

Residu Pestisida di Sentra Produksi Padi di Jawa Tengah

Asep Nugraha Ardiwinata dan Dedi Nursyamsi

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian
Jl. Raya Jakenan-Jaken Km 05, PO Box 05, Jakenan, Pati 59182

Naskah diterima : 04 Februari 2012

Revisi Pertama : 15 Maret 2012

Revisi Terakhir : 21 Maret 2012

ABSTRAK

Dewasa ini pestisida sudah merupakan bagian dari sistem usahatani sebagian besar petani di Indonesia. Penggunaan pestisida semakin intensif dan cenderung tidak terkontrol; akibatnya agroekologi pertanian dan kesehatan manusia sebagai konsumen menjadi terabaikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi status penggunaan pestisida dan residunya yang dilaksanakan dengan mengambil contoh tanaman padi, tanah, dan air di sentra produksi padi di Jawa Tengah. Konsentrasi residu pestisida dalam contoh ditentukan dengan menggunakan kromatografi gas (GC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani di Jawa Tengah sudah terbiasa menggunakan pestisida karena diyakini bahwa pestisida ampuh dalam menanggulangi serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Namun demikian penggunaan pestisida di petani umumnya belum berdasarkan prinsip pengelolaan hama terpadu (PHT), yaitu pestisida digunakan dalam jumlah sesedikit mungkin dalam batas yang efektif dan diaplikasikan apabila tingkat kerusakan tanaman atau kepadatan populasi organisme pengganggu melampaui batas toleransi ambang ekonomi. Meskipun penggunaan insektisida organoklorin telah dilarang dan hasil wawancara dengan petani tidak ditemukan penggunaannya di lahan sawah, tetapi residunya di lapangan masih ditemukan sehingga berpotensi mengganggu kelestarian lingkungan. Residu insektisida organoklorin dan organofosfat telah ditemukan dalam contoh tanaman padi, tanah, dan air di sentra produksi padi di Jawa Tengah (Kabupaten Grobogan, Demak, Pemalang, Brebes, Tegal Cilacap, Kebumen, Sragen, dan Klaten), sedangkan residu insektisida karbamat hanya ditemukan di Kabupaten Klaten, Demak, Cilacap, dan Pati.

kata kunci: Jawa Tengah, residu pestisida, sentra produksi padi

ABSTRACT

Presently, pesticide has already been a part of farming system of most farmers in Indonesia. The use of pesticides has become more intensive and tended to be uncontrolled; consequently agro-ecological agriculture and human health as consumers have become neglected. This research is aimed to identify status of use of pesticides and their residues that is carried out by collecting rice plant, soil, and water samples from paddy fields of rice production centers in Central Java. Concentration of pesticides residue in the samples is determined by using Gas Chromatography (GC) method. The results show that farmers in Central Java use the pesticides because they believe that the pesticides are significantly effective in tackling pests attack. However, the use of pesticides by farmers generally has not been based on the principles of integrated pest management (IPM), a pesticide used in amounts as little as possible within the effective limits (no-

exaggeration) and it is applied when the extent of damage to crops or pests population densities exceeds the economic threshold. Although the use of insecticides of organochlorine has been prohibited and the interview result reveals that the farmers do not use it in paddy fields, the residues on the paddy field are still found, so that they potentially pollute the environment. Organochlorine and organophosphate insecticide residues are found at rice plants, soil, and water samples taken from paddy field of rice production centers in Central Java (District Grobogan, Demak, Pemalang, Brebes, Tegal, Cilacap, Kebumen, Sragen, and Klaten), whereas the carbamate insecticide residues are only found in Klaten, Demak, Cilacap, and Pati Districts.

keywords: Central Java, pesticide residue, rice production center

I. PENDAHULUAN

Upaya untuk meningkatkan produksi pangan, khususnya beras dilakukan melalui program intensifikasi, ekstensifikasi, rehabilitasi dan diversifikasi. Dua program pertama sangat menonjol sumbangannya terhadap peningkatan produksi. Pengendalian hama sebelum program pengendalian hama terpadu (PHT) lebih banyak mengandalkan pestisida jenis organoklorin dan organofosfat yang memiliki toksisitas tinggi dan persistensi lama dalam tanah sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Selanjutnya berkembang pestisida golongan karbamat dan piretroid yang lebih aman terhadap lingkungan karena mudah terdegradasi, namun penggunaannya dalam jangka panjang tetap perlu diwaspadai.

Dewasa ini pestisida sudah merupakan bagian dari sistem usahatani dan mentalitas sebagian besar petani di Indonesia. Menurut FAO (1998) penggunaan herbisida di Indonesia pada tahun 1996 sebesar 26.570 ton meningkat 395 persen dibanding tahun 1991 (6.739 ton). Ilustrasi demikian menggambarkan penggunaan pestisida semakin intensif dan cenderung tidak terkontrol, akibatnya agroekologi pertanian dan kesehatan manusia sebagai konsumen menjadi terabaikan.

Data formulasi dan bahan aktif yang ada di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Sampai tahun 2005 saja terdapat 1082 formulasi pestisida yang beredar di

Indonesia, dimana insektisida menduduki ranking tertinggi (Komisi Pestisida, 2005). Pestisida selain berperan positif dalam pembangunan pertanian juga berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh residu pestisida meliputi antara lain kanker, cacat lahir, kerusakan syaraf, atau mutasi genetik, gangguan sistem kekebalan, dan perusakan lingkungan seperti membahayakan kehidupan di air atau pencemaran air tanah. Penelitian dari Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Kabupaten Pati bekerjasama dengan Universitas Gadjah Mada (UGM) melaporkan bahwa hampir seluruh petani sayuran di Desa Ngurensiti, Kabupaten Pati, darahnya positif mengandung residu pestisida. Bahkan setiap petani darahnya dapat mengandung 31 jenis bahan aktif pestisida (Kapedalda Pati, 2004).

Sampai saat ini data dan deliniasi penggunaan dampak pestisida di Indonesia belum tersedia. Keadaan demikian menyulitkan pemerintah dalam mengambil kebijakan. Data penggunaan dan dampak menjadi penting sebagai arahan pembangunan pertanian masa depan menghadapi era globalisasi perdagangan bebas dimana tuntutan kualitas produk terutama keamanan pangan semakin tinggi dimana salah satu syarat produk pertanian adalah bebas kandungan residu pestisida.

Penggunaan bahan agrokimia di daerah intensifikasi khususnya pada padi diduga telah

menurunkan sumberdaya hayati dan kualitas lingkungan. Disamping itu, penggunaan bahan agrokimia di lahan pertanian terus meningkat dari tahun ke tahun. Menurut Soejitno (2000) penggunaan pestisida sektor pertanian meningkat 10 kali lipat selama periode 1979-1998 dan kenaikan menonjol terjadi pada jenis herbisida. Penggunaan herbisida di Indonesia pada tahun 1996 sebesar 26.570 ton meningkat 395 persen dibanding tahun 1991 (FAO, 1998). Meskipun sistem perlindungan tanaman telah menganut konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT), namun dalam praktek di lapangan banyak petani yang masih menggunakan pestisida secara tidak benar. Bahkan banyak petani yang masih menggunakan pestisida yang dilarang. Pestisida selain berperan positif dalam pembangunan pertanian juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Dampak negatif tersebut misalnya terjadinya keracunan pada manusia, kematian hewan, ternak, ikan, katak, dan timbulnya resistensi/resurgensi hama, terbunuhnya musuh alami/serangga berguna, pencemaran air dan tanah (Soejitno dan Samudra, 1994; Soejitno, 1986 dan 1988; Brown, 1978; Mustaqim dan Ma'aruf, 1990; Koesoemadinata, 1980).

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu diketahui bahwa residu insektisida selain ditemukan di tanah dan air juga ditemukan di dalam beras baik di tingkat petani maupun di pasar. Hasil penelitian mengindikasikan adanya residu dalam gabah, beras, kedelai dan sayuran di berbagai daerah di Jawa, Bali, Sumatra, dan Sulawesi. Pada umumnya residu pestisida tersebut masih di bawah Batas Maksimum Residu (BMR), dan hanya beberapa saja yang berada di atas BMR. Walaupun kandungan residu di dalam bahan pangan masih di bawah BMR, namun pada penggunaan dalam jangka panjang tetap perlu diwaspadai terutama sifat akumulatif dan biomagnifikasi serta toksisitasnya terhadap lingkungan, kesehatan manusia, dan mikroorganisme tanah.

