

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pestisida

Pestisida berasal dari kata *pest* (hama) yang diberi akhiran *-cide* (pembasmi) sehingga dapat diartikan sebagai pembasmi hama (Wikipedia, 2019). Pestisida pertanian atau pestisida pada umumnya merupakan bahan kimia atau campuran bahan kimia serta bahan-bahan lain seperti ekstrak tumbuhan, mikroorganisme, dan lain sebagainya. Senyawa pestisida bersifat bioaktif, artinya pestisida dengan satu atau beberapa cara dapat mempengaruhi kehidupan, seperti menghentikan pertumbuhan, membunuh hama/penyakit, menekan hama/penyakit, membunuh/menekan gulma, mengusir hama, mempengaruhi/mengatur pertumbuhan tanaman, mengeringkan/merontokan daun dan sebagainya (Panut Djojsumarto, 2000)

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor/107/Permentan/SR.140/2014 Tahun 2014 tentang Pengawasan Pestisida, yang dimaksud dengan pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang dipergunakan untuk:

1. Memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian.
2. Memberantas rerumputan.
3. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan.
4. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman tidak termasuk pupuk.
5. Mengatur atau mencegah hama-hama luar pada hewan-hewan piaraan dan ternak.
6. Memberantas atau mencegah hama-hama air.
7. Memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan dalam alat-alat pengangkutan.
8. Memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah dan air.

2.2 Penggolongan Pestisida

Pestisida memiliki sifat fisik, sifat kimia dan daya kerja yang berbeda-beda, sehingga terdapat berbagai macam jenis pestisida. Penggolongan pestisida dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung pada kepentingannya, seperti berdasarkan sasaran yang akan dikendalikan, berdasarkan struktur kimianya, berdasarkan bentuknya dan berdasarkan cara kerjanya.

2.2.1 Penggolongan Pestisida Berdasarkan Sasarannya

Pestisida dapat digunakan untuk mengatasi gangguan tanaman oleh faktor biotik (makhluk hidup) atau sering disebut juga sebagai organisme pengganggu

tanaman (OPT) (Djojsumarto, 2008). Berdasarkan OPT sasarannya, pestisida dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis berikut :

Tabel 1. Penggolongan Pestisida Berdasarkan OPT Sasarannya

| No | Jenis Pestisida | Kegunaan |
|----|--|--|
| 1 | Insektisida; a. ovisida b. larvasida | Mengendalikan hama berupa serangga; a.telur serangga b.larva serangga |
| 2 | Akarisida | Mengendalikan akarina (tungau atau <i>mites</i>). |
| 3 | Moluskisida | Mengendalikan hama dari bangsa siput (moluska). |
| 4 | Rodentisida | Mengendalikan hewan pengerat (tikus). |
| 5 | Nematisida | Mengendalikan nematoda |
| 6 | Fungisida | Mengendalikan penyakit tanaman oleh cendawan (jamur atau fungi). |
| 7 | Bakterisida | Mengendalikan penyakit tanaman oleh bakteri. |
| 8 | Herbisida | Mengendalikan gulma (tumbuhan pengganggu). |
| 9 | Algasida | Mengendalikan ganggang (<i>algae</i>). |
| 10 | Piskisida | Mengendalikan ikan buas |
| 11 | Avisida | Meracuni burung perusak hasil pertanian. |
| 12 | Repelen | Tidak bersifat membunuh, hanya mengusir hama. |
| 13 | Atraktan | Menarik atau mengumpulkan serangga. |
| 14 | ZPT | Mengatur pertumbuhan tanaman (memacu pertumbuhan atau menekan pertumbuhan). |
| 15 | <i>Plant activator</i> | Merangsang timbulnya kekebalan tumbuhan sehingga tahan terhadap penyakit tertentu. |

Sumber : Panut Djojsumarto, 2008

2.2.2 Penggolongan Pestisida Berdasarkan Komposisi Senyawa Kimia

Berdasarkan komposisi senyawa kimianya dan pengaruhnya terhadap fisiologi, pestisida dapat diklasifikasikan mejadi organoklorin, organofosfat, karbamat dan piretroid.

1. Organoklorin

Organoklorin merupakan kelompok pestisida pertama yang di sintetis untuk digunakan di bidang pertanian dan kesehatan masyarakat (Yadav, 2017). Golongan ini terdiri atas karbon, klorin dan hidrokarbon. Golongan ini sering disebut *chlorinated hydrocarbons*, *chlorinated organics*, *chlorinated insecticides* atau *chlorinated synthetics*. Secara kimia golongan ini termasuk insektisida dengan toksisitas relatif rendah tetapi mampu bertahan lama di lingkungan (Sudarmo, 2007).

