

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Pestisida

Pestisida berasal dari kata pest yang berarti hama dan sida yang berarti pembunuh, yang artinya memusnahkan hama. Pestisida mencakup semua bahan kimia dan zat lain, serta mikroorganisme dan virus, yang digunakan untuk membasmi atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman dan hasil pertanian, memberantas rumput liar dan mencegah pertumbuhan rumput yang tidak diinginkan., Mengatur atau merangsang pertumbuhan suatu tanaman atau bagian tanaman, dan bukan pupuk. Selain tanaman, ada juga insektisida yang digunakan untuk mengendalikan dan mencegah hama pada hewan ternak dan ternak. Hewan dan mikroorganisme di rumah, gedung, dan transportasi. Hewan yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia atau memerlukan perlindungan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1973 tentang Pengendalian Peredaran, Penyimpanan dan Penggunaan Pestisida).

Dalam sektor pertanian, manfaat penggunaan pestisida telah terbukti dalam meningkatkan hasil produksi. Saat ini, pestisida menjadi alat yang sangat dibutuhkan, terutama untuk melindungi tanaman, hasil panen, ternak, dan ikan dari kerugian yang disebabkan oleh berbagai organisme pengganggu. Banyak petani bahkan menganggap pestisida sebagai "penyelamat utama" yang sangat penting. Mereka percaya bahwa dengan menggunakan pestisida, serangan dari hama, penyakit, dan gulma yang merugikan tanaman dapat dihindari. Kepercayaan ini telah mendorong

peningkatan penggunaan pestisida secara signifikan dari waktu ke waktu. Pestisida yang umum digunakan umumnya berbahan dasar kimia beracun karena sengaja dimasukkan ke dalam lingkungan dengan tujuan membasmi berbagai bentuk kehidupan yang dianggap merugikan. Secara ideal, pestisida dirancang untuk menargetkan organisme tertentu saja tanpa mengganggu makhluk hidup lainnya. Namun kenyataannya, sebagian besar pestisida yang digunakan bersifat tidak selektif dan berpotensi berbahaya bagi berbagai jenis organisme, termasuk manusia dan makhluk hidup lain yang berperan penting dalam keseimbangan ekosistem (Sembiring dkk., 2024).

Pestisida meracuni manusia melalui beberapa mekanisme kerja yaitu:

1. Keracunan kronis

Keracunan pestisida dapat menimbulkan berbagai dampak kronis terhadap berbagai organ tubuh, termasuk paru-paru, hati, lambung, dan usus. Selain itu, paparan pestisida juga dapat memengaruhi fungsi sistem saraf pusat, sistem endokrin, sistem imun, serta sistem organ lainnya. Individu yang terpapar pestisida secara terus-menerus dapat mengalami gejala respiratori seperti batuk berkepanjangan, sesak napas, atau rasa tertekan di dada. Gejala-gejala ini merupakan indikasi dari gangguan saluran pernapasan seperti bronkitis, asma, atau penyakit paru-paru obstruktif kronik (PPOK). Paparan jangka panjang terhadap pestisida juga dapat menyebabkan kerusakan jaringan paru-paru yang bersifat progresif. Dalam kasus tertentu, kerusakan ini dapat

berkembang menjadi kondisi yang lebih serius, seperti kanker paru-paru (Pamungkas, 2016).

2. Keracunan akut

Keracunan akut pada area tubuh yang bersentuhan langsung dengan zat pestisida biasanya mengakibatkan iritasi pada mata, hidung, tenggorokan, dan kulit. Akibat pengobatan pestisida, mereka masuk ke dalam tubuh manusia dan merusak organ tubuh. Pestisida menembus seluruh bagian tubuh di mana saraf otot diaktifkan tanpa disengaja. Gerakan yang lembut dan kasar dapat menyebabkan keluarnya air mata dan air liur berlebihan yang dapat menyebabkan pernapasan menjadi lemah, cepat, atau tidak normal (Pamungkas, 2016).

B. Golongan Pestisida

Berikut adalah penggolongan pestisida berdasarkan sifat dasar bahan kimianya.

