

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pestisida

1. Definisi Pestisida

Penggunaan pestisida sangat penting untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas produk pertanian. Pestisida didefinisikan sebagai segala jenis zat kimia, bahan lain, serta jasad *renik* (mikroba) dan virus yang diaplikasikan untuk memberantas atau mencegah serangan hama dan penyakit yang dapat merusak tanaman, bagian-bagiannya, atau produk pertanian yang dihasilkan (Prajawahyudo *et al.*, 2022).

Pertanian modern saat ini sangat bergantung pada pestisida kimia untuk meningkatkan efisiensi produksi, hal ini memungkinkan petani memperoleh hasil panen yang lebih banyak guna memenuhi permintaan pangan yang terus bertambah setiap harinya. Meskipun demikian, penggunaan pestisida ini menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan, termasuk polusi air, tanah, dan udara. Sisa-sisa residu pestisida yang tertinggal dalam tanah dan air berpotensi memicu peningkatan populasi hama yang semakin sulit dikendalikan, yang pada akhirnya malah memperkuat ketergantungan petani pada penggunaan pestisida kimia (Jamin *et al.*, 2024). Pestisida terbagi menjadi beberapa golongan yang memiliki fungsi dan cara yang berbeda dalam pengaplikasiannya.

2. Klasifikasi Pestisida

Pestisida dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori berdasarkan pada organisme target dan cara kerjanya, yaitu:

a. Insektida

Insektisida merupakan bahan kimia yang sangat berbahaya dan bersifat toksik bagi manusia, hewan, serta berpotensi merusak lingkungan sekitar jika penggunaannya tidak mengikuti prosedur yang benar. Risiko ini muncul karena insektisida dirancang untuk membunuh Serangga hama seperti ulat (larva kupu-kupu), kutu daun, wereng, dan belalang sering menjadi target utama karena kemampuan mereka untuk berkembang biak cepat dan menyebabkan defoliasi, penyebaran penyakit, atau kerusakan (Akhiruddin, 2022).

b. Herbisida

Herbisida merupakan senyawa kimia yang dirancang khusus untuk membasmi atau mengontrol pertumbuhan gulma (tumbuhan pengganggu) yang kehadirannya tidak dikehendaki di lahan pertanian atau perkebunan. Senyawa ini bekerja dengan mengganggu proses biologi penting pada gulma, sehingga membantu petani menjaga kebersihan lahan tanam (Grimaldi, 2023)

c. Fungisida

Fungisida didefinisikan sebagai kategori pestisida yang diformulasikan spesifik untuk mengendalikan, yaitu membunuh, menghambat, atau mencegah, pertumbuhan jamur patogen yang dapat

menyebabkan penyakit pada tanaman. Bentuk fisik fungisida ini beragam, meliputi tepung, cairan, gas, dan butiran. Di antara varian tersebut, fungisida dalam bentuk tepung dan cairan merupakan jenis yang paling sering dan luas dipakai. Dalam sektor pertanian, fungisida diaplikasikan untuk mengontrol infeksi cendawan pada berbagai bagian tanaman, mulai dari benih, bibit, hingga pada batang, akar, daun, bunga, dan buah (Nasution, 2022).

d. Bakterisida

Bakterisida merupakan salah satu jenis pestisida yang fungsinya adalah untuk membasmi bakteri. Aplikasi bakterisida juga bertujuan untuk mengendalikan dan menghambat penyebaran penyakit yang disebabkan oleh bakteri pada tanaman. Efektivitas bakterisida berasal dari bahan aktifnya, yang umum digunakan dalam formulasi ini adalah senyawa seperti *streptomisin sulfat* 20% dan *forantharacnose thiram* 50%. Senyawa-senyawa ini bekerja dengan cara merusak struktur atau mengganggu metabolisme bakteri patogen, sehingga melindungi tanaman dari kerusakan (Surya & Ismaini, 2021).

e. Moluskisida

Moluskisida adalah jenis pestisida yang diformulasikan untuk membunuh atau mengusir moluska. Penggunaan senyawa ini sangat penting dalam budidaya padi karena keong mas dan keong gondang dikenal sebagai hama perusak utama pada fase awal pertumbuhan

tanaman (bibit), yang dapat menyebabkan kerugian signifikan pada hasil panen (I Wayan *et al.*, 2022).

