

PENCEMARAN PESTISIDA PADA PERAIRAN PERIKANAN DI SUKABUMI - JAWA BARAT

Imam Taufik ^{*)}

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar

Jl. Raya Sempur No. 1, Bogor 16154

E-mail: imam_opik67@yahoo.co.id

ABSTRAK:

Penggunaan pestisida merupakan salah satu sumber pencemar yang potensial bagi sumberdaya dan lingkungan perairan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran pestisida pada lahan perikanan budidaya di Sukabumi, Jawa Barat. Penelitian diawali dengan penentuan lokasi, dilanjutkan dengan pengambilan contoh (air, sedimen, biota air), preparasi, identifikasi, dan analisis data, serta pelaporan. Analisis contoh menggunakan alat Gas Chromatograph (GC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lahan perikanan air tawar di daerah Sukabumi terdapat residu pestisida dari golongan organoklorin, organofosfat, piretroid, dan karbamat dengan konsentrasi di bawah Batas Maksimal Residu (BMR). Jenis dan konsentrasi residu pestisida tersebut yang terbesar terdapat pada ikan, kemudian di dalam tanah dan yang terakhir adalah dalam air.

KATA KUNCI: lahan perikanan, pencemaran, pestisida, residu

PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan pestisida merupakan suatu hal yang sulit dipisahkan dengan kegiatan pertanian khususnya dalam budidaya tanaman padi di sawah guna meningkatkan produk baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Sifat penting yang dimiliki pestisida adalah daya racun atau toksisitas. Meski bahan kimia tersebut hanya dimaksudkan untuk mematikan suatu jenis hama tertentu tetapi pada hakekatnya bersifat racun untuk semua makhluk hidup. Hampir semua jenis pestisida tidak bersifat selektif dan mempunyai spektrum yang luas sebagai racun sehingga merupakan sumber pencemaran yang potensial khususnya bagi sumberdaya dan lingkungan perairan.

Pestisida yang digunakan pada lahan pertanian sawah, terutama pada awal musim tanam sebagian atau bahkan

seluruhnya akan jatuh dan masuk ke dalam air sehingga mencemari perairan. Terbukti dari hasil penelitian Ekaputri (2001) yang menunjukkan bahwa perairan Sungai Ciliwung, Jawa Barat yang mengalir melewati daerah Bogor, Depok, dan Jakarta mengandung residu insektisida endosulfan dengan konsentrasi berkisar antara 0,7- 4,0 µg/L. Selain itu, Taufik *et al.* (2003) juga melaporkan bahwa perairan tambak serta saluran irigasi di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah telah tercemar oleh insektisida endosulfan yang berasal dari limbah pertanian dan perkebunan dengan konsentrasi secara berturut-turut sebesar 2,7 dan 3,2 µg/L.

Perairan yang tercemar oleh residu pestisida apabila telah mencapai konsentrasi tertentu akan sangat berpengaruh terhadap lingkungan dan organisme akuatik yang hidup di dalamnya. Ikan yang hidup dalam lingkungan perairan yang tercemar pestisida akan menyerap bahan aktif pestisida tersebut dan tersimpan dalam tubuh, karena ikan merupakan akumulator yang baik bagi berbagai jenis pestisida terutama yang bersifat lipofilik (mudah terikat dalam jaringan lemak).

Dalam kondisi perairan yang subletal, kandungan residu pestisida dalam tubuh ikan yang terbentuk melalui proses bioakumulasi akan semakin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi dan bertambahnya waktu pemaparan hingga mencapai kondisi *steady state*. Selain itu, pengaruh lanjut dari bioakumulasi pestisida pada konsentrasi tertentu secara signifikan dapat menurunkan laju pertumbuhan dan berdampak terhadap kondisi hematologis ikan (Taufik, 2005).

