

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pestisida

Pestisida merupakan senyawa kimia yang terdiri dari campuran senyawa kimia lainnya yang digunakan sebagai alat untuk membasmi dan mengendalikan hama. Pestisida memiliki manfaat untuk melindungi tanaman dan mengendalikan penyakit. Sedangkan risiko dari pestisida adalah beracun bagi lingkungan dan manusia serta ekosistem sekitar (Djojoseumarto, 2008)

### 2.2 Penggolongan Pestisida

Menurut (WHO, 2009) berdasarkan kegunaannya pestisida dibagi menjadi:

- a. Insektisida, pestisida ini digunakan untuk membunuh serangga. Contoh dari insektisida antara lain *Organochlorines*, *Organophosphat* dan *Carbamates*
- b. Herbisida, pestisida ini digunakan untuk membunuh rumput rumput liat. Contoh dari herbisida adalah *Paraquat*, *Glyphosate* dan *Propanil*
- c. Fungisida, pestisida ini digunakan untuk membunuh jamur atau fungi.
- d. Rodentisida, pestisida ini digunakan untuk membunuh hewan seperti tikus dan hewan pengerat lainnya.
- e. Fumigan, pestisida ini berbentuk gas atau uap yang digunakan untuk insektisida, fungisida atau rodentisida. Fumigan termasuk pestisida yang sangat beracun karena penyebaran ke lingkungan dan hewan sangat cepat. Aluminum fosfat dan Metil bromida termasuk dalam pestisida jenis ini.

Menurut (Yadav,2017) berdasarkan komposisi kimianya, pestisida di klasifikan menjadi 4 (empat) kelompok utama, yaitu:

- a. Organoklorin  
Organoklorin dikenal juga sebagai hidrokarbon terklorinasi dan terdiri dari 5 (lima) atau lebih atom klor. Pestisida jenis ini digunakan di bidang pertanian sebagai pengendali dari berbagai serangga. Selain itu, Organoklorin dikenal memiliki efek residu jangka panjang pada lingkungan. Cara kerjanya yaitu dengan menyerang sistem saraf dari serangga sehingga menyebabkan kejang kejang dan kelumpuhan serta diikuti dengan kematian. Contoh dari organoklorin adalah *DDT*, *Lindane*, *Endosulfan*, *Aldrin*, *Dieldrin*, dan *Chlordane*.
- b. Organofosfat  
Organofosfat merupakan senyawa yang banyak digunakan dalam pertanian untuk mengendalikan berbagai hama dan senyawa ini mudah terurai. Sehingga pestisida jenis ini memiliki tingkat toksik yang tinggi terhadap hewan vertebrata. Golongan organofosfat antara lain *Diaznon*, *Parathion*, dan *Malathion*.

c. Karbamat

Secara struktural Karbamat memiliki struktur yang mirip dengan Organofosfat. Cara kerjanya yaitu dengan mempengaruhi transmisi saraf yang mengakibatkan kematian pada hama dikarenakan keracunan. Golongan ini banyak digunakan sebagai racun perut, racun kontak, serta fumigan. Karbamat mudah untuk terdegradasi di lingkungan, contohnya adalah *Carbaryl*, *Carbofuran*, dan *Propoxur*.

d. Piteorid

Jenis pestisida ini sangat beracun bagi serangga dan ikan tetapi sedikit beracun bagi mamalia dan burung. Piteroid sebagian besar bersifat non persisten dan mudah untuk terurai ketika terkena paparan cahaya. Contohnya yaitu *Cypermethrin* dan *Permethrin*.

Selain itu, pestisida juga diklasifikasikan berdasarkan cara mereka bertindak untuk menghasilkan efek yang diinginkan menurut (Zacharia, 2012). Yaitu:

a. Pestisida Kontak atau Non Sistemik

Pestida jenis ini hanya akan menghasilkan efek apabila senyawa yang ada pada pestisida bersentuhan dengan hama yang ditargetkan. Pestida non sistemik memiliki sistem yang tidak cukup untuk menembus jaringan tanaman dan akibatnya tidak diangkut dalam sistem vaskular tanaman. Contoh dari pestisida non sistemik adalah Paraquat dan Diquat Dibromide.

b. Pestisida Sistemik

Berbeda dengan pestisida kontak, pestisida sistemik merupakan pestisida yang secara efektif dapat menembus jaringan tanaman. Cara kerja dari pestisida sistemik adalah senyawa pestisida bergerak melalui sistem vaskular tanaman untuk menghasilkan efek yang diinginkan. Contoh dari pestisida sistemik adalah 2,4-D dan Glifosat.

c. Racun Perut

Pestisida dengan jenis ini akan memberikan efek yang diinginkan setelah pestisida tersebut dimakan oleh hewan pengganggu tanaman. Contohnya yaitu Rodentisida

d. Racun Fumigan

Fumigan merupakan pestisida yang menghasilkan uap yang dapat membunuh hama.