f. Nematisida

Nematisida adalah kategori pestisida kimia yang difungsikan untuk membasmi nematoda yang menyerang tanaman. Nama ini diambil dari bahasa Yunani yang berarti 'benang', merujuk pada bentuk cacing yang umumnya hidup di akar tanaman. Penggunaan nematisida umum ditemukan di perkebunan seperti kopi atau lada. Selain fungsi utamanya memberantas nematoda, senyawa ini juga memiliki kemampuan tambahan untuk mengendalikan serangga dan jamur (Nasution, 2022).

g. Fumigan

Kelompok pestisida ini terdiri dari beberapa bentuk, yaitu gas, cairan yang mudah menguap, serta zat padat yang menghasilkan gas melalui reaksi kimia. Dalam bentuk gas, senyawa ini memiliki kemampuan untuk menembus tanah, memungkinkannya mengendalikan hama tanah seperti serangga, hewan pengerat, dan nematoda. Banyak fumigan, seperti akrilonitril, kloropikrin, dan etilen bromide, etilen bromida dan 1,3-dikloropropen, memiliki sifat karsinogenik (pemicu kanker) (Hanifa, 2019).

Berdasarkan formulasinya pestisida dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

a. Formulasi Pestisida Berbentuk Padat dan Butiran

- 1) *Wettable Powder* – WP adalah sediaan yang berbentuk tepung halus (partikel berukuran mikron) dengan kandungan bahan aktif yang tinggi (50–80%). Formulasi *Wettable Powder* (WP) diakui memiliki risiko kontak yang lebih rendah terhadap kulit dan mata karena tingkat penyerapannya yang minimal dibandingkan dengan formulasi cair. Formulasi ini aman bagi tanaman karena tidak mengandung pelarut berbasis minyak yang berpotensi menyebabkan luka bakar pada vegetasi (Moralista & Rueda, 2023).
- 2) Serbuk Larut Air (*Soluble Powder* – SP) adalah formulasi berbentuk serbuk yang akan sepenuhnya larut dan membentuk larutan yang homogen ketika dilarutkan dalam air (Nasution, 2022).
- 3) Butiran (*Granule* – G/GR) umumnya merupakan formulasi siap pakai yang memiliki konsentrasi bahan aktif rendah (sekitar 2%). Butiran ini (berukuran 0,7–1 mm) biasanya diaplikasikan dengan cara ditaburkan langsung di lahan, baik secara manual maupun menggunakan alat penabur (Nasution, 2022).
- 4) *Water Dispersible Granule* – WDG/WG adalah formulasi yang dirancang untuk membentuk suspensi saat dicampur dengan air. Sebelum aplikasi semprot, WDG perlu diaduk dalam air. Karena formulasi ini menghasilkan suspensi, penting untuk memastikan pengadukan yang memadai selama persiapan dan pengadukan

berkelanjutan selama proses penyemprotan untuk menjaga suspensi tetap homogen dan siap digunakan (Tupe *et al.*, 2022).

5) Butiran Larut Air (*Soluble Granule* – SG): Mirip dengan WDG, formulasi SG juga wajib diencerkan dalam air dan diaplikasikan melalui penyemprotan. Perbedaannya terletak pada hasil campurannya: SG akan membentuk larutan yang sempurna (13ntara13n) saat dicampur air (Nasution, 2022).

6) Tepung Hembus (*Dust* – D): Ini adalah sediaan siap pakai berbentuk tepung sangat halus (partikel 10–30 mikron) dengan konsentrasi bahan aktif yang rendah (sekitar 2%). Aplikasinya dilakukan dengan cara dihembuskan atau ditaburkan tanpa perlu dicampur dengan air (Nasution, 2022).

b. Formulasi Pestisida Berbentuk Cair (Nasution, 2022).

1) Pekatan yang dapat diemulsikan (*Emulsifiable Concentrate* – EC) adalah sediaan pekatan cair dengan kandungan bahan aktif yang cukup tinggi. Karena menggunakan pelarut (*solvent*) berbasis minyak, konsentrat ini akan membentuk emulsi ketika dicampur dengan air. Bersama dengan *Wettable Powder* (WP), formulasi EC termasuk jenis klasik yang paling sering digunakan.

2) Pekatan larut air (*Water Soluble Concentrate* – WSC) formulasi ini memiliki kemiripan dengan EC, namun perbedaannya terletak pada pelarutnya yang berbasis air. Oleh karena itu, ketika konsentrat ini dicampur dengan air, ia tidak membentuk emulsi, melainkan

menghasilkan larutan yang homogen. Formulasi ini pada umumnya diaplikasikan dengan cara disemprotkan.

