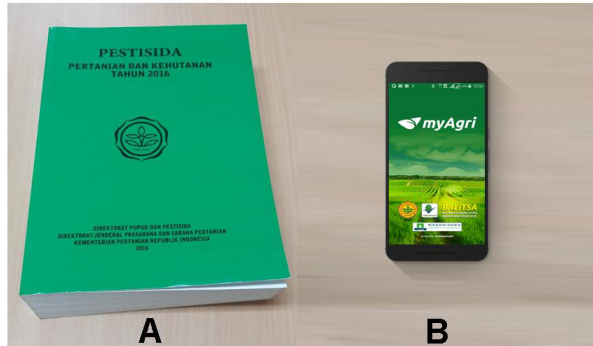
Tabel 2. Jenis pestisida berdasarkan OPT sasaran

No.	Jenis OPT	Jenis pestisida
1	Serangga	Insektisida
2	Tungau	Akarisida
3	Penyakit yang disebabkan oleh jamur/ cendawan	Fungisida
4	Penyakit yang disebabkan oleh bakteri	Bakterisida
5	Siput	Moluskisida
6	Nematoda atau cacing	Nematisida
7	Binatang pengerat seperti tikus atau tupai	Rodentisida
8	Tumbuhan liar/ rumput/ gulma	Herbisida

3.2. Tepat mutu

Tepat mutu artinya pestisida yang digunakan harus bermutu baik. Untuk itu harus dipilih pestisida yang terdaftar dan diizinkan oleh Komisi Pestisida. Pestisida yang tidak terdaftar, sudah kadaluarsa, rusak atau yang diduga palsu tidak boleh digunakan karena efikasinya diragukan dan bahkan dikhawatirkan dapat meracuni tanaman (fitotoksis).

Informasi dalam kemasan pestisida yang terdaftar dan diizinkan beredar di Indonesia harus berbahasa Indonesia dan mudah dibaca (Moekasan 2020). Untuk mengetahui jenis pestisida yang terdaftar dan diizinkan oleh Komisi Pestisida, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, dapat dilihat pada buku hijau tentang Pestisida Pertanian dan Kehutanan (Gambar 2A). Namun, karena keterbatasan jumlah buku, tidak semua orang dapat mengaksesnya. Oleh karena itu, Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa), Wageningen University and Research, the Netherland bekerja sama dengan Komisi Pestisida memasukkan data pestisida tersebut ke dalam aplikasi *myAgri* yang dapat diunduh di *playstore* melalui telepon pintar berbasis android (Gambar 2B). Data pestisida yang terdapat pada buku tersebut dapat dicari pada fitur “Cari pestisida”.



Gambar 2. Buku hijau “Pestisida Pertanian dan Kehutanan” (A) dan aplikasi *myAgri* pada telepon pintar berbasis android (B) (Foto: T.K. Moekasan)

Pelanggaran terhadap ketentuan penggunaan pestisida telah diatur di dalam Undang-undang No. 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budi Daya Pertanian yang Berkelanjutan pada pasal 123 yang berbunyi: “setiap orang yang mengedarkan dan/atau menggunakan pestisida yang tidak terdaftar, membahayakan kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan, dan/atau tidak berlabel sebagaimana dimaksud dalam pasal 77 ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan pidana denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)” (Tambahan Lembaran Negara RI No. 6412. 2019).

3.3. Tepat jenis

Suatu jenis pestisida hanya diperuntukkan bagi satu atau beberapa jenis OPT pada beberapa komoditas tanaman. Informasi mengenai hal itu tertera pada label kemasan pestisida. Oleh karena itu, membaca label pada kemasan adalah sesuatu yang wajib dilakukan dalam pemilihan jenis pestisida yang tepat.

3.4. Tepat waktu penggunaan

Waktu penggunaan pestisida harus tepat, agar pengendalian OPT efektif dan efisien. Waktu yang tepat untuk melakukan pengendalian

hama adalah pada saat populasi hama atau intensitas serangannya mencapai ambang pengendalian (Tabel 3) sesuai dengan hasil pengamatan. Hal yang berbeda dilakukan untuk pengendalian penyakit tanaman.

Tabel 3. Ambang pengendalian hama pada beberapa jenis komoditas sayuran

No.	Komoditas	Jenis OPT	Ambang pengendalian
1	Bawang merah	Ulat grayak eksigua dan ulat pemakan daun lainnya	Kerusakan tanaman 5% atau 1 kelompok telur/ tanaman contoh
		Lalat pengorok daun	Kerusakan tanaman 5%
2	Cabai	Trips tembakau (<i>T. parvispinus</i>)	10 nimfa/ daun contoh Kerusakan daun 15%
		Kutu daun (<i>Myzus persicae</i>)	7 nimfa/ 10 daun
		Lalat pengorok daun (<i>Liriomyza</i> sp.)	Kerusakan tanaman 10%
		Ulat grayak litura (<i>Spodoptera litura</i>) dan ulat pemakan daun lainnya	Kerusakan tanaman 12,5%
		Tungau atau mite	Kerusakan tanaman 5%
3	Tomat	Kutu daun (<i>Myzus persicae</i>)	7 nimfa/ 10 daun
		Lalat pengorok daun (<i>Liriomyza</i> sp.)	Kerusakan tanaman 10%
		Ulat grayak litura (<i>Spodoptera litura</i>) dan ulat pemakan daun lainnya	Kerusakan tanaman 12,5%
		Ulat buah tomat (<i>Helicoverpa armigera</i>)	1 larva/ tanaman
4	Mentimun	Trips (<i>Thrips</i> sp.)	10 nimfa/ daun contoh
		Kutu daun (<i>Myzus persicae</i>)	7 nimfa/ 10 daun
		Lalat pengorok daun (<i>Liriomyza</i> sp.)	Kerusakan tanaman 10%
		Ulat grayak litura (<i>Spodoptera litura</i>) dan ulat pemakan daun lainnya	Kerusakan tanaman 12,5%
5	Kubis/ kubis bunga/ brokoli	Ulat daun kubis (<i>Plutella xylostella</i>)	5 larva/ 10 tanaman contoh
		Ulat krop kubis (<i>Crociodomia binotalis</i>)	3 paket telur/ 10 tanaman contoh
6	Kacang panjang	Kutu daun kacang (<i>Aphis craccivora</i>)	70 nimfa/ 10 daun pucuk
		Ulat grayak litura (<i>Spodoptera litura</i>) dan ulat pemakan daun lainnya	Kerusakan tanaman 12,5%
		Lalat pengorok daun (<i>Liriomyza</i> sp.)	Kerusakan tanaman 10%
		Kepik hijau (<i>Nezara viridula</i>)	Kerusakan polong 10%
		Penggerek polong (<i>Maruca testulalis</i>)	Kerusakan polong 10%

Sumber : Moekasan dkk. (2014a); Aplikasi *myAgri*

Pengendalian hama atau penyakit tanaman dilakukan secara preventif dan kuratif. Sesuai konsepsi PHT, pengendalian secara preventif dilakukan sebelum terjadinya gejala serangan atau kepadatan populasi melampaui ambang kendali, disarankan menggunakan taktik pengendalian selain pestisida agar tidak mengganggu populasi dan fungsi musuh alami. Pengendalian secara kuratif dilakukan untuk menekan serangan hama atau penyakit yang sudah melampaui ambang kendali.

Penyemprotan pestisida juga harus dilakukan pada sore hari (pukul 16.00 - 17.00) ketika suhu udara $< 30^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan udara 50-80%. Menurut Omoy (1993) penetrasi pestisida ke dalam jaringan tanaman setelah penyemprotan memerlukan waktu ± 2 jam. Pada kondisi tersebut suhu udara harus turun atau konstan. Jika kurang dari 2 jam suhu udara mengalami kenaikan maka sebagian partikel pestisida dan air sebagai bahan pembawa partikel pestisida tersebut akan cepat menguap. Menurut Djojosumarto (2020) khusus untuk pestisida sistemis atau semi sistemis, partikel pestisida akan masuk ke dalam jaringan tanaman ketika permukaan tanaman masih dalam keadaan basah. Jika air sebagai pembawa partikel pestisida tersebut cepat menguap, maka yang tertinggal pada permukaan tanaman adalah partikel pestisida yang dapat menyebabkan keracunan pada tanaman. Dengan demikian, efikasi pestisida tersebut akan menurun karena belum seluruh bahan aktif masuk ke dalam jaringan tanaman.

3.5. Tepat dosis atau konsentrasi

Salah satu faktor penentu keberhasilan penggunaan pestisida adalah tepat tidaknya dosis atau konsentrasi pestisida yang digunakan. Dosis dapat diartikan sebagai banyaknya pestisida per satuan luas, sedangkan konsentrasi formulasi ialah banyaknya pestisida per satuan volume.

Sebagai contoh, dosis insektisida Profenofos untuk mengendalikan hama ulat grayak eksigua sebanyak 0,8 liter/ha, sedangkan konsentrasi formulasinya 2 ml/liter. Berdasarkan contoh di atas, maka volume semprot yang dibutuhkan untuk menyiapkan larutan semprot Profenofos per hektare adalah 0,8 liter dibagi 2 ml/liter sama dengan 400 liter/ha.



Gambar 3.
Membaca label pada kemasan pestisida
untuk mengetahui dosis atau konsentrasi
formulasi yang dianjurkan
(Sumber : Moekasan 2014b)

3.6. Tepat cara penggunaan

Menurut Djojosumarto (2008) ada beberapa cara atau metode aplikasi pestisida di bidang pertanian. Setiap jenis dan formulasi pestisida memiliki cara dalam penggunaannya.

3.6.1. Penyemprotan

Penyemprotan pestisida merupakan cara yang paling umum dilakukan, karena diperkirakan sebesar 75% pengaplikasian pestisida dengan cara tersebut. Bentuk sediaan atau formulasi pestisida yang lazim digunakan dalam penyemprotan ialah WP, EC, EW, WSC, SP, FW, dan WDG.

3.6.2. Pengasapan

Pengasapan atau *fogging* merupakan cara aplikasi pestisida yang menggunakan volume ultrarendah. Bahan pelarut pestisida biasanya berupa minyak yang dipanaskan hingga membentuk asap. Cara ini umumnya dilakukan untuk mengendalikan serangga vektor penyakit menular seperti demam berdarah.

3.6.3. Pengembusan

Sediaan pestisida yang digunakan untuk melakukan pengembusan adalah dalam bentuk formula D (*dust*). Formulasi pestisida yang berbentuk tepung embus (yang sangat halus) diembuskan menggunakan alat yang disebut *duster*.

3.6.4. Penaburan

Penaburan dilakukan terhadap pestisida dengan sediaan atau formulasi G (*granule*). Pestisida ini umumnya bersifat sistemis dan ditaburkan ke dalam tanah secara manual atau menggunakan alat mesin penabur.

3.6.5. Perawatan benih

Perawatan benih menggunakan sediaan formulasi pestisida berbentuk SD atau ST. Tujuan perawatan benih ialah untuk melindungi benih dari serangan OPT. Perawatan benih dapat dilakukan dengan perendaman benih (*seed dressing*), perlakuan benih (*seed treatment*), dan pelapisan benih (*seed coating*).

3.6.6. Pencelupan

Pencelupan benih umumnya dilakukan untuk melindungi bahan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif seperti umbi bibit, cangkokan, dan setek dengan tujuan untuk melindungi pertanaman yang mungkin terbawa oleh bahan tanaman tersebut. Pencelupan dilakukan dengan mencelupkan bahan tanaman tersebut ke dalam larutan pestisida yang telah diencerkan. Bentuk sediaan formulasi pestisida yang digunakan untuk pencelupan ialah WP, EC, EW, WSC, SP, FW, dan WDG.

3.6.7. Fumigasi

Aplikasi pestisida dengan cara fumigasi dilakukan pada ruangan tertutup. Bentuk sediaan formulasi pestisida yang digunakan dapat berbentuk padat atau cair. Fumigasi umumnya dilakukan di gudang-gudang penyimpanan hasil panen.

3.6.8. Injeksi

Aplikasi pestisida dengan cara injeksi umumnya dilakukan pada tanaman tahunan. Pelaksanaannya menggunakan alat khusus seperti injektor, alat infus atau dengan cara mengebor batang tanaman pada lubang pengeboran lalu selanjutnya dimasukkan cairan pestisida.

3.6.9. Penyiraman

Penyiraman pestisida dilakukan dengan tujuan untuk mengendalikan OPT yang menyerang bagian perakaran. Cara pengaplikasiannya ialah larutan pestisida disiram di sekitar perakaran tanaman.

Bab 4.

PERALATAN SEMPROT PESTISIDA

Penyemprotan pestisida merupakan cara aplikasi pestisida yang paling umum dan banyak dilakukan oleh petani (Dobariya & Vaja 2016). Dengan penyemprotan, larutan pestisida dibentuk menjadi butiran semprot (*droplet*) dan disebarkan ke seluruh bagian tanaman secara merata.

4.1. Penyemprot punggung (*knapsack sprayer*)

Penyemprot punggung umum digunakan oleh petani kecil hingga menengah karena harganya terjangkau, mudah dioperasikan, dan mudah perawatannya (Guntur *dkk.* 2016; Sinha *dkk.* 2018; Wang *dkk.* 2019). Namun, ada kelemahan jika menggunakan alat tersebut yaitu kecepatan penyemprotannya rendah dan melelahkan bagi operator (Salahudin *dkk.* 2018).

Penyemprot punggung yang umum digunakan ada tiga jenis, yaitu penyemprot punggung manual (Gambar 4A), penyemprot punggung elektrik (Gambar 4B), dan penyemprot punggung bermesin (Gambar 4C). Menurut Omoy (1993), penyemprot punggung minimal harus mempunyai tekanan semprot sebesar 3 bar agar butiran semprot yang dihasilkan berukuran antara 150-200 mikron. Jika tekanan semprot kurang dari ketentuan tersebut maka akan dihasilkan butiran semprot

yang terlalu besar (> 200 mikron), sehingga pestisida sulit menempel pada permukaan tanaman. Akibatnya butiran semprot jatuh ke tanah. Selama mengoperasikan penyemprot punggung manual (Gambar 4A) operator harus selalu melakukan pemompaan agar tekanan semprot konstan 3 bar.



Gambar 4. Macam-macam alat semprot punggung yang umum digunakan petani saat ini : (A) penyemprot punggung manual; (B) penyemprot punggung elektrik; dan (C) penyemprot punggung bermesin (Sumber : Meganindo 2021)

Penyemprot punggung elektrik (Gambar 4B) memiliki daya yang dihasilkan oleh baterai 12 Volt 8 AH yang ditanam pada alat tersebut. Daya pada baterai dapat diisi ulang. Berdasarkan pengalaman, jika baterai pada alat pompa tersebut terisi penuh ($\pm 6-8$ jam pengisian), maka alat semprot tersebut dapat digunakan 15-20 kali pengisian larutan semprot. Tekanan semprot yang dihasilkan oleh penyemprot punggung elektrik sekitar 5,5 bar (Megaindo 2021).

Penyemprot punggung manual dan elektrik termasuk ke dalam penyemprot volume tinggi karena tekanan semprot < 10 bar, volume semprot yang digunakan pada kategori penyemprotan volume tinggi berkisar antara 672 s/d 1.123 liter per hektare (Sulistiadji 2006).