Data atau informasi mengenai penggunaan, tingkat residu bahan agrokimia dan dampaknya di sentra produksi tanaman pangan masih kurang dan terpisah-pisah, belum terekam dalam bentuk data base bahkan belum terpetakan. Dengan adanya data atau informasi ini diharapkan akan memudahkan pemerintah atau stakeholder dalam pengambilan kebijakan perihal penggunaan bahan agrokimia secara bijaksana.

Bertitik tolak dari pemikiran di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi status penggunaan bahan agrokimia, terutama pestisida dan residunya di sentra produksi tanaman padi di Jawa Tengah.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian identifikasi dan deliniasi tingkat penggunaan dan pencemaran residu agrokimia dilaksanakan di sentra produksi tanaman padi di Jawa Tengah. Penelitian dilaksanakan melalui serangkaian kegiatan sebagai berikut: (1) Survei diagnostik menggunakan metode rapid rural appraisal (RRA), (2) Pengambilan contoh tanah, tanaman, dan air, secara komposit, dan (3) Penetapan kadar residu pestisida dalam contoh dengan Gas Chromatography (GC). Kegiatan 1 dan 2 dilaksanakan pada tahun 2007, sedangkan kegiatan 3 dilaksanakan pada tahun 2008.

2.1. Survei RRA

Penelitian diawali dengan survei rapid rural appraisal (RRA) melalui wawancara dengan petani, petugas dinas pertanian, penjual pestisida, formulator dan lain-lain. Kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan informasi pendukung untuk penetapan bakal lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan antara lain meliputi: luas areal sawah, jenis bahan agrokimia yang biasa digunakan di suatu lokasi, waktu aplikasi bahan agrokimia, dosis bahan agrokimia, frekuensi aplikasi, pola tanam, penggunaan bahan agrokimia, varietas padi, produktivitas padi dan lain-lain. Data yang diperoleh dari RRA diolah dan dianalisis untuk menentukan lokasi terpilih sebagai tempat

pengambilan contoh.

2.2. Pengambilan Contoh Tanah, Tanaman, dan Air

Contoh tanah, tanaman, dan air diambil di daerah sentra produksi padi di Jawa Tengah. Berdasarkan hasil survei RRA dan data luas sawah irigasi dan produktivitas, maka daerah sentra produksi padi ditetapkan, yaitu: Kabupaten Grobogan, Demak, Pemalang, Brebes, Tegal, Cilacap, Kebumen, Sragen, dan Klaten. Penetapan titik pengambilan contoh tanah, air, dan tanaman dilakukan dengan bantuan Peta Rupa Bumi skala 1: 50.000 yang di keluarkan oleh Bakorsurtanal. Sedangkan posisi ketinggian dan koordinat ditentukan dengan menggunakan GPS. Pengambilan contoh dilakukan dengan sistem grid, dimana setiap contoh tanah, air dan tanaman mewakili luasan lahan \pm 100 - 500 ha. Jumlah contoh tanah dan tanaman yang diambil sebanyak 200 - 400 contoh.

Contoh tanah komposit diambil pada kedalaman 0-20 cm. Satu contoh tanah komposit terdiri atas 8-10 anak contoh yang diambil dengan radius 50 -100 m. Anak-anak contoh tersebut diaduk sampai rata, diambil sebanyak 0,5 kg dan dimasukkan ke dalam kantong plastik ukuran 1 kg kemudian diberi label yang terdiri atas: kode, tanggal, dan lokasi pengambilan (desa, kecamatan, dan kabupaten). Kemudian contoh tanah tersebut dikering anginkan, digiling kemudian disaring dengan saringan 2 mm dan di analisis di laboratorium Balingtan, Jakenan.

Contoh air diambil dengan metode yang sama dengan pengambilan contoh tanah, yaitu dilakukan dengan sistem grid, dimana setiap air mewakili luasan lahan 25 ha. Jumlah contoh air yang diambil sebanyak 200-400 contoh yang terdiri dari contoh air permukaan (air sungai, air yang masuk ke petakan sawah saluran primer, air keluar saluran sekunder, dan air sumur penduduk) dan contoh air bawah permukaan. Contoh air bawah permukaan diambil dengan bantuan bor tanah kemudian dipasang dengan pipa PVC berdiameter 5 cm

yang diberi lubang pada bagian dasar. Satu contoh air komposit terdiri dari 8-10 anak contoh yang diambil dengan radius 50-100. Anak-anak contoh tersebut diaduk sampai rata, diambil sebanyak 500 ml air dimasukkan ke dalam botol warna ukuran 500 ml kemudian diberi label yang terdiri dari: kode, tanggal dan lokasi pengambilan (desa, kecamatan dan kabupaten). Kemudian contoh air di analisis di laboratorium Balingtan Jakenan.

2.3. Penetapan Kadar Residu Pestisida dalam Tanah, Tanaman dan Air

Analisis residu bahan agrokimia dilakukan dengan metode standar (baku) yang ditetapkan oleh Komisi Pestisida (1997). Prioritas analisis residu pestisida diutamakan terhadap jenis bahan aktif yang terbanyak (mayoritas) digunakan oleh petani berdasarkan hasil survei RRA.

Contoh tanah dan tanaman masing-masing sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam tabung kertas soxhlet, diekstrak dengan pelarut aseton sebanyak 100 ml pada alas soxhlet. Ekstraksi berlangsung selama 6 jam pada suhu 80°C. Setelah 6 jam hasil ekstraksi diuapkan hingga agak kering dalam evaporator pada suhu 45°C. Residu pestisida yang diperoleh dari hasil evaporasi dipindahkan ke dalam corong pisah 150 ml dengan bantuan pelarut n-heksan 25 ml, kemudian diekstraksi dengan pelarut asetonitril 25 ml sebanyak 3 kali. Lapisan n-heksana di sebelah atas sedangkan lapisan asetonitril di sebelah bawah.

Lapisan asetonitril hasil ekstrak 3 kali kemudian diuapkan/dipekatkan dalam evaporator pada suhu yang sama dengan terdahulu. Larutan residu hasil evaporasi selanjutnya dilarutkan dengan pelarut n-heksan sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam kolom kromatografi dan dielusi dengan eluen campuran n-heksan + aseton (9+1). Eluat yang diperkirakan mengandung residu insektisida ditampung dalam tabu beralas datar 125 ml. Eluat dipekatkan hingga agak kering. Eluat yang hampir kering dimasukkan ke dalam tabung uji dengan bantuan pelarut aseton

hingga volume menjadi 5 ml. Dari larutan tersebut ditetapkan kandungan residu organoklorin, organofosfat dan piretroid dengan alat GC yang dilengkapi detektor ECD (Electron Capture Detector) dan FPD (Flame Photometric Detector) (Kanazawa dkk., 1985).

Untuk analisis residu karbamat, prosedur di atas dilanjutkan dengan tahap derivatisasi (Holden, 1978). Prosedur derivatisasi adalah sebagai berikut: larutan di dalam tabung uji sebanyak 5 ml diuapkan hingga kering, kemudian ke dalamnya ditambahkan berturut-turut 100 ml air destilasi, 2 ml KOH 0,5N, 2 ml 1-flouro- 2,4-dinitrobenzena (FDNB). Bahan digojok dengan penggojok mekanik selama 20 menit. Setelah selesai ditambahkan 10 ml boraks 5%, kemudian digoyang perlahan-lahan hingga tercampur sempurna dan dilanjutkan dipanaskan pada suhu 80°C selama 20 menit. Campuran kemudian didinginkan dalam air mengalir dilanjutkan dengan menambah campuran n-heksana + etileter (45+3) sebanyak 10 ml, didiamkan selama satu menit. Lapisan air dibagian bawah dibuang sedangkan lapisan n-heksan bagian atas dimasukkan ke dalam tabung uji 10 ml. Dari larutan ini ditetapkan kadar residu insektisida golongan karbamat dengan alat GC yang dilengkapi dengan detektor ECD.

Analisis contoh air, sebanyak 200 ml dilewatkan melalui absorben SEP-PAK C18. Residu yang terikat pada absorben C18 dielusi dengan 5 ml aseton. Eluat ditampung langsung dalam tabung uji 10 ml. Dari eluat yang dihasilkan ditetapkan residu organoklorin, organofosfat dan piretroid. Untuk golongan karbamat penetapannya dilanjutkan dengan tahap derivatisasi (Ohsawa dkk., 1985).

