

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pestisida

1. Pengertian Pestisida

Pestisida adalah semua zat kimia, bahan lain, serta jasad renik (mikroba) dan virus yang digunakan untuk memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman, atau hasil pertanian, memberantas rerumputan, mematikan daun, mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan, mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman, tidak termasuk pupuk, serta digunakan untuk memberantas atau mengendalikan hama air dan hama rumah tangga (Permentan. 2019 dalam Sinambela. 2024).

2. Jenis-Jenis Pestisida Berdasarkan Kegunaan

Menurut Djojoseumarto, (2008) yang dikutip dalam Rahmah, (2022) pestisida dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis organisme sasaran yang hendak dikendalikan. Beberapa jenis pestisida tersebut antara lain:

- a. Akarisida, berasal dari kata akari (bahasa Yunani: tungau atau kutu), digunakan untuk membunuh tungau atau kutu, dan sering juga disebut mitesida.
- b. Algasida, dari kata alga (bahasa Latin: ganggang laut), berfungsi membasmi ganggang atau alga.
- c. Alvisida, dari kata alvis (bahasa Latin: burung), berperan sebagai pembunuh atau penolak burung.

- d. Bakterisida, berasal dari kata bacterium (Latin) atau bakron (Yunani), digunakan untuk mematikan bakteri.
- e. Fungisida, dari kata fungus (Latin) atau spongos (Yunani, berarti jamur), berfungsi untuk memberantas jamur atau cendawan. Fungisida dapat bersifat fungitoksik (membunuh jamur) atau fungistatik (menghambat pertumbuhannya).
- f. Herbisida, berasal dari kata herba (Latin: tanaman setahun), berfungsi membasmi gulma.
- g. Insektisida, dari kata insectum (Latin: serangga yang bersegmen), digunakan untuk membunuh serangga.
- h. Molluskisida, berasal dari kata molluscus (Yunani: berselubung lembek), digunakan untuk membunuh siput.
- i. Nematisida, dari kata nematoda (Latin) atau nema (Yunani: benang), berfungsi untuk memberantas nematoda.
- j. Ovisida, dari kata ovum (Latin: telur), digunakan untuk merusak atau membunuh telur.
- k. Pedikulisida, berasal dari kata pedis (Latin: kutu atau tuma), berfungsi membunuh kutu atau tuma.
- l. Piscisida, dari kata piscis (Yunani: ikan), digunakan untuk membasmi ikan.
- m. Rodentisida, dari kata rodere (Yunani: pengerat), digunakan untuk mematikan hewan pengerat.

- n. Termisida, dari kata termes (Yunani: serangga pelubang kayu), berfungsi untuk membunuh rayap.

3. Jenis-Jenis Pestisida Berdasarkan Senyawa Kimia

Jenis-jenis pestisida berdasarkan bahan kimia menurut Garud et al. (2024) adalah sebagai berikut:

- a. Organofosfat

Pestisida organofosfat adalah kelompok insektisida yang bekerja dengan cara mengganggu sistem saraf organisme sasaran. Zat ini menghambat kerja enzim kolinesterase, sehingga rangsangan saraf tidak dapat dihentikan dan menyebabkan otot terus berkontraksi. Akibatnya organisme sasaran mengalami kejang, kelumpuhan, lalu mati. Golongan ini banyak digunakan dalam pertanian dan pengendalian vektor karena efektivitasnya tinggi, namun memiliki tingkat racun yang cukup berbahaya bagi manusia jika terpapar tanpa pengamanan yang baik. Contoh pestisida golongan organofosfat antara lain malation, asefat, klorpirifos, kadusafos, dan diazinon.

- b. Organoklorin

Pestisida organoklorin merupakan insektisida sintetis generasi lama yang dikenal sangat stabil di lingkungan. Senyawa ini bekerja pada sistem saraf pusat dengan menimbulkan rangsangan berlebihan yang berujung pada tremor, kejang, dan kerusakan saraf. Karena sifatnya sulit terurai dan dapat menumpuk dalam jaringan lemak makhluk hidup, organoklorin berisiko menimbulkan dampak kesehatan jangka

panjang serta pencemaran lingkungan, sehingga penggunaannya kini banyak dibatasi atau dilarang. Contoh pestisida golongan organoklorin adalah DDT, dieldrin, dan endosulfan.

c. Karbamat

Pestisida karbamat memiliki mekanisme kerja yang hampir sama dengan organofosfat, yaitu menghambat enzim kolinesterase. Namun perbedaannya, ikatan karbamat terhadap enzim bersifat sementara sehingga efek racunnya dapat pulih lebih cepat. Oleh karena itu, golongan ini dianggap relatif lebih aman dibandingkan organofosfat. Contoh pestisida golongan karbamat adalah karbosulfan, karbaril, propineb, dan klorotalonil.

d. Piretroid

Pestisida piretroid adalah insektisida sintetis yang dikembangkan dari senyawa alami piretrin. Golongan ini bekerja dengan mengacaukan sistem saraf serangga, terutama dengan memicu aktivitas saraf yang berlebihan hingga menyebabkan kelumpuhan. Piretroid dikenal sebagai racun kontak yang kuat dan efektif dalam dosis rendah, serta relatif lebih aman bagi manusia dibandingkan organofosfat dan organoklorin. Karena sifat tersebut, piretroid banyak digunakan baik di sektor pertanian maupun pengendalian serangga rumah tangga. Contoh pestisida piretroid antara lain d-fenotrin dan metoflutrין (pestisida rumah tangga), sipermetrin, lambda-sihalotrin, dan bifentrin.