4.2. Penyemprot punggung bermesin

Penyemprot punggung bermesin (Gambar 4C) umumnya digerakkan oleh mesin bensin 4-tak (4 stroke) dengan tekanan semprot sebesar 1,5-2,5 Mpa (15-25 bar) (Megaindo 2021). Penyemprot mesin (*power sprayer*) (Gambar 5) digerakkan oleh mesin penggerak bensin Loncin G 160 F 5.5 HP dengan rpm mesin 3600 dengan tekanan semprot berkisar antara 15-40 bar (Megaindo 2021). Kedua alat semprot ini dikategorikan sebagai alat semprot volume rendah karena tekanan semprot yang dihasilkan > 10 bar. Rata-rata jumlah volume semprot yang digunakan pada kategori penyemprotan volume rendah berkisar antara 56 - 224 liter per hektare (Sulistiadji 2006). Menurut Omoy (1993), jika menggunakan penyemprot mesin, tekanan semprot yang optimum berkisar antara 8-15 bar. Tekanan semprot > 15 bar akan merusak jaringan tanaman diakibatkan oleh tekanan semprot tersebut.



Gambar 5. Penyemprot mesin (*power sprayer*) (Sumber : Megaindo 2021)

Selang (Gambar 6) yang digunakan harus dipastikan mampu menahan tekanan semprot sesuai dengan jenis pompa yang digunakan. Pompa penyemprot bermesin minimal mampu menahan tekanan sebesar

40 bar (Moekasan 2020). Selang yang tidak sesuai dengan peruntukannya akan mudah pecah dan bocor sehingga dapat mengurangi tekanan semprot. Pada beberapa merek dagang, kemampuan selang menahan tekanan dicantumkan pada badan selang tersebut.



Gambar 6. Selang untuk pompa penyemprot mesin yang mampu menahan tekanan sampai 40 bar (Sumber : Tekiro 2021)

4.3. Nozzle (*Spuyer*)

Pemilihan jenis *nozzle* atau *spuyer* (Gambar 7) perlu mendapat perhatian, karena jenis *spuyer* menentukan ukuran butiran semprot yang akan berpengaruh terhadap keberhasilan penyemprotan. Menurut Omoy (1993) dengan penggunaan *spuyer* yang tepat akan dihasilkan butiran semprot dengan ukuran yang tepat pula, yaitu 150-200 mikron. Lebih lanjut dikatakan bahwa umur *spuyer* juga berpengaruh terhadap ukuran butiran semprot. Pada umumnya petani menggunakan *spuyer hollow cone* 4 lubang yang terbuat dari kuningan (Gambar 8). Jika *spuyer* tersebut telah lama digunakan, lubangnya akan membesar akibat korosi. Oleh karena itu, *spuyer* tersebut harus diganti setiap 6 bulan.



Gambar 7. Jenis *nozzle* atau *spuyer type hollow cone* 4 lubang terbuat dari kuningan yang umum digunakan oleh petani (Sumber: Moekasan dkk. 2016)

Bab 5.

PENYIAPAN LARUTAN SEMPROT DAN PENCAMPURAN PESTISIDA

Pada saat penyemprotan pestisida, air merupakan salah satu faktor penting karena air merupakan bahan utama untuk pembuatan larutan semprot. Hal ini disebabkan pada umumnya formulasi pestisida sebelum disemprotkan kepada tanaman harus dicampur dengan air agar membentuk larutan semprot yang lebih encer sehingga pestisida tersebut dapat disebarkan secara merata ke seluruh permukaan tanaman. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan larutan semprot, yaitu:

5.1. Penyiapan larutan semprot

5.1.1. Kualitas air pelarut

Air merupakan salah satu faktor penting dalam penyemprotan pestisida. Untuk melarutkan pestisida harus digunakan air bersih dan jernih. Air kotor yang berasal dari sungai atau selokan tidak terjamin mutunya, karena mungkin mengandung logam berat atau koloid tanah yang akan bereaksi mengikat bahan aktif pestisida, yang akan menyebabkan efikasi pestisida tersebut menurun (Mockasan & Prabaningrum 2020). Selain itu, air yang kotor mungkin juga sudah tercemar oleh patogen penyakit yang akan membahayakan bagi tanaman yang dibudidayakan.

5.1.2. pH air pelarut

Pada umumnya, pestisida terutama insektisida sensitif terhadap pH tinggi (> 7) dan akan mengalami degradasi yang disebut hidrolisis. Keasaman (pH) air pelarut pestisida yang ideal pada kisaran 4,0 – 6,5 (McKie 2014; Riden & Richards 2013). Untuk pestisida yang mengandung Cu akan stabil pada pH yang alkali (> 7). Jika air pelarut pestisida mengandung Cu pada kondisi masam, maka akan bersifat toksik terhadap tanaman (Deer & Beard 2001; Fishel & Ferrell 2013). Untuk menurunkan pH air pelarut pestisida, dapat digunakan larutan Asam Nitrat (HNO_3) 20% atau Biosoft, sedangkan untuk menaikkan pH air pelarut pestisida dapat digunakan larutan KOH. Oleh karena itu, kualitas dan keasaman air pelarut pestisida harus mendapat perhatian agar penyemprotan pestisida dapat berhasil secara optimal.

Menurut Whitford *dkk.* (2009) ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat membuat dan akan mengaplikasikan larutan semprot, yaitu:

- 1) Jika pH air pelarut pestisida yang digunakan berkisar antara 3,5- < 6,0, larutan pestisida tersebut tidak boleh disimpan lebih dari 24 jam.
- 2) Jika pH air pelarut pestisida yang digunakan berkisar antara 6,0 – 7,0 larutan pestisida tersebut tidak boleh disimpan lebih dari 2 jam.
- 3) Jika pH air pelarut pestisida yang digunakan > 7 , maka larutan pestisida tersebut harus segera digunakan.

Hal ini disebabkan jika penyemprotan pestisida tidak sesuai dengan ketentuan tersebut, maka efikasi atau kemampuan pestisida akan menurun.

5.2. Pembuatan larutan semprot

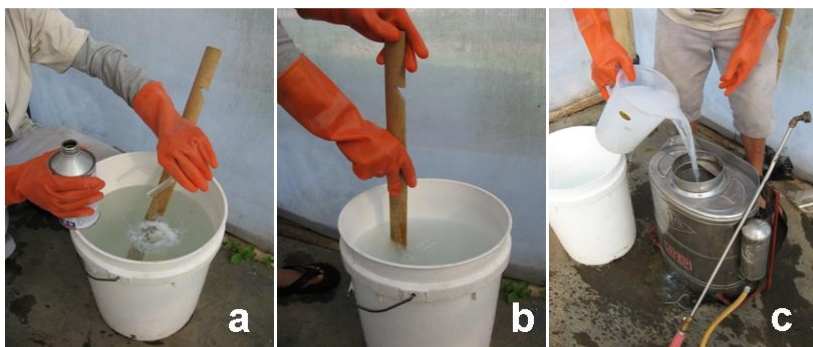
Berdasarkan pemantauan di lapangan, masih dijumpai beberapa kekeliruan dalam pembuatan larutan semprot yang umum dilakukan

oleh petani. Pada umumnya, petani membuat larutan semprot langsung di tangki semprot. Hal ini tidak tepat karena pestisida yang dilarutkan tidak akan tercampur secara homogen (merata) pada larutan semprot, akibatnya efikasi (keampuhan) pestisida menurun. Oleh karena itu, tahapan pembuatan larutan semprot harus dilakukan sebagai berikut (Moekasan 2020):

5.2.1. Pembuatan larutan semprot untuk satu kali penyemprotan

Pembuatan larutan semprot untuk sekali penyemprotan adalah sebagai berikut (Gambar 8):

- 1) Sediakan ember sesuai dengan kapasitas tangki semprot.
- 2) Isi ember tersebut dengan air bersih sesuai dengan kapasitas tangki semprot.
- 3) Ukur pH air, jika pH air $> 6,5$ diturunkan menggunakan Asam Nitrat (HNO_3) 20% atau Biosof, dan jika pH air $< 4,0$ dinaikkan menggunakan larutan KOH.



Gambar 8. Tahapan pembuatan larutan semprot untuk satu kali penyemprotan: (a) larutkan pestisida pada ember yang telah berisi air sesuai dengan kapasitas tangki; (b) aduk pestisida secara merata; dan (c) tuangkan larutan pestisida ke dalam tangki semprot secara hati-hati (Sumber: Moekasan & Prabaningrum 2011)

- 4) Takar pestisida sesuai dengan konsentrasi yang dianjurkan.
- 5) Masukkan pestisida yang telah ditakar ke dalam ember yang telah berisi air tersebut.

- 6) Aduk larutan tersebut secara merata, lalu masukkan ke dalam tangki semprot.

5.2.2. Pembuatan larutan semprot dalam jumlah banyak

Pembuatan larutan semprot dalam jumlah yang banyak, misalnya sebanyak 200 liter adalah sebagai berikut (Gambar 9):

- 1) Sediakan drum kapasitas 200 liter dan satu buah ember kapasitas 5 liter.
- 2) Isi drum tersebut dengan air bersih sesuai dengan kapasitasnya.
- 3) Ukur pH air tersebut, jika pH air $> 6,5$ diturunkan menggunakan Asam Nitrat (HNO_3) 20% atau Biosof, dan jika pH air $< 4,0$ dinaikkan menggunakan larutan KOH.
- 4) Takar pestisida sesuai dengan konsentrasi yang dianjurkan.
- 5) Ambil sebanyak 2 liter air dari drum menggunakan ember yang berkapasitas 5 liter.
- 6) Larutkan pestisida yang telah ditakar ke dalam air 2 liter dan aduk secara merata.



Gambar 9. Tahapan pembuatan larutan semprot dalam jumlah banyak: (a) larutan pestisida pada ember kecil yang berisi air; (b) aduk pestisida sampai merata; (c) tuangkan larutan pestisida dari ember kecil ke dalam drum yang telah berisi air sesuai dengan kebutuhan; dan (d) aduk pestisida di dalam drum secara merata. Larutan pestisida siap digunakan (Sumber: Moekasan & Prabaningrum 2011)

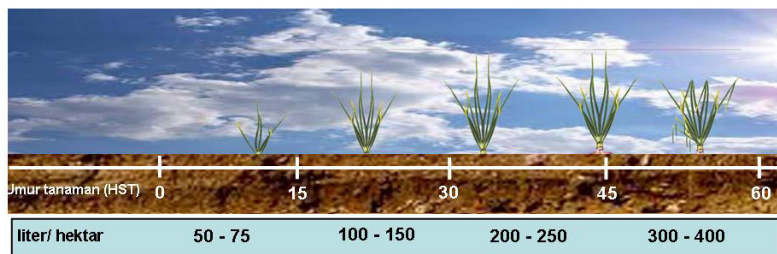
- 7) Selanjutnya, larutan pekat pestisida di dalam ember dimasukkan ke dalam drum dan diaduk secara perlahan sampai tercampur

secara homogen (merata). Setelah larutan tercampur secara merata, larutan pestisida tersebut siap untuk digunakan.

5.3. Volume semprot

Menurut Djojosumarto (2008), kapasitas retensi adalah kemampuan tanaman untuk menampung butiran semprot secara maksimum sehingga seluruh permukaan tanaman tertutupi oleh butiran semprot. Kapasitas retensi dipengaruhi oleh jenis dan umur tanaman. Semakin lanjut umur tanaman maka kapasitas retensinya semakin luas. Oleh karena itu, banyaknya volume semprot sangat tergantung pada jenis dan umur tanaman. Volume semprot yang terlalu sedikit akan menghasilkan penyemprotan yang tidak merata, sedangkan volume semprot yang terlalu banyak mengakibatkan terjadinya pemborosan.

Gambar 10 menunjukkan contoh banyaknya volume semprot pada pertanaman bawang merah menurut umur tanaman (Moekasan *dkk.* 2016). Pada umur tanaman 0-15 hari setelah tanam, volume semprot yang digunakan 50-75 liter/ha. Seiring dengan bertambahnya umur tanaman, maka pada umur 15-30 hari volume semprotnya bertambah menjadi 100-150 liter/ha. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya umur tanaman, maka jumlah daun juga bertambah. Dengan demikian, kemampuan tanaman untuk menampung jumlah butiran semprot juga bertambah.



Gambar 10. Banyaknya volume semprot per hektare pada tanaman bawang merah berdasarkan umur tanaman (Sumber: Moekasan *dkk.* 2016)

5.4. Pencampuran pestisida

Pada umumnya petani melakukan pencampuran lebih dari dua macam pestisida. Moekasan dan Basuki (2007) melaporkan bahwa petani cabai dan bawang merah di Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal mencampur delapan macam pestisida untuk mengendalikan OPT pada pertanamannya. Praktik ini kurang tepat karena pencampuran yang dilakukan secara sembarangan lebih banyak menimbulkan efek antagonistik (saling mengalahkan), akibatnya efikasi pestisida tersebut menurun (Moekasan 2020). Menurut Djojosumarto (2020) pencampuran pestisida tidak boleh dilakukan jika:

- 1) Terjadi kenaikan suhu/temperatur pada larutan pestisida yang dicampurkan tersebut. Jika terjadi kenaikan suhu/temperatur berarti telah terjadi reaksi kimia. Hal ini menunjukkan bahwa campuran tersebut tidak kompatibel. Artinya pencampuran pestisida tersebut tidak boleh dilakukan.
- 2) Timbul endapan, gumpalan, bagian yang mengental, memisah atau mengambang dari larutan pestisida yang dicampurkan tersebut. Artinya campuran tersebut tidak kompatibel. Oleh karena itu, pencampuran pestisida tersebut tidak dianjurkan.
- 3) Setelah dilakukan penyemprotan menggunakan campuran pestisida terjadi gejala keracunan pestisida atau fitotoksikosis seperti daun terbakar, layu, dll. Oleh karena itu, pencampuran pestisida tersebut tidak dianjurkan.

Pencampuran pestisida dengan pupuk daun juga tidak dibenarkan karena akan mengakibatkan penurunan efikasi pestisida. Hal ini disebabkan pupuk daun pada umumnya mengandung unsur Ca, Mg, Fe, Al, dan Na yang bermuatan positif (Whitford *dkk.* 2009). Lebih lanjut dikatakan bahwa unsur-unsur tersebut akan terlarut dengan sempurna dalam air dan dengan mudah menarik ion-ion pestisida yang bermuatan negatif. Akibatnya molekul-molekul pestisida tidak dapat masuk ke dalam tubuh OPT. Hal ini yang menyebabkan efikasi pestisida menurun.

Selain itu, menurut Whitford *dkk.* (2009); Rinehold & Jenkins (2012), sifat umum pestisida adalah asam, sedangkan sifat umum pupuk daun adalah basa (Djojosumarto 2020). Jika kedua formulasi tersebut dicampurkan akan terjadi penggaraman dan menimbulkan efek netral, sehingga efikasi pestisida akan menurun dan pupuk daun tidak

bermanfaat. Begitu pula dengan waktu penyemprotan pestisida dan pupuk daun yang berbeda. Waktu aplikasi pestisida harus dilakukan pada sore hari karena 2 jam setelah aplikasi suhu dan kelembapan udara harus stabil atau turun (Omoy 1993), sedangkan aplikasi pupuk daun harus dilakukan pada siang hari sekitar pukul 09.00-10.00. Hal ini disebabkan pada saat itu stomata atau mulut daun terbuka, sehingga larutan pupuk daun dapat diserap oleh tanaman secara maksimal (Moekasan 2020; Prabaningrum 2020).

