

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pestisida**

##### **1. Definisi**

Pestisida mencakup segala senyawa kimia dan bahan lain serta mikroba dan virus yang dimanfaatkan untuk mengatasi atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, komponen tanaman, atau hasil pertanian. Pestisida memiliki sifat beracun dan tidak tahan lama di lingkungan, sehingga penggunaan yang berlebihan dapat membahayakan keselamatan petani dan ekosistem (Prajawahyudo et al., 2022). Pestisida secara umum didefinisikan sebagai senyawa beracun yang digunakan untuk mengatasi hama yang merugikan manusia. Pestisida digunakan untuk meningkatkan hasil pertanian, kebun, dan pengendalian vektor penyakit. Frekuensi penggunaan dan besarnya volume pestisida mencerminkan peran pentingnya dalam produksi tanaman, sehingga pestisida tersebut tidak bisa dipisahkan dari praktik pertanian. Sebagian besar petani melakukan penyemprotan sendiri dan memiliki peralatan penyemprot pribadi, sehingga mereka memiliki kebebasan untuk menyemprot (Saputra et al., 2021). Pestisida merupakan zat kimia yang penggunaannya erat kaitannya dengan kehidupan manusia. Sistem pertanian yang mengandalkan bahan kimia seperti pestisida dapat menimbulkan pencemaran, terutama di daerah

pertanian. Penggunaan pestisida yang salah dapat mengancam kesehatan petani, konsumen, dan mikroorganisme non-target serta berpotensi mencemari lingkungan, baik tanah maupun air (Sinambela, 2024).

## **2. Jenis pestisida**

Penggolongan pestisida berdasarkan struktur kimianya :

### **a. Organofosfat**

Organofosfat adalah kelompok senyawa yang berpotensi toksik dan dapat menghambat kolinesterase, menyebabkan akumulasi asetilkolin pada reseptor muskarinik, nikotinik, dan sistem saraf pusat yang dapat berujung pada kematian. Organofosfat merupakan insektisida yang paling beracun dibandingkan dengan jenis pestisida lainnya dan seringkali memicu keracunan pada manusia. Gejala keracunan organofosfat amat beragam. Semua gejala yang muncul sangat dipengaruhi oleh keberadaan stimulasi asetilkolin yang terus-menerus atau depresi yang disusul dengan stimulasi pada sistem saraf pusat dan perifer. Gejala awal seperti peningkatan air liur, air mata, frekuensi buang air kecil, dan diare (SLUD) muncul pada keracunan organofosfat secara mendadak akibat stimulasi reseptor muskarinik yang menyebabkan kandungan asetilkolin dalam darah meningkat di mata serta otot polos. Penanganan keracunan organofosfat meliputi stabilisasi pasien, dekontaminasi, serta pemberian antidotum seperti agen antimuskarinik, oxime, dan obat anti kejang. Komplikasi yang mungkin

muncul akibat keracunan organofosfat meliputi gagal napas, kejang, pneumonia aspirasi, dan bahkan kematian. (Ula et al., 2025).

b. Karbamat

Dampak karbamat pada kolinesterase hanya bersifat sementara karena pestisida karbamat cepat terurai dalam tubuh dan memiliki sifat reversibel, sehingga karbamat dianggap lebih aman dibandingkan organofosfat (Lestari et al., 2022). Bahan kimia ini mengganggu enzim yang disebut asetilkolinesterase, yang menyebabkan penumpukan asetilkolin—neurotransmitter yang menstimulasi saraf tubuh secara berlebihan. Stimulasi berlebihan ini menyebabkan gejala mulai dari produksi air liur berlebih, kesulitan bernapas, dan kelemahan otot hingga kebingungan dan bahkan kelumpuhan (Jali, 2025).

c. Organoklorin

Pestisida organoklorin adalah salah satu tipe pestisida yang sering diterapkan, dan beberapa di antaranya termasuk dalam kategori Polutan Organik Persisten. Jenis pestisida ini menjadi masalah lingkungan karena sifatnya yang resisten dan kemampuan bioakumulatifnya. Ciri-ciri organoklorin yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan adalah; 1). Terurai sangat lama di tanah, udara, air dan makhluk hidup, serta dapat bertahan lama di lingkungan. 2). Dapat masuk ke rantai makanan dan terakumulasi di jaringan lemak sehingga

sulit larut dalam air. 3). Dapat dibawa jauh melalui udara dan air (Pratasik, et al., 2023).