1. Organoklorin (OK)

Organoklorin adalah racun kontak dan racun perut. Hal ini berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat karena berada di lingkungan dalam jangka waktu yang sangat lama, baik di tanah, jaringan tumbuhan, maupun di dalam tubuh hewan (Astuti & Widyastuti, 2017). Residu organoklorin menyebabkan efek buruk seperti bioakumulasi dan masalah keracunan kronis yang berbahaya. Senyawa herbisida 2,3,7,8-TCDD merupakan senyawa yang bersifat racun bagi ternak termasuk manusia, menembus melalui kontak kulit atau saluran cerna,

menginduksi enzim oksidase, bersifat sangat karsinogenik, teratogenik, dan menghasilkan penekan respon imun. Toksisitas golongan senyawa organoklorin ini terdiri dari obat anestesi, narkotika, dan racun sistemik. Mekanisme kerja spesifiknya adalah menekan sistem saraf pusat (anestesi), merusak jaringan hati, dan merusak jaringan ginjal (Budiyanto, 2018).

2. Organofosfat (OP)

Organofosfat adalah racun kontak, racun perut, dan fumigan. Toksisitas akibat paparan senyawa ini mempengaruhi sistem saraf dengan menghambat enzim kolinesterase.

3. Karbamat

Seperti halnya golongan organofosfat, toksisitasnya dengan penghambatan aktivitas enzim kolinesterase pada sistem syaraf.

Bedasarkan rute masuknya pestisida dapat masuk ke tubuh manusia dengan tiga cara umum: melalui kulit (kontak), mulut (menelan), dan paru-paru (inhalasi). Keadaan zat kimia, padat, cair, atau gas, mempengaruhi kemungkinan penetrasi pestisida ke dalam tubuh (Mutia & Oktarlina, 2020).

C. Jalur Masuk Pestisida

Masuknya pestisida ke dalam tubuh dapat memicu interaksi antara molekul aktif dalam pestisida dengan sel-sel tubuh, baik melalui mekanisme yang bersifat spesifik maupun nonspesifik. Interaksi ini dapat menyebabkan gangguan fungsi sel dan jaringan, tergantung pada jenis pestisida, dosis, serta

lama paparan. Pestisida bisa masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui 3 jalur, yaitu (Tsani et al., 2017) :

1. Kulit

Pestisida yang menempel pada permukaan kulit dapat masuk ke dalam tubuh dan menyebabkan keracunan melalui kontaminasi kulit. Pekerjaan petani dengan risiko tinggi kontaminasi kulit antara lain melalui peralatan dan perlengkapan penyemprotan, pencampuran pestisida, dan penyemprot pembersih.

2. Hidung

Keracuna Keracunan akibat partikel pestisida yang terhirup atau percikan semprotan merupakan penyebab keracunan paling umum kedua setelah kontaminasi kulit. Partikel pestisida yang masuk ke paru-paru dapat menyebabkan gangguan fungsi paru-paru. Partikel yang lebih kecil dari 10 mikrometer dapat mencapai paru-paru. Partikel yang lebih besar dari 50 mikrometer mungkin tidak mencapai paru-paru, namun dapat menyebabkan masalah pada selaput lendir hidung dan tenggorokan. Kegiatan dengan risiko tinggi kontaminasi hidung meliputi pencampuran pestisida bubuk, penggunaan pestisida dalam bentuk gas atau gas, dan takaran pestisida.

3. Mulut

Keracunan mulut jarang terjadi dibandingkan kontaminasi kulit. Keracunan lewat mulut dapat terjadi dalam berbagai cara, termasuk bunuh diri, makan, minum atau merokok saat bekerja, menyeka keringat

dari wajah dengan tangan, lengan baju, atau sarung tangan yang terkontaminasi pestisida, atau pestisida yang terbawa angin atau tertiuip ke dalam mulut. Hal ini mungkin terjadi karena nosel tersumbat yang kemudian diperbaiki dengan cara meniup dengan mulut, tertelan melalui mulut, makanan atau minuman terkontaminasi, kecelakaan khusus (disimpan tanpa label).