Pestisida yang formulasinya berbentuk WP tidak boleh dicampur dengan formulasi EC. Pencampuran kedua bahan tersebut akan menimbulkan endapan sehingga efikasi pestisida akan menurun dan akan menyumbat lubang *spuyer* (Djojsumarto 2020; Moekasan & Prabaningrum 2020).

Bab 6.

TEKNIK PENYEMPROTAN PESTISIDA

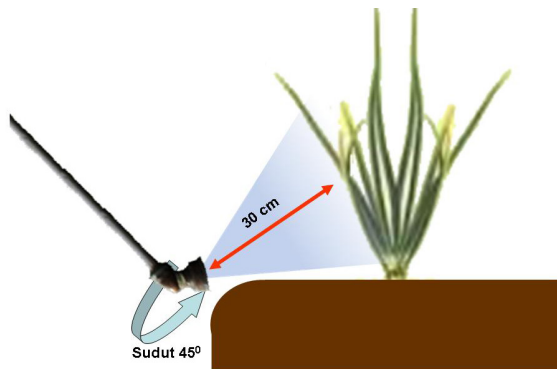
Penyemprotan pestisida yang berhasil, sangat terkait erat dengan teknik atau cara penyemprotan yang dilakukan. Hock (1992) menyatakan $\pm 70\%$ efikasi pestisida ditentukan oleh cara penyemprotannya. Teknik penyemprotan pestisida mencakup tiga hal penting, yaitu: (1) kecepatan berjalan, (2) arah dan jarak *spuyer* pada bidang sasaran, dan (3) arah ayunan tangkai *spuyer* (Moekasan 2020). Selain itu faktor lingkungan seperti suhu, dan kelembapan udara serta kecepatan angin akan berpengaruh terhadap keberhasilan penyemprotan pestisida.

6.1. Kecepatan berjalan

Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam penyemprotan pestisida adalah kecepatan berjalan petugas penyemprotan. Kecepatan berjalan petugas penyemprotan untuk mendapatkan hasil yang baik adalah sekitar 6 km/jam. Jika kecepatan berjalan kurang dari 6 km/jam, maka volume semprot yang digunakan akan boros dan jika kecepatan berjalan lebih dari 6 km/jam, maka hasil penyemprotan tidak rata (Omoy 1993).

6.2. Arah dan jarak *spuyer* pada bidang sasaran

OPT pada umumnya berada di permukaan daun bagian bawah. Oleh karena itu *nozzle* atau *spuyer* hendaknya diarahkan menghadap ke atas dengan sudut kemiringan 45° (Prabaningrum 2017; Moekasan 2018). Jarak *spuyer* dengan bidang sasaran atau tanaman sejauh ± 30 cm (Gambar 11). Jika jarak antara *spuyer* dengan tanaman kurang dari 30 cm akan dihasilkan ukuran butiran semprot yang besar, akibatnya larutan semprot akan menetes ke tanah. Jika jarak *spuyer* dan tanaman lebih dari 30 cm butiran semprot tidak akan mengenai sasaran.



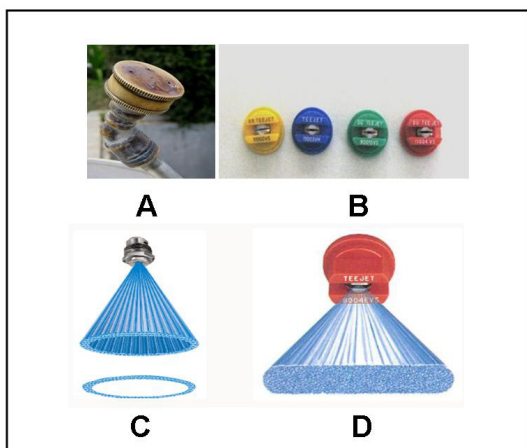
Gambar 11. Arah dan jarak *spuyer* dengan bidang sasaran (Sumber: Moekasan 2020)

6.3. Arah ayunan tangkai semprot

Tiap jenis *spuyer* akan menghasilkan pola semprotan tertentu. *Spuyer* jenis *hollow cone* akan menghasilkan pola semprotan berbentuk lingkaran dengan lubang kosong di tengah, sedangkan *spuyer flat* akan membentuk pola semprotan berbentuk persegi penuh (Lumkes 1989; van der Staaïj 2010). Untuk menghasilkan butiran semprot yang merata pada tanaman, arah ayunan semprot harus disesuaikan dengan jenis *spuyer* yang digunakan. Oleh karena itu, arah ayunan tangkai semprot penggunaan kedua *spuyer* tersebut berbeda.

Spuyer jenis *hollow cone* (Gambar 12) merupakan tipe *spuyer* yang banyak digunakan oleh petani di Indonesia, baik yang mempunyai satu

lubang, dua lubang, atau lebih. Untuk menghasilkan butiran semprot yang merata pada bidang sasaran/tanaman, tangkai semprot diayun secara melingkar, sedangkan jika menggunakan *spuyer flat* tangkai semprot diayun ke depan dan belakang (Lumkes 1989; van der Staaij 2010).



Gambar 12. Jenis dan pola semprotan *spuyer hollow con* dan *flat*: (A) *spuyer type hollow con*; (B) *spuyer type flat*; (C) pola semprotan dari *spuyer type hollow con*; dan (D) pola semprotan dari *spuyer type flat* (Sumber : Moekasan dkk. 2014b; Moekasan dkk. 2016; Lumkes 1989 , dan Moekasan & Prabaningrum 2011)

6.4. Faktor lingkungan

Faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan udara dan kecepatan angin juga berpengaruh terhadap hasil penyemprotan.

6.4.1. Suhu udara

Suhu udara merupakan salah satu faktor kritis yang mempengaruhi keberhasilan penyemprotan pestisida. Pada siang hari, suhu udara di atas permukaan tanah lebih tinggi daripada suhunya di dekat tanah. Hal ini mengakibatkan terjadinya aliran udara dari bawah ke atas yang akan

membawa butiran semprot, sehingga butiran semprot tidak sampai ke sasaran (Omoy 1993; Moekasan 2020). Selain itu, suhu yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penguapan butiran semprot secara cepat, sehingga residu pestisida pada tanaman menjadi semakin singkat.

Menurut EPA South Australia (2020), suhu udara yang paling cocok untuk melakukan penyemprotan ialah $< 27^{\circ}\text{C}$. Di Indonesia, kondisi tersebut dapat dicapai pada sore hari. Selain itu, dua jam setelah penyemprotan pestisida, suhu udara harus konstan atau menurun (Omoy 1993). Suhu yang konstan atau turun akan mengurangi laju penguapan pestisida, sehingga penempelannya pada permukaan tanaman atau penetrasinya ke dalam tanaman optimum. Suhu udara dari pagi ke siang hari cenderung meningkat. Oleh karena itu, penyemprotan pestisida yang dilakukan pada pagi atau siang hari kurang tepat. Pada sore hari, suhu udara menurun. Dengan demikian, pada saat itulah sebaiknya penyemprotan dilakukan.

6.4.2. Kelembapan udara

Pada kelembapan udara $< 50\%$, penguapan butiran semprot akan terjadi lebih cepat walaupun butiran pestisida tersebut telah menempel pada tanaman (Omoy 1993; Djojsumarto 2020). Oleh karena itu, tidak dianjurkan melakukan penyemprotan pestisida pada kondisi tersebut.

Menurut Omoy (1993), pada kondisi dengan kelembapan udara $> 80\%$, udara banyak mengandung uap air, sehingga konsentrasi pestisida yang disemprotkan akan mengalami penurunan setelah mengenai tanaman. Akibatnya, daya racun atau daya bunuh pestisida menurun pula. Selain itu, uap air di udara akan menghambat lajunya butiran semprot untuk sampai pada sasaran. Kondisi ini di Indonesia umumnya terjadi pada pagi hari. Dengan demikian, penyemprotan pestisida pada pagi hari tidak dianjurkan. Kelembapan udara yang ideal untuk dilakukan penyemprotan berkisar antara 50-80%. Kondisi ini di Indonesia dicapai pada sore hari sekitar pukul 16.00-17.00 (Djojsumarto 2020).

6.4.3. Kecepatan angin

Kecepatan angin berpengaruh terhadap sampai tidaknya butiran semprot pada bidang sasaran. Dalam EPA South Australia (2020)

disarankan agar penyemprotan dilakukan pada kecepatan angin 5-8 km/jam, agar butiran semprot dapat mencapai target. Pada kecepatan angin kurang dari 5 km/jam, butiran semprot tidak dapat mencapai bagian dalam kanopi tanaman, sehingga hasil penyemprotan tidak merata. Sementara jika kecepatan angin lebih dari 8 km/jam, butiran semprot akan terbawa oleh angin sebelum sampai ke permukaan tanaman.

Kecepatan angin diukur dengan alat anemometer. Namun demikian, jika di lapangan tidak tersedia alat tersebut, kecepatan angin dapat diperkirakan dengan cara memasang bendera. Jika lambaian bendera membentuk sudut 45°, maka diperkirakan kecepatan angin sekitar 5-8 km/jam (Omoy 1993).

Bab 7.

STRATEGI PERGILIRAN PESTISIDA

Pestisida sampai saat ini tidak dapat dipisahkan dari kegiatan budi daya pertanian. Petani masih sangat tergantung pada penggunaan pestisida untuk melindungi pertanamannya dari serangan OPT yang sangat merugikan. Namun demikian, penggunaan pestisida kimia dapat mengakibatkan masalah serius seperti resistensi serangga, munculnya hama kedua, membahayakan organisme nontarget, kontaminasi tanah, polusi lingkungan, dan masalah keamanan pangan (Xiao & Wu 2019).

Resistensi atau kekebalan OPT terhadap pestisida terutama insektisida merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam pengendalian OPT. Terjadinya resistensi hama berpengaruh terhadap kehilangan hasil, meningkatnya biaya produksi, meningkatnya bahaya terhadap lingkungan, dan timbulnya masalah sosial ekonomi (Kay & Collins 2011). Oleh karena itu, diperlukan manajemen resistensi yang bertujuan untuk mencegah atau menunda evolusi ketahanan hama terhadap pestisida. Cloyd (2010) menyatakan bahwa dua strategi yang dianjurkan untuk menanggulangi resistensi *arthropoda* (serangga dan tungau) ialah dengan penerapan pencampuran pestisida dan rotasi penggunaan pestisida dengan *Mode of Action* (MoA) yang berbeda.

Untuk menanggulangi terjadinya resistensi diperlukan manajemen resistensi yang bertujuan menunda atau mencegah evolusi ketahanan

hama terhadap insektisida/akarisisida. Oleh karena itu, disusunlah suatu strategi pergiliran penggunaan insektisida/akarisisida, berdasarkan pendekatan ‘lamanya generasi hama’ atau ‘stadia pertumbuhan tanaman’. Jadi, dalam satu generasi hama atau satu stadia pertumbuhan tanaman digunakan insektisida/akarisisida dengan cara kerja yang sama (Sparks & Nauen 2015).

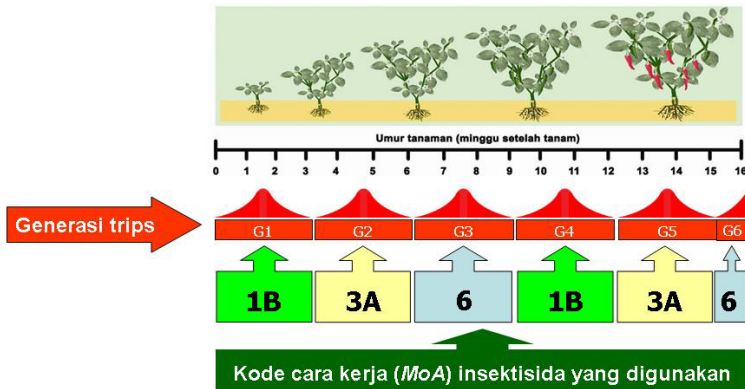
Pada waktu yang lampau, rotasi atau pergiliran penggunaan pestisida hanya dilakukan berdasarkan bahan aktif. Namun, dengan perkembangan ilmu toksikologi, saat ini pergiliran pestisida didasarkan pada MoA atau cara kerja pestisida. Insecticide Resistance Action Committee (IRAC) dan Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) telah mengelompokkan pestisida berdasarkan cara kerja. Hal itu dilakukan karena bahan aktif yang berbeda dapat mempunyai cara kerja yang sama (IRAC, 2011; FRAC 2011; Hudaya & Jayanti 2013; Moekasan *dkk.* 2014c). IRAC dan FRAC juga memberi kode pada setiap cara kerja pestisida untuk mempermudah penerapan pergiliran oleh pengguna. Secara lengkap cara kerja dan pengodean cara kerja pestisida dapat dilihat pada aplikasi *myAgri*.

Sebagai contoh, strategi pergiliran penggunaan insektisida untuk mengendalikan hama trips tembakau (*Thrips parvispinus*) pada tanaman cabai (Gambar 13) dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Pada periode tiga minggu pertama (umur tanaman 0 s.d. 3 minggu setelah tanam) digunakan insektisida dengan kode cara kerja IB untuk mengendalikan trips generasi ke-1 (G1).
- 2) Pada periode tiga minggu kedua (umur tanaman 4 s.d. 6 minggu setelah tanam) digunakan insektisida dengan cara kerja yang berbeda, misalnya 3A untuk mengendalikan trips G2. Hal ini dilakukan karena trips G1 diduga telah mulai resisten terhadap insektisida dengan cara kerja IB.
- 3) Pada periode tiga minggu ketiga (umur tanaman 7 s.d. 9 minggu setelah tanam) insektisida dengan cara kerja 3A dirotasi dengan insektisida dengan kode cara kerja 6 untuk mengendalikan trips G3. Hal ini dilakukan karena trips G3 diduga telah mulai resisten terhadap insektisida dengan cara kerja IB dan 3A.
- 4) Pada periode tiga minggu keempat (umur tanaman 9 s.d. 11 minggu setelah tanam) insektisida dengan cara kerja IB dapat

digunakan kembali untuk mengendalikan trips G4, karena trips telah rentan kembali terhadap insektisida tersebut.

- 5) Untuk periode tiga minggu berikutnya, rotasi penggunaan insektisida dapat dilakukan seperti pada periode tiga minggu ke-2 dan ke-3.

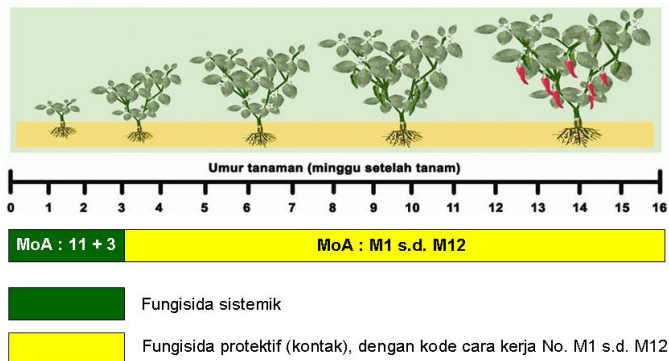


Gambar 13. Strategi pergiliran/rotasi penggunaan insektisida pada tanaman cabai merah untuk mengendalikan hama trips tembakau (Sumber : Prabaningrum & Moekasan 2017)

Rotasi fungisida dengan cara kerja yang berbeda dapat membantu menunda resistensi patogen penyakit yang disebabkan oleh jamur/cendawan terhadap fungisida (Michigan State University 2003). Contoh strategi pergiliran penggunaan fungisida disajikan pada Gambar 14:

- 1) Pada periode tiga minggu pertama (umur tanaman 0 s.d. 3 minggu setelah tanam) diaplikasikan fungisida sistemik dengan cara kerja 11 + 3. Pada periode ini kondisi tanaman masih lemah, sehingga diperlukan fungisida yang mampu mengatasi serangan penyakit secara cepat.
- 2) Pada minggu keempat dan seterusnya diaplikasikan fungisida yang bersifat protektif (kontak) dengan cara kerja M1 s.d. M12, karena tanaman diharapkan sudah mulai kuat menghadapi

serangan penyakit. Namun, proteksi masih diperlukan agar patogen yang menempel pada permukaan daun atau tanaman tidak dapat berkembang.