Kandungan residu yang terdapat di dalam contoh tanah, air dan tanaman dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Residu} = \frac{Ac \times Vis \times Ks \times Vfc}{As \times Vic \times B \times R}$$

Keterangan:

Ac = area contoh

As = area standar

Vic = volume injeksi contoh (µL)

Vis = volume injeksi standar (µL)

Ks = Konsentrasi standar (ppm)

B = Bobot awal/volume awal (mg atau ml)

B = recovery (%)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penggunaan Pestisida

Hasil wawancara terhadap petani padi di Jawa Tengah disajikan pada Tabel 1. Jenis pestisida yang digunakan oleh petani dikelompokkan menjadi insektisida, fungisida, herbisida, lain-lain, dan non registrasi. Lain-lain terdiri dari bakterisida, akarisida, dan nematisida, sedangkan non registrasi adalah pestisida yang tidak tercantum dalam Buku Registrasi Pestisida Tahun 2006. Tabel tersebut menunjukkan bahwa kelompok pestisida yang banyak digunakan oleh petani di Jawa Tengah dari tinggi ke rendah yaitu: insektisida (73,7 persen), fungisida (13,2 persen), herbisida (7,1 persen), lain-lain (3,8 persen) dan non registrasi (2,2 persen). Berdasarkan jenis pestisida yang digunakan dapat diduga bahwa serangan OPT umumnya merupakan hama (serangga). Selanjutnya diikuti oleh penyakit yang disebabkan oleh jamur dan diikuti oleh penyakit lainnya yang disebabkan oleh bakteri, cacing, dan lain-lain.

Kabupaten Brebes merupakan daerah dengan tingkat penggunaan pestisida tertinggi (58), sedangkan Klaten dan Grobogan merupakan daerah terendah (7) dalam penggunaan pestisida untuk kategori daerah sentra produksi padi di Jawa Tengah. Untuk kategori daerah non sentra produksi padi, Kabupaten Purbalingga mempunyai tingkat penggunaan pestisida tertinggi (46), sedangkan Kabupaten Karang Anyar dan Pati mempunyai tingkat terendah (4) dalam penggunaan pestisida (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis Pestisida yang Digunakan oleh Petani Padi di Jawa Tengah

No.	Kabupaten	Insektisida	Fungisida	Herbisida	Lain-lain	Non registrasi	Jumlah
<i>Sentra produksi padi</i>							
1.	Tegal	20	3	1	1	3	28
2.	Demak	12	1	-	-	1	14
3.	Grobogan	4	1	1	-	1	7
4.	Sragen	14	4	3	-	2	23
5.	Klaten	7	-	-	-	-	7
6.	Kebumen	12	4	-	-	-	16
7.	Cilacap	22	-	3	-	1	26
8.	Brebes	38	11	1	8	-	58
9.	Pemalang	14	2	1	-	2	19
<i>Non sentra produksi padi</i>							
1.	Pati	3	1	-	-	-	4
2.	Blora	4	1	-	-	1	6
3.	Karang Anyar	2	2	-	-	-	4
4.	Wonogiri	5	-	-	-	-	5
5.	Sukoharjo	5	-	-	-	-	5
6.	Boyolali	9	-	-	-	-	9
7.	Magelang	16	2	1	-	-	19
8.	Wonosobo	5	3	-	-	1	9
9.	Purworejo	10	6	-	-	-	16
10.	Banjar Negara	28	1	-	-	-	29
11.	Purbalingga	31	12	3	-	-	46
12.	Banyumas	21	3	2	-	-	26
13.	Semarang Kota	6	1	5	-	-	12
14.	Kota Salatiga	5	-	-	-	-	5
15.	Temanggung	16	1	-	-	-	17
16.	Pekalongan	12	1	3	-	-	16
17.	Batang	14	4	3	4	-	25
18.	Kendal	14	1	4	1	-	20
19.	Semarang	10	4	2	-	-	16
20.	Jepara	20	2	3	2	-	27
21.	Kudus	14	1	3	5	-	23
22.	Rembang	13	1	-	-	-	14
Jumlah		406	73	39	21	12	551
Persentase (%)		73,7	13,2	7,1	3,8	2,2	100,0

Keterangan: - = data tidak tersedia; Lain-lain = bakterisida, akarisisida dan nematisida; Non registrasi = tidak tercantum dalam buku registrasi pestisida tahun 2006

Kabupaten Purbalingga, meskipun tidak termasuk daerah sentra produksi padi, tapi penggunaan pestisidanya termasuk intensif. Hal ini menunjukkan bahwa di daerah ini usaha tani di lahan sawah cukup menjanjikan. Meskipun penggunaan pestisida memerlukan biaya yang cukup tinggi (harga pestisida

umumnya mahal), tapi petani masih melakukannya karena hasil panen masih bisa menutupi semua biaya produksinya.

Selanjutnya insektisida yang digunakan oleh petani di Jawa Tengah dikelompokkan lagi menjadi: piretroid, karbamat, organofosfat, neristoksin, fenil pirazol, dan lain-lain (Tabel 2).

Tabel 2. Jenis Insektisida yang Digunakan oleh Petani Padi di Jawa Tengah

No.	Kabupaten	Piretroid	Karbamat	Organo- fosfat	Neristok- sin	Fenil pirazol	Lain- lain	Jumlah
<i>Sentra produksi padi</i>								
1.	Tegal	7	5	4	1	1	2	20
2.	Demak	2	4	-	2	-	4	12
3.	Grobogan	-	2	-	1	1	-	4
4.	Sragen	4	6	2	-	-	2	14
5.	Klaten	-	4	-	1	1	1	7
6.	Kebumen	3	4	3	-	-	2	12
7.	Cilacap	10	5	1	2	1	3	22
8.	Brebes	2	11	5	-	-	20	38
9.	Pemalang	0	4	0	1	1	8	14
<i>Non sentra produksi padi</i>								
1.	Pati	1	1	-	-	-	1	3
2.	Blora	-	1	2	-	1	-	4
3.	Karang Anyar	1	-	-	-	-	1	2
4.	Wonogiri	1	2	1	-	1	-	5
5.	Sukoharjo	3	2	-	-	-	-	5
6.	Boyolali	5	2	1	-	-	1	9
7.	Magelang	3	4	3	1	1	4	16
8.	Wonosobo	1	-	-	-	-	4	5
9.	Purworejo	2	3	3	-	-	2	10
10.	Banjar Negara	11	2	9	-	1	5	28
11.	Purbalingga	9	11	4	1	1	5	31
12.	Banyumas	9	5	3	1	1	2	21
13.	Semarang Kota	2	3	-	-	-	1	6
14.	Kota Salatiga	2	1	2	-	-	-	5
15.	Temanggung	6	3	5	-	1	1	16
16.	Pekalongan	4	3	2	1	1	1	12
17.	Batang	3	2	3	-	-	6	14
18.	Kendal	4	4	4	-	-	2	14
19.	Semarang	2	1	2	-	-	5	10
20.	Jepara	4	8	3	1	1	3	20
21.	Kudus	2	6	-	1	1	4	14
22.	Rembang	6	3	2	-	1	1	13
Jumlah		109	112	64	14	16	91	406
Persentase (%)		26,8	27,6	15,8	3,4	3,9	22,4	100,0

Keterangan: - = data tidak tersedia; Lain-lain = tiadiazin, triazin, triazol, nitroimidazolidin, urea, tiourea, avermectin, biologi, pirol, difenil

Lain-lain di sini terdiri dari tiadiazin, triazin, triazol, nitroimidazolidin, urea, tiourea, avermectin, biologi, pirol, dan difenil. Tabel 2 menunjukkan bahwa kelompok insektisida yang banyak digunakan di lahan padi sawah di Jawa Tengah dari tinggi ke rendah adalah: karbamat (27,6 persen), piretroid (26,8

persen), organofosfat (15,8 persen), neristoksin (3,4 persen), fenil pirazol (3,9 persen) dan lain-lain (22,4 persen). Di daerah sentra produksi padi, petani di Kabupaten Brebes mempunyai preferensi terhadap insektisida paling tinggi (38) dibandingkan kabupaten lainnya. Sementara itu di antara kabupaten di daerah non sentra

produksi padi, petani di Kabupaten Purbalingga memiliki preferensi paling tinggi (31).