- 3) Larutan berbasis air (*Aquaeous Solution* – AS) merupakan pekatan yang dirancang agar dapat larut sempurna dalam air. Pestisida yang diformulasikan sebagai AS biasanya adalah bahan aktif yang memiliki tingkat kelarutan tinggi dalam air dan digunakan dengan cara disemprotkan.
- 4) Cairan larut (*Soluble Liquid* – SL) Merupakan pekatan cair yang, ketika dicampur dengan air, akan membentuk larutan (bukan emulsi atau suspensi). Sama seperti AS dan WSC, formulasi SL diaplikasikan dengan penyemprotan.
- 5) Volume ultra rendah (*Ultra Low Volume* – ULV) sediaan ini adalah formulasi khusus yang ditujukan untuk aplikasi penyemprotan dengan volume sangat rendah, yaitu antara 1 hingga 5 liter per hektar. Formulasi ULV umumnya berbasis minyak untuk menghasilkan butiran semprot yang sangat halus, yang diperlukan untuk teknik penyemprotan volume ultra rendah.

3. Jalur Masuk Pestisida ke Dalam Tubuh

Pestisida dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga cara (Hanifa, 2019), yaitu:

a. *Inhalation* (pernapasan)

Masuknya pestisida melalui pernapasan dikarenakan terhirupnya zat kimia berupa uap, debu atau asap yang terbawa udara dan terhirup

saluran pernapasan. Penyebabnya sebagai contoh yaitu teknik penyemprotan pestisida yang dilakukan dengan tidak tepat (misalnya tidak memperhatikan arah 15ntara).

b. *Skin Absorption* (penyerapan kulit)

Masuknya pestisida melalui skin *absorption* (penyerapan kulit) juga merupakan hal yang umum terjadi. Pestisida dibuat untuk dapat menembus kulit serangga/gulma, hal ini juga dapat terjadi pada manusia apabila terkena zat ini. Kondisi lingkungan kerja yang panas lebih meningkatkan risiko karena panas mengakibatkan pori-pori kulit lebih melebar/ terbuka sehingga zat kimia dalam pestisida mudah masuk ke dalam kulit.

c. *Ingestion* (pencernaan)

Ingestion masuknya pestisida lewat pencernaan dapat terjadi karena praktek *hygiene* yang buruk serta kurang hati-hatian dalam bekerja. Hal ini terjadi misalnya karena tidak membersihkan tubuh dengan baik setelah bekerja, kemudian memakan makanan sehingga zat yang tertinggal di dalam tangan atau anggota badan lain dapat menempel ke makanan dan tertelan.

4. Dampak Paparan Pestisida terhadap kesehatan

Para petani berhadapan dengan bahaya serius yang timbul dari penggunaan pestisida. Risiko kesehatan dari paparan pestisida dibagi menjadi dua kategori utama (Haerani *et al*, 2025), yaitu:

b. Keracunan Akut (Jangka Pendek):

Keracunan tipe ini terjadi segera atau dalam waktu singkat setelah petani terpapar pestisida dalam jumlah yang signifikan. Gejala yang ditimbulkan seringkali parah dan mendesak, mencakup tanda-tanda sistemik seperti iritasi mata, mual, muntah, batuk, kejang otot, dan gangguan fungsi pada berbagai organ tubuh. Namun, perlu diperhatikan bahwa dalam kasus keracunan akut yang sangat parah, gejala yang lebih serius seperti kanker (merujuk pada risiko jangka panjang akibat zat karsinogenik dalam dosis tinggi yang memicu gejala mendadak) dan bahkan kematian dapat terjadi.

c. Keracunan Kronis (Jangka Panjang):

Tipe keracunan ini biasanya muncul setelah paparan berulang atau akumulasi residu pestisida di dalam tubuh selama periode waktu yang lama. Risiko seorang petani untuk mengalami keracunan ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor:

- 1) Faktor Internal (berkaitan dengan individu): Ini mencakup karakteristik demografi dan perilaku pribadi petani, seperti usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, pengetahuan (tentang bahaya dan cara aman menggunakan pestisida), dan sikap perilaku mereka dalam bekerja.
- 2) Faktor Eksternal (berkaitan dengan lingkungan kerja dan praktik pertanian): Ini meliputi aspek di luar diri petani yang memengaruhi tingkat paparan, seperti luas lahan yang disemprot,

durasi kontak atau lamanya waktu penyemprotan, penggunaan alat pelindung diri (APD) yang memadai, dan jenis tanah tempat pestisida diaplikasikan.