Insektisida ini digunakan untuk mengontrol hama serangga dan dapat mengganggu sistem saraf pada serangga yang menyebabkan kejang dan kelumpuhan, diakhiri dengan kematian. Contoh paling umum dari pestisida jenis ini yaitu : DDT, lindane, endosulfan, aldrin, dieldrin dan *chlordan*. Penggunaan DDT sudah banyak dilarang di beberapa negara, termasuk Amerika Serikat. Namun di sebagian besar negara berkembang tropis, DDT masih digunakan untuk pengendalian vektor (terutama malaria) (Yadav, 2017).

2. Organofosfat

Organofosfat sering disebut sebagai *organic phosphates*, *phosphorus insecticides*, *phosphates*, *phosphate insecticides* dan *phosphorus esters* atau *phosphoric acid esters* (Sudarmo, 2007). Pestisida golongan ini memiliki spektrum luas yang dapat mengendalikan berbagai hama karena berbagai fungsi yang dimilikinya. Organofosfat memiliki karakteristik sebagai racun lambung, racun kontak dan racun *fumigant* yang mempengaruhi saraf.

Pestisida ini dapat terurai (*biodegradable*), menimbulkan polusi lingkungan yang rendah, dan resisten lambat terhadap hama. Organofosfat lebih toksik terhadap hewan vertebrata dan invertebrata. Efek yang ditimbulkan adalah pergerakan otot secara cepat (kejang), sehingga menyebabkan kelumpuhan dan kematian. Insektisida organofosfat yang sering digunakan yaitu parathio, malathion, diazinon dan *glyphosphate* (Yadav, 2017).

Pestisida golongan organofosfat tidak tahan terhadap suhu tinggi dan cahaya matahari, khususnya spektrum ultraviolet. Dengan demikian apabila organofosfat diaplikasikan dengan interval waktu yang lama sebelum masa panen, maka residu yang terdapat pada produk pertanian akan semakin sedikit karena adanya proses degradasi yang dipengaruhi oleh suhu dan cahaya matahari (Dewi, 2017).

3. Karbamat

Secara struktur, karbamat mirip dengan organofosfat. Namun karbamat berasal dari *carbamic acid* atau *dimethyl N-methyl carbamic acid* yang digunakan sebagai insektisida, herbisida, fungisida, dan nematisida. Persistensi karbamat lebih rendah dibandingkan dengan organoklorin dan organofosfat (Garcia,dkk, 2012). Prinsip kerja pestisida karbamat mirip dengan organofosfat yaitu dengan mempengaruhi transmisi sinyal saraf sehingga mengakibatkan kematian hama karena keracunan. Karbamat dapat dengan mudah terdegradasi di lingkungan dengan menghasilkan sedikit polusi. Beberapa pestisida yang termasuk dalam golongan ini yaitu *carbaryl*, *carbofuran*, *propoxur*, dan *aminocarb* (Yadav, 2017).

4. Piretroid

Piretroid merupakan insektisida alami yang terbuat dari ekstrak piretrum dari bunga krisan, yang lebih dikenal sebagai piretrin. Kemudian, pestisida ini diproduksi secara sintetis dan diproduksi secara komersial (Garcia,2012).

Piretroid sintetis bersifat lebih stabil dengan efek residu yang lebih panjang dibandingkan piretroid alami. Piretroid sintetis akan bersifat sangat toksik bagi serangga dan ikan, dibandingkan bagi mamalia dan burung. Pestisida ini bersifat non-persisten dan mudah pecah strukturnya apabila terkena cahaya. Piretroid sintetis dianggap insektisida paling aman digunakan dalam makanan. *Cypermethrin* dan *permethrin* merupakan jenis piretroid sintetis yang paling banyak digunakan (Yadav, 2017).

2.3 Aplikasi Penggunaan Pestisida

Penggunaan pestisida secara bijaksana dapat memberikan keuntungan bagi manusia, seperti dapat meningkatkan produksi tanaman karena gangguan yang disebabkan oleh hama dan penyakit pada tanaman menurun, pasokan makanan akan terjaga kesinambungannya karena hasil panen yang meningkat, dan meningkatkan kesehatan, kualitas dan harapan hidup manusia dikarenakan oleh tersedianya pasokan makanan yang bermutu dan lingkungan yang lebih baik. Namun dalam kenyataannya, penggunaan pestisida masih dilakukan secara tidak bijaksana sehingga menimbulkan berbagai dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Salah satu contoh dampak negatif yang ditimbulkan bagi lingkungan yaitu menurunkan keanekaragaman hayati dan pencemaran lingkungan. Selain itu penggunaan pestisida yang tidak tepat dapat mengakibatkan hama dan penyakit tanaman menjadi resisten terhadap pestisida (Supriadi, 2013).