Rata-rata dosis, frekuensi aplikasi, dan jumlah jenis insektisida yang digunakan oleh petani di Jawa Tengah disajikan pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa dosis pestisida yang digunakan tertinggi ditemukan di Kabupaten Pemalang dan Grobogan

masing-masing sebesar 50 dan 38 cc/tangki (ukuran tangki sama, yaitu 20 liter). Frekuensi aplikasi pestisida tertinggi ditemukan di Kabupaten Purbalingga, yaitu sebesar 10 kali per minggu. Sedangkan penggunaan jenis pestisida tertinggi ditemukan di Kabupaten Banjarnegara dan Brebes, yaitu sebanyak 3-5 jenis. Di Kabupaten Banyumas, insektisida

Tabel 3. Rata-rata Dosis, Frekuensi Aplikasi, dan Jenis Insektisida yang Digunakan oleh Petani Padi di Jawa Tengah

No.	Kabupaten	Dosis (ml/tangki)	Frekuensi (kali/minggu)	Jenis
<i>Sentra produksi padi</i>				
1.	Tegal	-	-	-
2.	Demak	16	4 - 5	2
3.	Grobogan	38	1 - 2	3
4.	Sragen	-	-	-
5.	Klaten	-	-	-
6.	Kebumen	-	-	-
7.	Cilacap	20	2 - 3	2
8.	Brebes	12	2 - 3	4
9.	Pemalang	50	2 - 3	2
<i>Non sentra produksi padi</i>				
1.	Pati	15	1 - 2	3
2.	Blora	-	-	-
3.	Karang Anyar	-	-	-
4.	Wonogiri	-	-	-
5.	Sukoharjo	-	-	-
6.	Boyolali	-	-	-
7.	Magelang	5	1 - 2	2
8.	Wonosobo	-	-	-
9.	Purworejo	-	-	-
10.	Banjar Negara	11	2 - 3	3 - 5
11.	Purbalingga	10	10	
12.	Banyumas	20	bila ada serangan	2
13.	Semarang Kota	-	-	-
14.	Kota Salatiga	-	-	-
15.	Temanggung	-	-	-
16.	Pekalongan	-	-	-
17.	Batang	-	-	-
18.	Kendal	-	-	-
19.	Semarang	-	-	-
20.	Jepara	-	-	-
21.	Kudus	-	-	-
22.	Rembang	-	-	-

Keterangan: - = data tidak tersedia

digunakan bilamana diperlukan saja, yaitu bila tingkat serangan hama sudah melampaui ambang batas yang diperbolehkan.

Hasil wawancara dengan petani (n= 100 responden) menunjukkan bahwa sebagian besar petani di Jawa Tengah melakukan penyemprotan pestisida untuk mengatasi serangan hama dan penyakit pada tanaman padi (89 persen). Alasan penggunaan pestisida pada umumnya karena pestisida dipercayai sangat efektif dan cepat (94 persen). Frekuensi penyemprotan pestisida dalam seminggu berkisar antara 2-3 kali (61 persen). Jumlah pestisida yang digunakan dalam satu tangki adalah 20 cc (40 persen) dan 10 cc (37 persen). Waktu penyemprotan pada umumnya dilakukan pada pagi hari (90 persen). Alat semprot pestisida yang digunakan petani pada umumnya menggunakan alat semprot punggung (100 persen) dengan alasan alat ini mudah digunakan (76 persen). Sebagian besar petani (72 persen) mengetahui akan bahaya dari penggunaan pestisida di pertanian dan juga mereka mengetahui pentingnya penggunaan alat pelindung untuk menghindari bahaya langsung dari pestisida (72 persen).

Seperti halnya pupuk (urea, SP-36, dan KCl), penggunaan pestisida juga sudah merupakan kebutuhan sebagian besar petani di tanah air. Pestisida diyakini mampu menanggulangi serangan hama dan penyakit tanaman sehingga petani terhindar dari kerugian penurunan produksi akibat serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa pestisida memang dalam waktu yang singkat efektif membunuh OPT sehingga disukai oleh petani.

Data yang dikumpulkan dari hasil wawancara dengan petani memberikan gambaran bahwa penggunaan pestisida di lahan sawah di Jawa Tengah cenderung melebihi dosis dan frekuensi penyemprotan yang telah ditetapkan. Hal ini berpotensi meninggalkan residu pestisida di lahan-lahan pertanian sehingga menimbulkan tekanan yang sangat berat bagi ekosistem pertanian.

Adanya residu insektisida organoklorin yang bersifat toksik dan persisten di lahan pertanian sangat berpotensi menyebabkan kematian biota tanah dan air serta pencemaran pada air tanah, air permukaan, dan air minum, serta pada produk pertanian.

Penggunaan pestisida yang tidak benar akan berdampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan pertanian. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh residu pestisida terhadap kesehatan manusia selain karsinogenik (kanker) adalah menimbulkan gangguan kelenjar endokrin (EDs, Endocrine Disrupting Pesticides). Menurut Winarno (1987), bahan pangan yang tercemar pestisida dicurigai menyebabkan leukimia, aplastikanemia, alergi dan asma. Selain itu, dampak negatif pestisida dapat terjadi pada hewan, ternak, ikan, dan katak, serta timbulnya resistensi resurgensi hama, terbunuhnya musuh alami atau serangga berguna, pencemaran air dan tanah (Soejitno dan Samudra, 1994; Soejitno, 1986; Soejitno, 1988; Brown, 1978; Mustaqim dan Ma'aruf, 1990; Koesoemadinata, 1980).

3.2. Status Residu Pestisida

Hasil analisis residu pestisida terhadap semua jenis contoh yang dikumpulkan dari lahan sawah di berbagai daerah di Jawa Tengah menunjukkan adanya kandungan residu insektisida organoklorin, organofosfat, dan karbamat. Residu insektisida karbamat tidak ditemukan di dalam contoh air. Selanjutnya tampak pula bahwa urutan konsentrasi residu insektisida dari tinggi ke rendah adalah dalam tanaman padi > tanah > air. Hal ini disebabkan karena penyemprotan insektisida umumnya dilakukan terhadap tubuh tanaman dan hanya sebagian kecil saja yang diaplikasikan bersamaan dengan seed treatment.

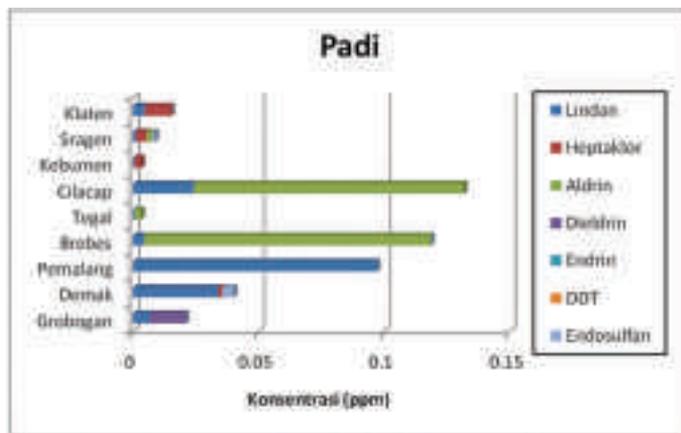
Tampak bahwa residu pestisida dari kelompok organoklorin, organofosfat, dan karbamat telah mencemari lahan sawah di Jawa Tengah. Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa residu pestisida telah mencemari lahan sawah irigasi dan tadah

hujan di Jawa Tengah (Jatmiko dkk., 1999), lahan sawah irigasi di Jawa Timur (Harsanti dkk., 1999), dan lahan sawah di Jawa Barat (Ardiwinata dkk., 1999). Residu pestisida bukan hanya mencemari lahan sawah, tetapi juga telah mencemari agroekosistem tanaman pangan lainnya seperti kedelai, sayuran, dan lain-lain (Soejitno dan Ardiwinata, 1999), bahkan telah mencemari produk pertanian seperti beras dan kedelai di beberapa pasar di DKI Jakarta (Ardiwinata dkk., 1997).

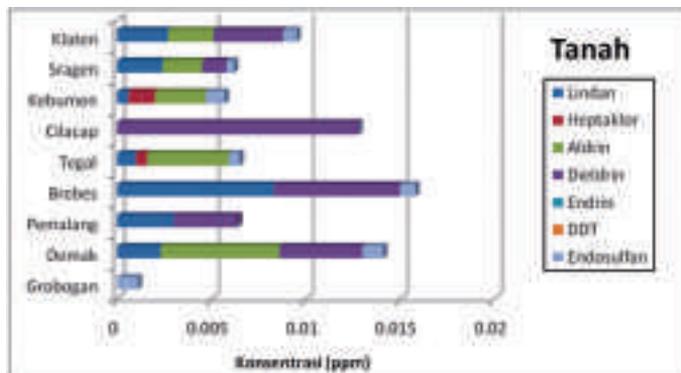
3.2.1. Organoklorin

Residu organoklorin yang ditemukan di daerah sentra produksi padi di Jawa Tengah

di dalam contoh tanaman padi, tanah, dan air masing-masing disajikan pada Gambar 1, 2, dan 3. Senyawa yang ditemukan berupa lindan, heptaklor, aldrin, dieldrin, endrin, DDT, dan endosulfan. Senyawa organoklorin yang dominan ditemukan dalam tanaman padi adalah aldrin dan lindan, terutama ditemukan di Kabupaten Cilacap, Brebes, dan Pemalang. Di dalam contoh tanah ditemukan dieldrin, aldrin, dan lindan, terutama ditemukan di Kabupaten Cilacap, Brebes, dan Demak. Selanjutnya di dalam contoh air ditemukan aldrin, endrin, dan lindan, terutama ditemukan di Kabupaten Klaten, Sragen, dan Demak.