Hal lain yang perlu lebih diwaspadai adalah terjadinya biomagnifikasi, yaitu kontaminasi dan akumulasi residu pestisida di dalam tubuh makhluk hidup melalui rantai makanan. Artinya, semakin tinggi kedudukan makhluk hidup dalam rantai makanan maka akan semakin berpotensi untuk terkontaminasi dan mengakumulasi residu pestisida dalam tubuh termasuk manusia yang menempati posisi puncak dalam rantai makanan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada beberapa lingkungan perairan dan lahan perikanan air tawar di Daerah Sukabumi,

Jawa Barat, melalui beberapa tahapan kegiatan sebagai berikut:

Penentuan lokasi

Lokasi pengambilan contoh ditentukan secara diagnostik berdasarkan hasil survai, data sekunder, serta wawancara dengan petani dan instansi terkait. Beberapa aspek yang dipertimbangkan dalam menentukan lokasi antara lain: faktor kondisi (geografis, sumber dan tata guna air, peruntukan lahan, serta aktifitas pertanian), sistim irigasi, luas lahan dan jenis komoditas budidaya, tingkat penggunaan pestisida dalam aktivitas di sekitar lokasi.

Pengambilan contoh

Pengambilan contoh air dan sedimen dari setiap lokasi dilakukan secara diagonal pada sekitar 5-7 titik tergantung pada luas kolam. Contoh air diambil sebanyak 500 mL, contoh sedimen diambil pada kedalaman 10-15 cm dari permukaan dasar sebanyak 100-200 g (Mann, 1978). Contoh biota air diambil secara acak pada 5-7 tempat masing-masing sebanyak 50-100 g, kemudian disatukan menjadi sampel komposit untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium.

Preparasi contoh

Semua contoh yang berhasil dikumpulkan (sedimen, air, dan biota air) dipreparasi dengan menggunakan metode Kanazawa (1979) sebagai berikut:

- Contoh biota air (10 g) dimasukkan ke dalam tabung kertas soxhlet, diekstrak dengan pelarut acetone sebanyak 100 mL pada alat soxhlet, berlangsung selama 6 jam pada suhu 80°C. Selanjutnya diuapkan dalam evaporator pada suhu 45°C hingga agak kering. Residu pestisida yang diperoleh dari hasil evaporasi dipindahkan ke dalam corong pemisah 150 mL dengan bantuan pelarut n-heksan 25 mL, kemudian diekstraksi dengan pelarut asetonitril 25 mL sebanyak 3 kali. Lapisan n-heksan akan terbentuk di bagian atas sedangkan lapisan asetonitril di sebelah bawah.
- Lapisan asetonitril hasil ekstrak 3 kali kemudian diuapkan/dipekatkan dalam evaporator pada suhu 45°C. Larutan residu hasil evaporator selanjutnya dilarutkan dengan pelarut n-heksan sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam kolom kromatografi dan dielusi dengan eluen campuran n-heksan + acetone (9 + 1). Eluat yang mengandung residu pestisida ditampung dalam labu beralas datar 125 mL. Eluat dipekatkan hingga agak bening. Eluat yang hampir kering dimasukkan ke dalam tabung uji dengan bantuan pelarut acetone hingga volume menjadi 5 mL.

- Preparasi contoh air sebanyak 200 mL dilakukan melalui absorben SEP-PAK C₁₈. Residu yang terikat pada absorben C₁₈ dielusi dengan 5 mL acetone. Eluat ditampung langsung dalam tabung uji 100 mL.

Analisis contoh

Hasil preparasi contoh (air, sedimen, biota air) yang berupa eluat selanjutnya dianalisis dengan alat kromatografi gas cair (*Gas Chromatograph / GC*) dengan kondisi sebagai berikut:

Tipe kromatografi gas cair	: Shimadzu GC-4 CM
Suhu injektor	: 230°C
Suhu kolom	: 220°C
Jenis kolom	: OV-17 Chromosorb WAW 1,5 meter
Kecepatan alir gas N ₂	: 40 mL/menit
Jenis detektor	: ECD (organoklorin, karbamat, dan piretroid) FPD (organofosfat)
Sensitivitas	: 10 ² x 4 MΩ

Analisis data

Melalui alat integrator yang terhubung dengan GC, bahan aktif pestisida yang terkandung dalam contoh akan tergambar dalam bentuk grafik. Untuk menentukan konsentrasi residu pestisida yang terdapat dalam contoh berdasarkan gambar, dilakukan perhitungan mengikuti persamaan Ardiwinata *et al.* (1999) sebagai berikut:

$$\text{Residu (mg/L)} = (Ac \times Vis \times Ks \times Vfc) / (As \times Vic \times B \times R)$$

di mana:

Ac	= Area contoh
As	= Area standar
Vic	= Volume injeksi contoh
Vis	= Volume injeksi standar
Ks	= Konsentrasi standar (mg/L)
B	= Bobot awal/volume awal (mg atau mL)
Vfc	= Volume final contoh (mL)
R	= Recovery (%)

HASIL DAN BAHASAN

Keadaan Umum Lokasi

Sukabumi terletak di bagian selatan tengah Jawa Barat, di antara kaki Gunung Gede dan Gunung Pangrango pada ketinggian 584 m di atas permukaan laut (DPL) menempati areal tanah seluas 4.800 ha di mana 38,54% dari areal tersebut (1.849,77 ha) adalah sawah, suhu udara 15°C-30°C dengan curah hujan berkisar antara 2-19 mm (BPS, 2009). Menurut laporan, di Kota Sukabumi saja terdapat

lahan produktif perikanan di masyarakat seluas 106,49 ha yang terdiri dari kolam air tawar seluas 104,65 ha, kolam sawah (minapadi) 2,2 ha dan kolam air deras 0,62 ha dengan jumlah produksi pada tahun 2006 sebanyak 178.938.580 ekor benih dan 1.250,46 ton ikan konsumsi (Dinas Pertanian, 2006).

Selain merupakan daerah pertanian, Sukabumi juga dikenal sebagai sentra perikanan air tawar di Jawa Barat. Sejak dahulu di daerah ini banyak terdapat kolam ikan tradisional maupun semiintensif yang cukup produktif serta budidaya ikan dengan sistem minapadi. Adanya pasar ikan Cibaraja di Kecamatan Cisaat, Kabupaten Sukabumi sebagai pusat pemasaran benih ikan yang telah mendistribusikan berbagai jenis benih ikan air tawar (seperti: nila, mas, bawal bahkan koi) ke berbagai daerah maupun antar provinsi, merupakan bukti kuat betapa besar peran Sukabumi dalam kegiatan bisnis perikanan di Indonesia. Keadaan tersebut sangat didukung oleh faktor alam dengan kondisi tanah yang subur serta air yang berlimpah.

Lokasi pengambilan contoh selain di pasar ikan Cibaraja juga dilakukan di beberapa lahan perikanan budidaya air tawar yang umumnya berdampingan atau terletak pada areal persawahan tanaman padi yang memanfaatkan sumber air dari saluran irigasi atau sungai. Sistem tata guna air masih secara terpadu bagi semua aktivitas di sepanjang daerah alir sungai, termasuk untuk kebutuhan rumah tangga, industri, pertanian, dan perikanan.

Penggunaan air bagi aktivitas pertanian, khususnya pada kegiatan bertanam padi di sawah, limbah air dari petakan sawah yang satu akan dialirkan kepetakan sawah yang lain, dan seterusnya sampai akhirnya dibuang kembali ke sungai atau saluran irigasi yang sama. Tidak jarang dalam satu lokasi terdapat aktivitas pertanian dan budidaya perikanan terletak dalam satu hamparan lahan secara berdampingan bahkan berintegrasi antara satu dan lainnya. Hal ini tentu akan menambah risiko tercemarnya lahan budidaya perikanan oleh limbah pestisida dari aktivitas pertanian.

Penggunaan Pestisida

Dewasa ini penggunaan pestisida dalam aktivitas pertanian, terutama tanaman padi di lahan sawah, bagi petani di Daerah Sukabumi, Jawa Barat telah menjadi “suatu keharusan” karena merupakan salah satu usaha dalam intensifikasi pertanian. Langkah ini dinilai cukup efektif dan ekonomis dalam mengendalikan jasad pengganggu tanaman bahkan untuk melindungi produk pertanian yang disimpan.