Penggunaan pestisida agar menjadi lebih efektif dalam melakukan fungsinya untuk mengendalikan hama dan patogen agar tidak terjadi resistensi terhadap pestisida perlu memperhatikan prinsip 5 (lima) tepat (Kelana, 2017), yaitu :

1. Tepat sasaran

Tepat sasaran yaitu mengetahui secara tepat organisme sasaran yang akan menjadi target untuk dikendalikan. Gunakan jenis pestisida sesuai dengan organisme sasaran, karena tidak semua pestisida efektif untuk semua hama.

2. Tepat jenis dan mutu

Tepat jenis yaitu menentukan secara tepat jenis pestisida yang akan digunakan dalam mengendalikan organisme sasaran. Selain itu gunakan pestisida yang terdaftar atau memiliki izin, tidak kadaluarsa, memiliki wadah yang masih baik dan memperhatikan label kemasan secara lengkap.

3. Tepat waktu

Tepat waktu yaitu menentukan waktu yang tepat ketika akan mengaplikasikan pestisida untuk mengendalikan organisme sasaran. Penentuan waktu dapat berdasarkan pada fase rentan hama, kepadatan populasi, dan kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan yang dimaksud yaitu seperti tidak mengaplikasikan pestisida saat hujan, tingginya kecepatan angin, dan saat cuaca panas terik.

4. Tepat dosis atau konsentrasi

Tepat dosis atau konsentrasi yaitu menggunakan pestisida sesuai dengan takaran dosis atau konsentrasi yang direkomendasikan. Apabila dosis yang digunakan kurang maka akan menyebabkan hama target tidak mati, bahkan akan menjadi kebal karena akan lebih mudah beradaptasi terhadap pestisida tersebut.

5. Tepat cara aplikasi

Tepat cara aplikasi yaitu mengaplikasikan pestisida dengan cara yang benar sesuai dengan bentuk dan jenis formulasi pestisida. Selain itu juga perlu memperhatikan keberadaan dari organisme sasaran yang dituju dan memperhatikan cuaca saat melakukan pengaplikasian.

2.3.1 Pencampuran Pestisida

Pencampuran pestisida merupakan kegiatan melakukan kombinasi dua atau lebih pestisida dalam suatu larutan semprot. Pencampuran pestisida dapat dilakukan antara dua atau lebih pestisida yang memiliki bahan aktif berbeda ataupun antara pestisida yang memiliki jenis berbeda (nabati, hayati, dan sintetis). Pengaplikasian pestisida yang dicampur kedalam suatu tangki semprot dapat digunakan secara bergantian pada musim tanam, satu waktu, atau membuat formula yang berasal dari pestisida dengan kandungan bahan aktif yang berbeda (Clyod, 2011).

Melakukan pengaplikasian pencampuran pestisida memiliki beberapa keuntungan seperti meningkatkan efektifitas kerja, mengurangi jumlah pestisida, dan menekan potensi organisme pengganggu tanaman (OPT) menjadi resisten. Akan tetapi, pencampuran pestisida juga menimbulkan dampak negatif seperti keracunan pada tanaman (fitotoksik) dan menurunkan keefektifan karena jenis pestisida yang digunakan bersifat antagonis (Clyod, 2011).

Pencampuran pestisida diperbolehkan dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal, yaitu:

1. Tidak mencampur pestisida yang termasuk dalam golongan yang sama.
2. Tidak mencampur pestisida yang memiliki cara kerja sama terhadap organisme sasaran, misal mencampur pestisida racun kontak dengan kontak, pestisida racun sistemik dengan sistemik.
3. Apabila pestisida berbentuk bubuk maka lebih baik dilarutkan terlebih dahulu, baru kemudian ditambahkan dengan pestisida cair.

Apabila ketiga hal tersebut diperhatikan pada saat melakukan pencampuran pestisida, maka akan dapat meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan. Melakukan pencampuran beberapa merek dagang pestisida dengan bahan aktif yang sama hanya akan mengakibatkan pemborosan karena manfaat yang dimiliki sama. Selain itu, pencampuran dua jenis bahan aktif yang sama akan meningkatkan jumlah residu yang dihasilkan .

2.3.2. Penentuan Dosis Pestisida

Penggunaan pestisida perlu memperhatikan dosis atau konsentrasi pengaplikasian yang direkomendasikan. Informasi terkait dosis penggunaan pestisida dapat dilihat pada label cara penggunaan yang ada pada kemasan pestisida. Dosis yang tertera pada kemasan biasanya berupa takaran seberapa banyak pestisida yang ditambahkan untuk dilarutkan per liter air. Informasi terkait penggunaan dosis takaran pestisida yang direkomendasikan juga dapat dilihat pada rekapitulasi ijin pestisida yang terdapat pada laman website www.pestisida.id.