Gambar 14. Strategi pergiliran/rotasi penggunaan fungisida pada tanaman cabai merah untuk mengendalikan penyakit (Sumber: Prabaningrum & Moekasan 2017)

- 3) Jika pada periode setelah minggu keempat terjadi serangan penyakit dan lolos dari proteksi fungisida M1 s.d. M 12, maka fungisida sistemik dapat diaplikasikan kembali sebagai pemukul. Setelah serangan penyakit terkendali, maka dapat digunakan fungisida M1 s.d. M12 kembali sebagai langkah proteksi.

Bab 8.

PENANGANAN PESTISIDA YANG BAIK DAN BENAR

Pestisida merupakan bahan beracun dan keracunan pestisida merupakan masalah yang serius yang sering terjadi di lingkungan pertanian di negara-negara berkembang. Perilaku penggunaan pestisida yang tidak tepat menjadi penyebab dasar terjadinya keracunan pestisida (Mahyuni *dkk.* 2021). Hasil penelitian di berbagai tempat di Indonesia menunjukkan bahwa petani abai terhadap bahaya pestisida. Sebagai contoh, sebanyak 50,1% petani di Desa Santana Mekar, Tasikmalaya tidak mempunyai tempat khusus untuk menyimpan pestisida dan sebanyak 50,8% petani membeli pestisida bersama dengan belanja makanan (Sukmawati & Maharani 2004). Sebanyak 82,6% petani di Desa Liberia Timur, Bolaang Mongondow Timur tidak menggunakan masker ketika mengaplikasikan pestisida dan 93,3% tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) ketika menyiapkan larutan semprot (Rahmawati *dkk.* 2015). Samosir *dkk.* (2017) melaporkan bahwa sebanyak 14,3% petani di Desa Ngablak, Magelang mengalami keracunan dan 34,3% mengalami gangguan keseimbangan. Sementara hasil penelitian Pratiwi (2017) menunjukkan sebanyak 29,4% petani di Desa Wonosari, Jember mengalami gangguan pada sel darah merah. Semua kejadian tersebut sebagai akibat cara penyemprotan pestisida yang tidak tepat dan tanpa menggunakan APD. Oleh karena

itu, informasi mengenai bahaya pestisida dan cara penanganan pestisida yang baik dan benar perlu disosialisasikan.

8.1. Masuknya pestisida ke dalam tubuh manusia

Pada umumnya pestisida paling banyak masuk ke dalam tubuh manusia melalui kulit. Bahkan pemaparannya melalui kulit 100 kali lebih besar daripada melalui pernapasan. Tingkat penyerapan pestisida melalui kulit (dari yang paling lambat sampai yang tercepat) adalah sebagai berikut: (1) lengan bawah, (2) telapak tangan, (3) telapak kaki, (4) perut, (5) kepala, (6) dahi, (7) daerah alat kelamin, dan (8) mata (CropLife Indonesia 2015). Damalas & Koutroubas (2016) menyatakan bahwa penggunaan sarung tangan mampu mengurangi paparan pada kulit sebesar 27%, sementara penggunaan sarung tangan dan penutup lainnya dapat menekan paparan sebesar 65%. Hal itu menunjukkan betapa penting penggunaan alat pelindung diri secara lengkap ketika menangani pestisida untuk memperkecil dampak bahaya pestisida.

8.2. Alat pelindung diri (APD)

WHO (2020) telah menyusun petunjuk perlindungan diri ketika menangani dan mengaplikasikan pestisida. Untuk perlindungan yang optimum, alat pelindung diri harus digunakan secara lengkap agar mampu melindungi: (a) badan, kaki dan tangan, (b) kepala, muka, mata dan telinga, serta (c) sistem pernapasan. Joko *dkk.* (2020) melakukan penelitian tentang hubungan antara keracunan pestisida dan penggunaan APD pada petani bawang merah di Brebes Jawa Tengah. Hasilnya menunjukkan bahwa sebanyak 89,2% petani yang menggunakan APD termasuk ke dalam kategori sehat. Hasil penelitian Sekiyama *dkk.* (2007) menunjukkan bahwa petani di Jawa Barat pada umumnya menggunakan pestisida yang termasuk kategori II atau berbahaya, tetapi jarang menggunakan APD, bahkan melakukan penyemprotan sambil merokok.

Prabaningrum dan Moekasan (2017) menjelaskan bahwa alat pelindung diri yang dimaksud adalah seperti yang tertera pada Gambar 15 dan 16, yang terdiri atas:

- 1) baju lengan panjang,

- 2) celana panjang yang dikenakan di luar, sepatu kebun,
- 3) sarung tangan yang terbuat dari *nitrile* atau *neoprene*,
- 4) penutup kepala yang berupa topi atau kupluk,
- 5) pelindung badan (celemek atau apron) yang terbuat dari plastik,
- 6) pelindung muka yang terbuat dari plastik,
- 7) pelindung hidung atau masker,
- 8) pelindung mata berupa kacamata, dan
- 9) sepatu kebun.



Gambar 15. Perlengkapan alat pelindung diri: (a) apron atau celemek, (b) topi, (c) masker, (d) *face shield* atau penutup wajah, (e) sarung tangan, dan (f) sepatu *boot* (Sumber: Prabaningrum & Moekasan 2017)



Gambar 16. Penyemprot yang menggunakan alat pelindung diri lengkap (Sumber: Prabaningrum & Moekasan 2017)

8.3. Penanganan pestisida

Penanganan pestisida yang baik juga menjadi perhatian dalam praktik budi daya pertanian yang baik (*Good Agricultural Practices/GAP*), sehingga dituangkan dalam persyaratan registrasi kebun dan lahan usaha serta sertifikasi produk pangan segar yang disusun oleh Kementerian Pertanian sebagai berikut (Prabaningrum & Moekasan 2017):

- 1) pestisida sangat dianjurkan disimpan di tempat yang layak, aman, berventilasi baik, memiliki pencahayaan yang baik dan terpisah dari materi lainnya,
- 2) pestisida wajib disimpan terpisah dari produk pertanian,
- 3) pestisida sangat dianjurkan tetap berada dalam kemasan asli dan tidak dipindahkan ke wadah yang lain,
- 4) pestisida cair sangat dianjurkan diletakkan terpisah dari pestisida bubuk,
- 5) tempat penyimpanan pestisida dianjurkan mampu menahan tumpahan,
- 6) keberadaan fasilitas untuk mengatasi keadaan darurat sangat dianjurkan,
- 7) keberadaan pedoman/tata cara penanggulangan kecelakaan akibat keracunan pestisida yang terletak pada lokasi yang mudah dilihat sangat dianjurkan, dan
- 8) keberadaan tanda-tanda peringatan potensi bahaya pestisida diletakkan pada tempat yang mudah dilihat sangat dianjurkan.

Syarat-syarat tersebut menunjukkan komitmen pemerintah dalam menjaga keamanan produk yang dihasilkan oleh petani agar dapat bersaing di pasar domestik maupun regional.

8.4. Peringatan dan perintah dalam penanganan pestisida

Label pestisida merupakan sumber pertama informasi tentang keamanan pestisida. Label tersebut dikembangkan sebagai *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)*. Di dalamnya tercantum uraian informasi berupa teks dan gambar bagaimana penyiapan dan penggunaan pestisida secara aman. Pada umumnya juga disertai dengan brosur yang memuat informasi tentang produk tersebut (Bagheri *dkk.* 2021). Gambar sederhana yang memuat pesan, informasi atau peringatan tersebut disebut *piktogram*. Hasil penelitian tentang pemahaman pengguna terhadap piktogram menunjukkan bahwa pengguna terkadang bingung memahami maksud

yang tertera pada pictogram tersebut (Wilkinson *dkk.* 2010). Lebih lanjut, Bagheri *dkk.* (2021) menyatakan bahwa faktor tingkat pendidikan dan kehadiran dalam penyuluhan pestisida berkorelasi positif terhadap pemahaman terhadap pictogram.

8.4.1. Piktogram pada kemasan pestisida

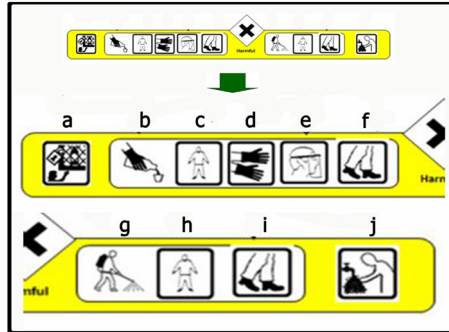
Piktogram yang tercantum pada kemasan produk pestisida mempunyai lima warna dasar yang menyatakan daya racun pestisida terhadap manusia, yaitu: (a) cokelat tua merah yang berarti pestisida tersebut sangat berbahaya sekali; (b) merah tua berarti pestisida tersebut berbahaya sekali, (c) kuning berarti pestisida tersebut berbahaya; (d) biru muda berarti pestisida tersebut cukup berbahaya; dan (e) hijau berarti pestisida tersebut tidak berbahaya pada pemakaian normal (Gambar 17).

Kelas Bahaya	Keterangan yang perlu dicantumkan dalam label			
	Pernyataan Berbahaya	Warna	Simbol Bahaya	Simbol Kata
Ia. Sangat Berbahaya Sekali	Sangat beracun	Coklat Tua		 Sangat Beracun
Ib. Berbahaya Sekali	Beracun	Merah Tua		 Beracun
II. Berbahaya	Berbahaya	Kuning Tua		 Berbahaya
III. Cukup Berbahaya	Perhatian	Biru Muda		Perhatian!!!
IV. Tidak Berbahaya Pada Pemakaian Normal		Hijau		

Gambar 17. Piktogram yang menunjukkan tingkat bahaya pestisida terhadap manusia (Sumber : CropLife Indonesia 2015).

8.4.2. Piktogram untuk penanganan pestisida

Piktogram untuk penanganan pestisida disajikan pada Gambar 18.



Gambar 18. Piktogram yang terdapat pada kemasan pestisida (Sumber: CropLife Indonesia 2015).

- a. Pestisida harus disimpan pada tempat yang terkunci dan jauh dari jangkauan anak-anak.
- b. Pestisida yang akan digunakan harus ditakar terlebih dahulu sesuai dengan anjuran.
- c. Pengguna harus menggunakan baju lengan panjang dan celana panjang.
- d. Pengguna harus menggunakan sarung tangan karet.
- e. Pengguna harus menggunakan pelindung wajah.
- f. Pada saat penanganan pestisida, petugas harus menggunakan sepatu *boot*.
- g. Pestisida ini diaplikasikan dengan cara disemprotkan.
- h. Petugas penyemprotan harus menggunakan baju dan celana lengan panjang.
- i. Petugas penyemprotan harus menggunakan sepatu *boot*.
- j. Petugas penyemprotan diwajibkan membasuh muka atau mandi setelah selesai menyemprot.

Pestisida harus digunakan secara presisi untuk menekan dampak negatif terhadap pengguna, produk makanan, dan lingkungan (Dou dkk. 2018; Tona dkk. 2018). Oleh karena itu, petugas penyemprot harus

memahami dan melaksanakan ketentuan-ketentuan sebagai berikut (CropLife Indonesia 2015):

- 1) Ketika mengisi tangki semprot, tangki diletakkan di pematang atau dianjurkan menyediakan bangku untuk alas tangki. Hal ini dilakukan agar ketika tangki diangkat, cairan pestisida tidak meluber dan membasahi punggung penyemprot. Pada waktu mengangkat tangki semprot, posisi punggung sejajar dengan tangki.
- 2) Jangan makan, minum, merokok atau menyeka keringat selama melakukan aktivitas penyemprotan pestisida.
- 3) Jangan menyentuh tanaman yang baru saja disemprot.
- 4) Sarung tangan harus dicuci terlebih dulu sebelum dicopot/dibuka agar tangan tidak terpapar oleh pestisida.
- 5) Semua perlengkapan penyemprotan dan pakaian kerja harus segera dicuci dan harus dipisahkan dari pakaian biasa.
- 6) Setelah selesai melakukan penyemprotan, petugas harus mandi.
- 7) Pestisida harus disimpan di dalam lemari atau tempat khusus yang jauh dari jangkauan anak-anak.
- 8) Selain petugas penyemprot pestisida, pekerja lain dilarang berada di area penyemprotan selama berlangsungnya kegiatan penyemprotan dan dilarang masuk ke lahan yang telah selesai dilakukan penyemprotan minimal hingga satu jam setelah penyemprotan pestisida.
- 9) Peralatan semprot tidak boleh bocor.
- 10) Tetesan larutan semprot dari tanaman ke tanah harus dihindari.
- 11) Sisa larutan semprot jangan dibuang sembarangan.
- 12) Pakaian dan peralatan semprot yang telah digunakan jangan dicuci di mata air atau sungai.
- 13) Bekas kemasan pestisida dicuci dengan air sebanyak tiga kali sebelum dikubur. Lubang penguburan harus jauh dari sumber air dan pemukiman. Lubang penguburan sekurang-kurangnya sedalam 0,5 m.

- 14) Kemasan pestisida yang berupa plastik atau kertas dicuci dengan air sebanyak tiga kali sebelum dibakar pada tungku pembakaran atau drum bekas oli. Lokasi pembakaran harus jauh dari pemukiman.

8.5. Gejala keracunan pestisida dan cara mengatasinya

WHO mencatat bahwa setiap tahun terjadi kasus keracunan pestisida sebanyak 25 juta atau sebanyak 68.493 kasus setiap hari. Pada umumnya terjadi pada pekerja di sektor pertanian (Raini 2007). Sebagai contoh, hasil penelitian yang dilakukan terhadap petani cabai di Desa Candi, Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang menunjukkan bahwa sebanyak 26% petani mengalami keracunan berat, sementara 74% keracunan ringan (Afriyanto 2008). Marisa & Patuna (2018) melaporkan kejadian keracunan sedang dan ringan pada petani kentang di Kota Sungai Penuh sebanyak 6,67% dan 23,3%. Mengingat hal itu, masyarakat hendaknya mengetahui gejala keracunan pestisida sebagai berikut:

- 1) Gejala keracunan ringan: sakit kepala, berkeringat, air liur keluar, dan pening.
- 2) Gejala keracunan sedang: mual, muntah, mata berkunang-kunang, jantung berdebar kencang, sesak napas, perut kejang, dan badan gemetar.
- 3) Gejala keracunan berat: kejang, pingsan, sulit bernapas, napas berhenti, dan detak jantung berhenti.