### 2.3 Pola Tanam

Pola tanam suatu tanaman dapat berpengaruh besar terhadap jumlah panen dan kesuburan tanah. terdapat tiga pola tanam yaitu pola tanam monokultur, pola tanam rotasi tanaman, dan pola tanam tumpangsari.

a. Pola Tanam Monokultur

Pola tanam monokultur merupakan sistem pola tanam dengan menanam tanaman sejenis. Misalnya lahan sawah petani hanya ditanami padi atau hanya ditanam jagung. Beberapa kekurangan dari pola tanam monokultur adalah adanya serangan hama dan penyakit secara eksplosif sehingga menyebabkan gagal panen pada petani. Selain itu, dengan adanya pola tanam ini menyebabkan kandungan unsur hara didalam dalam menjadi tidak seimbang (Ainun,2010)

b. Pola Tanam Rotasi Tanaman

Rotasi tanam dikenal dengan sistem pergiliran tanaman merupakan sistem penanaman dua atau lebih jenis tanaman secara bergiliran pada lahan yang sama dalam waktu tertentu. Misalnya: setelah tanaman padi diganti dengan tanaman jagung atau ubi tetapi masih dalam kurun waktu satu tahun. Pola tanam ini memiliki keuntungan antara lain dapat meningkatkan produksi pangan, meningkatkan tingkat kesuburan tanah, serta dapat terhindar dari kekeringan (Karim,2017)

c. Pola Tanam Tumpangsari

Sistem tanam dengan pola menanam dua tanaman atau lebih secara bersamaan pada satu lahan dalam kurun waktu satu tahun disebut pola tanam tumpangsari. Pola tanam ini diketahui memiliki keuntungan dapat meningkatkan intensitas penggunaan lahan (Yuwariah,2017)

#### 2.4 Frekuensi Penyemprotan Pestisida

Dalam penggunaan pestisida selain dosis, frekuensi penyemprotan juga harus diperhatikan oleh petani. Hal ini dikarenakan semakin tinggi frekuensi penyemprotan maka akan semakin besar risiko petani terkena racun pestisida. Frekuensi penyemprotan pestisida harus sesuai dengan anjuran atau aturan yang berlaku agar dapat meminimalisir efek pestisida. Sebaiknya penyemprotan dilakukan maksimal 2 kali dalam seminggu. Apabila penyemprotan pestisida melebihi batas yang telah dilakukan maka akan berdampak juga pada hilangnya biota non target serta dapat memberikan efek resistensi pada hama dan penyakit pada tanaman (Suparti, 2016)

#### 2.5 Dosis Pestisida

Pestisida dapat memiliki efek yang tidak diinginkan, bahkan ketika digunakan dengan dosis yang tepat. Dosis pestisida merupakan parameter dengan banyak kegunaan. Rekomendasi dosis pestisida yang sudah tertera pada label kemasan didasarkan pada dosis yang secara efektif membunuh hama target. Oleh karena itu, banyak label penggunaan pestisida memberikan instruksi tentang aplikasi yang tepat termasuk tempat dan kondisi lingkungan dimana produk pestisida tidak boleh diterapkan. Pestisida memiliki efek yang beragam karena kandungan bahan kimia dilepaskan langsung ke lingkungan dan dosisnya dapat mengenai target yang tidak diinginkan. Sehingga dosis pada label kemasan harus diterapkan agar tidak memberikan efek berlebih (Duke, 2017)

#### 2.6 LD<sub>50</sub> (*Lethal Dose 50*)

LD<sub>50</sub> merupakan dosis tertentu suatu senyawa toksik yang dapat membunuh 50% hewan uji. Biasanya LD<sub>50</sub> dinyatakan dalam miligram per kilogram berat badan. Nilai LD<sub>50</sub> dapat digunakan untuk acuan uji toksisitas tingkat kronik atau subkronik. Penentuan nilai LD<sub>50</sub> merupakan tahap awal untuk mengetahui keamanan suatu bahan yang akan digunakan manusia dengan menentukan besarnya dosis yang menyebabkan kematian sebesar 50% pada hewan uji. Dalam uji LD<sub>50</sub> digunakan hewan mencit atau tikus melalui oral atau dermal. Uji LD<sub>50</sub> digunakan

dalam membantu memberikan informasi mengenai dosis yang berkaitan dengan hewan target (Listiyorini, 2012)