D. Mekanisme Toksisitas Pestisida

Toksisitas pestisida dapat terjadi ketika petani berkerja tanpa menggunakan alat pelindung diri yang lengkap sehingga petani tersebut dapat terpapar pestisida (Zein, 2020).

Pestisida meracuni manusia melalui berbagai mekanisme kerja yaitu:

1. Mempengaruhi kerja enzim dan hormon.

Ketika zat beracun masuk ke dalam tubuh, aktivitas enzim dan hormon dapat terganggu akibat inaktivasi molekul aktivator. Salah satu kelompok zat beracun tersebut adalah pestisida, yang diklasifikasikan sebagai bahan kimia pengganggu endokrin (*Endocrine Disrupting Chemicals* atau EDCs). EDCs merupakan senyawa kimia yang dapat mengganggu berbagai proses hormonal dalam tubuh, termasuk sintesis, sekresi, transportasi, metabolisme, pengikatan, serta eliminasi hormon. Gangguan ini berdampak pada fungsi hormon yang berperan dalam menjaga homeostasis, fungsi reproduksi, dan proses pertumbuhan serta perkembangan tubuh. Akibatnya, paparan EDCs seperti pestisida

dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, baik akut maupun kroni (Pamungkas, 2016).

2. Merusak jaringan

Masuknya pestisida merangsang produksi serotonin dan histamin, dan hormon-hormon ini dapat menyebabkan reaksi alergi dan menghasilkan senyawa baru yang lebih beracun (Pamungkas, 2016)

E. Pengertian Hati

Hati memiliki berat 1,2 hingga 1,8 kg atau sekitar 25% dari berat badan orang dewasa, menempati sebagian besar kuadran kanan atas perut, dan merupakan pusat metabolisme tubuh dengan fungsi yang sangat kompleks (Azmi, 2016). Hati menerima darah dari sirkulasi sistemik melalui arteri hepatica dan dari sistem vena portal, yang berisi zat makanan yang diserap oleh usus. Secara mikroskopis hati tersusun atas banyak lobulus dengan struktur serupa, terdiri dari hepatosit, sinusoid yang dikelilingi oleh endotel pembuluh darah, dan sel Kupffer yang merupakan bagian dari sistem retikuloendotelial (Rosida, 2016)

F. Struktur Hati

Hati terdiri dari dua lobus selebarannya berbentuk heksagonal. Setiap lobus terdiri dari banyak hepatosit (sel hati) yang mengelilingi venaseutralis seperti jari-jari roda. Terdapat sinusoid di antara sel-sel hati, dan di dindingnya terdapat makrofag yang disebut sel Kupffer yang dapat memfagositosis sel darah dan bakteri yang rusak.

Hati disuplai oleh dua pembuluh darah yakni vena portal hepatic dan arteri hepatic. kedua cabang pembuluh darah tersebut mengalirkan darah ke sinusoid. Sel darah menyerap nutrisi, oksigen, dan racun dari darah di sinusoid. Sel darah dapat menetralkan zat beracun atau menghilangkan racunnya (detoksifikasi). Selama waktu ini, nutrisi disimpan dan zat baru yang berguna bagi sel darah terbentuk. Hati juga dapat mensintesis glukosa dari protein dan lemak. Peran hati dalam metabolisme protein sangatlah penting Protein plasma kecuali gamma globulin disintesis di hati. Protein tersebut adalah albumin, protrombin, fibrinogen, dan faktor pembekuan lainnya yang diperlukan untuk menjaga tekanan osmotik koloid (Sidi, 2018).

G. Fungsi Hati

Hati sangatlah penting, berperan dalam hampir setiap fungsi metabolisme dalam tubuh. Beberapa fungsi hati adalah (Maharani, 2021):

1. Pembentukan dan sekresi empedu

Setiap hari, hati menghasilkan sekitar 500 hingga 1000 mililiter empedu. Empedu sebagian besar terdiri dari air (sekitar 97%) dan mengandung berbagai komponen lain seperti elektrolit, garam empedu, fosfolipid (terutama lesitin), kolesterol, garam anorganik, serta pigmen empedu, terutama bilirubin yang telah terkonjugasi. Empedu berperan penting dalam proses pencernaan dan penyerapan lemak, serta vitamin yang larut dalam lemak di saluran pencernaan, khususnya di usus. (Harliansyah & Luthfiana, 2020).

