#### **BAB II**

#### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Insektisida Organoklorin

Menurut Sudarmo (1992), organoklorin adalah jenis pestisida yang mengandung unsur-unsur Karbon Hidrogen & Klorin. Atom Khlor dalam komposisinya terikat pada atom Hidrokarbon. Contohnya adalah DDT (Dichloro Diphenyl Trichloretane). Organoklorin atau sering disebut Hidrokarbon Klor merupakan kelompok insektisida sintetik yang pertama dan paling tua dan dimulai dengan ditemukannya DDT oleh ahli kimia Swiss Paul Mueller pada tahun 1940. Insektisida kelompok ini merupakan racun kontak dan racun perut, efektif membunuh larva, nimfa dan imago (Untung, 1993). Menurut Hassal (1990), insektisida ini memiliki ikatan kimia yang stabil, karena struktur molekul tersusun atas ikatan C-C, C-H dan C-Cl, sehingga Chambers (1994) menyatakan bahwa keseluruhan ikatan lebih tidak aktif pada kondisi lingkungan yang normal dan memiliki sifat lipofil yang sangat tinggi.

Kelompok insektisida organoklorin ini menurut Hassal (1990), dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok DDT, kelompok HCH (hexachlorocylophexane) dan kelompok Chlorinated cyclodiene. Menurut Untung (1993), insektisida organoklorin dibagi menjadi 3 kelompok yaitu DDT (contoh: Metoksiklor, Dikofol, BHC(Benzena Heksaklorid)), Siklodien (contoh: Aldrin, Endrin, Dieldrin, Klordan, Heptaklor dan Endosulfan) dan Terpena Klor (contohnya: Toksafena). Menurut Chambers (1994), insektisida Organoklorin

hanya terdiri dari 2 kelompok saja yaitu kelompok DDT (misal : Ethane, Methoxychlor dan Dicofol) dan kelompok *Chlorinated cyclodiene* (contoh : Aldrin, Endrin, Heptachlor dan Chlordane). Sedangkan Sedangkan Kamrin (1997) membedakan menjadi 3 kelompok yaitu : *Dichlorophenylethanes* (contohnya Cholorobenzilate, DDT, Dicofol, Methoxychlor), *Cyclodienes* (contohnya Aldrin, Chlordane, Dieldrin, Endrin, Endosulfan, Heptachlor dan Toxaphene) dan senyawa Hidrokarbon Klor lainnya (seperti : Chlorothalonil, Dienochlor dan Lindane).

#### 2.2. Perilaku dan Nasib Pestisida di Atmosfer

Pestisida lepas ke lingkungan dalam bentuk partikulat (cairan dan padatan) atau sebagai uap dari daerah penggunaannya. Laju pemasukan dan jarak pestisida berpindah begantung pada tekanan uap dan kondisi meteorologinya. Proses yang menentukan pestisida dalam atmosfer dapat dibedakan yaitu sebagai fase uap, perilaku partikulat, reaksi fotokimiawi dan deposisi kering dan pencucian oleh air hujan. Terdapat beberapa pestisida dalam suatu daerah tertentu ditimbun sebagai debu dan mengalami dekomposisi fotokimiawi. Kepekatannya dalam udara di daerah pengguna berkisar antara 10 μg m<sup>-3</sup>. Pada pestisida organoklorin, DDT dan dieldrin berkisar antara 10<sup>-9</sup> hingga 10<sup>-8</sup> μg m<sup>-3</sup> (Connell & Miller, 1995).

Pada transformasi fotokimia pada kondisi di atmosfer, memiliki reaksi deklorinasi yang seringkali menghasilkan hilangnya toksisitas pestisida, terjadi reaksi fotoisomerisasi yang dapat membentuk fotoisomer yang relatif stabil dan lebih beracun, terjadi reaksi fotooksidasi seperti O, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> dan NO<sub>2</sub> yang dapat bereaksi secara kuat dengan gugus olefinik dan aromatis serta terjadinya proses fotomineralisasi yaitu pestisida hidrokarbon terklorinasi dapat diubah menjadi CO<sub>2</sub> dan HCL (Connell & Miller, 1995).