Penggunaan pestisida yang tidak sesuai dengan dosis yang direkomendasikan dapat berpengaruh terhadap daya penanggulangan hama dan penyakit pada tanaman yang dihasilkan. Apabila dosis terlalu rendah atau sedikit, maka hama atau penyakit pada tanaman tersebut tidak berkurang karena daya racun yang dihasilkan tidak maksimal. Namun apabila dosis yang diberikan terlalu berlebih, meskipun secara cepat organisme sasaran akan berkurang, tetapi seiring berjalannya waktu organisme sasaran akan resisten terhadap kandungan racun pestisida. Selain itu, penggunaan dosis yang berlebih dapat meningkatkan kemungkinan organisme non target mengalami keracunan dan lingkungan menjadi tercemar akibat tingginya residu kimia yang dihasilkan.

Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa tidak semua petani menggunakan pestisida sesuai dengan label atau cara penggunaan yang direkomendasikan pada kemasan. Ada sebagian petani yang menentukan dosis pemakaian pestisida dengan mengikuti saran dari teman sesama petani atau bahkan melakukan percobaan sendiri terkait takaran yang akan digunakan. Sebanyak 40,7% petani di Kec.Penawangan menyatakan bahwa tidak perlu membaca label pada kemasan, 64,8% menyatakan bahwa penggunaan pestisida berdasarkan petunjuk teman sesama petani (Yuantari, 2013). Pada penelitian di Kabupaten Indramayu diketahui bahwa presentase petani di Kecamatan Terisi 80%, Lelea 96,7% dan Kroya 86.7% menyatakan bahwa penentuan dosis tidak sesuai dengan label yang ada pada kemasan (Etmawati, 2016).

2.3.3 Frekuensi Penyemprotan Pestisida

Frekuensi penyemprotan merupakan seberapa banyak penyemprotan pestisida yang dilakukan petani pada kurun waktu tertentu. Frekuensi penyemprotan pestisida pada setiap jenis tanaman dapat berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan pestisida yang digunakan. Selain jenis tanaman, iklim juga dapat mempengaruhi frekuensi penyemprotan pestisida yang digunakan. Terjadinya perubahan iklim dapat meningkatkan penggunaan bahan aktif pestisida dengan prediksi sebesar 60% (Yuantari, 2013).

Penelitian terhadap petani cabai di Kecamatan Baturiti terhadap frekuensi penyemprotan pestisida, diketahui bahwa dalam 1 musim tanam sebesar 90% petani melakukan penyemprotan lebih dari 12 kali, dan 10% petani melakukan penyemprotan sekitar 10-12 kali dalam 1 musim. Frekuensi penyemprotan pada setiap musim berbeda-beda, pada musim kemarau penyemprotan dilakukan 1 minggu sekali. Sedangkan pada musim hujan penyemprotan akan lebih intensif yaitu 2-3 hari sekali dikarenakan tanaman akan lebih rentan terkena hama dan penyakit (Dewi, 2017).

2.4 Pola Tanam

Pola tanam merupakan teknik penanaman dengan mengatur jumlah jenis tanaman yang akan ditanam pada satu lahan dalam periode tertentu. Terdapat dua sistem pola tanam, yaitu:

1. Monokultur

Monokultur (Penanaman tunggal) merupakan sistem tanam dengan melakukan penanaman satu jenis tanaman pada satu lahan selama waktu tertentu. Misal, dalam kurun waktu satu tahun satu lahan hanya ditanami tanaman cabai, tidak dilakukan variasi jenis tanaman. Hal tersebut dapat menurunkan kesuburan tanah dan menyebabkan hama dan penyakit tanaman dapat menyebar dengan cepat dan dapat menyerang pada periode tanam selanjutnya. Terdapat variasi dari sistem ini yaitu monokultur spasial, dimana pada satu lahan akan ditanami jenis tanaman yang berbeda pada musim tanam selanjutnya, sehingga siklus hidup organisme pengganggu tanaman (OPT) dapat terputus dan kesuburan tanah terjaga (Pradana, 2017).

2. Polikultur

Polikultur merupakan sistem tanam dengan melakukan penanaman berbagai jenis tanaman pada satu lahan dalam satu waktu. Misal pada satu lahan ditanami tomat dan timun yang ditanam secara berselingan. Sistem pola tanam ini bertujuan untuk meningkatkan keberagaman hasil panen, menurunkan serangan OPT, memutus siklus hidup OPT, mengurangi penggunaan pestisida, dan menjaga kesuburan tanah (Pradana, 2017).