2. Metabolisme karbohidrat

Hati berperan penting dalam metabolisme karbohidrat melalui berbagai proses, termasuk glikolisis, glikogenesis, dan glukoneogenesis. Selain itu, hati juga berfungsi dalam sintesis berbagai senyawa penting yang berasal dari hasil metabolisme karbohidrat.. Proses-proses ini berperan penting dalam menjaga kadar gula darah normal dan menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat disimpan di hati sebagai glikogen (Lau, et al 2024).

3. Metabolisme protein

Fungsi hati dalam metabolisme protein mencakup proses deaminasi asam amino, pembentukan urea sebagai mekanisme untuk membuang kelebihan nitrogen dari tubuh, serta sintesis protein plasma dengan pengecualian gamma globulin. Selain itu, hati juga berperan dalam pembentukan asam amino dan senyawa lain yang penting bagi kelangsungan proses metabolisme tubuh.

4. Metabolisme lemak

Metabolisme lemak di hati tidak hanya mencakup penimbunan lemak tetapi juga proses ketogenesis dan sintesis kolesterol. Selain itu, ini mencakup proses hidrolisis trigliserida, kolesterol, fosfolipid, dan lipoprotein menjadi asam lemak dan gliserol (Siregar & Makmur, 2020).

5. Penimbunan vitamin dan mineral

Hati berperan dalam penyimpanan vitamin, seperti vitamin larut lemak (vitamin A, D, E, K). Selain itu, tembaga dan besi juga disimpan di dalam hati.

6. Detoksifikasi

Fungsi detoksifikasi yang dilakukan oleh enzim-enzim di hati sangat penting dalam mengubah zat-zat yang tidak berbahaya yang kemudian di ekskresi oleh ginjal (Batubara et al., 2025).

H. Gangguan Fungsi Hati

Hati memiliki banyak fungsi, maka mudah dibayangkan bagaimana dampak kerusakan pada hati. Beberapa penyakit hati yaitu:

1. Penyakit hati yang disebabkan oleh penyakit menular (misalnya virus hepatitis) yang dapat ditularkan melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi maupun suntikan, atau jarum suntik yang terkontaminasi.
2. Penyakit liver yang disebabkan oleh racun (misalnya alkohol atau obat-obatan tertentu). Alkohol beracun bagi hati. Penumpukan obat di hati (misalnya parasetamol) dan gangguan metabolisme obat dapat memicu penyakit hati. (Mumpuni, 2016).
3. Penyebab genetik atau keturunan (misalnya hemokromatosis)
4. Penyakit hati karena kekebalan tubuh (misalnya hepatitis autoimun). Penyakit autoimun adalah penyakit yang disebabkan oleh resistensi jaringan tubuh sendiri. Hepatitis autoimun biasanya menyerang sel hati sehingga menyebabkan peradangan kronis.

5. Kanker (seperti karsinoma hepatoseluler) Kanker hati dapat disebabkan oleh senyawa karsinogenik seperti aflatoksin, polivinil klorida (bahan yang digunakan untuk membuat plastik), dan virus. Hepatitis B, hepatitis C, dan sirosis dapat berkembang menjadi kanker hati. Kita bisa lebih memperhatikan dan menjaga jantung dengan menghindari hal-hal yang dapat menyebabkan penyakit liver.