Secara umum bahwa atmosfer bertindak sebagai suatu jalur pengangkutan utama untuk pestisida didasarkan pada perkiraan kadar atmosfer dan pola deposisi suatu zat. Sebagai contoh adalah penilaian kuantitatif dari laju pemindahan pestisida dari atmosfer dengan deposisi dan hujan pada insektisida terklorinasi (yaitu : DDT), bahwa pemindahan DDT dari atmosfer oleh hujan akan memiliki waktu tinggal kurang dari 4 tahun. Sehingga pestisida ditimbun di dalam, atau di dekat daerah penggunaan, tetapi sejumlah besar DDT atau Dieldrin tinggal di atmosfer. Hal ini menunjukkan sirkulasi pestisida stabil atmosfer cukup tinggi (Connell & Miller, 1995).

## 2.3. Pengangkutan dan Transformasi Pestisida dalam Mahluk Hidup

Pengambilan dan penyebaran pestisida dalam mahluk hidup mencakup interaksi beberapa fase. Pestisida disebarkan dalam lingkungan oleh arus dan sistem pengangkutan (misal udara dan air) ke mahluk hidup. Kemudian masuk melalui kulit, organ dan pembatas sel, melalui sistem aliran air (misal : air, darah dan getah) (Connell & Miller, 1995), larut dalam lipid stabil pada organisme tingkat rendah (Hassal, 1990) dan dikembalikan ke sistem aliran luar dalam keadaan berubah atau tidak berubah atau ditransformasi oleh proses metabolik (Connell & Miller, 1995). Sebagian besar pestisida terakumulasi dalam

jaringan lemak dan tidak larut dalam air dalam proses metabolisme tubuh (Baker & Allen, 1982).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengambilan dan penyebaran pestisida dalam sistem biologis dikaitkan dengan sifat fisik dan kimiawi pestisida (misal: kelarutan dalam air dan lemak dan karakteristik penyerapan), karakteristik fisiologi berbagai spesies (misal: perilaku makan, jalur pengambilan dan habitat) dan sifat spesifik ekosistem (misal: jenis sistem aliran, suhu, pH, bahan organik, struktur jaring makanan) (Baker & Allen, 1982; Connell & Miller, 1995).

Pada hewan, pengambilan pestisida terjadi secara langsung dari lingkungan fisik atau dari penyerapan makanan di usus halus. Mahluk hidup di perairan, pengambilan pestisida disebabkan oleh penelanan makanan yang mengandung pestisida, pengambilan dari air yang melewati membran insang, difusi kutikular dan penyerapan langsung dari sedimen. Sedangkan mahluk hidup di daratan menyerap pestisida oleh proses pencernaan melalui makanan dan air yang mengandung pestisida, langsung melalui penyerapan dan penghirupan pestisida yang ada di udara. Sebagai contoh, serangga menyerap pestisida melalui kutikula dan masuk tenggorokan, akibat dari penelanan dan kontak langsung dengan pestisida yang tidak terserap mineral tanah atau yang larut dalam air tanah (Connell & Miller, 1995).

Pestisida yang telah diserap oleh hewan, disebarkan ke organ dan jaringan tubuh melalui sistem peredaran (misalnya: darah dan lymph pada hewan bertulang belakang, pada serangga melalui hemilimpa) dan dengan pergerakan melalui pembatas yang berbentuk membran. Pola aliran tergantung pada sifat

pestisida, jalur penelanan dan metabolisme. Contohnya pada pestisida organoklorin cenderung mengikat secara reversibel pada protein plasma dan mudah tertimbun dalam jaringan lemak (Baker & Allen, 1982; Connell & Miller 1995).