### **3. Gejala keracunan pestisida**

Penggunaan pestisida secara berlebihan dan tidak sesuai regulasi yang ada akan mengakibatkan pencemaran lingkungan (pencemaran tanah, air serta gangguan pada organisme dan satwa liar) serta dampak kesehatan yang merugikan kondisi fisik petani, seperti pusing, mual, dan lain-lain, hal ini disebabkan oleh kecenderungan petani yang tidak memakai alat pelindung diri (APD) saat berhubungan dengan pestisida. Kandungan bahan kimia dalam pestisida yang disemprot akan meninggalkan sisa pada hasil pertanian yang menjadi risiko serius bagi kesehatan manusia, baik petani maupun konsumen jika sisa hasil pertanian telah melebihi ambang batas minimum residu (BMR) yang ditetapkan pemerintah sebesar 2,00 ppm (Sinambela et al., 2024)

### **4. Cara penularan**

Petani tidak menyadari bahwa pestisida yang mereka gunakan bisa masuk ke dalam tubuh melalui proses dermal, inhalasi, dan digesti; hal ini bisa terjadi saat pemindahan, pencampuran, penyemprotan, pencucian, dan penyimpanan pestisida. Pestisida dapat memasuki tubuh petani melalui kulit, sistem pernapasan, dan saluran pencernaan. Petani dapat terpapar pestisida saat membawa, menyimpan, memindahkan konsentrat, mencampur, menyemprot, dan membersihkan alat semprot yang telah

digunakan. Petani sebaiknya memperhatikan petunjuk yang ada pada label kemasan saat menggunakan pestisida. Saat mencampur, penting untuk mempertimbangkan jenis pestisida yang digunakan seperti bahan aktifnya, jumlah pestisida yang diizinkan untuk dicampur, dan ketepatan dosisnya. Selain itu, petani perlu mematuhi penggunaan alat pelindung diri saat menggunakan pestisida (Yuantari et al., 2015).

## **5. Dampak**

Dalam sektor pertanian, berbagai metode diterapkan untuk mendapatkan hasil panen yang optimal, salah satunya adalah dengan memanfaatkan pestisida. Pestisida memberikan efek yang baik dan efek yang buruk saat digunakan. Dampak positif yang didapatkan adalah hilangnya hama yang merusak tanaman, sedangkan dampak negatifnya adalah bahwa pestisida yang disemprot tidak sepenuhnya mengenai tanaman, tetapi sekitar 80% pestisida yang disemprotkan akan jatuh ke tanah (Bernik & Setiawan, 2019). Penggunaan pestisida oleh petani yang tidak sesuai dengan standar dapat mengakibatkan dampak buruk bagi kesehatan, seperti keracunan pada organ tubuh termasuk sistem peredaran darah, pernapasan, dan integument, serta dapat menyebabkan kematian (Siagian, 2022). Temuan penelitian oleh Pratama et al (2021) mengindikasikan bahwa mayoritas petani melakukan pengendalian hama tanaman menggunakan pestisida. Penggunaan yang berlebihan dan tanpa

peralatan pelindung diri dapat meningkatkan risiko paparan pestisida bagi para petani. Paparan pestisida bisa menyebabkan beragam masalah kesehatan seperti anemia, hipertensi, diabetes mellitus, gangguan pada sistem saraf, masalah kesehatan wanita seperti hipotiroid dan gangguan reproduksi, serta masalah kesehatan pria seperti gangguan Skesuburan. Selain itu, paparan pestisida dapat mengakibatkan masalah kesehatan fisik seperti tremor serta masalah kesehatan lainnya seperti iritasi kulit, pusing, mual, batuk, sakit kepala, dan kesulitan bernapas.