I. Pengertian SGPT

Serum glutamic pyruvic transaminase (SGPT) adalah enzim yang terdapat dalam jumlah tinggi di dalam sel-sel hati, dan sangat berguna sebagai indikator dalam mendeteksi kerusakan hepatoseluler. Selain hati, enzim ini juga dapat ditemukan pada jaringan ginjal, jantung, dan otot rangka, meskipun dalam konsentrasi yang lebih rendah. Penyakit pada jaringan hati memungkinkan enzim SGPT memasuki aliran darah dan meningkatkan kadarnya. Umumnya peningkatan SGPT dalam tubuh disebabkan oleh penyakit hati. SGPT mengkatalisis dua bagian siklus alanin. Pengujian kadar SGPT sering digunakan untuk mendiagnosis tes fungsi hati dan mendeteksi kerusakan hati. SGPT adalah enzim yang ada di sel hati. Ketika sel hati rusak, enzim SGPT dilepaskan dari sel hati ke dalam aliran darah dan diukur dalam uji klinis lewat pemeriksaan kadar SGPT (SELMADANI, 2021).

Pada prinsipnya pemeriksaan SGPT mempunyai nilai informasi yang tinggi pada cedera parenkim hati akut. SGPT dapat diperiksa dengan fotometri atau spektrofotometri. Kadar SGPT normal pada orang dewasa adalah 0-42 U/L untuk pria dan 0-32 U/L untuk wanita (Maharani, 2021)

Ada beberapa kondisi yang dapat meningkatkan SGPT dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Peningkatan SGPT > 20 kali normal : hepatitis viral akut, nekrosis hati (toksisitas obat atau kimia lainnya).
2. Peningkatan 3-10 kali normal : infeksi mononuklear, hepatitis kronis aktif, sumbatan empedu ekstra hepatic, sindrom reye dan infark miokard (SGOT>SGPT).
3. Peningkatan 1-3 kali normal : pankreatitis, perlemakan hati, sirosis laennec dan sirosis biliaris.

Organ hati sendiri mengeluarkan berbagai jenis enzim, seperti serum glutamat oksaloasetat transferase (SGOT) dan serum glutamat piruvat transferase (SGPT). Nilai SGOT dan SGPT dalam darah merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur aktivitas dan fungsi hati. Gangguan fungsi hati ditandai dengan peningkatan kadar SGOT dan SGPT dalam darah (Hadaita et al., 2019).

J. Peran SGPT Dalam Mendeteksi Kerusakan Hati

Alanin aminotransferase (ALT) atau serum glutamat piruvat transaminase (SGPT) adalah enzim yang paling erat kaitannya dengan kerusakan sel hati. Hati memiliki konsentrasi SGPT yang sangat tinggi, sedangkan organ lain seperti ginjal, otot jantung, dan otot rangka memiliki kadar SGPT yang lebih rendah. SGPT juga ditemukan dalam jumlah kecil di pankreas, paru, limpa, dan eritrosit. Oleh karena itu, SGPT memiliki spesifitas yang relatif tinggi untuk mendeteksi kerusakan hati. Ketika terjadi

kerusakan sel, enzim SGPT akan dilepaskan ke dalam aliran darah, sehingga pengukuran konsentrasi SGPT dalam darah dapat memberikan informasi penting tentang tingkat gangguan fungsi hati. Dengan demikian, SGPT dapat digunakan sebagai marker untuk mendeteksi kerusakan hati dan memantau perkembangan penyakit hati. Selain itu, pengukuran SGPT juga dapat membantu dalam diagnosis dan penanganan penyakit hati, sehingga sangat penting dalam bidang kedokteran. Pengukuran SGPT juga dapat membantu dalam memantau efektivitas pengobatan penyakit hati dan dalam mendeteksi kemungkinan kerusakan hati yang lebih lanjut. Oleh karena itu, pengukuran SGPT merupakan salah satu alat diagnostik yang sangat penting dalam bidang kedokteran, terutama dalam diagnosis dan penanganan penyakit hati. (Muhammadiyah & Kahar, 2018).