Beberapa masalah kesehatan yang umum dikaitkan dengan paparan pestisida mencakup berbagai kondisi, Antara lain: iritasi pada mata dan kulit, peningkatan risiko penyakit serius seperti kanker, komplikasi kehamilan seperti keguguran dan cacat lahir pada bayi, serta kerusakan atau gangguan fungsi pada sistem saraf, hati, ginjal, dan pernapasan (Goes Rai *et al.*, 2022).

B. Ginjal

Ginjal adalah organ berbentuk seperti kacang, berwarna merah tua, dengan dimensi rata-rata: panjang 11 cm, lebar 6 cm, dan tebal 3 cm (secara kasar seukuran kepalan tangan). Berat organ ini berkisar antara 125 hingga 175 gram. Secara spesifik, berat ginjal pada pria dewasa umumnya 150-170 gram, sementara pada wanita dewasa adalah 115-155 gram. Ginjal terletak di rongga retroperitoneal, menempel pada dinding belakang perut (*abdomen posterior*), dengan sisi cekung masing-masing menghadap ke bagian tengah tubuh (medial). Terdapat sepasang ginjal, satu di kanan dan satu di kiri tulang belakang (*kolumna vertebralis*), tepat di bawah diafragma. Secara vertikal, posisi ginjal membentang dari tulang belakang dada (*vertebra toraksik*) ke-12 hingga tulang belakang pinggang (lumbal) ke-3. Organ ini dilindungi oleh sangkar iga. Ginjal kanan umumnya berposisi sedikit lebih rendah atau lebih

pendek dibandingkan dengan ginjal kiri (Widowati Hesty dan Rinata Evi, 2020).

Terdapat beberapa fungsi ginjal sebagai system ekresi utama (Hutagaol *et al.*, 2022), 18ntara lain:

a. Pengaturan Keseimbangan Cairan dan Elektrolit

Untuk mempertahankan kondisi internal yang stabil (*homeostasis*), ginjal memastikan bahwa ekskresi air dan elektrolit sesuai dengan jumlah asupan. Dengan kata lain, ginjal mencegah kelebihan zat (jika asupan > ekskresi) atau kekurangan zat (jika asupan < ekskresi). Ginjal secara spesifik mengatur keseimbangan air dan elektrolit penting seperti ion natrium, klorida, kalium, kalsium, hidrogen, magnesium, dan fosfat.

b. Pengaturan Tekanan Darah (Arteri)

Ginjal memainkan peran ganda dalam pengaturan tekanan darah:

- 1) Jangka Panjang: Mengontrol tekanan arteri dengan menyesuaikan jumlah ekskresi natrium dan air dalam tubuh.
- 2) Jangka Pendek: Berkontribusi dengan menyekresikan zat *vasoaktif* seperti renin, yang memicu pembentukan zat vasoaktif lain (misalnya, *angiotensin II*) yang memengaruhi tekanan darah.

c. Pengaturan Keseimbangan Asam-Basa

Ginjal merupakan satu-satunya organ yang mampu membuang jenis-jenis asam tertentu seperti asam sulfur dan asam fosfat yang merupakan hasil dari metabolisme protein. Ginjal mencapai keseimbangan asam-basa ini melalui proses ekskresi asam dan mengatur penyimpanan cairan tubuh.

d. Regulasi Produksi Sel Darah Merah (Eritrosit)

Ginjal menyekresikan hormon eritropoietin. Hormon ini bertindak sebagai stimulan yang mendorong dan mengatur pembentukan sel darah merah di sumsum tulang.

e. Produksi Vitamin D Aktif

Ginjal mengubah vitamin D menjadi bentuk aktifnya, yaitu 1,25-dihidroksivitamin D3 (*Kalsitriol*). *Kalsitriol* sangat penting karena berperan dalam penyerapan kalsium dari saluran cerna dan deposit kalsium yang normal pada tulang.

f. Sintesis Glukosa (*Gluconeogenesis*)