## **6. Mekanisme keracunan pestisida didalam tubuh**

Paparan pestisida bertindak sebagai senyawa asetilkolinesterase (Ach), yang mengurangi aktivitas kolinesterase dalam darah. Kolinesterase adalah salah satu bentuk enzim yang berasal dari katalis biologis dalam jaringan manusia yang berperan membantu otot dan kelenjar saraf bekerja secara teratur dan harmonis. Jika aktivitas kolinesterase jaringan manusia dikurangi dengan baik ke tingkat lebih rendah, hal ini akan mempengaruhi gerakan sadar atau kasar dari serat otot (Mayaserli et al., 2022).

## **B. Kolinesterase**

### **7. Definisi**

Cholinesterase merupakan enzim yang ada di dalam cairan seluler, berfungsi untuk menghentikan aksi AchE melalui proses hidrolisis menjadi kolin dan asam asetat yang berada di antara ujung-ujung saraf dan otot, sebagai zat kimia yang bertugas meneruskan rangsangan saraf atau

impuls ke reseptor sel otot dan kelenjar. Ketika tubuh terpapar pestisida, hal ini akan memengaruhi kadar kolinesterase, yang bisa menyebabkan keracunan atau gangguan pada syaraf (Susilawati et al., 2024). Salah satu indikator terjadinya keracunan pestisida adalah penurunan aktivitas enzim kolinesterase. Penurunan aktivitas kolinesterase hingga 30 % dari normal telah diartikan sebagai keracunan (Tutu et al., 2020).

#### **8. Faktor-faktor yang mempengaruhi**

Faktor-faktor yang menyebabkan penurunan aktivitas enzim kolinesterase pada petani penyemprot pestisida di Kelurahan Rurukan menunjukkan adanya hubungan signifikan antara lama kerja, durasi penyemprotan, frekuensi penyemprotan, dan penggunaan APD dengan aktivitas enzim kolinesterase (Tutu et al., 2020)..

Penurunan aktivitas enzim kolinesterase pada petani hortikultura dipengaruhi oleh faktor internal petani seperti usia, jenis kelamin, dan tingkat pengetahuan yang rendah. Untuk faktor eksternal, terdapat penurunan aktivitas enzim kolinesterase pada petani dengan frekuensi penyemprotan lebih dari 2 kali seminggu, masa kerja lebih dari 5 tahun, petani yang memakai APD tidak lengkap, serta petani yang menyemprot pestisida lebih dari 3 jam setiap hari (Lestari, 2023).

##### **a. Faktor internal petani :**

###### **1) Usia**

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Halisa et al (2022) sebagian besar responden berada dalam usia kerja (15-64 tahun), sehingga memengaruhi penggunaan pestisida. Di samping itu, usia produktif berpengaruh terhadap pengetahuan petani. Hubungan aktivitas kolinesterase antara usia produktif dan non produktif berbeda, karena semakin bertambahnya usia, risiko keracunan akan semakin meningkat

## 2) Pengetahuan

Berdasarkan penelitian, oleh Halisa et al (2022) petani dengan tingkat pengetahuan baik memiliki kadar kolinesterase yang normal. Rendahnya tingkat pendidikan mengakibatkan terbatasnya kemampuan responden dalam memahami informasi tentang pestisida. Pengetahuan yang dimiliki dapat menjadi dasar bagi perilaku, sehingga pemahaman mengenai pestisida dapat mempengaruhi penggunaan pestisida secara bijak sesuai takaran yang berdampak pada kadar kolinesterase

## 3) Jenis kelamin

petani berjenis kelamin laki-laki lebih banyak mengalami gejala keracunan maupun ringan dibandingkan pada petani berjenis kelamin perempuan (Tangkelangi & Rantesalu, 2023). Mayoritas responden adalah laki-laki, untuk responden wanita hanya

membantu mencabut rumput atau mencampur pestisida, sehingga pajanan pestisida terbilang tidak intensif (Halisa et al., 2022).