Pada tumbuhan, pestisida menembus lapisan bagian luar melalui daun, epidermis batang, kulit kayu dan akar. Jalur pemasukan pestisida yang umum adalah dinding rambut akar, sel epidermis akar, stomata, kutikula sel-sel dalam mesofil spongi, lentisel atau retakan dalam kutikula dan periderm. Jalur penyerapan pestisida melalui permukaan tumbuhan sangat dipengaruhi oleh sifat dan jenis pestisida, kondisi lingkungan dan fisiologis tumbuhan (Connell & Miller, 1995).

#### 2.4. Pengaruh Insektisida pada Mahluk Hidup

Insektisida berpengaruh dengan cara mengganggu impuls-impuls dalam sistem saraf. Aksi yang ditimbulkan oleh insektisida neuroaktif (mengaktifkan saraf) mencakup : gangguan transmisi aksonal dan penerima asetilkolin. Mekanisme awal aksi insektisida melalui interaksi struktural dan sterik dengan tempat penerima dalam membran saraf dan biomolekul. Sebagai contoh adalah DDT yang mengikat membran saraf sehingga terjadi gangguan pergerakan ion ke dalam dan ke luar akson (Connell & Miller 1995; Hassal 1990 & Murphy 1986).

Selain itu, insektisida organoklor mampu menginduksi kenaikan aktivitas sistem enzim hepatik. Contohnya, induksi oksidase fungsi ganda dalam

hewan menyusui, burung dan ikan. Naiknya perputaran hormon dengan enzim yang diinduksi mengakibatkan gangguan terhadap endokrin yang berpengaruh pada kulit telur burung yang menipis (Connell & Miller, 1995), dan berpengaruh buruk terhadap aktivitas estrogen (Chambers, 1994).

Pengaruh akut pestisida terhadap mahluk hidup bukan sasaran menghasilkan kematian. Insektisida organoklorin sangat beracun terhadap mahluk hidup di perairan. Menurut Chambers (1994), hal ini karena, insektisida organoklorin menghambat fotosintesis dalam fitoplankton dan membunuh hewan amphibi (seperti katak, kodok dan kecebong) yang sangat rentan. Insektisida organoklorin dan organofosfat lebih toksik pada hewan berdarah panas di daratan, terutama pada spesies yang terbang. Hal ini menurut Peterle (1991) dan Connell & Miller (1995) karena adanya kontak langsung terhadap insektisida sehingga menyebabkan kematian pada populasi burung liar

#### 2.5. Tanggapan Ekosistem Terhadap Pestisida

Mahluk hidup dalam lingkungan akan berbeda dalam menanggapi pestisida. Terdapat empat kondisi ekosistem dalam menanggapi pestisida. Kondisi tersebut adalah pengurangan dalam populasi yang disebabkan oleh pengaruh toksik langsung, keracunan dan kehilangan mahluk mangsa, terjadi kenaikkan dalam populasi yang disebabkan oleh resistensi hama, kenaikkan dalam spesies bukan sasaran dan pergantian suatu spesies dengan spesies lain. Kemudian terjadi pengaruh subletal terhadap keselamatan dan perkembangbiakan hewan. Hal ini akibat dari akumulasi insektisida dalam lemak, putusnya rantai makanan dan

kegagalan dalam perkembangbiakan (misal : penundaan pengeluaran telur dan berkurangnya kesuburan). Dengan demikian maka akan terjadi perubahan dalam viabilitas dan ketahanan keturunan (Baker & Allen, 1982; Connell & Miller 1995).

Tanggapan ekosistem terhadap kontak pestisida diukur dalam bentuk perubahan dalam komposisi spesies dan populasi. Jika kepekatan pestisida subletal dalam ekosistem mengakibatkan jumlah spesies berkurang. Penurunan jumlah spesies dapat mengakibatkan ketidakstabilan ekosistem yang selanjutnya kehancuran populasi dalam beberapa spesies bukan sasaran. Pemangsa dan parasit yang ada pada tingkatan trofik yang lebih tinggi menjadi rentan terhadap hilangnya spesies dari rantai makanan dimana mereka bergantung (Connell & Miller 1995). Contohnya pada jamur tanah, Collembola dan cacing (Hassal, 1990) serta populasi mikrobia pendegradasi (Chambers, 1994).