Ginjal memiliki kemampuan untuk memproduksi glukosa sendiri dari prekursor seperti asam amino, sebuah proses yang disebut *gluconeogenesis*. Kemampuan ginjal dalam menambahkan glukosa ke dalam darah saat puasa ini bahkan dapat menyaingi fungsi hati (hepar).

g. Ekskresi dan Pembersihan Zat Sisa

Ginjal adalah organ utama yang bertanggung jawab untuk membersihkan dan membuang produk-produk sisa metabolisme yang tidak lagi dibutuhkan. Zat-zat sisa ini mencakup urea, kreatinin, asam urat, produk akhir pemecahan hemoglobin, dan metabolit hormon. Selain itu, ginjal juga berfungsi sebagai “filter” dengan mengeluarkan sebagian besar toksin dan zat asing yang masuk atau diproduksi tubuh, seperti pestisida, obat-obatan, dan zat aditif makanan.

C. Kreatinin

1. Definisi Kreatinin

Kreatinin adalah produk sisa yang dihasilkan dari pemecahan keratin, suatu zat yang esensial sebagai sumber energi utama untuk kerja otot. Kreatin terbentuk secara alami sebagai hasil dari kontraksi otot yang normal, kemudian dilepaskan ke dalam aliran darah. Setelah itu, kreatinin akan disaring oleh ginjal dan dibuang dari tubuh melalui proses urinasi. (Ahat, 2023). Jika fungsi penyaringan ginjal menurun atau mengalami gangguan, kemampuan ginjal untuk membersihkan limbah ini akan berkurang, yang konsekuensinya adalah peningkatan kadar kreatinin dalam aliran darah. Peningkatan kadar kreatinin darah ini menjadi indikator penting adanya penurunan fungsi atau kerusakan ginjal (Nurhayati *et al.*, 2021).

Dalam proses sintesis ATP dari ADP, kreatinin fosfat diubah menjadi kreatinin melalui bantuan enzim kreatin kinase. Reaksi ini terus terjadi seiring penggunaan energi. Sejumlah kecil kreatin yang dihasilkan dalam metabolisme ini kemudian diubah secara permanen (ireversibel) menjadi kreatinin, yang selanjutnya diangkut melalui aliran darah untuk dikeluarkan dari sirkulasi oleh ginjal (Rinza *et al.*, 2021).

2. Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Kreatinin

a. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik berpotensi meningkatkan konsentrasi kreatinin dalam darah. Hal ini disebabkan oleh tingginya laju metabolisme pada jaringan

otot, yang merupakan sumber utama kreatinin. Dalam konteks metabolisme tubuh secara umum, berbagai proses biokimia menghasilkan produk-produk sisa, di mana kreatinin adalah salah satu metabolit yang dihasilkan. Intensitas tinggi dan durasi panjang latihan fisik meningkatkan *turnover* kreatin, sehingga produksi kreatinin akan mengalami peningkatan yang proporsional (Tuaputimain et al., 2020).

d. Usia

Usia dapat mempengaruhi kadar kreatinin dalam tubuh. Peningkatan usia menyebabkan fungsi ginjal menurun. Ini terjadi karena setelah usia 40 tahun, ginjal mulai kehilangan beberapa unit penyaring (nefron). Akibatnya, proses penyaringan kreatinin menjadi kurang sempurna, dan kadarnya di dalam darah pun meningkat. Jika usia yang bertambah ini diperparah dengan adanya penyakit kronis, ginjal cenderung rusak permanen karena fungsinya tidak dapat pulih kembali (Rahayu & Indriyani, 2021).

e. Jenis Kelamin

kadar kreatinin tinggi (abnormal) lebih banyak ditemukan pada pria, sementara wanita kebanyakan memiliki kadar kreatinin yang normal. Perbedaan ini terjadi karena kreatinin dibuat oleh otot, sehingga kadarnya tergantung pada seberapa banyak massa otot yang dimiliki seseorang. Karena pria secara alami memiliki massa otot yang lebih besar daripada wanita, maka kadar kreatinin mereka juga secara alami

lebih tinggi. Ini menjelaskan mengapa pria lebih rentan mengalami peningkatan kadar kreatinin hingga batas abnormal (Rahmatika, 2024).