Gambar 1. Komposisi Residu Organoklorin pada Tanaman Padi di Sentra Produksi Padi di Jawa Tengah



Gambar 2. Komposisi Residu Organoklorin pada Tanah di Sentra Produksi Padi di Jawa Tengah

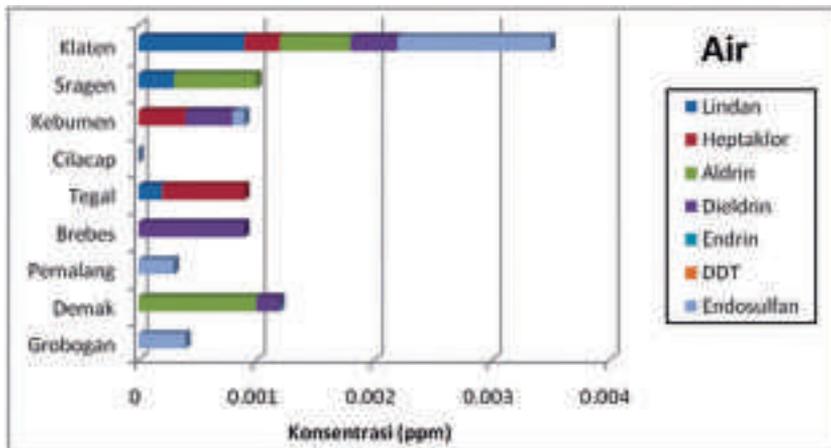
Kelompok organoklorin umumnya merupakan senyawa Persistent Organic Pollutants (POPs) yang mempunyai efek terhadap kesehatan manusia terutama berpengaruh terhadap sistem kekebalan tubuh, sistem hormon, sistem reproduksi dan dapat menstimulus munculnya kanker. Dengan demikian seharusnya senyawa ini tidak boleh ada di lingkungan pertanian karena selain dapat membunuh biota yang ada di dalam tanah, air, juga bila ada di dalam produk pertanian akan membahayakan kelangsungan hidup mahluk lainnya seperti binatang dan manusia. Senyawa POPs yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia antara lain adalah DDT, endosulfan, dioxin, TCDD dan PCBs (Oh, 2001).

Senyawa POPs ini ternyata memang telah masuk di dalam produk pertanian yang langsung dikonsumsi oleh manusia seperti beras, sayuran, kedelai, dan lain-lain. Survey yang dilakukan di daerah Jawa Barat (Karawang, Subang, Indramayu, Cirebon, Kuningan, Ciamis, Tasikmalaya, Garut, Bandung, Cianjur, Sukabumi, Lebak, Pandeglang dan Serang) pada tahun 1995/1996 menunjukkan bahwa beras yang beredar di pasar mengandung beberapa senyawa POPs, seperti: lindan, aldrin dan

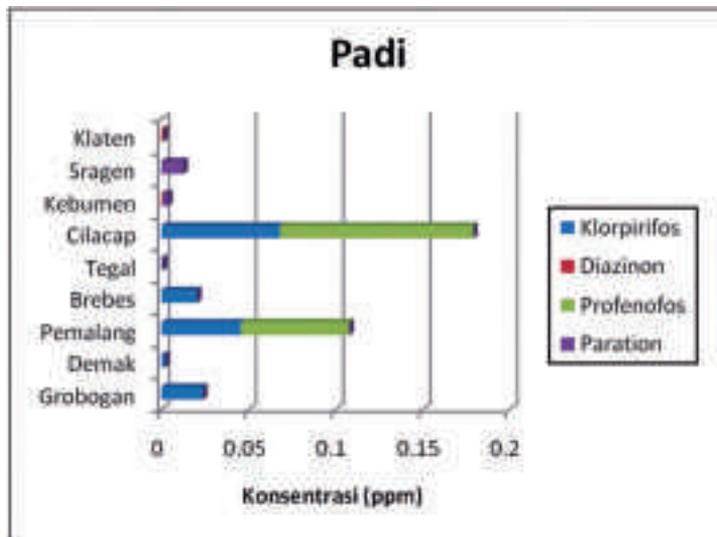
heptaklor (Murtado dkk., 1996). Selanjutnya survey yang dilakukan pada tahun 1992 di beberapa pasar di daerah Jawa Barat yang meliputi daerah Ciamis, Cianjur, Garut, Kuningan, Majalengka dan Sumedang menunjukkan bahwa dalam sampel kedelai juga ditemukan senyawa POPs, yaitu lindan dan dieldrin dan senyawa residu insektisida lainnya. Yang menarik adalah dalam sampel kedelai impor ternyata juga mengandung senyawa POPs lindan (Ardiwinata dkk., 1999).

3.2.2. Organofosfat

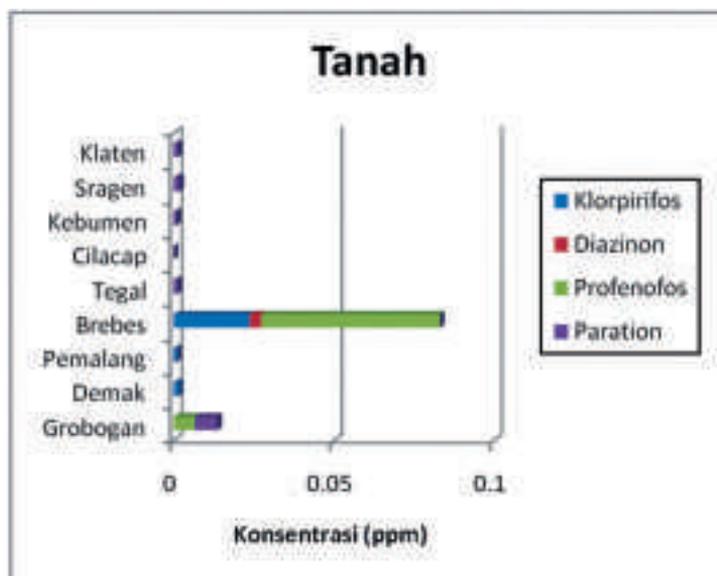
Residu organofosfat yang ditemukan di daerah sentra produksi padi di Jawa Tengah disajikan pada Gambar 4 (padi), Gambar 5 (tanah), dan Gambar 6 (air). Senyawa yang ditemukan dalam contoh-contoh tersebut adalah klorpirifos, diazinon, profenofos, dan paration. Di dalam contoh tanaman padi ditemukan profenofos dan klorpirifos, serta hanya sedikit ditemukan diazinon dan paration, terutama di Kabupaten Cilacap, dan Pemasang. Di dalam contoh tanah ditemukan juga profenofos dan klorpirifos, terutama di Kabupaten Brebes. Sedangkan di dalam contoh air ditemukan senyawa klorpirifos dan paration, terutama di Kabupaten Brebes dan Klaten.



Gambar 3. Komposisi Residu Organoklorin pada Air di Sentra Produksi Padi di Jawa Tengah



Gambar 4. Komposisi Residu Organofosfat pada Tanaman Padi di Sentra Produksi Padi di Jawa Tengah

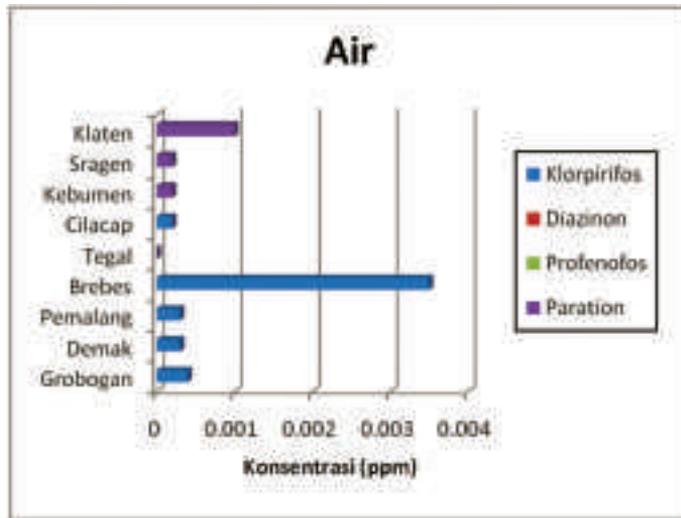


Gambar 5. Komposisi Residu Organofosfat pada Tanah di Sentra Produksi Padi di Jawa Tengah

3.2.3. Karbamat

Residu karbamat yang ditemukan adalah senyawa BPMC (o-sec-Butylphenyl Methyl Carbamate) dan MIPC (N-methyl-2-

Isopropylphenyl Carbamate). Residu ini hanya ditemukan dalam contoh tanaman padi dan tanah, sedangkan dalam contoh air, residu ini tidak ditemukan (data tidak disajikan).