Dari hasil wawancara dengan instansi terkait seperti Dinas Pertanian, Dinas Peternakan dan Perikanan, serta Petugas Penyuluh Lapangan maupun petani, diketahui bahwa terdapat beberapa jenis pestisida yang biasa digunakan untuk melindungi tanaman dan komoditas pertanian dari hama pengganggu antara lain: insektisida (serangga), herbisida (rumput/tanaman pengganggu), fungisida (jamur), moluskisida (siput/keong) bahkan rodentisida (binatang pengerat). Intensitas penggunaan pestisida oleh petani cukup tinggi yang dilakukan sejak awal musim tanam, pada masa pemeliharaan/perawatan sampai menjelang panen. Intensitas tersebut akan semakin meningkat apabila terjadi serangan hama, bahkan tidak jarang untuk meningkatkan efektivitasnya petani mengkombinasikan beberapa macam pestisida.

Sifat penting yang dimiliki suatu bahan aktif pestisida adalah daya racun atau toksisitas. Meskipun bahan kimia tersebut hanya dimaksudkan untuk mematikan suatu jenis hama tertentu tetapi pada hakekatnya bersifat racun untuk semua makhluk hidup. Hampir semua jenis pestisida tidak bersifat selektif dan mempunyai spektrum yang luas sebagai racun sehingga merupakan salah satu sumber pencemaran yang potensial khususnya bagi sumberdaya dan lingkungan perairan perikanan.



Gambar 1. Penggunaan pestisida di sawah pada awal musim tanam padi

Pencemaran Pestisida

Pestisida yang paling ideal adalah bersifat khusus yang dapat digunakan secara selektif terhadap hama sasaran saja, namun di seluruh dunia belum dijumpai pestisida yang demikian. Kebanyakan pestisida yang ada sebetulnya tidak bersifat selektif karena pestisida digunakan pada suatu ekosistem yang rumit dan kompleks maka setiap

pemakaian pestisida dapat membunuh organisme bukan sasaran atau paling tidak mengganggu kehidupannya (Kadarsan, 1977). Oleh karena itu, penggunaan pestisida seharusnya dilakukan sebagai tindakan terakhir apabila sudah tidak ada lagi cara lain yang lebih aman, sehingga kita akan terhindar dari dampak negatifnya serta dapat memperlakukan alam dengan lebih bijaksana.

Residu pada Air

Perairan bertindak sebagai suatu tempat penampungan utama bagi residu pestisida yang persisten. Masuknya pestisida ke dalam perairan melalui berbagai jalur, antara lain: pemakaian langsung untuk membasmi hama tanaman, buangan limbah perkotaan dan industri, limpasan dari areal persawahan, pencucian melalui tanah, penimbunan aerosol dan partikulat, curah hujan dan penyerapan dari fase uap pada antar fase udara-air. Masalah ini perlu mendapat perhatian serius karena residu pestisida (insektisida) ada yang bersifat *karsinogenik* yang tentunya dapat mempengaruhi kesehatan manusia.

Penyebaran pencemaran dalam lingkungan perairan sangat dipengaruhi oleh sejumlah proses pengangkutan interaktif seperti penguapan, presipitasi dari udara, pencucian, dan aliran. Proses penguapan berdampak pada turunnya kepekatan dalam air, sedangkan yang lainnya termasuk presipitasi dari udara, pencucian, dan aliran akan meningkatkan kepekatan (Haque *et al.*, 1980).

Mengingat pengaruh sampingnya yang cukup berbahaya terhadap lingkungan (pengaruh residunya yang lama dan bersifat akumulatif) maka sejak tahun 1973 formulasi pestisida dengan bahan aktif dari golongan organoklorin dilarang penggunaannya di Indonesia. Tetapi dari hasil

analisis laboratorium (Tabel 1), ternyata residu organoklorin masih terdapat dalam air (aldrin) meski dalam konsentrasi rendah (0.0001 mg/L). Hal ini diduga akibat dari penggunaannya pada masa lalu karena bahan aktif ini bersifat persisten yang dapat bertahan hingga lebih dari 10 tahun di lingkungan, atau adanya residu tersebut akibat pemakaian secara tidak terkontrol (ilegal).