f. Masa Kerja

Masa kerja adalah waktu yang sudah dihabiskan seseorang sejak mulai bekerja. Semakin lama seseorang bekerja, semakin banyak pengalamannya, dan dianggap lebih terampil dalam menyelesaikan pekerjaannya. Seseorang yang sudah bekerja lebih dari 5 tahun memiliki pengalaman kerja yang panjang. Pengalaman yang lama ini akan meningkatkan keterampilan dan kemampuan, mereka akan lebih siap menghadapi masalah di tempat kerja dan mudah beradaptasi dengan berbagai situasi (Mokodompit et al., 2024).

g. Minuman Berenergi

Konsumsi minuman berenergi dapat memicu gangguan pada fungsi ginjal. Indikasi gangguan ini terlihat dari beberapa temuan, termasuk peningkatan kadar kreatinin serum dan peningkatan ekskresi albumin (protein yang bocor ke urin). Minuman berenergi dosis tinggi ini juga menyebabkan tubuh mengalami dehidrasi. Dehidrasi ini sendiri merupakan indikasi awal yang dapat memicu atau memperburuk penyakit ginjal, yang pada akhirnya menyebabkan kadar kreatinin dalam darah meningkat (Putri et al., 2024).

3. Metode Pemeriksaan Kreatinin

a. Metode *Jaffe Reaction*

Metode pemeriksaan kreatinin yang umum digunakan adalah *Jaffe Reaction*, yang didasarkan pada reaksi kimia antara kreatinin dengan asam pikrat dalam suasana basa, menghasilkan kompleks berwarna kuning jingga (Kreatinin Pikrat) yang diukur dengan spektrofotometer. Metode ini dapat menggunakan sampel serum atau plasma, baik dengan atau tanpa proses deproteinasi. Prosedur standar meliputi sentrifugasi sampel, inkubasi campuran supernatan dengan reagen selama 10–20 menit pada suhu tertentu, kemudian diikuti dengan pengukuran absorbansi sampel dan standar terhadap blanko reagen (Nurfadilah *et al.*, 2024).

b. Metode Enzimatik

Pemeriksaan kadar kreatinin metode enzimatik adalah teknik laboratorium yang digunakan untuk mengukur konsentrasi kreatinin dalam sampel darah (serum) atau urin. Prinsip pemeriksaan kreatinin secara enzimatik didasarkan pada serangkaian reaksi berantai yang dikatalisis oleh enzim. Kreatinin dalam sampel dihidrolisis menjadi kreatin oleh enzim kreatininase. Selanjutnya, kreatin diubah menjadi sarkosin dan urea oleh enzim kreatinase. Sarkosin dioksidasi oleh sarcosine oxidase yang menghasilkan produk kunci berupa sarkosine peroksida bereaksi dengan reagen 4-aminoantipyrine dan HTIB dengan bantuan enzim peroksidase, menghasilkan senyawa berwarna yang disebut quinoneimine (Pudjiastuty *et al.*, 2023).

D. Pengaruh Pestisida terhadap Kadar Kreatinin

Pestisida merupakan zat yang banyak digunakan dalam pertanian dengan tujuan utama untuk melindungi tanaman dari hama dan penyakit. Bahan kimia ini terkadang dapat mencemari rantai makanan, yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia. Khususnya organ ginjal yang memainkan peranan dalam proses detoksifikasi dan menjaga kesehatan tubuh secara menyeluruh, organ ini berfungsi menyaring racun dan memetabolisme berbagai zat, termasuk pestisida. Oleh karena itu, jika terjadi akumulasi pestisida di dalam tubuh, hal tersebut dapat mengganggu kinerja normal enzim hati dan ginjal, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan dampak buruk terhadap kesehatan (Zardosht *et al.*, 2024).

Paparan pestisida dapat mengkontaminasi tubuh pengguna secara langsung dan menyebabkan keracunan. Keracunan akibat pestisida terbagi menjadi dua jenis, yaitu keracunan akut dan keracunan kronis. Keracunan akut terjadi ketika gejala muncul segera setelah terpapar pestisida. Gejala yang sering timbul antara lain pusing, sakit kepala, iritasi kulit ringan, nyeri tubuh, serta diare. Keracunan kronis lebih sulit dideteksi karena efeknya tidak langsung terasa dan tidak menunjukkan tanda atau gejala khusus. Paparan Pestisida yang berlangsung dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti iritasi pada mata dan kulit, kanker keguguran, kelainan bawaan pada bayi, serta gangguan pada system saraf, hati, ginjal, dan pernapasan (Goes Rai *et al.*, 2022)