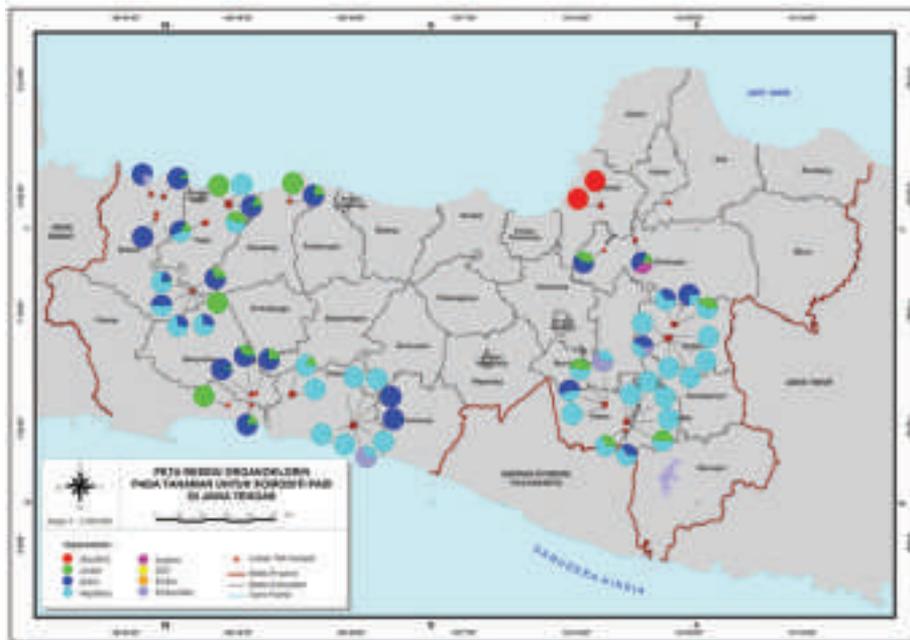
Gambar 6. Komposisi residu organofosfat pada air di sentra produksi padi di Jawa Tengah

3.3. Sebaran Residu Pestisida

3.3.1. Organoklorin

Senyawa organoklorin ditemukan di dalam contoh tanaman padi, tanah, dan air di seluruh Kabupaten sentra produksi padi di Jawa

Tengah (Kabupaten Grobogan, Demak, Pematang, Brebes, Tegal Cilacap, Kebumen, Sragen, dan Klaten) yang masing-masing disajikan pada Gambar 7, 8, dan 9. Residu organoklorin yang ditemukan meliputi: lindan, heptaklor, aldrin, dieldrin, dan endosulfan.

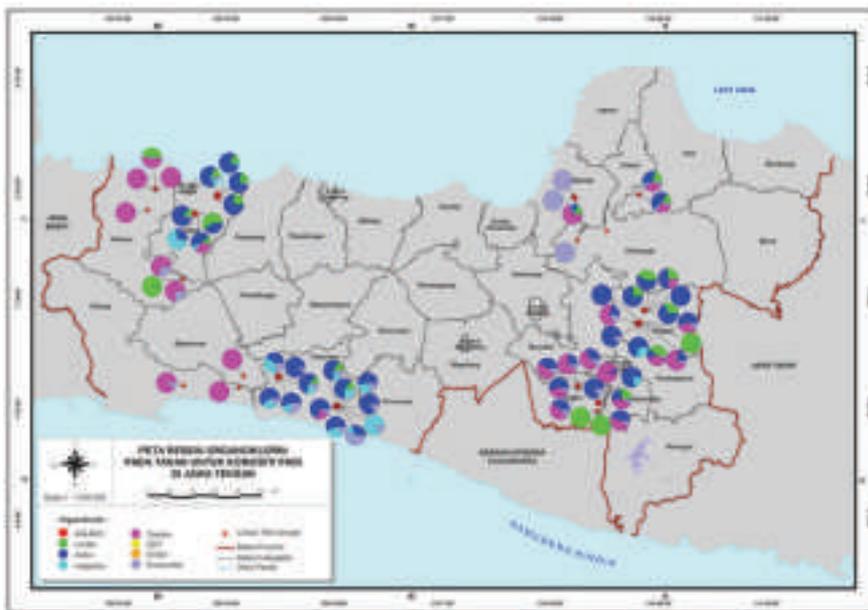


Gambar 7. Sebaran Residu Organoklorin pada Tanaman Padi di Lahan Sawah di Jawa Tengah

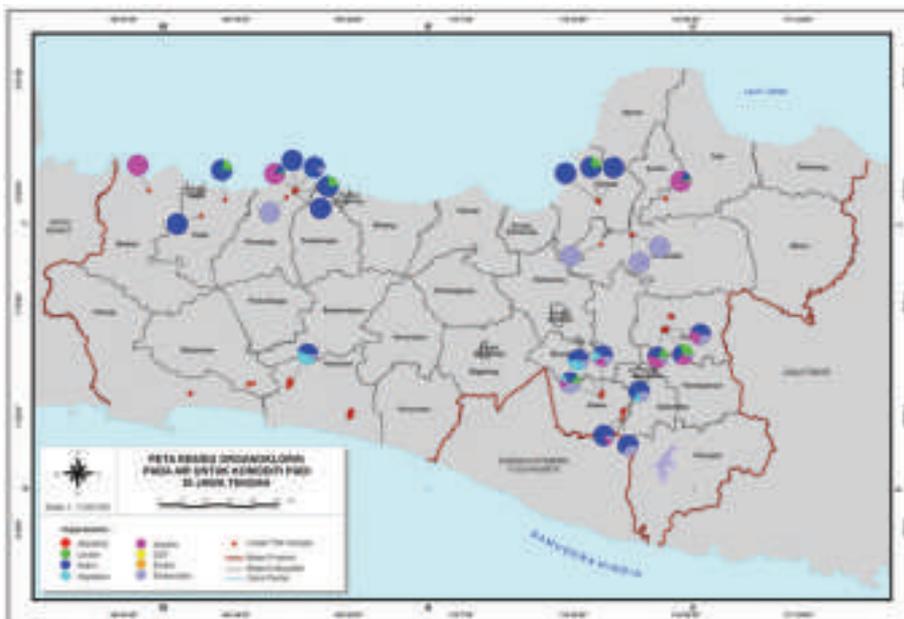
Di Kabupaten Grobogan, dalam contoh tanaman padi ditemukan lindan dan dieldrin, sedangkan dalam contoh tanah dan air ditemukan endosulfan. Di Kabupaten Demak, contoh tanaman padi mengandung lindan, heptaklor dan endosulfan, sedangkan contoh tanah dan air mengandung lindan aldrin, dieldrin, dan endosulfan. Di Kabupaten Pemalang, contoh tanaman padi dan tanah mengandung lindan dan dieldrin, sedangkan contoh air mengandung endosulfan. Di Kabupaten Brebes, contoh tanaman padi mengandung lindan dan aldrin, sedangkan contoh tanah dan air mengandung lindan, dieldrin, dan endosulfan. Di Kabupaten Tegal, contoh tanaman padi mengandung lindan dan aldrin, sedangkan contoh tanah dan air mengandung lindan, heptaklor, aldrin, dieldrin, dan endosulfan. Di Kabupaten Cilacap, dalam contoh tanaman padi ditemukan lindan dan aldrin, dalam contoh tanah ditemukan lindan, dieldrin, dan endosulfan, sedangkan dalam contoh air ditemukan dieldrin. Di Kabupaten Kebumen, contoh tanaman padi mengandung lindan dan heptaklor, sedangkan dalam contoh tanah dan air ditemukan lindan, heptaklor,

aldrin, dan endosulfan. Di Kabupaten Sragen, dalam contoh tanaman padi ditemukan lindan, heptaklor, aldrin, dan endosulfan, dalam contoh tanah dan air ditemukan lindan, heptaklor, aldrin, dieldrin dan endosulfan. Demikian pula di Kabupaten Klaten, dalam contoh tanaman padi ditemukan lindan dan heptaklor, sedangkan dalam contoh tanah dan air ditemukan lindan, heptaklor, aldrin, dieldrin, dan endosulfan.