K. Metode Pemeriksaan SGPT

Pemeriksaan fungsi hati dilakukan dengan tujuan untuk melakukan skrining atau deteksi awal terhadap gangguan atau penyakit hati, membantu menegakkan diagnosis klinis, menilai tingkat keparahan penyakit, mengidentifikasi penyebab, mengevaluasi respons terhadap terapi, serta memperkirakan prognosis dan tingkat disfungsi hati. Uji fungsi hati secara umum dibagi menjadi tiga kelompok utama, yaitu: evaluasi fungsi hati secara menyeluruh, pengukuran aktivitas enzim hati, serta penelusuran penyebab penyakit hati. Pada pemeriksaan fungsi hati, aspek yang dinilai meliputi kemampuan sintesis protein, fungsi ekskresi empedu, dan kemampuan detoksifikasi zat beracun oleh hati. (Rosida, A. 2016)

Berikut adalah metode pemeriksaan kadar SGPT dalam darah menurut Maharani (2021) :

1. Metode kinetik enzimatik

Pemeriksaan SGPT dilakukan menggunakan metode kinetik enzimatik berdasarkan standar IFCC (International Federation of Clinical Chemistry), dengan bantuan alat semi otomatis yang umum digunakan di laboratorium klinik untuk analisis kimia darah. Metode kinetik enzimatik dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pH, suhu, waktu reaksi, dan jenis substrat yang digunakan. Prinsip dasar pemeriksaan ini adalah enzim alanine aminotransferase (ALT) mengkatalisis reaksi transaminasi antara L-alanine dan 2-oxoglutarate, membentuk L-glutamate dan pyruvate. Selanjutnya, pyruvate direduksi menjadi D-lactate oleh enzim lactate dehydrogenase (LDH), sedangkan nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) teroksidasi menjadi NAD^+ . Jumlah NADH yang teroksidasi sebanding dengan aktivitas ALT yang ada dalam sampel, dan diukur secara fotometrik pada panjang gelombang 340 nm, dengan suhu inkubasi 37°C.

2. Metode otomatis

Pemeriksaan SGPT dapat dilakukan dengan menggunakan alat *automatic chemistry analyzer* merek Selecta Pro Series. Alat ini bekerja dengan cara memipet serum dan reagen secara otomatis, lalu reaksi kimia berlangsung di dalam rotor. Selanjutnya, alat akan secara otomatis mengukur nilai absorbansi larutan menggunakan lampu halogen sebagai

sumber cahaya yang diterima oleh *photodiode*. Nilai absorbansi tersebut kemudian dihitung menggunakan rumus khusus yang telah ditetapkan untuk masing-masing parameter dengan bantuan faktor konversi. Hasil akhirnya ditampilkan pada layar monitor.

L. Hubungan Pestisida dan SGPT

penelitian yang dilakukakan oleh Satya et al (2024) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan frekuensi, durasi dan jenis pestisida dengan kadar SGPT petani yang terpapar pestisida di desa Pesagi kecamatan Penebel kabupaten Tabanan. Diharapkan Petani agar menggunakan alat pelindung diri saat menyemprotkan pestisida dan membatasi penggunaan pestisid. Individu yang terpapar pestisida di lahan pertanian memiliki kadar SGPT dan enzim hati lainnya yang lebih tinggi dibandingkan mereka yang tidak terpapar. Pada penelitian ini juga menyatakan bahwa semakin lama durasi paparan pestisida, semakin besar risiko kerusakan hati. Paparan jangka panjang terhadap pestisida memungkinkan akumulasi bahan kimia berbahaya dalam tubuh, terutama di hati. Semakin lama durasi paparan, semakin besar kemungkinan akumulasi racun yang dapat menyebabkan kerusakan hati yang lebih serius (Satya et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Ronna Atika Tsani, Onny Setiani, dan Nikie Astorina Yunita Dewanty (2017) mengungkapkan bahwa lama masa kerja dan jumlah jenis pestisida yang digunakan merupakan faktor risiko terjadinya gangguan fungsi hati pada petani di Desa Sumberejo, Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani

dengan masa kerja lebih dari 18 tahun memiliki risiko hampir dua kali lipat lebih tinggi untuk mengalami gangguan fungsi hati dibandingkan dengan mereka yang bekerja selama 18 tahun atau kurang. Selain itu, petani yang menggunakan campuran pestisida memiliki risiko 6,4 kali lebih besar mengalami gangguan fungsi hati dibandingkan dengan pengguna pestisida tunggal. Jenis pestisida yang paling sering digunakan oleh para petani adalah insektisida dan fungisida dari golongan organofosfat dan karbamat. (Tsani et al., 2017).