b. Faktor eksternal petani :

1) Frekuensi penyemprotan

Frekuensi penyemprotan yang terlalu sering dapat mengakibatkan menurunnya aktivitas kolinesterase. Semakin sering petani melakukan penyemprotan dengan menggunakan pestisida maka akan semakin besar pula kemungkinan untuk terjadinya keracunan. Paparan pestisida dengan frekuensi yang sering dan dengan interval waktu yang pendek menyebabkan residu pestisida dalam tubuh manusia menjadi lebih tinggi. Akumulasi pestisida yang semakin lama dapat menimbulkan gejala keracunan pestisida (Lucki, 2018).

2) Masa kerja

semakin lama masa kerja maka kadar kolinesterase semakin menurun. Masa kerja yang semakin lama artinya paparan yang diterima semakin banyak dan terakumulasi pada tubuh petani. Hal ini dapat berisiko terhadap gejala-gejala keracunan pestisida seperti pusing, mual, sesak nafas dan batuk setelah menyemprot (Lucki, 2018).

3) Alat pelindung diri

Penggunaan APD yang baik dan benar serta APD yang digunakan dalam kondisi yang memadai terbukti dapat mengurangi risiko paparan pestisida pada pekerja penyemprot hama. Sesuai dengan peraturan yang berlaku, bahwa APD merupakan alat yang mampu melindungi pekerja karena mampu melindungi dan mengisolasi pekerja dari kemungkinan risiko dan potensi bahaya yang muncul di tempat kerja. Penggunaan APD yang tepat dan sesuai berfungsi untuk menjaga kesehatan petani, sehingga dapat terhindar dari risiko pestisida yang membahayakan (Tutu, 2020).

#### 4) Durasi penyemprotan

Petani yang bekerja sudah menahun maka akan berisiko terpajan pestisida semakin besar. Makin lama petani berhubungan dengan pestisida maka residu pestisida yang masuk dalam tubuh semakin lama akan bertambah dan mengakibatkan turunnya kadar Cholinesterase dalam darah (Ipmawati et al., 2019).

### **9. Pemeriksaan Kolinesterase**

Penggunaan pestisida bahan kimia masih sering dilakukan oleh masyarakat untuk mengendalikan hama atau mengatasi masalah pertanian akibat adanya hama atau organisme pengganggu tanaman. Pemeriksaan asetil kolinesterase merupakan salah satu indikator untuk mendeteksi dini dampak keracunan pestisida pada manusia. Penurunan aktivitas enzim dapat menyebabkan masalah pada sistem syaraf dengan gejala keracunan

pestisida akut yaitu sakit kepala, mual, muntah, alergi kulit bahkan sampai kebutaan (Wana, 2025).

a. Metode kinetik fotometrik

Penentuan aktivitas enzim Cholinesterase (AChE) menggunakan metode kinetik fotometrik, kinetik fotometrik adalah metode pengukuran intensitas dan kekuatan cahaya dalam suatu larutan (Anjarwati et al., 2025).

b. Metode DGKC

Prinsip kerja metode kinetik kolorimetrik DGKC yaitu Cholinesterase menghidrolisis butyrylthiocholine ditandai dengan pelepasan asam butirat dan thiocholine. Thiocholine menurunkan kalium kuning hexacyanoferrate (III) menjadi potassium hexacyanoferrate (II) yang tak berwarna. Penurunan nilai absorbansi yang dibaca pada  $\lambda$  405 nm sebanding dengan aktivitas enzim dalam sampel (Pratiwi, 2023).

c. Metode Enzimatik

Metode Enzimatik merupakan salah satu metode pengukuran yang digunakan dalam pemeriksaan kolinesterase. Prinsip metode enzimatik yaitu menggunakan enzim tertentu sesuai dengan jenis metodenya sebagai katalis reaksi. Metode dengan butyrylthiocholine menggunakan dibicaine sebagai inhibitor cholinesterase mengkatalisis

hidrolisis butyrylthiocholine menjadi tiokolin dan butirrat (Syafitri, 2023).