Jika kita menjumpai kasus keracunan pestisida, tindakan pertolongan yang harus dilakukan untuk keracunan melalui kulit, mulut, atau pernapasan adalah sebagai berikut (CropLife Indonesia 2015):

8.5.1. Kulit/mulut:

- 1) Jauhkan penderita dari sumber keracunan. Cucilah badan penderita yang terpapar pestisida.
- 2) Jika yang terpapar mata, bukalah mata penderita sambil diguyur air bersih selama 15 menit dan kepalanya dimiringkan ke arah mata yang terpapar pestisida.

8.5.2. Mulut:

- 1) Jika penderita sadar, ikuti petunjuk pada label kemasan, apakah pemuntahan boleh dilaksanakan. Secara umum, pemuntahan dapat dilakukan dengan perangsangan yaitu buka rahang penderita menggunakan satu tangan dan tangan yang lain mengelitik pangkal tenggorokan.
- 2) Jika penderita tidak sadar, jangan memberikan sesuatu atau melakukan pemuntahan. Bawalah penderita ke rumah sakit dan tunjukkan kemasan pestisida yang menyebabkan keracunan.

8.5.3. Pernapasan:

- 1) Letakkan penderita ke tempat terbuka dan berudara segar.
- 2) Longgarkan pakaiannya.
- 3) Lepaskan pakaian yang terpapar pestisida lalu bersihkan badan yang terpapar pestisida menggunakan sabun.
- 4) Bersihkan mulut atau hidung penderita dari kotoran atau pestisida dengan menyekanya menggunakan kain.
- 5) Jika perlu, berikan napas buatan dengan cara menutup hidung penderita dan penolong meniupkan udara melalui mulut. Dada penderita akan menggembung. Setelah itu lepaskan mulut dan hidung penderita agar udara yang ditiupkan keluar. Lakukan pernapasan buatan sebanyak 10-15 kali per menit.

Ali *dkk.* (2020) mengidentifikasi bahwa perilaku menggunakan APD salah satunya dipengaruhi oleh tipe petani. Ketidaktaatan pemakaian APD terutama disebabkan oleh kurangnya pengetahuan, aksi pemerintah yang tidak efektif, dan perilaku tenaga pemasaran pestisida. Sai *dkk.* (2019) menyatakan bahwa pengetahuan petani tidak mencerminkan praktik penanganan pestisida; yang lebih diperlukan ialah edukasi secara berkesinambungan.

Bab 9.

APLIKASI *myAgri* UNTUK MEMBANTU MENCARI PESTISIDA YANG TERDAFTAR DAN DIIZINKAN

Perangkat lunak *myAgri* adalah program aplikasi berbasis android yang dapat dipasang pada telepon pintar. Aplikasi tersebut dikembangkan oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan Wageningen University & Research Belanda yang berisi informasi tentang budi daya tanaman sayuran. Salah satu fitur pada aplikasi tersebut berisi tentang “alat untuk mencari pestisida” (*pesticides selection tool*) yang terdaftar dan diizinkan oleh Komisi Pestisida, Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Pestisida yang beredar di pasaran saat ini sangat beragam dan jumlahnya sangat banyak. Kondisi seperti ini menyebabkan petani mengalami kesulitan untuk menentukan pilihan ketika hendak memilih. Di satu sisi, petani atau pengguna pestisida harus menggunakan pestisida yang terdaftar dan diizinkan oleh Komisi Pestisida. Di sisi yang lain, informasi mengenai hal tersebut sulit didapatkan. Oleh karena itu, salah satu cara untuk mengatasinya ialah dengan memanfaatkan aplikasi *myAgri*.

Cara mencari pestisida yang terdaftar dan diizinkan pada aplikasi *myAgri* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu (Gambar 19):

- 1) Untuk mencari pestisida yang terdaftar dan diizinkan khusus pada tanaman sayuran dapat melalui fitur ***"Identifikasi & Pengendalian Hama dan Penyakit"***.
- 2) Untuk mencari pestisida yang terdaftar dan diizinkan di luar komoditas sayuran dapat melalui fitur ***"Cari pestisida"***.



Gambar 19. Fitur mencari pestisida yang terdaftar dan diizinkan oleh Komisi Pestisida pada aplikasi *myAgri*

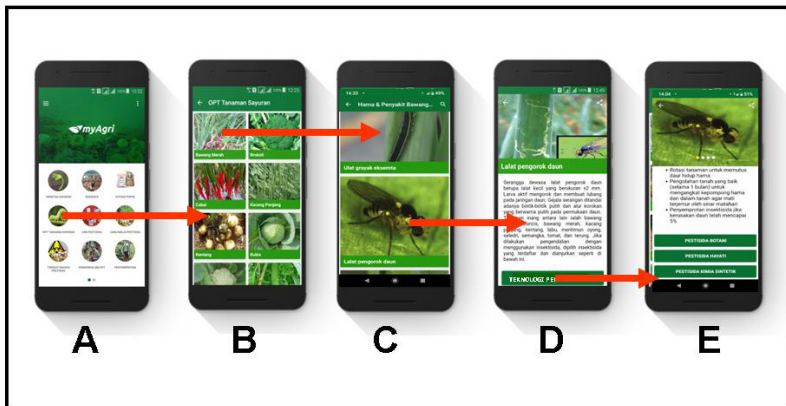
9.1. Mencari pestisida melalui fitur *identifikasi OPT*

Mencari pestisida melalui fitur identifikasi OPT dapat dilakukan sebagai berikut (Gambar 20) :

- 1) Tekan tombol ***"Identifikasi & Pengendalian Hama dan Penyakit"***, selanjutnya di layar telepon pintar akan muncul gambar 16 jenis tanaman sayuran (bawang merah, brokoli, cabai, kacang panjang, kentang, kubis, kubis bunga, mentimun, paprika, peria, selada, terung, tomat, wortel, bawang putih, dan bayam) (Gambar 20A).
- 2) Pilih salah satu jenis tanaman sayuran yang akan dicari jenis pestisidanya. Misalnya akan mencari insektisida kimia untuk

mengendalikan lalat pengorok daun (*Liriomyza* sp.) pada tanaman bawang merah, maka tekan gambar bawang merah (Gambar 20 B) pada layar telepon pintar tersebut. Selanjutnya, di layar telepon pintar akan muncul gambar beberapa jenis OPT yang umum menyerang tanaman bawang merah (Gambar 20C).

- 3) Cari gambar hama lalat pengorok daun pada fitur, setelah ditemukan tekan gambar tersebut, maka di layar akan muncul keterangan mengenai bioekologi hama tersebut. Selanjutnya *scroll* ke bawah untuk mencari fitur teknologi pengendalian dan di layar akan muncul fitur teknologi pengendaliannya (Gambar 20D).

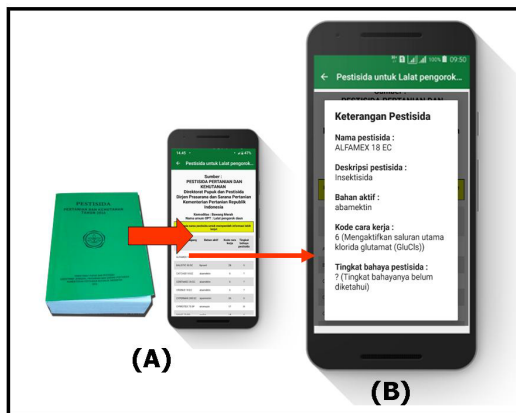


Gambar 20. Tahapan mencari insektisida untuk mengendalikan hama lalat pengorok daun pada aplikasi *myAgri* melalui fitur identifikasi OPT dan Pengendalian Hama dan Penyakit: (A) tekan tombol identifikasi OPT dan Pengendalian Hama dan Penyakit; (B) pilih dan tekan gambar bawang merah; (C) pilih dan tekan gambar hama lalat pengorok daun; (D) tekan tombol teknologi pengendalian; dan (E) tekan tombol pestisida kimia sintetik

- 4) Selanjutnya tekan fitur teknologi pengendaliannya, maka di layar akan muncul cara pengendalian menggunakan “Teknologi PHT”, *scroll* layar ke atas, maka akan didapat tiga buah fitur, yaitu: pestisida botani, pestisida hayati, dan pestisida kimia sintetik (Gambar 20E). Karena yang akan dicari adalah

insektisida kimia sintetik maka tekan tombol “***Pestisida Kimia Sintetik***”.

- 5) Maka akan muncul macam-macam pestisida yang diizinkan dan terdaftar di Komisi Pestisida (Gambar 21A). *Scroll* ke atas dan bawah untuk memilih insektisida yang dicari.
- 6) Jika ingin mengetahui secara lengkap deskripsi insektisida yang dicari dapat dilakukan dengan menekan nama insektisida tersebut. Sebagai contoh, tekan nama insektisida Alfamex 18 EC, maka akan muncul keterangan singkat mengenai insektisida tersebut (Gambar 21B).

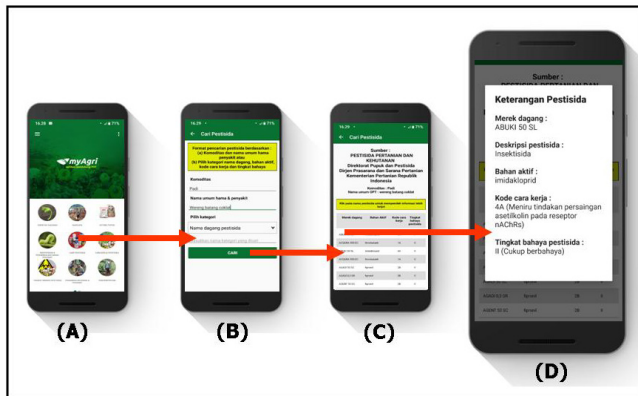


Gambar 21. Daftar insektisida yang diizinkan dan terdaftar: (A) daftar insektisida untuk mengendalikan hama *Liriomyza* sp. Pada tanaman bawang merah; dan (B) salah satu contoh deskripsi insektisida untuk mengendalikan hama tersebut

9.2. Mencari pestisida melalui fitur *cari pestisida*

Mencari pestisida melalui fitur *cari pestisida* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu: (1) melalui komoditas dan nama umum hama atau penyakit, dan (2) melalui kategori nama dagang, bahan aktif, kode cara kerja, dan tingkat bahaya. Mencari pestisida melalui komoditas dan nama umum hama atau penyakit (Gambar 22) tahapannya sebagai berikut:

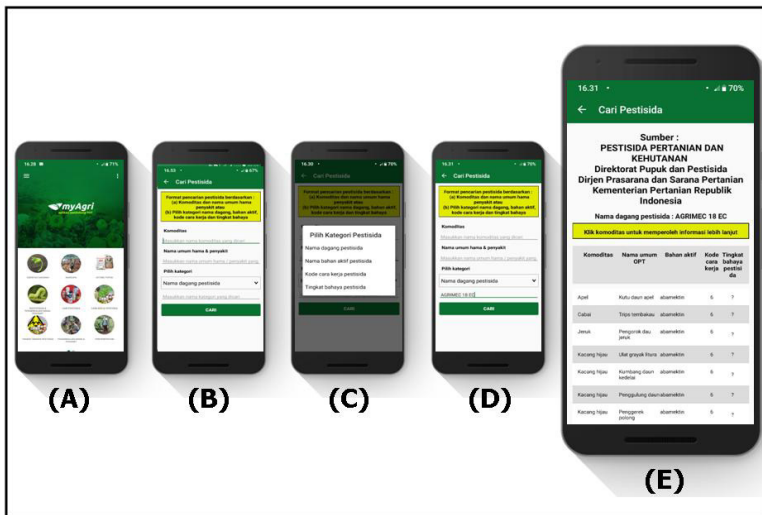
- 1) Tekan tombol cari insektisida (Gambar 22A), selanjutnya di layar telepon akan muncul tampilan format pencarian pestisida berdasarkan (a) komoditas dan nama umum hama dan penyakit, (b) pilih kategori nama dagang, bahan aktif, kode cara kerja dan tingkat bahaya. Sebagai contoh akan mencari insektisida untuk mengendalikan hama wereng batang coklat, maka pada kolom komoditas dituliskan padi dan pada kolom nama umum hama dan penyakit dituliskan wereng batang coklat (Gambar 22B).



Gambar 22. Tahapan mencari pestisida berdasarkan fitur cari pestisida dan pencarian berdasarkan komoditas dan nama umum hama dan penyakit: (A) tekan tombol cari pestisida; (B) tuliskan “Padi” pada kolom komoditas dan “Wereng batang coklat” pada kolom nama umum hama dan penyakit; (C) di layar akan muncul jenis insektisida yang diizinkan dan terdaftar untuk hama wereng coklat; (d) tekan nama insektisida untuk mengetahui keterangan lebih lanjut, sebagai contoh tekan insektisida ABUKI 50 SL, maka akan muncul keterangan tentang insektisida tersebut (D)

- 2) Tuliskan Padi pada kolom komoditas dan Wereng batang coklat pada kolom nama umum hama dan penyakit (Gambar 23B), selanjutnya tekan *enter*. Di layar akan muncul tampilan daftar insektisida untuk mengendalikan hama wereng batang coklat (Gambar 22C).

- 3) Jika ingin mengetahui keterangan lebih lanjut mengenai insektisida yang akan digunakan, tekan nama insektisida tersebut. Sebagai contoh ingin mengetahui lebih lanjut keterangan tentang insektisida ABUKI 50 SL, maka tekan nama insektisida tersebut, maka akan muncul keterangan singkat mengenai insektisida ABUKI 50 SL (Gambar 22D).



Gambar 23. Tahapan mencari pestisida berdasarkan fitur cari pestisida dan pencarian berdasarkan kategori pestisida: (A) tekan tombol cari pestisida; (B) tekan tombol kategori pestisida; (C) pilih kategori pestisida yang dicari, di sini dipilih nama dagang pestisida; (D) tuliskan Agrimec 18 EC pada kolom pilih kategori, lalu tekan enter; (E) di layar ditampilkan daftar nama komoditas dan nama OPT sasaran yang dapat dikendalikan oleh insektisida tersebut

Untuk mencari atau mengetahui penggunaan insektisida pada komoditas atau terhadap OPT sasaran dapat dilakukan melalui cara sebagai berikut:

- 1) Tekan tombol cari insektisida (Gambar 23A), selanjutnya di layar telepon akan muncul tampilan format pencarian pestisida

berdasarkan (a) komoditas dan nama umum hama dan penyakit, (b) pilih kategori nama dagang, bahan aktif, kode cara kerja, dan tingkat bahaya. Sebagai contoh ingin mengetahui kegunaan insektisida Agrimec 18 EC. Tekan tombol kategori (Gambar 23B) dan di layar akan muncul pilihan kategori yang terdiri atas: nama dagang pestisida, nama bahan aktif pestisida, kode cara kerja pestisida, dan tingkat bahaya pestisida (Gambar 23C). Karena Agrimec 18 EC adalah nama dagang, maka di pilihan kategori tekan nama dagang pestisida.

- 2) Pada kolom nama dagang pestisida, tuliskan Agrimec 18 EC (Gambar 24D), lalu tekan *enter* maka akan muncul tampilan di layar daftar nama komoditas dan nama OPT sasaran yang dapat dikendalikan oleh insektisida tersebut (Gambar 23E).