Berbeda dengan  $LC_{50}$ ,  $LC_{50}$  merupakan konsentrasi tertentu yang dapat menyebabkan kematian pada 50% hewan uji.  $LC_{50}$  digunakan untuk mengetahui efek campuran suatu zat pencemar pada biota didalam air. Biasanya hewan uji untuk  $LC_{50}$  berupa ikan dengan beberapa syarat yaitu harus mempunyai kepekaan tinggi, umur dan berat badan yang memenuhi kriteria. Contoh hewan uji untuk  $LC_{50}$  adalah ikan mas atau ikan nila. Uji  $LC_{50}$  melalui uji statik dengan media berupa air (Pratiwi, 2012)

## 2.7 Toksisitas Pestisida

Menurut (Djojsumarto, 2008) Toksisitas pestisida merupakan daya racun yang sudah dimiliki oleh pestisida sehingga hal itu dapat berpotensi untuk menimbulkan kematian pada hewan. Pestisida merupakan racun dan bahan berbahaya sehingga akan memberikan efek negatif pada manusia baik secara langsung atau tidak langsung. Tingkat toksisitas dibagi menjadi 3 (tiga) macam. Yaitu:

### a. Toksisitas akut

Toksisitas akut dari pestisida mengacu pada kemampuan bahan kimia untuk menyebabkan efek pada seseorang atau hewan dari paparan tunggal, umumnya berlangsung singkat. Empat jalur paparan dari toksisitas akut ini adalah kulit, inhalasi, oral, dan mata. Toksisitas akut diukur sebagai jumlah atau konsentrasi racun yang diperlukan untuk membunuh 50% populasi hewan dalam pengujian. Biasanya ukuran ini dinyatakan dalam  $LD_{50}$  (dosis mematikan 50) atau  $LC_{50}$  (konsentrasi mematikan 50) dan dicatat dalam miligram pestisida per kilogram berat badan hewan uji (mg/kg) atau dalam bagian per juta (ppm). Semakin rendah  $LD_{50}$  atau  $LC_{50}$  dari pestisida maka akan semakin besar toksisitasnya terhadap hewan dan manusia. Pestisida dengan  $LD_{50}$  tinggi memiliki tingkat racun yang paling tinggi bagi manusia.

### b. Toksisitas kronik

Toksisitas kronik dari pestisida ditentukan dengan membuat hewan uji terpapar bahan aktif dalam jangka waktu lama. Toksisitas kronis dari pestisida lebih sulit ditentukan melalui analisis laboratorium daripada toksisitas akut. Beberapa efek kronik antara lain cacat lahir, kelainan darah, dan gangguan saraf.

### c. Toksisitas subkronik

Toksisitas subkronik digunakan untuk mengetahui pengaruh yang merugikan akibat pemberian takaran harian secara berulang dari obat, bahan kimia yang berlangsung sekitar 10% dari rentang hidupnya. Toksisitas ini menyediakan informasi mengenai organ target, kemungkinan terjadinya akumulasi, dan estimasi dari level yang tidak menimbulkan efek dari suatu paparan yang dapat digunakan untuk menentukan dosis kronik.

WHO mengklasifikasikan tingkat toksisitas pestisida berdasarkan perilaku toksik pada tikus atau hewan yang diberikan secara oral dan dermal dengan memperkirakan  $LD_{50}$  yang menghasilkan kematian pada 50% hewan uji. Berikut merupakan **Tabel 1** tingkat bahaya pestisida menurut WHO:

**Tabel 1** Tingkat Bahaya WHO

Kelas	LD50 untuk tikus (mg/kg berat badan)	
	Oral	Dermal
Ia Sangat Berbahaya	<5	<50
Ib Berbahaya	5 – 50	50 – 200
II Cukup Berbahaya	50 - 2000	200 – 2000
III Sedikit Berbahaya	>2000	>2000
U Tidak Berbahaya	>5000	