Meskipun penggunaan pestisida yang mengandung senyawa organoklorin sudah dilarang sejak tahun 1970-an (Sudarmo, 1991) dan tidak ditemukan penggunaannya pada saat survei berlangsung tapi ternyata residunya ditemukan di seluruh Kabupaten sentra produksi padi di Jawa Tengah. Hal ini diduga karena petani masih menggunakannya secara ilegal dan atau residu dari penggunaan pestisida jaman dulu (saat program Bimas digalakkan) masih berada di dalam tanah. Kelompok organoklorin termasuk senyawa POPs sehingga keberadaannya di lingkungan dapat bertahan lama, karena senyawa ini sulit terdekomposisi.



Gambar 8. Sebaran Residu Organoklorin pada Tanah di Lahan Sawah di Jawa Tengah



Gambar 9. Sebaran Residu Organoklorin pada Air di Lahan Sawah di Jawa Tengah

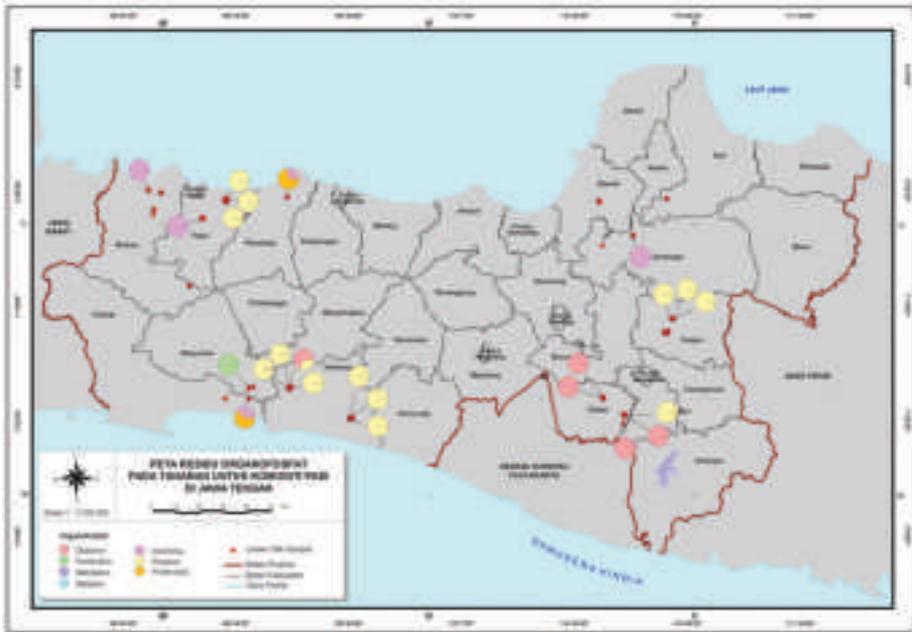
3.3.2. Organofosfat

Seperti halnya organoklorin, senyawa organofosfat juga ditemukan di dalam contoh tanaman padi, tanah, dan air di seluruh Kabupaten sentra produksi padi di Jawa Tengah (Kabupaten Grobogan, Demak, Pemalang, Brebes, Tegal Cilacap, Kebumen, Sragen, dan Klaten) yang masing-masing disajikan pada Gambar 10, 11, dan 12. Residu organofosfat yang ditemukan meliputi: klorpirifos, diazinon, profenofos, dan paration. Seperti halnya kelompok organoklorin, senyawa ini juga sulit terdekomposisi di dalam tanah sehingga berpotensi mencemari lingkungan.

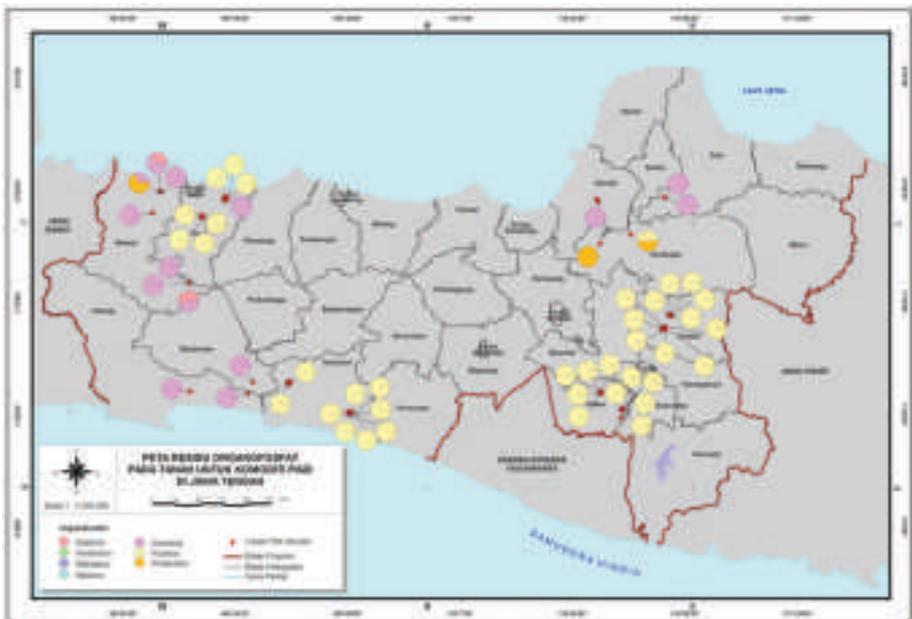
Di Kabupaten Grobogan, dalam contoh tanaman padi dan air ditemukan klorpirifos, sedangkan dalam contoh tanah ditemukan profenofos dan paration. Di Kabupaten Demak, contoh tanaman padi, tanah, dan air semuanya mengandung klorpirifos. Di Kabupaten Pemalang, contoh tanaman padi mengandung klorpirifos dan profenofos, sedangkan contoh tanah dan air mengandung klorpirifos. Di

Kabupaten Brebes, contoh tanaman padi dan air mengandung klorpirifos, sedangkan contoh tanah mengandung klorpirifos, diazinon, dan profenofos. Di Kabupaten Tegal, contoh tanaman padi, tanah, dan air mengandung sedikit paration. Di Kabupaten Cilacap, dalam contoh tanaman padi ditemukan klorpirifos dan profenofos, sedangkan dalam contoh air hanya ditemukan klorpirifos. Demikian pula di Kabupaten Kebumen, Sragen, dan Klaten, dalam contoh tanaman padi, tanah, dan air semuanya mengandung sedikit paration.

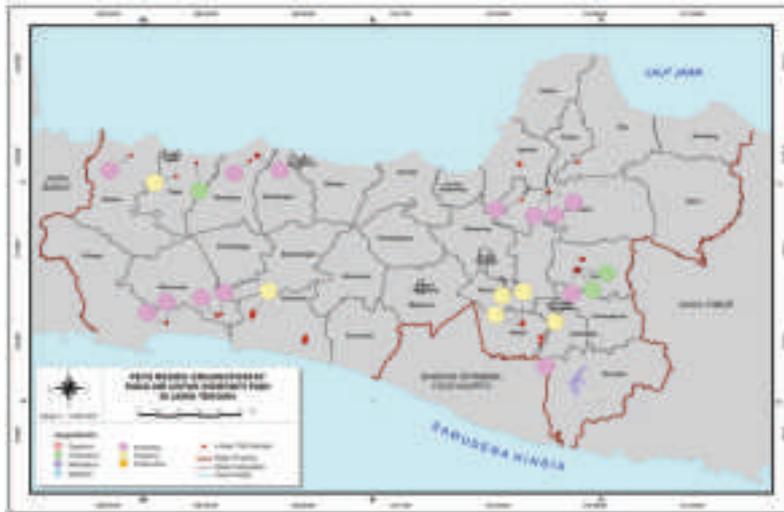
Konsentrasi residu insektisida dari kelompok organofosfat dalam semua jenis contoh (tanaman padi, tanah, dan air) lebih tinggi di dibandingkan residu organoklorin (Gambar 1-6). Hal ini menunjukkan bahwa saat ini penggunaan insektisida yang berbahan aktif organofosfat lebih banyak dibandingkan organoklorin. Hal ini dapat difahami karena insektisida berbahan aktif organoklorin saat ini sudah dilarang penggunaannya di lahan pertanian.