Jika hasil pencarian tidak ditemukan, terdapat kemungkinan kesalahan dalam menuliskan nama komoditas, nama umum OPT sasaran, dan nama pestisida. Jika penulisan parameter-parameter tersebut telah benar dan hasil masih tidak ditemukan, maka kemungkinan pestisida tersebut **belum terdaftar**.

Bab 10.

PENUTUP

Penggunaan pestisida kimia sintetis sampai saat ini masih merupakan salah satu cara yang ampuh untuk menekan kehilangan hasil panen akibat serangan hama dan penyakit yang merugikan. Namun demikian, dampak negatif penggunaan pestisida terhadap manusia dan lingkungan tidak mungkin dapat diabaikan. Dalam penerapan praktik budi daya pertanian yang baik, penggunaan pestisida masih dimungkinkan namun dengan persyaratan yang ketat sesuai dengan konsep pengelolaan hama terpadu (PHT).

Untuk mengubah perilaku petani yang sudah terbiasa dengan penggunaan dan penanganan pestisida yang tidak tepat bukanlah hal yang mudah. Untuk itu diperlukan pelatihan dan penyuluhan secara berkesinambungan bagi pelaku usaha tani agar pengetahuan dan keterampilan dalam penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar meningkat. Agar penyuluhan lebih efektif dan terukur, diperlukan panduan sebagai acuan bagi penyuluh lapangan (PPL dan POPT) yang menjadi petunjuk penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar kepada pelaku usaha tani.

Selain itu, upaya penegakan aturan dan perundang-undangan harus menjadi garda terdepan agar dapat menimbulkan efek jera bagi para pelaku usaha tani, pedagang, dan produsen pestisida yang melakukan penyimpangan dalam penggunaan dan pemasaran pestisida.

Dengan usaha yang keras dan konsisten oleh pemerintah, petugas lapangan, perusahaan pestisida, dan petani, penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar diharapkan dapat terwujud. Dengan

demikian, diharapkan produktivitas komoditas pertanian akan meningkat dan kehilangan hasil oleh serangan OPT dapat ditekan sekecil mungkin serta dampak negatif pestisida terhadap hasil panen, lingkungan, dan manusia dapat dikurangi. Pada akhirnya, produk pertanian dari Indonesia dapat bersaing di pasar dunia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga, W., R.S. Basuki, Y. Hilman & B.K. Udiarto. 1999. “Studi lini dasar pengembangan teknologi pengendalian hama terpadu pada tanaman cabai di Jawa Barat”. *J. Hort.* 9 (1):67-83, 1999.
- Afriyanto. 2008. “Kajian keracunan pestisida pada petani penyemprot cabe di Desa Candi, Kecamatan Bandungan, Kabupaten Semarang”, Thesis pada Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Al-Ani, M.A.M., R.M. Hmosshi, I.A. Kanaan & A.A.Thanoon. 2019. “Effect of pesticides on soil microorganisms”, Second International Science Conference, IOP Conference Series: Journal of Physics: Conference Series 1294(2019)072007, doi:10.1088/1742-6596/1294/7/072007.
- Alavanja, M.C.R., J.A.Hoppin & F. Kamel. 2004. “Health effects of chronic pesticide exposure : Cancer and neurotoxicity”. *Annual Review of Public Health*, 25, 155-197.
- Amilia, E., B. Joy & Sunardi. 2016. “Residu pestisida pada tanaman hortikultura : Studi kasus di desa Cihanjuang Rahayu Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat”. *J. Agrikultura* 27 (1): 23-29.
- Andesgur, I. 2019. “Analisa kebijakan hukum lingkungan dalam pengelolaan pestisida”. *J. Bestuur* 7(2) :93-105.

- Arcury, T.A. & S.A. Quandt. 2003. "Pesticides at work and at home: exposure of migrant farmworkers". *J. Medical Science* 362(9400), 20- 21.
- As'ady, B.J.A, L. Supangat & Indreswari. 2019. "Analisis efek penggunaan alat pelindung diri pestisida pada keluhan kesehatan petani di Desa Pringgondani, Kecamatan Sumberjambe, Kabupaten Jember". *J. Agromed. and Med.Sci.* 5(1):31-38.
- Asih, H.A., A.S. Leksono & Z.P. Gama. 2019. "The impact of pesticide use on chili plants (*Capsicum annum* L.) on soil arthropod diversity with semi organic and conventional agricultural systems in Dau District, Malang Regency, Indonesia". *Int. J. Sci. Res. Publ.* 9 (12): 578. DOI: 10.29322/IJSRP.9.12.2019.p9672.
- Atmawidjaja, S, D.H. Tjahjono & Rudianto. 2004. "Pengaruh perlakuan terhadap kadar residu pestisida metidation pada tomat". *Acta Pharmaceutica Indonesia* 29(2) : 72-82.
- Bagheri, A., S. Pirmoazen & M.S. Allahyari. 2021."Assessment of farmers' understanding of the pictograms displayed on pesticide labels". *Environ. Sci. Pollution Res.* DOI:10.1007/S11356-020-11821-w.
- Brown, A.W.A. 1958. "Insecticide resistance in arthropods". *WHO, Geneva.* 240 p.
- Bryant, T. & F.P.F. Reay-Jones. 2020, "Integrated pest management: Concept and strategies". *Land-Grant Press.* Clemson University.
- Budiningsih, S. & Pujiharto. 2006, 'Analisis risiko usahatani bawang merah di Desa Klikiran, Kecamatan Jatibarang, Kabupaten Brebes'. *Agritech.* 8(1):127-143.
- Cloyd, R.A. 2010. "Pesticide mixtures and rotation:Are this viable resistance mitigating strategies?". *Pest Tech.* 4(1):14-18.

- Cointe, R.L., T.E. Simon, P. Delarue, M. Herve, M. Leclerc & S. Poggi. 2016. "Reducing the use of pesticides with site-specific application: the chemical control of *Rhizoctonia solani* as a case of study for the management of soil-borne diseases". *PloS One* 11(9):e0163221. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0163221>.
- CropLife Indonesia. 2015. "Penanganan produk perlindungan tanaman (PPT) secara benar". Cetakan kedua, Jakarta.
- Damalas, C.A. & S.D. Koutroubas. 2016. "Farmers' exposure to pesticides: toxicity types and ways of prevention", *Toxics* 4(1):1, doi:10.3390/toxics4010001.
- Deer, H.M. & R. Beard. 2001. "Effect of water pH on the chemical stability of pesticides". Utah State University . http://digitalcommons.usu.edu/extension_histall/75.
- Dhawan, A.K., S. Singh & S. Kumar. 2009, "Integrated pest management (IPM) helps reduce pesticide load in cotton", *J. Agric. Sci. Tech.* 11(5):599-611.
- Direktorat Pupuk dan Pestisida Kementerian Pertanian. 2011. "Pedoman pembinaan penggunaan pestisida". Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana, Kementerian Pertanian. 48 hal.
- Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana. 2018. "Statistik prasarana dan sarana pertanian tahun 2013-2017". Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 98 hal.
- Djojosumarto, P. 2006. "Pestisida & aplikasinya". Penerbit PT Agromedia Pustaka, Jakarta. 240 hal.
- Djojosumarto, P. 2008. "Teknik aplikasi pestisida pertanian". Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 211 hal.
- Djojosumarto, P. 2020. "Pengetahuan dasar pestisida pertanian dan penggunaannya". Penerbit PT Agromedia Pustaka, Jakarta. 502 hal.
- Dobariya, U.D. & K.G. Vaja. 2016. "Performance of battery operated knapsack sprayer". *Agres. Int. e.J.* 5(7):146-157.

- Dou, H., Zhang, C., Li, L., Hao, G., Ding, B., Gong, W., Huang, P. 2018”Application of variable spray technology in agriculture”, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 186(2008)012007, doi:10.1088/1755-1315/186/5/012007
- Ecobichon, D.J. 2001. “Pesticide use in developing countries”. *Toxicology* 160: 27-33.
- EPA South Australia, Safe and effective pesticide use. A handbook for lifestyle landholders’. www.epa.sa.gov.au.
- Farrar, J.J., M.E. Baur & S. Elliot. 2015, “Adoption and impacts of integrated pest management in agriculture in the Western States”. Western IPM Center 2801 Second Street, Davis, CA 95618.
- FRAC, 2011. “FRAC Code List : Fungicides Sorted by MoA”. Dilihat 12 Juli 2011. <<http://www.frac.info/frac/index.htm>>
- Fishel, F.M. & J.A. Ferrell. 2013. “Water pH and the effectiveness of pesticides”. University of Florida, <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Gill, H.K. & H. Garg. 2014. “Pesticide: Environmental impacts and management strategies”. In book *Pesticides-Toxic Effect* (Eds. S. Solenski & M.L. Larramenday). Intech Publisher. DOI:10.5772/57399.
- Guntur, A.P., I. Iqbal & M.T. Sapsal. 2016. “Kinerja knapsack sprayer tipe Pb 16 menggunakan hollow cone nozzle dan solid cone nozzle”. *J. Agritechno* 9(2):107-113. <https://doi.org/10.20956/at.v9i2.47>.
- Gyawali, K. 2018. “Pesticide uses and its effects on public health and environment”. *J. Health Promotion* 6:28-36.
- Hanifa, M.D., J.N. Marampa, D. Dariana, Nutfiliana, S.F. Panjaitan, I. Saputra, P.P. Sumekar, A. Rahman, A. Sulistomo, M. Handayani, T. Suharto, A. Anwar, Y.F. Ningrum, R.J. Siswantari, Y.R.F. Saat & M. Wulansari. 2016. “Pedoman penggunaan pestisida secara aman dan sehat di tempat kerja sektor pertanian (Bagi Petugas Kesehatan)”. Direktorat Kesehatan Kerja dan Olahraga, Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat, Kementerian Kesehatan RI. 75 hal.

- Hock, W.K. 1992. "Pesticides education manual : a guide to safe use and handling, 2nd edition". Penn State College of Agricultural Sciences. 117 pp.
- Hosseinpour & Rottler. 1999. "Persistent organic pollutants: consulting and technology transfer". UWSF Z. Umweitchem. *Okotox.* 11: 335-342.
- Hudayya, A. & H. Jayanti . 2013. "Pengelompokan pestisida berdasarkan cara kerjanya (*mode of action*)". Monografi No. 33, Balitsa.
- IRAC, 2011. IRAC MoA Classification Scheme, diunduh 12 Juli 2011, <http://www.irac-online.org/mode-of-action/updated-irac-moaclassification-v7-1-now-published>.
- Joko, T., S. Anggoro, H.R. Sunoko & S. Rachmawati. 2017. "Pesticide usage in the soil quality degradation potential in Wanasari Subdistrict, Brebes, Indonesia". *Hindawi Appl. Environ. Soil Sci.* 2017, Article ID 5896191:7 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/5896191>.
- Joko, T., N.A. Dewanti & H.L. Dangwan. 2020, "Pesticide poisoning and the use of personal protective equipment (PPE) in Indonesian farmers", *Hindawi J. Environ. Public Health* , Article ID 53799619: 7 pages, <https://doi.org/10.1155/220/5379619>.
- Kadim, M.K., S. Sudaryanti, H. Endang-Yuli. 2013. "Pencemaran residu pestisida di Sungai Umbulrejo, Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang". *J. Manusia dan Lingkungan* 20(3):262-268.
- Karungi, J., T. Obua, S. Kyananywa, C.N. Mortesen & M. Erbaugh. 2013. "Seedling protection and field practices for management of insect vectors and viral diseases of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) in Uganda". *Int. J. Pest Manag.* 59(2):103-110, <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2013.772260>.
- Karyadi, K. 2008. "Dampak penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan terhadap kandungan residu tanah pertanian bawang merah di Kecamatan Gemuh Kabupaten Kendal". *Agromedia* 26 (1): 10-19.

- Karyadi, K., S. Syafrudin & D. Soterisnanto. 2012, “Akumulasi logam berat timbal (Pb) sebagai residu pestisida pada lahan pertanian (Studi kasus pada lahan pertanian bawang merah di Kecamatan Gemuh, Kabupaten Kendal)”, *J. Ilmu Lingkungan* 9(1):1-9, <https://doi.org/10.14710/jil.9.1.1-9>.
- Kay, I.R. & P.J. Collins. 2011. “The problems of resistance to insecticides in tropical insect pests”. *Int. J. Trop. Insect Sci.* 8(4,5,6):715721.DOI:<https://doi.org/10.1017/S1742758400022827>.
- Koleva, N.G. & U.A. Schneider. 2009. “The impact of climate change on the external cost of pesticide applications in US agriculture”. *Int. J. Agric. Sustainability* 7(3), 203-216.
- Koster, W.G. 1990. “Exploratory survey on shallot in rice based cropping system in Brebes”. *Bul.Penel.Hort.*18(1) Edisi Khusus : 19-30.
- Kusumawardani, A., E. Martono, Y.A. Trisyono & N.S. Putra. 2019. “The knowledge and attitude of Integrated Pest Management farmers field school alumni toward the use of pesticide in Klaten, Central Java, Indonesia”, *J. Perlindungan Tanaman Indonesia* 23(1):85-93, DOI:10.22146/jpti.35464.
- Lambrecht, E., D.S. daRosa, A.L.T. Machado & A.V. dosReis. 2018, ‘Operator effort on the operation of the knapsack sprayer pumping lever’, *Engenharia Agricola* 38(2):238-243,<https://doi.org/10.1590/1809-4430-eng-agric.v38n2p238-243/2a8>
- Lumkes, L.M. 1989. “Course on Spraying Techniques for Integrated Pest Management”. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in the Volleground. PAGV, Lelystad Netherlands.
- Maesyarah, S.S. & T.N. Arifah. 2020. “Karakteristik petani usahatani dan pengetahuan tentang pestisida dan pengendalian hama terpadu di Kabupaten Garut”. *Jagros* 4(2):274-280.
- Mahyuni, E.L., U. Harahap, R.H. Harahap & N. Nurmaini. 2021. “Pesticide toxicity prevention in farmers community movement”, *Open Access Macedonian J. Med. Sci.* 9(E):1-7, <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.5565>.

- Marisa & N.D. Pratuna. 2018. "Analisa kadar cholinesterase dalam darah dan keluhan kesehatan pada petani kentang Kilometer XI Kota Sungai Penuh". *J.I Kesehatan Perintis* 5(1):122-128.
- Mariyono, J., H.A. Dewi, P.B. Daroini, E. Latifah, A.Z. Zakariya, A.L. Hakim & V. Afari-Sefa. 2018. "Farming practices of vegetables: A comparative study in four regions of East Java and Bali Provinces". *Agraris: J. Agribusiness and Rural Develop. Res.* 4(2):81-91. DOI: <http://dx.doi.org/10.18196/agr.4263>.
- Mariyono, J & Irham. 2001. "Usaha penurunan penggunaan kimia dengan program Pengendalian Hama Terpadu". *Manusia dan Lingkungan* 8(1):30-36. Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM, Yogyakarta,
- McKie, P. 2014. "Water pH and its effect on pesticide stability". Cooperative extension, Department of Agriculture, University of Nevada.
- Megaindo, B.J. 2021. "Katalog knapsack power sprayer portable mesin knapsack penyemprot hama atau disinfektan gendong ukuran 20 liter 898 Yamamoto 4 tak mesin pertanian dan Sanchin. http://bjmegaindo.co.id/?p=catalog&action=viewimages&pid=218&cat_id=29#
- Miana, V.M. & C. Suraji. 2020. "Penggunaan pestisida berhubungan dengan iritasi kulit pada petani padi". *J. Ilmiah Permas: J. Ilmiah Stikes Kendal* 1(1):51-56, DOI:<https://doi.org/10.32583/pskn.v10i1.671>.
- Michigan State University. 2003. "Maintenance, cleaning and storage of sprayer". MontGuide#8917, [http:// www. montana. edu/ wwwpb/pubs/mt8917.html](http://www.montana.edu/wwwpb/pubs/mt8917.html).
- Moekasan, T.K. & R.S. Basuki. 2007. "Status resistensi *Spodoptera exigua* Hubn. pada tanaman bawang merah asal Kabupaten Cirebon, Brebes, dan Tegal terhadap insektisida yang umum digunakan petani di daerah tersebut". *J.Hort.* 17(4): 343-354.