# 2.6. Analisis Insektisida Organoklorin menggunakan Kromatografi Gas-Detektor Penangkap Elektron

Analisis untuk mendeteksi insektisida organoklorin pada bulu walet sarang putih dilakukan dengan kromatografi gas. Kromatografi gas memiliki keuntungan jika dibandingkan dengan cara-cara lain yaitu dapat digunakan untuk analisa simultan dari berbagai residu pestisida dan dapat digunakan detektor spesifik sehingga dapat digunakan untuk analisa kualitatif dan kuantitatif sampai dalam jumlah yang sangat kecil. Selain kelebihan tersebut, kromatografi gas juga

memiliki kelemahan yaitu, digunakannya suhu yang tinggi sehingga residu pestisida tersebut terurai dan tidak dapat terdeteksi (Anonim, 1997).

Penelitian ini menggunakan metode analisis multiresidu pestisida organoklorin dan organofosfat dalam berbagai matriks hasil pertanian (Anonim, 1997) yaitu metode 5-1 yang diadopsi dari Sawyer *et.al.*, (1990) yaitu nomer 970.52. Menurut Anonim (1997), prinsip analisa ini adalah lemak diektraksi ke dalam petroleum eter. Residu dimurnikan dengan florisil, dielusi dengan eluen 6% dan eluen 15% yaitu campuran dietil eter dan petroleum eter. Setelah dipekatkan, residu dalam eluet ditetapkan secara kromatografi gas.

### 2.7. Penelitian Zat Pencemar dan Insektisida Pada Burung

Penelitian Drooge (1998) pada hati burung raptor diurnal di Iberian Peninsula menunjukkan adanya pp-DDE sebesar 15,907-101,018 ng/g, selain itu ditemukan pula PCB sebesar 0,9 ng/g. Selain pada hati, Furness dan Greenwood (1993) membuktikan bahwa pp-DDE dan dieldrin terdapat pula pada cangkang telur *Phalacrocorax aristotelis* di Inggris yaitu sebesar 1-2 ppm.

Bulu burung merupakan organ luar yang secara langsung mengalami kontak dengan berbagai zat-zat pencemar. Furness dan Greenwood (1993) menyatakan bahwa bulu burung elang (*Accipiter gentilis*) mengandung cadmium sebesar 27 µg/g. Bulu burung Gereja (*Passer montanus*) di daerah industri dibuktikan oleh Chao dan Guangmei (2001) mengandung timah, mangan, magnesium dan selenium.

Penelitian Kuncoro *et.al.*, (2002) menunjukkan jumlah diazinon pada bulu sebesar 0,159 ppm, saluran pernafasan sebesar 0,150 ppm dan saluran serta kalenjar pencernaan sebesar 0,018 ppm burung walet sarang putih. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bulu merupakan organ yang cukup baik untuk analisa pestisida pada burung tanpa harus membunuh organisme tersebut.

#### 2.8. Usaha Mencegah Pencemaran Insektisida

Menurut Kusno (1994), penerapan nyata yang harus dilakukan untuk mencegah pencemaran insektisida adalah tidak menggunakan pestisida sebagai pemberantas hama. Hal tersebut menurut Anonim (2001c) telah dilaksanakan oleh petani di Sumatera Barat yaitu dengan tidak menggunakan pestisida apapun dalam bertani tomat.

Menurut Kusno (1994), cara yang ditempuh untuk mengurangi dan mencegah serangan hama adalah dengan pengaturan jenis tanaman dan waktu tanam, memilih varietas yang tahan lama, memanfaatkan musuh alami serangga dan sterilisasi. Hal tersebut oleh Anonim (2001d) dijelaskan bahwa Kabupaten Bantul telah mengembangkan Padi Merauke dan Woila yang tahan hama wereng. Selain itu, hasil penelitian Kartosuwondo (2001) menjelaskan bahwa tumbuhan bukan budidaya yang ditanam di pinggir sawah akan meningkatkan keefektifan musuh alami.