2.5 Toksisitas dan Risiko Pestisida

Terdapat perbedaan antara toksisitas dan risiko pada penggunaan pestisida. Toksisitas mengacu kepada kemampuan racun untuk melekat pada suatu material. Toksisitas suatu bahan dinyatakan secara kuantitatif yaitu LD₅₀ (*lethal dose 50%*) atau LC₅₀ (*lethal concentration 50%*). Sedangkan risiko atau bahaya (*risk or hazard*) tidak hanya tergantung pada toksisitas suatu bahan, tetapi tergantung juga pada kemungkinan paparan yang terjadi saat pestisida digunakan. Secara sederhana, toksisitas merupakan kapasitas suatu zat untuk menghasilkan penyakit atau bahkan kematian, sedangkan risiko adalah kombinasi dari toksisitas dan paparan (Damalas, 2016)

LD₅₀ merupakan jumlah pestisida (*lethal dose*) yang membunuh 50% hewan uji. Pengujian toksisitas ini biasanya melalui kulit (*dermal*) atau mulut (*oral*). Dosis yang diberikan dinyatakan dalam miligram perkilogram berat badan hewan (*mg/kg body weight*) pestisida dengan angka dibawah LD₅₀ akan lebih toksik, karena dengan lebih sedikit pestisida yang digunakan akan membunuh setengah dari hewan uji (*Ministry of Agriculture Columbia, 2017*).

LC₅₀ merupakan ukuran toksisitas yang digunakan pada pengujian toksisitas melalui pernapasan (*inhalasi*), ketika hewan uji menghirup udara yang tercampur dengan debu pestisida, uap atau kabut semprotan. LC₅₀ merupakan konsentrasi pestisida yang dapat membunuh hingga 50% dari populasi hewan uji dan biasanya ditentukan untuk paparan dalam periode tertentu (misalnya menghirup selama 4 jam). Nilai LC₅₀ untuk pestisida di udara dapat dinyatakan sebagai rasio pestisida dengan udara (*ppm* atau *ppb*) (*Ministry of Agriculture Columbia, 2017*).

Penggunaan pestisida dapat mendapat risiko akibat kontaminasi pestisida secara langsung maupun tidak langsung, yang dapat mengakibatkan keracunan, baik akut maupun kronis. Pestisida merupakan racun karena sifat senyawanya yang bioaktif. Meskipun telah melalui pengujian yang ketat dalam pengadaannya secara komersial, namun karena bersifat racun maka akan selalu mengandung risiko (bahaya) dalam penggunaannya, baik risiko bagi manusia (keselamatan pengguna dan konsumen) maupun lingkungan (Djojsumarto, 2000).

Manusia dapat terkontaminasi atau terpapar oleh pestisida melalui beberapa jalur, kulit (*dermal*), mulut (*oral* atau *ingestion*) dan penapasan (*inhalation*).

1. *Dermal*

Penyerapan pestisida melalui kulit dapat terjadi akibat percikan atau tumpahan yang terjadi saat menangani (mencampur, memuat, atau membuang) pestisida. Tingkat bahaya yang terjadi akibat penyerapan pestisida melalui kulit (*dermal*) tergantung pada toksisitas pestisida, lama paparan, formulasi pestisida, dan bagian tubuh yang terkontaminasi.

Pestisida berbentuk bubuk, debu atau granular tidak mudah diserap melalui kulit dan jaringan tubuh lainnya dibandingkan dengan pestisida dengan formulasi cair. Pestisida cair yang mengandung pelarut (pelarut organik) dan pestisida berbasis minyak biasanya lebih cepat diserap dibandingkan dengan pestisida kering (Damalas, 2016).

2. Oral atau *Ingestion*

Paparan pestisida melalui mulut (oral) dapat terjadi secara tidak sengaja maupun secara sengaja. Paparan terjadi secara sengaja ketika produk ketika individu secara sengaja mengonsumsi produk pestisida dengan niat membahayakan dirinya. Paparan melalui mulut juga dapat terjadi ketika sebelum makan atau merokok tidak mencuci tangan dengan benar. Selain itu pestisida dapat tertelan secara tidak sengaja, ketika penyimpanan pestisida tidak dilakukan dengan benar, misal disimpan pada wadah makanan. Bahan-bahan yang terkandung dalam pestisida tersebut setelah tertelan maka akan diserap disepanjang saluran pencernaan, terutama pada usus kecil. Setelah terserap, maka bahan-bahan tersebut akan menuju aliran darah dan kemudian dengan mudah terdistribusikan ke seluruh tubuh. Dengan demikian, pestisida dapat menyebabkan penyakit serius, cedera parah, atau bahkan kematian (Damalas, 2016).