Gambar 10. Sebaran Residu Organofosfat pada Tanaman di Lahan Sawah di Jawa Tengah



Gambar 11. Sebaran Residu Organofosfat pada Tanah di Lahan Sawah di Jawa Tengah



Gambar 12. Sebaran Residu Organofosfat pada Air di Lahan Sawah di Jawa Tengah

3.3.3. Karbamat

Seperti halnya organoklorin dan organofosfat, kelompok karbamat juga ditemukan di dalam contoh tanaman padi dan tanah di sentra produksi padi di Jawa Tengah (meskipun tidak semua kabupaten) yang masing-masing disajikan pada Gambar 13 dan 14. Residu karbamat yang ditemukan meliputi BPMC dan MIPC. Dibandingkan kelompok organoklorin dan organofosfat, senyawa ini

lebih ramah lingkungan karena dapat terdekomposisi dengan baik di dalam tanah.

Senyawa kelompok ini hanya ditemukan di beberapa tempat sajadan itu pun dalam jumlah sedikit. Senyawa BPMC ditemukan hanya di Kabupaten Pati, Demak, dan Klaten di dalam contoh tanaman padi dan tanah. Sementara itu senyawa MIPC di temukan pada contoh tanaman padi di Kabupaten Demak dan Cilacap.



Gambar 13. Sebaran Residu Karbamat pada Tanaman Padi di Lahan Sawah di Jawa Tengah



Gambar 14. Sebaran Residu Karbamat pada Tanah di Lahan Sawah di Jawa Tengah

IV. KESIMPULAN

Pertama, petani di Jawa Tengah sudah terbiasa menggunakan pestisida karena diyakini bahwa pestisida ampuh dalam menanggulangi serangan OPT. Namun demikian penggunaan pestisida di petani umumnya belum berdasarkan prinsip PHT, yaitu Pestisida digunakan dalam jumlah sesedikit mungkin dalam batas yang efektif (tidak berlebihan) dan diaplikasikan apabila tingkat kerusakan tanaman atau kepadatan populasi organisme pengganggu melampaui batas toleransi ambang ekonomi.

Kedua, meskipun penggunaan residu insektisida organoklorin telah dilarang dan hasil wawancara dengan petani tidak ditemukan penggunaannya di lahan sawah, tapi residunya di lapangan masih ditemukan sehingga berpotensi mengganggu kelestarian lingkungan.

Ketiga, residu insektisida organoklorin dan organofosfat telah ditemukan dalam contoh tanaman padi, tanah, dan air di lahan sawah

sentra produksi padi di Jawa Tengah (Kabupaten Grobogan, Demak, Pemalang, Brebes, Tegal Cilacap, Kebumen, Sragen, dan Klaten), sedangkan residu insektisida karbamat hanya ditemukan di Kabupaten Klaten, Demak, Cilacap, dan Pati.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiwinata, A.N., N. Umar, dan N. Hadayani. 1997. Residu insektisida organoklorin, organofosfat, dan Karbamat dalam beras dan kedelai di beberapa pasar di DKI Jakarta. Prosiding Seminar Nasional. PEI Cabang Bogor. Hal. 346 – 347.
- Ardiwinata, A.N., S.Y. Jatmiko, E.S. Harsanti. 1999. Monitoring residu insektisida di Jawa Barat. Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah. Bogor 24 April 1999. Hal. 91-105.
- Brown, AWA. 1978. Ecology of Pesticide. Wiley-Interscience Publ. John Wiley & Sons. New York, Chilshester, Brisbane. 465p.

- FAO. 1998. Regional Meeting on Herbicides Resistancwe. Teagu, Korea 29 June – 3 July 1998. Plant Production and Protection Division Food and Agric. Org. of United Nation, Roma.
- Harsanti, E.S., S.Y. Jatmiko dan A.N. Ardiwinata. 1999. Residu Insektisida pada Ekosistem Lahan Irigasi di Jawa Timur. Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah. Bogor 24 April 1999. Hal. 119-128.
- Holden, E.P. 1978. Gas Chromatographic Determination of Residue of Methyl Carbamate In Crops As Their 2,4-Dinitrophenyl Ether Derivatives. J. Assoc. Offic. Annal. Chem. 56(3):713-717.
- Jatmiko, S.Y., E.S. Harsanti dan A.N. Ardiwinata. 1999. Pencemaran Pestisida pada Agroekosistem Lahan Sawah Irigasi dan Tadah Hujan di Jawa Tengah. Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah. Bogor 24 April 1999. Hal. 119-128.
- Kanazawa, J., D. Kilin, Sutrisno dan S. Orita. 1985. Residu of Diazinon in Rice Plant and Paddy Soil. Penelitian Pertanian. 3(2):83-84
- Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Kab.Pati – UGM. 2006. Sosialisasi Dampak Penggunaan Pestisida pada Petani.
- Koesoemadinata, S. 1980. Pesticide as a Major Constrain in Integrated Agriculture-Aquaculture Farming System. Dalam: Pulin, RSV. & Shahadeh, ZH. (eds). Integrated Agriculture-Aquaculture Farming System. ICLARM Conference Proceeding, 4:45-52.
- Komisi Pestisida. 1997. Metode Pengujian Residu Pestisida dalam Hasil Pertanian. Departemen Pertanian. 377 hal.
- Komisi Pestisida. 2005. Pestisida untuk pertanian dan kehutanan. Ditjen Bina Sarana Pertanian.
- Murtado, A. Nugraha, I. Nasution, I.M. Samudra, P. Lestina dan Ismiyatun. 1996. Status Residu Pestisida Pada Sentra Produksi Padi Sawah. Laporan Hasil Penelitian Balitro. Bogor, 1996. p.15.
- Mustaqim dan Ma'aruf. 1990. Peranan Analisis Dampak Lingkungan Dalam Penggunaan Pestisida Dalam Perlindungan Tanaman Menuju Terwujudnya Pertanian Tangguh Dan Kelestarian Lingkungan. PT. Agricon. p 695-71.
- Oh, B.Y. 2001. Pesticide Residues for Food Safety and Environment Protection. National Institute of Agricultural Science and Technology RDA. Ext. Bulletin 495. Suwon, Korea.
- Ohsawa, K., S. Hartati, S. Nugrahati, H. Sastrohamidjoyo, K. Untung, N. Arya. K. Sumiartha dan S. Kuwatsuka. 1985. Residue Analysis of Organochlorin and Organophosphorus Pesticides in Soil, Water and Vegetables from Central Java and Bali, ecol./impact of IPM in Indoensia. P. 59-70.
- Sudarmo, S. 1991. Pestisida. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Soejitno, J. 1986. Pengaruh Herbisida 2,4 D terhadap Wereng Coklat *N. lugens* Stal. Konferensi Toksikologi Indonesia I. Bandung , 28-31 Juli 1986.
- Soejitno, J. 1988. Peranan Pestisida dalam Pengendalian Hama Padi dan Palawija. Simposium Penggunaan Pestisida Secara Bijaksana. Himpunan Perlindungan Tanaman Indonesia. Jakarta, 15-12- 1988.
- Soejitno, J. dan IM. Samudra. 1994. Kajian Resistensi Penggerek Batang Padi Putih (*S. innotata* Wlk.) terhadap Insektisida Karbofuran 3G. Penelitian Pertanian Vol. 13(2).
- Soejitno, J. dan A.N. Ardiwinata. 1999. Residu Pestisida pada Agroekosistem Tanaman Pangan. Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah. Bogor 24 April 1999. hal 72-90.
- Soejitno, J. 2000. Pesticide Residues on Food Crops and Vegetables in Indonesia. International Seminar on Food Crops and Quarantine Inspection. Suwon-Korea. FFTC: 37-52.
- Winarno, F.G. 1987. Pengaruh Pestisida Terhadap Kesehatan Manusia. Simposium Nasional Pengelolaan Pestisida di Indonesia. Yogyakarta, 8-10 Januari. 1987.20 hal.

BIODATA PENULIS :

Asep Nugraha Ardiwinata, dilahirkan pada tanggal 2 Maret 1961 di Bogor. Saat ini menjabat sebagai Kepala Bidang Program dan Evaluasi pada Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian (PUSTAKA) di Bogor merangkap sebagai Peneliti Madya di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) Jakenan. Beliau menyelesaikan pendidikan BSc pada tahun 1984 bidang Kimia Analisis di Akademi Kimia Analisis (AKA) Bogor, S2 dan S3 masing-masing tahun 1999 dan 2005 bidang Ilmu Kimia diselesaikan di Universitas Indonesia, Jakarta.

Dedi Nursyamsi, dilahirkan pada tanggal 23 Juni 1964 di Ciamis. Saat ini menjabat sebagai Kepala Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) Jakenan sekaligus sebagai Peneliti Utama. Beliau menyelesaikan pendidikan S1 pada tahun 1987 bidang Ilmu Tanah di Institut Pertanian Bogor (IPB), S2 tahun 2000 bidang Nutrisi Tanaman di Hokkaido University, Jepang, dan S3 tahun 2008 bidang Kesuburan Tanah di IPB.