Selain Organoklorin, residu yang terdapat dalam air adalah dari golongan Karbamat (*MIPC, BPMC, karbofuran*). Keberadaan bahan aktif tersebut di dalam air kolam perikanan secara nyata dipengaruhi oleh aktivitas pertanian di sepanjang daerah alir sungai yang banyak menggunakan pestisida dan memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan limbah pertanian yang menjadi sumber air bagi kolam budidaya. Insektisida Karbamat memiliki suatu aksi toksik yang analog dengan insektisida organofosfat. Meskipun demikian, kebalikan dari organofosfat, karbamat merupakan penghambat ChE yang reversible (dapat dibalik) karena enzim aktif dapat diregenerasi (diperbaharui) dari kompleks penghambat enzim. Komponen karbamat kurang atau bahkan tidak stabil di ekosistem perairan. Karbamat mudah termetabolisasi oleh hewan-hewan laut, sehingga komponen karbamat diharapkan tidak membahayakan lingkungan perairan.

Meskipun secara umum konsentrasi bahan aktif tersebut masih di bawah Batas Maksimal Residu (BMR) pestisida, tetapi hal ini perlu diwaspadai karena konsentrasi residu tersebut sewaktu-waktu dapat meningkat sejalan dengan bertambahnya penggunaan pestisida terutama pada musim kemarau. Pengaruh letal akan langsung menyebabkan kematian ikan, sedangkan

Tabel 1. Konsentrasi residu pestisida yang terdapat dalam air

Pestisida	Konsentrasi residu (mg/L) [*]	Batas maksimum residu (mg/L) ^{**}
Organoklorin :		
Aldrin	0,0001	0,02
Karbamat :		
MIPC	0,0008-0,0013	0,1
BPMC	0,0002	0,1
Karbofuran	0,0007-0,0010	0,1

Keterangan:

^{*} Angka kisaran menunjukkan konsentrasi residu pestisida yang terdeteksi pada lebih dari satu lokasi

^{**} Berdasarkan kriteria air golongan C yaitu untuk kebutuhan pertanian dan perikanan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No: 01-6366-2000



Gambar 2. Berbagai produk formulasi pestisida yang dijual di kios-kios pertanian

pengaruh subletal pestisida terhadap ikan meliputi: (1) perubahan adaptasi terhadap rangsang alamiah; dan (2) perubahan fisiologis dan biokimia efek subletal pestisida dalam perairan juga akan berpengaruh terhadap organ tubuh ikan seperti hati. Dengan adanya bahan aktif pestisida dalam air yang masuk ke dalam tubuh akan menyebabkan pembengkakan pada hepatosit yang merupakan pertanda terjadinya degradasi lemak, selain itu hepatosit juga mengalami piknosis, karioreksis, dan kalriolisis.

Hal lain yang perlu diwaspadai akibat tercemarnya air oleh pestisida, karena ikan yang terpapar dalam air yang tercemar oleh pestisida dalam konsentrasi subletal akan menyerap bahan aktif tersebut melalui permukaan tubuh, membran insang, dan difusi kutikular. Penyerapan akan berlangsung secara terus-menerus sampai tercapai keadaan *steady state* yaitu kondisi di mana jumlah bahan uji yang diserap dan didepurasi persatuan waktu seimbang pada suatu konsentrasi bahan dalam air (Nagel & Loskill, 1991).

Residu dalam Tanah

Tanah dan sedimen berperan utama dalam pengangkutan dan penghilangan bahan pencemar lingkungan, dengan (1) menyediakan permukaan penyerapan, (2)

bertindak sebagai sistem penyangga, dan (3) sebagai pencuci bahan pencemar. Proses pengangkutan paling menonjol yang berhubungan dengan tanah dan sedimen adalah penyerapan (absorpsi) dan pencucian (Connel & Miller, 1995).

Residu pestisida yang ditemukan dalam tanah yang berasal dari kolam budidaya perikanan, terdiri atas golongan organoklorin, organofosfat, piretroid, dan karbamat dengan jenis dan konsentrasi seperti pada Tabel 2.