3. *Inhalation*

Pestisida yang masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi dapat menyebabkan kerusakan serius pada hidung, tenggorokan dan jaringan paru-paru. Pestisida dapat dengan cepat menyerap melalui jalur ini sehingga risiko paparan terhadap pernapasan dapat meningkat. Potensi terbesar keracunan pestisida melalui paparan inhalasi adalah dengan uap atau partikel yang sangat halus dari larutan penyemprotan. Paparan pestisida akan rendah ketika melakukan penyemprotan larutan pestisida encer menggunakan alat penyemprotan konvensional karena pada umumnya akan menghasilkan ukuran tetesan yang lebih besar. Sebaliknya, potensi paparan inhalasi akan meningkat ketika peralatan penyemprotan dengan volume rendah digunakan untuk menyemprot bahan terkonsentrat, sehingga menghasilkan ukuran tetesan yang lebih kecil (Damalas, 2016).

Selain ketika jalur paparan tersebut, ternyata pestisida juga dapat membahayakan ketika mengenai mata. Mata sangat sensitif terhadap penyerapan, sehingga apabila pestisida kontak dengan mata dapat mengakibatkan ancaman langsung, mulai dari iritasi, kebutaan bahkan hingga kematian. Dengan demikian, untuk menghindari terjadinya paparan pestisida terhadap anggota tubuh maka saat menggunakan pestisida diharuskan untuk menggunakan alat perlindungan diri.

2.6 Dampak Pestisida Terhadap Kesehatan dan Lingkungan

2.6.1 Dampak Pestisida Terhadap Kesehatan

Kebanyakan pestisida, terutama jenis organoklorin bersifat sangat resisten terhadap degradasi mikroba. Oleh karena itu, pestisida dapat terakumulasi pada lemak tubuh manusia dan terakumulasi di lingkungan yang dapat menimbulkan masalah bagi kesehatan manusia (Kumar, 2012).

Keracunan pestisida merupakan masalah kesehatan yang serius yang terjadi diberbagai belahan dunia. Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO), selama tahun 2002 tercatat bahwa peristiwa keracunan pestisida melalui *ingestion* mengakibatkan sekitar 186.000 orang meninggal dunia dan 4.420.000 orang mengalami cacat. Pestisida menimbulkan efek berbahaya bagi kesehatan tubuh. Efek bahaya yang ditimbulkan tergantung pada jenis pestisida yang digunakan. Paparan kronis yang ditimbulkan pestisida dapat menimbulkan efek terhadap kulit, mata, *nervous system*, sistem kardiovaskular, saluran pencernaan, hati, ginjal, sistem reproduksi, sistem endokrin dan darah. Selain itu pestisida juga dapat berbahaya bagi sistem imunitas, dan beberapa jenis pestisida tua dapat menyebabkan kanker (*The World Health Organization* (WHO), 2010).

2.6.2 Dampak Pestisida Terhadap Lingkungan

Kadar pestisida yang berlebihan pada lingkungan dapat menjadi penyebab terganggunya kelestarian lingkungan sehingga timbul pencemaran baik terhadap air, tanah, maupun udara. Pencemaran lingkungan yang terjadi dapat mengganggu sistem kehidupan pada organisme lainnya yang ada di biosfer. Penggunaan pestisida dari golongan organofosfat seperti diazinon, parathion dan *chlorvinphos* dapat menurunkan populasi *Acarina sp*, namun dapat meningkatkan populasi *Collebola sp*. Dengan demikian, apabila penggunaannya tidak sesuai dosis yang dianjurkan dapat mengganggu keberlangsungan hidup kedua populasi tersebut dan mengganggu ekosistem yang ada (M. Yuantari, 2009).

Kasus pencemaran pestisida pada perairan terjadi di Sungai Ciliwung, Jawa barat. Sungai yang mengalir melewati daerah Bogor, Depok, dan Jakarta tersebut memiliki kandungan residu insektisida endosulfan dengan konsentrasi sekitar 0,7-4 µg/L. Selain itu pada perairan yang digunakan untuk budidaya perikanan di Sukabumi, Jawa Barat, juga ditemukan kandungan residu organoklorin dan karbamat (*MIPC, BPMC, karbofuran*).

Keberadaan residu tersebut dipengaruhi oleh aktifitas pertanian yang ada di sepanjang daerah aliran sungai. Beberapa residu organoklorin, organofosfat, piretroid, dan karbamat juga ditemukan pada tanah di kolam budidaya ikan tersebut (Taufik, 2011). Beberapa golongan pestisida bersifat persisten, sehingga bahan aktifnya dapat bertahan lama di lingkungan dan tidak mudah terdegradasi.