- Moekasan, T.K., L. Prabaningrum, W. Adiyoga & N. Gunadi. 2010a. "Modul pelatihan sekolah lapangan pengelolaan tanaman terpadu cabai merah tumpanggilir dengan bawang merah". Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura dengan Wageningen University and Research Center, Belanda. 340 hal.
- Moekasan, T.K., L. Prabaningrum, W. Adiyoga & N. Gunadi. 2010b. "Modul pelatihan sekolah lapangan pengelolaan tanaman terpadu paprika". Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura dengan Wageningen University and Research Center, Belanda. 314 hal.
- Moekasan, T.K. & L. Prabaningrum. 2011."Penggunaan pestisida berdasarkan konsepsi pengendalian hama terpadu (PHT)". Yayasan Bina Tani Sejahtera, Lembang-Bandung Barat. 33 hal.
- Moekasan, T.K., L. Prabaningrum, W. Adiyoga & H. dePutter. 2014a. "Modul pelatihan budidaya cabai merah, tomat, dan mentimun, Modul 1 : Pengendalian hama terpadu (PHT) pada budidaya cabai merah, tomat, dan mentimun berdasarkan konsepsi PHT". Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Wageningen University and Research Center, Belanda, dan PT. East Seed Indonesia. 85 hal.
- Moekasan, T.K., L. Prabaningrum, W. Adiyoga & H. dePutter. 2014b. "Modul pelatihan budidaya cabai merah, tomat, dan mentimun, Modul 3 : Penggunaan pestisida pada budidayabawang merah tumpangsari dengan cabai merah". Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan Wageningen University and Research Center, Belanda. 79 hal.
- Moekasan, T.K., L. Prabaningrum & W. Adiyoga. 2014c. "Cara kerja dan daftar pestisida serta strategi pergilirannya pada budidaya sayuran dan palawija". Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Wageningen University and Research Center, the Netherlands, dan PT East West Seed Indonesia. 133 hal.
- Moekasan, T.K., L. Prabaningrum, W. Setiawati, M. Pratama & A. Rahayu. 2016. "Modul pelatihan dan pengembangan kawasan pengelolaan tanaman terpadu bawang merah". Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jakarta. 211 hal.

- Moekasan, T. K & L. Prabaningrum. 2020. “Materi bimbingan teknis ke-03. teknologi budidaya bawang merah ramah lingkungan sesuai dengan kaidah GAP”. Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura, Provinsi Jawa Barat dan Balai Penelitian Tanaman Sayuran. 86 hal.
- Moekasan, T.K. 2018. “Teknik penyemprotan pestisida pada pertanaman mentimun : Pengaruhnya terhadap tingkat penutupan dan sebaran droplet”. *J. Hort. Indonesia*. Desember 2018, 9(3): 174-187.
- Moekasan, T.K. 2020. “Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) pada budidaya bawang merah : Pengendalian opt pada budidaya bawang merah secara kimiawi. Balitsa. Hal. 123-144.
- Moelyaningrum, A.D., N.D. Oktavia, R.S. Pujiati & F.D. Rahmadi. 2020. “Pesticide application and the residue on *Citrus vulgaris* (Schard). *Ann. Trop. Med. Public Health* 23(8):1199-1205. DOI:<http://doi.org/1036295/ASRO.2020.2382>.
- Munawir, K. 2005. “Pemantauan kadar pestisida organoklorin di beberapa muara sungai di perairan Teluk Jakarta”. *J. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 37: 15-25.
- Munawir, K., 2010. “Pestisida organoklorin di perairan Teluk Klabat Pulau Bangka”. *J. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36 (1): 1-19.
- Murphy, K. 1997. “Innovative cropping system can replace hazardous pesticides”. *J. Pesticide Reform*. 17(4): 2-7.
- myAgri. 2021. Aplikasi Pendukung PHT <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Erlanggastudio.MyAgri>
- Nguyen, T.M., N.T.T. Le, J. Havukainen & B. Hannaway. 2018. “Pesticide use in vegetable production: A survey of Vietnamese farmers’ knowledge”. *Plant Prot. Sci.* 54 (2): 00-, DOI: 10.17221/69/2017-PPS.
- Oerke, E.C. 2006. “Crop losses to pests”. *J.Agric.Sci.*144(1):31-43. DOI: 10.1017/S0021859605005708.

- Omoy, T.R. 1993. “Perbaikan teknik penyemprotan pestisida menekan biaya produksi dan kepedulian terhadap lingkungan”. Materi Latihan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) Tanaman Sayuran untuk Staf PT Sarana Agroparatama pada tanggal 4 s.d. 8 Januari 1993. Kerjasama Balithort Lembang dengan PT. Sarana Agroparatama. 15 hal.
- Peshin, R. & W. Zhang. 2014. “Integrated pest management and pesticide use”. In book Integrated pest management. Pesticide problems 3. DOI: 10.1007/978-94-007-7765-5_1.
- Pimentel, D. & D.A. Andow. 1984, “Pest management and pesticide impacts”, *Int. J. Trop. Insect Sci.* 5(3):141-149. DOI: <https://doi.org/10.1017/S174275840000821>.
- Prabaningrum, L. 2017. “Pengaruh arah pergerakan nozzle dalam penyemprotan terhadap liputan dan distribusi butiran semprot dan efikasi perstisida pada tanaman kentang”. *J. Hort.* 27(1):113-126. DOI: [http:// dx.doi. org/ 10. 21082/jhort-v27n1.2017.p113-126](http://dx.doi.org/10.21082/jhort-v27n1.2017.p113-126).
- Prabaningrum, L. & T.K. Moekasan. 2017. “Modul Pelatihan Praktek Aplikasi Pestisida yang Baik dan Benar Untuk Mendapatkan Sertifikasi Prima 3”. Balai Penelitian Tanaman Sayuran & CropLife Indonesia. 340 hal.
- Prabaningrum, L. 2020. “Organisme pengganggu tumbuhan (OPT) dan pengendaliannya pada budidaya cabai : Pengendalian OPT pada tanaman cabai secara kimiawi”. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang. Hal. 129-148.
- Pratiwi, Y.R. 2017. “Perilaku penggunaan pestisida dengan kadar eritrosit petani cabai di Desa Wonosari, Kecamatan Puger, Kabupaten Jember”. Skripsi pada Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember.
- Pretty, J. & Z.P. Bharucha. 2015, “Integrated pest management for sustainable intensification agriculture in Asia and Africa”, *Insects* 6(1):152-182, doi:10.3390/insects6010152.
- Puspitasari, D.J. & Khaeruddin. 2016, “Kajian bioremediasi pada tanah tercemar pestisida”. *Kovalen* 2(3):98-106.

- Rahmawati, I., Suwarja & S.J. Soenjono. 2014. "Tingkat keracunan pestisida organofosfat pada petani penyemprot sayur di Desa Liberia Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur tahun 2013". *J. Kesehatan Lingkungan* 3(2):376-380.
- Raini, M. 2007, "Toksikologi pestisida dan penanganan akibat keracunan pestisida". *Media Litbang Kesehatan* 17(3):10-18.
- Rich, D. 2006. "Are pests the problem or pesticides ?". *Biology J.* 28 (1): 6-7.
- Riden, B. & K. Richards. 2013. "The impact of water quality on pesticide performance : The little factor that makes a big difference". Crop Management Webinar Series, February 18, 2013. The Pennsylvania State University. 28 pp.
- Rinehold, J. & J. Jenkins. 2012. "Spray tank adjuvant". Plant Diseases Management Handbook. <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/pesticide-articles/spray-tank-adjuvants>.
- Rochaddi, B. & C.A. Suryono. 2013, "Konsentrasi pestisida pada sedimen dan air laut dan kaitannya dengan komunitas benthik di perairan pantai Mlonggo, Jepara", *Bul. Oseanografi Marina* 2:48-55.
- Rusli, E.S., S.H. Hidayat, R. Suseno & B. Tjahjono. 1999. "Virus gemini pada cabai: variasi gejala dan studi cara penularan". *Bul. Hama dan Penyakit Tumbuhan* 11(1): 26-31.
- Saftrina, F., R.P. Sari & Sutarto 2018. "Pengaruh paparan pestisida pada masa kehamilan terhadap perkembangan anak". *J. Kesehatan Unila* 1:63-67.
- Salahudin, X., S. Widodo, A. Priyatmoko & M. Khoir. 2018. "Pengaruh variasi jumlah pompa terhadap performa mesin sprayer dorong". *J. Mechanical Eng.* 2(1):15-21. <http://jurnal.untidar.ac.id/index.php/mechanical>.
- Samosir, K., O. Setiani & N. Nurjazuli. 2017. "Hubungan pajanan pestisida dengan gangguan keseimbangan tubuh petani hortikultura di Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang", *J. Kesehatan Lingkungan Indonesia* 16(2):63-69, <http://doi.org/10.14710/jkli.16.2.63-69>.

- Sebayang, L. 2013. “Teknik pengendalian penyakit kuning pada tanaman cabai”. BPTP Sumatera Utara. Medan.
- Sekiyama, M., M. Tanaka, B. Gunawan & O.S.Abdoellah. 2007, “Pesticide usage and its association with health systems among farmers in rural villages in West Java, Indonesia”, *Environ. Sci.: Int. J. Environ.Physiol.Toxicology* 14(Suppl):23-33.
- Setiawati, W., R. Sutarya, K. Sumiarta, A. Kamandalu, I. Suryawan, E. Latifah & G. Luther. 2011. “Incidence and severity of pest and diseases on vegetables in relation to climate change (with emphasis on East Java and Bali)”. In Poerwanto, Susanto, Susila, Khumaida, Sukma, Suketi and Ardhie (eds), *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Hortikultura Indonesia*. Balitsa Lembang 23 – 24 November 2011. pp. 88 – 99.
- Setiawati, W. & N. Sumarni. 2012. “Pemetaan hama dan penyakit sayuran sebagai akibat dampak perubahan iklim di Jawa Barat”. Laporan Kerjasama. 54 hal.
- Setiawati, W., A. Hasyim & A. Hudayya. 2013. “Survey on pests and diseases and its natural enemies of chili pepper (*Capsicum frutescens* L). Internal Report. 9 pp.
- Setyobudi, L. O. Endarto, S. Wuryantini & S. Andayani. 1995. “Status resistensi *Toxoptera citricidus* terhadap beberapa jenis insektisida”. *J. Hort.*5(1): 30-34.
- Sinha, J.P., J.K. Singh, A. Kumar & K.N. Agarwal. 2018, “Development of solar powered knapsack sprayer”, *Indian J. Agric. Sci.* 88(4):590-595.
- Sinulingga. 2006. “Telaah residu organoklor pada wortel *Daucus carota* L di kawasan sentra Kabupaten Karo Sumatera Utara”. *J. Sistem Teknik Industri* 7 (1): 92-97.
- Sparks, T. & R. Nauen. 2015. “IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management”. *Pesticide Biochem. Physiol.* 121:122-128, <https://doi.org/10.1016/j.pestbp/2014.11.014>.
- Stenberg, J.A. 2017. “A conceptual framework for integrated pest management”. *Trends in Plant Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2017.06.010>.

- Subir, K., N. & K.R. Mukesh. 2008. "Organochlorine Pesticide Residues in Bovine Milk". *Bull Environ Contam Toxicol*. 8:(5-9). DOI 10.1007/s00128-007-9276-6.
- Sudiono, S. 2013. "Penyebaran penyakit kuning pada tanaman cabai di Kabupaten Tanggamus dan Lampung Barat". *J. Penel. Pert. Terapan* 3(1). DOI: <http://dx.doi.org/10.25181/jppt.v13i1.162>.
- Sukmawati, A. & I.P. Maharani. 2004. " Hubungan antara perilaku dalam pengelolaan pestisida dengan aktivitas enzim cholinesterase darah pada petani cabe di Desa Santana Mekar, Kecamatan Cisayang, Kabupaten Tasikmalaya". *J. Ekol. Kesehatan* 3(2):80-89.
- Sulistiadji, K. 2006. "Naskah buku teknologi mekanisasi proteksi tanaman (sprayer)". Balai Besar Mekanisasi Pertanian.
- Surachman, A., I.G.A.K.R. Handayani & Y. Taruno. 2017. "Effect of globalization on establishment of water resource law": A practice in Indonesia", *Int. J. Economic Res.* 14(13).
- Suryono, C.A., B. Rochaddi & Irwani. 2016. "Kajian awal kontaminasi pestisida organoklorin dalam air laut di wilayah perairan barat Semarang". *Bul. Oseanografi Marina* 5(2):101-106.
- Suwandi, L. Prabaningrum, T.K. Moekasan, I. Sulastrini, S. Hartanto, A.A. Wulandari & A. Hasyim. 2016. "Teknologi produksi lipat ganda (Proliga) bawang merah *off-season* asal TSS (*True Seed of Shallot*) di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah". Laporan kegiatan. Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Soetiarso, T.A., Purwanto & A. Hidayat. 1999. "Identifikasi usahatani tumpang gilir bawang merah dan cabai merah guna menunjang pengendalian hama terpadu di Brebes". *J. Hort.* 8(4):1312-1329.
- Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia No.6412. 2019. "Undang-undang No. 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budidaya Pertanian yang Berkelanjutan".
- Tekiro. 2021. "Reasons to choose Tekiro tools". <https://tekiro.com/home>

- Tona, E., A. Calcante & R. Oberti. 2018. "The profitability of precision spraying on speciality crops: a technical-economical analysis of protection equipment at increasing technological levels", *Precision Agric.* 19:606-629, <https://doi.org/10.1007/s11119-017-9543-4>.
- Untung, K. 2007. "Kebijakan perlindungan tanaman". Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- van der Staaij, M. 2010. "Teknik aplikasi pestisida". Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia bekerjasama dengan Applied Plant Research and WUR Greenhouse Horticulture, Wageningen University and Research Center, the Netherlands. 48 hal.
- Waibel, H. 1994. "Toward an economic framework of pesticide policy studies". Proceeding of the Gottingen Workshop on Pesticides Policies. Gottingen.
- Wang, G., Y. Lan, H. Yuan, H. Qi, P. Chen, F. Ouyang & Y. Han. 2019. "Working efficiency in the wheat field of the unmanned aerial vehicle with boom sprayer and two conventional knapsack sprayer". *Appl. Sci.* 9(2):218. <https://doi.org/10.3390/app9020218>.
- Whitford, F., D. Penner, B. Johnson, L. Bledsoe, N. Wagoner, J. Garr, K. Wise, J. Obermeyer & A. Blessing. 2009. "The impact of water quality on pesticide performance". Purdue Extension, PPP86. Purdue University". 38 pp.
- Widyawati, S.A., Y. Siswanto & P. Pranowowati. 2018, "Potensi paparan pestisida dan dampak pada kesehatan reproduksi wanita tani. Studi di Kabupaten Brebes", *J. Ilmu Keperawatan Maternitas* 1(1):31-38, <https://journal.ppnijateng.org/index.php/jikm>.
- Wilkinson, R., J. Cary, N.F. Barr & J. Reynolds. 2010. "Comprehension of pesticide safety information: Effects of pictorial and textual warnings". *Int. J. Pest Manag.* 43:239-245. DOI:10.1080/096708797228744.