Senyawa organoklorin sangat persisten, artinya bahan aktifnya dapat bertahan dalam jangka waktu lama baik di dalam tanah, air, jaringan hewan, maupun tumbuhan. Tidak mudah terurai oleh mikroorganisme, enzim, panas, ataupun cahaya ultra violet. Dari segi fungsi pestisida, senyawa dengan sifat-sifat tersebut adalah yang paling baik akan tetapi tidak baik dari segi lingkungan (Sastroutomo, 1992). Akibat dari sifatnya yang persisten maka residu organoklorin masih terdeteksi dalam tanah kolam budidaya perikanan meskipun bahan aktif tersebut sudah lama tidak digunakan.

Residu pada Ikan

Interaksi antara proses lingkungan dan sifat fisika-kimiawi pencemaran menentukan penyebarannya, intensitas, dan pengaruhnya terhadap kehidupan mahluk hidup (Connel & Miller, 1995). Pengambilan pestisida oleh hewan dapat terjadi secara langsung dari lingkungan fisik atau dari penyerapan gastrointestinal. Untuk organisme air, kontaminasi pestisida dapat disebabkan oleh: (1) masuk bersama makanan yang terkontaminasi, (2) pengambilan dari air yang melewati membran insang, (3) difusi kutikular, dan (4) penyerapan langsung dari sedimen (Livingstone, 1977).

Secara kualitatif maupun kuantitatif, residu beberapa bahan aktif pestisida yang terdapat dalam daging ikan lebih tinggi dibanding residu yang terdapat dalam air dan tanah. Hal ini dapat terjadi karena ikan merupakan akumulator yang baik terutama bagi bahan aktif yang bersifat lipofilik sehingga sangat mudah terikat dalam jaringan lemak ikan.

Menurut Edward (1976), rata-rata kenaikan residu pestisida dalam hewan akuatik mempunyai korelasi dengan aktivitas metabolisme, bobot badan, luas permukaan tubuh, dan rantai makanannya. Sedangkan Kusnopranto (1995) mengemukakan bahwa penyerapan residu pestisida tergantung dari besarnya residu, sifat fisika-kimia, sifat bioakumulatif dan toksisitasnya, maka keracunan yang ditimbulkannya dapat bersifat letal maupun subletal.

Tabel 2. Konsentrasi residu pestisida yang terdapat dalam tanah dari kolam budidaya perikanan

Pestisida	Konsentrasi residu (mg/L) [*]
Organoklorin:	
Aldrin	0,0005
Dieldrin	0,001
Endosulfan	0,0018
Organofosfat:	
Diazinon	0,0003
Fenitroton	0,0001
Piretroid	
Sipermetrin	0,0001
Permetrin	0,0003
L. Sihalotrin	0,0034
Penvalerat	0,0017
Karbamat:	
MIPC	0,0056-0,0114
BPMC	0,001
Karbofuran	0,0006-0,0159

Keterangan:

^{*} Angka kisaran menunjukkan konsentrasi residu pestisida yang terdeteksi pada lebih dari satu lokasi

Tabel 3. Konsentrasi residu pestisida dalam daging ikan yang berasal dari kolam budidaya perikanan

Pestisida	Konsentrasi residu (mg/L)*	Batas maksimum residu (mg/L)**
Organoklorin :		
Aldrin	0,0005	0,2
Dieldrin	0,0014	0,2
Endosulfan	0,0006	0,2
Organofosfat :		
Diazinon	0,0005	0,7
Piretroid :		
Sipermetrin	0,0002-0,0005	
Permetrin	0,0003-0,0005	0,1
L. Sihalotrin	0,0106	
Penvalerat	0,0004-0,0047	
Karbamat :		
MIPC	0,0131-1,8814	
BPMC	0,0016-0,0020	
Karbofuran	0,0011-0,0063	0,05

Keterangan:

* Angka kisaran menunjukkan konsentrasi residu pestisida yang terdeteksi pada lebih dari satu lokasi

** Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI) No: 01-6366-2000

Meskipun residu pestisida yang terkandung dalam daging ikan masih berada di bawah BMR, tetapi perlu diwaspadai karena hal ini terjadi akibat adanya konsentrasi subletal pestisida pada lingkungan pemeliharaan (perairan) (Taufik *et al.*, 2003). Konsentrasi subletal bahan aktif pestisida secara kronis akan berakumulasi di dalam organ tubuh ikan (Connel & Miller, 1995). Ikan yang terkena kontaminasi subletal dari berbagai jenis pestisida akan memperlihatkan perubahan dalam aksi fisiologis, kegagalan dalam perkembangbiakan, ketahanan, kerentanan, biokimia, morfologi, dan pengaruh lainnya termasuk laju pertumbuhan (Brawn, 1978).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Residu pestisida yang terdapat dalam air terdiri atas golongan: organoklorin dan karbamat; sedangkan dalam tanah dan daging ikan : organoklorin, organofosfat piretroid dan karbamat
2. Masuknya pestisida ke dalam lingkungan budidaya perikanan antara lain diakibatkan oleh aktivitas pertanian, terutama budidaya tanaman padi di lahan sawah yang terdapat di sepanjang daerah aliran sungai.

3. Jenis dan konsentrasi residu pestisida yang tertinggi terdapat pada ikan, kemudian di dalam tanah, dan yang paling rendah dalam air.
4. Konsentrasi pencemaran pestisida pada lahan budidaya perikanan di wilayah Sukabumi, Jawa Barat masih di bawah nilai BMR.

DAFTAR ACUAN

- Anonim. 2006. Laporan pertanggung jawaban. Dinas Pertanian, Pemerintah Kota Sukabumi, 126 hlm.
- Anonim. 2009. Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi.
- Ardiwinata, A.N., Jatmiko, S.Y. & Harsanti, E.S. 1999. Monitoring residu insektisida di Jawa Barat. Menuju Sistem Produksi Padi Berwawasan Lingkungan. Risalah seminar hasil penelitian emisi gas rumah kaca dan peningkatan produktivitas padi di lahan sawah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, hlm. 91-105.
- Brown, A.W.A. 1978. Ecology of pesticides. John Wiley and Sons, New York, 342 pp.
- Connel, D.W. & Miller, G.J. 1995. Kimia dan ekotoksikologi pencemaran. Penerbit Univ. Indonesia, Jakarta, hlm. 331-341.
- Edwards, C.A. 1976. Persistent pesticides in the environment. CRC Press. Ohio, 170 pp.
- Ekaputri, L.S. 2001. *Pola penyebaran spasial dan temporal bahan organik, logam berat dan pestisida di perairan Sungai Ciliwung*. Disertasi Program Pascasarjana, Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, IPB, 148 hlm.
- Haque, R., Falco, J., Cohen, S., & Riordan, C. 1980. Role of transport and fate studies in the exposure assessment and screening of toxic chemicals. In R. Haque (eds) dynamic, Exposure, and Hazard Assessment of Toxic Chemicals. Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan, p. 47-67.
- Kanazawa, J. 1979. Measurement of the bioconcentration factor of pesticides by freshwater fish and their correlation with physiochemical properties or acute toxicities. *National Institute of Agricultural Sciences*. Japan, 12: 417-424.
- Kusnoputranto, H. 1995. Pengantar toksikologi lingkungan. Dirjen Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 133 hlm.
- Livingstone, R.J. 1977. Review of current literature concerning the acute and chronic effect of pesticides on aquatic organism. *CRC Crit. Rev. Environ. Control*, 7(4): 325-351.

- Mann. 1978. Manual of training in pesticides analysis. University of Miami School of Medicine Dept. Of Epidemiology and Public Health, 301 pp.
- Nagel R. & Loskill, R. 1991. Bioaccumulation in aquatic system; contribution to the assessment. Proceeding of an International Workshop, Berlin. VCH Publishers Inc. New York, 238 pp.
- Sastroutomo, S.S. 1992. Pestisida, dasar-dasar dan dampak penggunaannya. Gramedia, Jakarta, 184 hlm.
- Taufik, I., Koesoemadinata, S., Sutrisno, & Nugraha, A. 2003. Tingkat akumulasi residu pestisida pertanian di perairan tambak. *J. Pen. Perik. Indonesia*, 9(4): 53-61.
- Taufik, I. 2005. *Pengaruh lanjut bioakumulasi insektisida endosulfan terhadap pertumbuhan dan kondisi hematologis ikan mas (Cyprinus carpio)*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Program Studi Ilmu Perairan, IPB, 83 hlm.