2.7 Pemetaan Penggunaan Pestisida dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG)

Pada tahun 2008 telah dilakukan penelitian oleh Houdart,dkk mengenai penentuan risiko polusi pestisida yang berasal dari lahan menuju badan air. Penelitian dilakukan pada badan air yang berada sisi-sisi gunung Montagne Pelee di utara pulau Martinique, Prancis Hindia Barat. Penelitian dilakukan menggunakan metode IcPhyto dan spasial analisis menggunakan program Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu *ArcView* (versi 9.1). IcPhyto digunakan untuk melakukan kalkulasi pada indikator yang berkontribusi menimbulkan polusi pada tiap lahan. Indikator-indikator penentu risiko polusi pestisida yang telah diperoleh dari metode sebelumnya, kemudian diolah menggunakan SIG.

Alat analisis spasial dan alat statistik spasial yang merupakan fungsionalitas dari SIG digunakan untuk menggambarkan nilai IcPhyto dari setiap lahan pada area studi. Dengan demikian dihasilkan gambar berupa data spasial yang menunjukkan tingkat risiko polusi pestisida pada masing-masing lahan pada area studi (Houdart, 2009)

Penelitian dengan menggunakan metode IcPhyto dan SIG juga telah dilakukan oleh Prananda pada tahun 2017 pada area studi yaitu lahan pertanian yang berada di Kecamatan Cangkringan, Yogyakarta. Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko penggunaan pestisida dan visualisasi persebaran risiko polusi pestisida pada setiap lahan pertanian di area studi. Visualisasi persebaran risiko polusi tersebut dihasilkan dari analisis spasial menggunakan program SIG yaitu *ArcGIS* (Prananda, 2017).

2.8 Metode IcPhyto

IcPhyto merupakan metode perhitungan dengan melakukan kalkulasi terhadap indikator yang berkontribusi terhadap pencemaran oleh pestisida yang terdapat pada suatu lahan . Hasil kalkulasi tersebut diperlukan untuk menentukan tingkat risiko dari penggunaan pestisida. Terdapat lima tingkat kelas risiko berdasarkan IcPhyto mulai dari *zero, low, medium, high, dan very high*.

Indikator yang perlu diketahui untuk menentukan tingkat risiko dengan metode ini yaitu jenis pestisida , dosis pestisida, luas lahan pertanian, *loading rate* pestisida pada suatu lahan , nilai toksisitas bahan aktif pestisida, nilai paparan bahan aktif , dan faktor bahaya bahan aktif (Houdart, 2009).

Metode IcPhyto didesain untuk memudahkan menilai potensi risiko dari pencemaran pestisida pada badan air. Metode ini diperuntukkan bagi wilayah vulkanik dan area tropis yang mempunyai keanekaragaman tanaman dan belum ditemukannya informasi terkait keberadaan pestisida di lingkungan (Houdart, 2009).

2.9 Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian terdahulu yang mendukung penelitian ini adalah :

Tabel 2 Penelitian Terdahulu

| No | Nama Peneliti | Judul | Tujuan | Hasil |
|----|----------------------|---|--|--|
| 1 | Marie Houdart (2009) | <i>Assessing Pesticide Pollution Risk: From Field to Watershed</i> | Melakukan pemetaan tingkat risiko penggunaan pestisida dengan metode IcPhyto di wilayah Martinique, Prancis. | <ul style="list-style-type: none"> • Pestisida yang paling banyak digunakan selama 1 tahun (2001/2002) di 468 titik lahan pertanian yaitu jenis insektisida (63%), dan kandungan bahan kimia terbesar yaitu organofosfat (285 kg). • Penelitian tingkat risiko pestisida pada 9 sub-DAS yang menuju DAS ‘Capot River’ menunjukkan bahwa, sub-DAS Ravine, Noire, dan Cloche memiliki tingkat risiko tertinggi, dimana 10-20 Ha memiliki risiko medium hingga sangat tinggi. Ketiga sub-DAS tersebut disimpulkan sebagai kontributor terbesar terhadap pencemaran pestisida di <i>Capot River</i>. (Houdart, 2009) |
| 2 | Dio Prananda (2017) | Pemetaan Tingkat Risiko Penggunaan Pestisida Pada Area Pertanian di Kec.Cangkringan, Sleman | Mengetahui jenis pestisida yang dipakai pada area pertanian di lokasi studi, dan menganalisis tingkat risiko | <ul style="list-style-type: none"> • Pestisida yang banyak digunakan pada area pertanian di area studi yaitu golongan Avermactin dan Organofosfat. • Loading rate terbesar dari pestisida yang dipakai yaitu pada bahan aktif mankozeb sebesar 286.215 gram. • Tingkat risiko pada area studi secara umum yaitu 46% risiko sedang, 30% risiko rendah, 13% risiko sangat tinggi dan 11% risiko tinggi. Perbandingan |