- Wiyono, S. 2007. "Perubahan iklim dan ledakan hama dan penyakit tanaman". Makalah pada Seminar Keanekaragaman Hayati di Tengah Perubahan Iklim: Tantangan Masa Depan Indonesia, KEHATI, Jakarta.
- World Health Organization. 2010. "The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification: 2009". Int. Prog. on Chem. Safety.
- Xiao, Y. & K. Wu. 2019."Recent progress on the interaction between insects and *Bacillus thuringiensis* crops". *Philos. Trans R. Soc. Lond B.. Biol. Sci.* 374(1767):20180316.
- Yadav, I.C. & N.L. Devi. 2017, 'Pesticides classification and its impact on human and environment'. *Environ. Sci. & Engg.* 6: Toxicology, <https://www.researchgate.net/publication/31.3445102>.
- Yuantari, M.G.C. 2009, "Studi ekonomi lingkungan penggunaan pestisida dan dampaknya pada kesehatan petani di area pertanian hortikultura Desa Sumber Rejo, Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah", Tesis S2 pada Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Yuantari, M.G.C., B. Widiarnako & H.R. Sunoko. 2013. "Tingkat pengetahuan petani dalam menggunakan pestisida (Studi kasus di Desa Curut Kecamatan Penawangan Kabupaten Grobogan)". Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013.
- Yuantari, M.G.C., Widianarko, B., Sunoko, H.R. 2015, "Analisis risiko pajanan pestisida terhadap kesehatan petani". *J. Kesehatan Masyarakat* 10(2):239-245, <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php.kemas>.

DAFTAR ISTILAH

Agroekosistem: lingkungan pertanian

Akarisida : pestisida yang digunakan untuk membunuh hama dari kelompok akarina atau tungau

APD (alat pelindung diri): peralatan yang digunakan oleh seseorang untuk melindungi dirinya ketika menangani atau mengaplikasikan pestisida

Arthropoda: kelompok binatang yang mempunyai ciri kakinya beruas-ruas atau berbuku-buku

Degradasi: penurunan kemampuan atau daya meracun suatu jenis pestisida

Droplet: butiran pestisida yang keluar dari lubang *spuyer* dan jatuh pada bidang sasaran

D (*dust*): formulasi pestisida yang berbentuk tepung yang diaplikasikan dengan cara diembuskan

EC (*emulsifiable concentrate*): formulasi pestisida yang dalam bentuk pekat yang dapat diemulsikan

Efikasi: keampuhan suatu jenis pestisida dalam membunuh sasarannya

Evolusi: perubahan bentuk atau perilaku secara lambat

Fitotoksis: gejala keracunan yang ditunjukkan oleh tanaman akibat paparan pestisida

Fungisida: pestisida yang memiliki sasaran cendawan atau jamur

GAP (*Good Agricultural Practices*): praktik budi daya pertanian yang baik

G (*Granule*) : formulasi pestisida yang berbentuk butiran

Hidrolisis: proses pemecahan suatu senyawa menjadi senyawa lain

Hollow cone: pola semprotan berbentuk lingkaran dengan bagian tengah berlubang

Insektisida: pestisida yang digunakan untuk membunuh serangga

Karsinogen: senyawa yang dapat menyebabkan kanker

Kompatibel: beberapa cara atau alat yang dapat dipadukan dan digunakan secara bersama

Korosi: berkarat

Kuratif: suatu tindakan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau serangan

MoA (Mode of Action): cara kerja atau kemampuan pestisida dalam mematikan hama atau penyakit sasaran menurut cara masuknya bahan beracun ke jasad sasaran dan menurut sifat bahan kimia tersebut

myAgri : aplikasi tentang budi daya tanaman sayuran berbasis android yang dikeluarkan oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan Wageningen University and Research, the Netherland

Nozzle: bagian dari *sprayer* yang menentukan karakteristik semprotan, yaitu pengeluaran, sudut penyemprotan, lebar penutupan, pola semprotan, dan pola penyebaran yang dihasilkan

OPT (organisme pengganggu tumbuhan): semua organisme yang dapat menyebabkan penurunan potensi hasil yang secara langsung karena menimbulkan kerusakan fisik, gangguan fisiologi dan biokimia, atau kompetisi hara terhadap tanaman yang dibudidayakan

Parasitoid: organisme yang menghabiskan sebagian besar riwayat hidupnya dengan bergantung pada inang tunggal dan pada akhirnya dalam proses kehidupannya tersebut membunuh inangnya secara perlahan

- PHT:** (pengelolaan hama terpadu): sebuah pendekatan yang mengintegrasikan berbagai metode pengendalian hama dengan memperhatikan faktor biologi dan ekologi hama tersebut
- Pestisida:** semua zat kimia atau bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk mengendalikan atau mencegah hama atau penyakit yang merusak tanaman, atau bagian tanaman, atau hasil pertanian, mengendalikan gulma atau rumput-rumput liar, mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman, mengendalikan atau mencegah hama-hama pada hewan peliharaan, mengendalikan hama-hama air, mengendalikan atau mencegah binatang yang dapat menyebabkan penyakit menular pada manusia atau hewan yang dilindungi
- pH:** derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan dan didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen yang terlarut
- Piktogram:** ideogram yang menyampaikan suatu makna melalui penampakan gambar yang menyerupai/meniru keadaan fisik objek sebenarnya
- Polinator:** serangga penyerbuk tanaman
- Predator:** sejenis hewan yang memburu, menangkap, dan memakan hewan lain
- Preventif:** tindakan pencegahan
- Residu:** segala sesuatu yang tertinggal, tersisa atau berperan sebagai kontaminan suatu proses kimia tertentu
- Resistensi:** menunjukkan pada posisi sebuah sikap untuk berperilaku bertahan, berusaha melawan, menentang atau upaya oposisi. Resistensi hama atau penyakit tanaman adalah jika hama atau penyakit tanaman di suatu daerah yang biasanya rentan terhadap pestisida tertentu, tetapi kemudian menjadi tidak dapat dikendalikan oleh pestisida tersebut
- Resurgensi:** peningkatan populasi serangga yang terjadi setelah dilakukan penyemprotan pestisida

Rotasi tanaman: praktik penanaman berbagai jenis tanaman secara bergiliran di satu hamparan

SP (*Soluble powder*): formulasi pestisida berbentuk tepung. Jika dilarutkan ke dalam air akan membentuk larutan yang homogen. Formulasi ini diaplikasikan dengan cara disemprotkan.

ST (*Seed Treatment*): formulasi pestisida berbentuk tepung yang siap pakai dengan konsentrasi rendah. Formulasi ini digunakan dengan cara ditaburkan dan diaduk dengan benih.

Vektor: penyakit hewan yang bertindak sebagai penular penyebab penyakit dari tanaman yang sakit ke tanaman yang sehat

WDG (*Water Dispersible Granule*): formulasi pestisida berbentuk butiran. Formulasi ini jika akan digunakan harus diencerkan terlebih dahulu dengan air. Formulasi ini diaplikasikan dengan cara disemprotkan.

WP (*Wettable Powder*): pestisida ini diformulasikan dalam bentuk tepung. Jika dicampur dengan air akan membentuk suspensi. Formulasi ini digunakan dengan cara disemprotkan

WSC (*Water Soluble Concentrate*): formulasi berbentuk pekat tetapi jika dicampur dengan air tidak membentuk emulsi melainkan membentuk larutan homogen. Formulasi ini digunakan dengan cara disemprotkan

INDEKS

A

Agroekosistem, 77
Akarisida, 3, 9, 77
APD, 39, 40, 48, 77
Arthropoda, 77

D

D (*dust*), 14, 77
Degradasi, 77
Droplet, 77

E

EC, 13, 15, 27, 54, 56, 57, 77
Efikasi, 77
Evolusi, 77

F

Fitotoksis, 77
Fungisida, 3, 9, 77

G

G (*Granule*), 78
GAP, 42, 69, 77

H

Hidrolisis, 78
Hollow cone, 78

I

Insektisida, 3, 9, 78

K

Karsinogen, 78
Kompatibel, 78
Korosi, 78
Kuratif, 78

M

MoA, 35, 36, 64, 65, 78
myAgri, 9, 10, 12, 36, 51, 52, 53, 69, 78

N

Nozzle, 20, 78

O

OPT, 1, 2, 3, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 26, 29, 35, 52, 53, 56, 57, 60, 69, 70, 78

P

Parasitoid, 78
Pestisida, 2, 3, 9, 10, 14, 27, 45, 46, 51, 52, 53, 54, 63, 64, 69, 70, 78, 80
pH, 22, 23, 24, 63, 64, 67, 79
PHT, 7, 8, 53, 59, 68, 69, 70, 78
Piktogram, 44, 45, 79
Polinator, 79
Predator, 79
Preventif, 79

R

Residu, 5, 62, 79

Resistensi, 35, 79

Resurgensi, 79

Rotasi tanaman, 79

S

SP (*Soluble powder*), 80

ST (*Seed Treatment*), 80

V

Vektor penyakit, 80

W

WDG (*Water Dispersible Granule*), 80

WP (*Wettable Powder*), 80

WSC (*Water Soluble Concentrate*), 80

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Tonny Koestoni Moekasan lahir pada tanggal 26 Maret 1958. Sarjana pertanian diselesaikannya di Universitas Bandung Raya (UNBAR) Bandung. Ia memulai berkarir di Balai Penelitian Tanaman Sayuran sejak tahun 1982 dan saat ini tergabung dalam Kelompok Peneliti Entomologi dan Fitopatologi sebagai Peneliti Ahli Utama bidang hama dan penyakit tanaman sayuran. Bidang kajian yang ditekuninya meliputi ambang pengendalian, toksikologi, dan teknik penyemprotan. Kerja sama penelitian telah dijalinnya dengan mitra di dalam dan luar negeri seperti PT Saung Mirwan, PT Syngenta Indonesia, CropLife Indonesia, PT Jasulawangi, Wageningen University and Research Belanda, ACIAR, Australia, dan AFACI Korea. Karya tulis ilmiah yang dihasilkannya diterbitkan di jurnal, prosiding nasional dan internasional. Buku yang disusunnya telah diterbitkan oleh penerbit nasional, sedangkan modul-modul pelatihan budi daya tanaman sayuran berdasarkan konsepsi PHT yang disusunnya bersama tim telah digunakan pada pelatihan petani, petugas penyuluh dan karyawan perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang pertanian. Kegiatan organisasi profesi yang diikutinya ialah sebagai anggota Perhimpunan Entomologi Indonesia cabang Bandung.



Laksmiawati Prabaningrum lahir di Yogyakarta pada tanggal 31 Agustus 1960. Ia mengawali pendidikan tinggi di Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta, dan lulus pada tahun 1984. Gelar Magister Sains diperolehnya dari Universitas yang sama pada tahun 1990. Program doctoral diselesaikannya pada tahun 2005 di Universitas Padjadjaran (UNPAD), Bandung. Karirnya di Balai Penelitian Tanaman Sayuran dimulai sejak tahun 1984. Ia tergabung pada Kelompok Peneliti Entomologi dan Fitopatologi sebagai Peneliti Ahli Utama dalam bidang hama dan penyakit tanaman sayuran. Bidang kajian yang ditekuninya ialah Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang meliputi penelitian musuh alami OPT, ambang pengendalian, dan tanaman perangkap. Karya tulis yang dihasilkan diterbitkan di jurnal, monografi, buku dan modul-modul pelatihan. Modul-modul pelatihan budi daya tanaman sayuran (tomat, cabai, paprika, mentimun dan kentang) berdasarkan konsepsi PHT yang disusun bersama-sama dengan tim telah digunakan dalam pelatihan-pelatihan petani maupun petugas penyuluh. Kerja sama penelitian dalam dan luar negeri yang diikuti, antara lain dengan PT Saung Mirwan, PT Jasulawangi, PT Syngenta Indonesia, CropLife Indonesia Wageningen University and Research Belanda, ACIAR, Australia, dan AFACI Korea. Kegiatan organisasi profesi yang diikutinya ialah sebagai anggota Perhimpunan Entomologi Indonesia cabang Bandung.

PENGUNAAN DAN PENANGANAN PESTISIDA YANG BAIK DAN BENAR

Pestisida merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari usaha pertanian di Indonesia dan telah terbukti mampu mengurangi serangan hama dan penyakit dan mempertahankan hasil panen. Namun, pestisida merupakan bahan beracun yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, keanekaragaman hayati, menyebabkan resistensi, resurgensi, serta menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia, sehingga perlu penanganan dan pengelolaan yang tepat dan bijaksana. Di lain pihak, petani sebagai pengguna utama pestisida, masih sangat bergantung pada penggunaan pestisida untuk menjamin keselamatan tanamannya dari serangan hama dan penyakit. Di tingkat petani, lamanya pengalaman berusaha ternyata tidak sejalan dengan meningkatnya pengetahuan dan keterampilan dalam penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar. Informasi tentang pestisida yang mereka peroleh terutama berasal dari sesama petani dan toko pestisida. Hal ini tidak menjadikan penggunaan pestisida di tingkat petani semakin membaik. Oleh karena itu, informasi yang terinci dan jelas tentang penggunaan dan penanganan pestisida yang baik dan benar perlu disampaikan melalui penyuluhan secara berkesinambungan sangatlah diperlukan.

Buku ini berisi informasi tentang penggunaan pestisida dan penanganan pestisida yang baik dan benar menurut konsepsi pengelolaan hama terpadu (PHT). Isinya antara lain tentang cara penyiapan larutan pestisida dan peralatannya, teknik penyemprotan, strategi pengendalian hama dan penyakit serta penanganan pestisida yang baik dan benar disajikan secara jelas. Pemaparan tentang aplikasi *myAgri* dimaksudkan untuk membantu petani dalam memilih pestisida yang terdaftar dan diijinkan di Indonesia serta pestisida yang sesuai dengan organisme sasaran. Informasi mengenai tingkat bahaya pestisida berguna bagi petani untuk memilih jenis pestisida yang lebih aman.

Buku ini ditulis oleh Tonny Koestoni Moekasan dan Laksminiwati Prabaningrum, peneliti ahli utama bagian Entomologi dan Fitopatologi di Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) di Lembang, Bandung, Jawa Barat. Data dan informasi yang digunakan dalam buku ini merupakan hasil penelitian, rangkuman dari berbagai sumber, hasil mengikuti pelatihan tentang teknik penyemprotan pestisida dan bahan ajar sebagai narasumber pada bimbingan teknis penggunaan pestisida yang diselenggarakan oleh instansi pemerintah maupun swasta.



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jl. Ragunan No. 29, Pasar Minggu, Jakarta 12440
Telp. (021) 7806202. Fak. (021) 7800644
e-mail :iaardpress@litbang.pertanian.go.id

ISBN 978-602-344-312-3