Sumber: WHO

Petani banyak menggunakan pestisida sintesis untuk mengendalikan hama berbahaya dan agar mencegah kerusakan hasil panen. Petani secara rutin terpapar pestisida sehingga resiko bahayanya lebih besar daripada konsumen, paparan tersebut terjadi selama persiapan peralatan pestisida hingga pencucian alat pestisida. Paparan pestisida dapat terjadi melalui 3 rute, yaitu:

- a. Penyerapan pestisida melalui dermal  
Pestisida dapat diserap melalui kulit atau dermal. Hal ini terjadi karena percikan dan tumpahan pestisida saat petani mencampur pestisida. Tingkat bahaya yang ditimbulkan dari paparan tersebut dapat masuk ke dalam kulit tergantung dari toksisitas suatu pestisida. Selain itu faktor tingginya tingkat bahaya pestisida juga dilihat dari durasi paparan, formula dari pestisida serta bagian tubuh yang terkena.
- b. Penyerapan pestisida melalui oral  
Selain melalui kulit, pestisida juga dapat masuk ke dalam tubuh melalui mulut atau oral. Melalui rute oral, pestisida dapat menyebabkan penyakit yang serius hingga menyebabkan kematian. Pestisida ini dapat masuk ke dalam tubuh secara disengaja atau tidak disengaja oleh manusia yang tidak mencuci tangan sebelum makan atau setelah merokok. Bahan pestisida yang tertelan akan diserap melalui saluran pencernaan terutama usus kecil. Setelah penyerapan terjadi maka bahan tersebut akan masuk ke dalam darah dan disalurkan ke seluruh tubuh.
- c. Penyerapan pestisida melalui inhalasi  
Rute ketiga dari penyerapan pestisida adalah melalui saluran inhalasi. Pestisida yang masuk melalui saluran inhalasi dapat menyebabkan kerusakan yang serius pada hidung, tenggorokan, hingga jaringan paru paru. Biasanya, partikel pestisida masuk ke dalam saluran inhalasi ketika petani sedang menyemprotkan pestisida ke tanaman (Damalas dan Koutroubas, 2016)

## **2.8 Dampak Pestisida Terhadap Lingkungan**

- a. Kontaminasi pestisida terhadap air tanah  
Polusi air tanah akibat pestisida sudah banyak terjadi. Menurut USGD setidaknya terdapat 143 jenis pestisida yang berbeda dan 21 produk transformasi. Hasil survei yang telah dilakukan di India, sebesar 58% air sumur disekitar Bhopal terkontaminasi dengan pestisida Organoklorin diatas standar EPA (Aktar, 2009). Lingkungan akuatik dapat terpapar secara langsung dan tidak langsung. Pestisida dapat masuk ke dalam air melalui

semprotan yang berlebih atau limpasan. Pencemaran pestisida dipengaruhi oleh kelarutan air dan kemampuan penyerapan suatu ekosistem. Misalnya herbisida Clomazone memiliki tingkat larut dalam air yang baik sehingga memungkinkan untuk mencemari air tanah (Dahab, 2017)

b. Kontaminasi pestisida terhadap tanah

Pestisida dapat memberikan dampak terhadap tanah, hal ini dikarenakan mikroorganisme disekitar tanah terkena penyemprotan pestisida. Herbisida umumnya menyebabkan kerusakan cukup parah dengan menghambat pertumbuhan jamur mikroriza (Dahab, 2017)

c. Kontaminasi pestisida terhadap udara

Adanya kandungan pestisida di udara dapat disebabkan oleh penyemprotan pestisida. Akibat dari penyemprotan pestisida ini dapat berakibat untuk hewan lainnya seperti burung bahkan manusia (Kaur, 2014)

## 2.9 Penggunaan SIG (Sistem Informasi Geografi)

SIG merupakan sistem informasi yang berbasis digital analisis geografi. SIG digunakan untuk pemetaan lokasi berdasarkan kondisi dan pola. Komponen yang terdapat di SIG berupa database. Database inilah yang berfungsi untuk mencari lokasi yang akan diperlukan.

Aplikasi ini memiliki kelebihan antara lain untuk mencari lokasi tertentu berdasarkan kondisi dan pola dari data base yang sudah ada. Selain itu, SIG dapat digunakan untuk menganalisis dalam mengambil keputusan untuk rencana mitigasi di daerah rawan bencana. Untuk teknik lingkungan, aplikasi ini dapat digunakan untuk memetakan dan memantau pencemaran air, serta mencari lokasi untuk air tanah (P.V.Khandve, 2011)