| No | Nama Peneliti | Judul | Tujuan | Hasil |
|----|-----------------------------|---|--|--|
| 3 | Ameriana,M (2008) | Perilaku Petani Sayuran dalam Menggunakan Pestisida Kimia | <p>penggunaan pestisida tersebut.</p> <p>Melakukan kajian perilaku petani tomat dalam menggunakan pestisida kimia, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.</p> | <p>risiko pada dua desa studi menunjukkan bahwa Desa Wukirsari memiliki tingkat risiko tinggi hingga sangat tinggi lebih dominan dibandingkan dengan Desa Argomulyo (Prananda, 2017)</p> <p>Perilaku petani tomat dalam menggunakan pestisida kimia dipengaruhi oleh :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Persepsi terhadap risiko, semakin tinggi persepsi terhadap risiko maka semakin tinggi kuantitas pestisida kimia yang digunakan 2. Persepsi ketahanan kultivar tomat terhadap OPT, semakin rendah ketahanan suatu kultivar maka semakin tinggi kuantitas pestisida yang digunakan 3. Pengetahuan tentang bahaya pestisida, semakin rendah pengetahuan tentang bahaya pestisida maka semakin tinggi kuantitas penggunaan pestisida. (M.Ameriana, 2008) |
| 4 | Ishwar Chandra Yadav (2017) | <i>Pesticide Classification and Its Impact on Human and Environment</i> | Melakukan klasifikasi berbagai jenis pestisida dan mengetahui dampaknya terhadap | <ul style="list-style-type: none"> • Klasifikasi pestisida dilakukan berdasarkan : <ol style="list-style-type: none"> 1. Jalur masuknya pestisida (<i>Systemic Pesticides</i> dan <i>non-systemic pesticides</i>) 2. Fungsi dan organisme sasarannya 3. Komposisi bahan kimia (organoklorin, organofosfat, karbamat, dan piretroid) 4. Formulasinya (<i>liquid, powder, granular, baits, dust, ultra low volume liquid</i>) |

| No | Nama Peneliti | Judul | Tujuan | Hasil |
|----|---|---|--|--|
| 5 | Christos A. Damalas dan Spyridon D.Koutroubas | <i>Farmers Exposure to Pesticides : Toxicity and Ways of Prevention</i> | Mengetahui bagaimana petani terpapar oleh pestisida. | <p>5. Tingkat toksisitas Terbagi menjadi 5 kelas, dengan level toksisitas (<i>ekstremly, highly, moderatley, slightly</i>, dan tidak menghadirkan bahaya akut pada penggunaan normal)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dampak pestisida terhadap lingkungan, mengenai organisme non-target, hilangnya keanekaragaman hayati, mencemari tanah dan tumbuhan mikro, mencemari air dan ekosistem air. (Yadav & Devi, 2017) • Petani memiliki risiko terpapar pestisida dibandingkan dengan konsumen. Petani terpapar pestisida ketika melakukan persiapan dan pengaplikasian pestisida pada lahan pertanian. Kegiatan seperti pengadukan, pengangkutan, dan penyemprotan mengakibatkan petani terkena tumpahan dan percikan bahan kimia pestisida secara langsung. Petani juga dapat terpapar pestisida secara tidak langsung melalui residu yang terdapat di sekitar tempat tinggal, tanah, dan tanaman. Pestisida lebih banyak terpapar melalui jalur dermal dan inhalasi. Untuk mengurangi paparan pestisida dapat dilakukan petani dengan menggunakan baju perlindungan, seperti masker dan sarung tangan. <p>(Damalas & Koutroubas, 2016)</p> |

| No | Nama Peneliti | Judul | Tujuan | Hasil |
|----|--------------------------------------|--|--|---|
| 6 | Francisco Prieto Garcia, dkk. (2012) | <i>Pesticides : Classification, Uses and Toxicity. Measures of Exposure and Genotoxic Risk</i> | Melakukan klasifikasi pestisida, penggunaan pestisida, sumber dan pola paparan, toksisitas, dan risiko terhadap manusia. | <ul style="list-style-type: none"> • Klasifikasi pestisida berdasarkan struktur kimia : organoklorin, organofosfat, karbamat, dan piretroid. • Pestisida biasa digunakan pada kegiatan pertanian, dunia kesehatan, peternakan , pemeliharaan area hijau, pemeliharaan cadangan air, industri, dan domestik (rumah). • Sumber paparan pestisida terbesar berasal dari kegiatan pertanian. Sumber paparan pestisida terhadap manusia dapat melalui makanan, udara, air, tanah, tumbuhan, dan hewan. • Pestisida yang masuk ke dalam tubuh manusia dan terdistribusi kedalam aliran darah, dan tereliminasi melalui urin, feses, dan hembusan napas. (Prieto Garcia, 2012) |