4. Rute Paparan Pestisida

Beberapa rute paparan pestisida menurut Rustiah & Rasyid (2021) adalah sebagai berikut:

a. Kontak kulit (dermal)

Paparan terjadi akibat kontak langsung dengan pestisida atau melalui pakaian yang terkontaminasi percikan maupun semprotan pestisida.

b. Saluran pernapasan (inhalasi)

Paparan terjadi saat pestisida terhirup pada proses penyemprotan, termasuk oleh orang yang berada atau melintas di sekitar area penyemprotan.

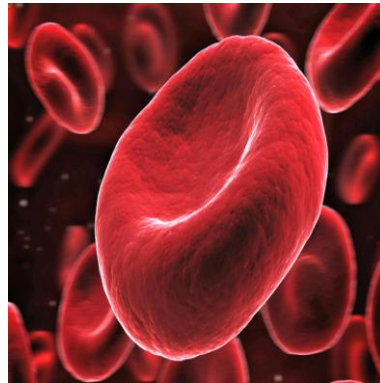
c. Saluran pencernaan (oral)

Paparan terjadi melalui konsumsi makanan dan minuman yang telah terkontaminasi pestisida, serta kebiasaan makan atau minum tanpa mencuci tangan setelah kontak dengan pestisida.

B. Darah

Darah merupakan jaringan cair yang memiliki peran penting dalam kehidupan makhluk hidup, karena menjadi bagian utama dari sistem peredaran darah. Darah berfungsi sebagai media komunikasi antar sel di seluruh tubuh maupun dengan lingkungan luar. Perannya meliputi pengangkutan oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh serta membawa kembali karbon dioksida dari jaringan menuju paru-paru. menyalurkan nutrisi hasil pencernaan ke berbagai

jaringan, serta mengantarkan hormon dan komponen yang berperan dalam proses pembekuan darah (Sitanggang et al., 2024).



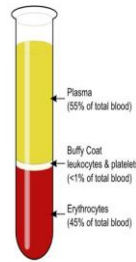
Gambar 1. Sel Darah (Sitanggang et al., 2024)

Darah tersusun atas dua komponen utama, yaitu plasma darah dan elemen seluler yang meliputi sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), serta trombosit. Rata-rata volume darah dalam tubuh manusia mencapai sekitar 5 liter, dengan komposisi sekitar 55% berupa plasma dan 45% sisanya terdiri atas sel-sel darah. Fungsi utama darah adalah mengangkut eritrosit yang mengandung hemoglobin untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh, menjaga keseimbangan asam-basa, serta membantu proses pembuangan sisa hasil metabolisme dari jaringan tubuh (Aate & Gajbhiye, 2023).

C. Hematokrit

1. Pengertian Hematokrit

Hematokrit merupakan ukuran yang menunjukkan perbandingan antara volume eritrosit dengan keseluruhan volume darah dalam tubuh, dan hasilnya dinyatakan dalam satuan persen (Chairani et al., 2022).



Gambar 2. Tiga bagian darah (Sitanggang et al., 2024)

Hematokrit berfungsi sebagai indikator kemampuan darah dalam mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Semakin seimbang kadar eritrosit dalam darah, semakin optimal juga distribusi oksigen ke jaringan dan organ tubuh. Nilai hematokrit yang berada dalam batas normal membantu menjaga fungsi tubuh tetap stabil, sedangkan nilai yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengganggu aliran darah dan suplai oksigen ke jaringan (Mutiara et al., 2021).

Peningkatan nilai hematokrit atau hemokonsentrasi dapat terjadi akibat bertambahnya jumlah sel darah atau berkurangnya volume plasma darah, misalnya pada kondisi luka bakar, penyakit kardiovaskular, penyakit paru obstruktif kronik, kelainan jantung bawaan, serta keadaan syok. Sebaliknya, penurunan nilai hematokrit atau hemodilusi dapat disebabkan oleh berkurangnya jumlah sel darah atau meningkatnya volume plasma, seperti yang dijumpai pada penderita anemia, sirosis hati, perdarahan, leukemia, penyakit Addison, infeksi kronis, dan kondisi lainnya (Nafsi & Sofyanita, 2023).

2. Kadar Hematokrit

Kadar hematokrit merupakan persentase volume sel darah merah (eritrosit) dibandingkan dengan seluruh volume darah. Parameter ini digunakan untuk menilai keseimbangan antara jumlah eritrosit dan plasma dalam tubuh. Nilai hematokrit yang berada dalam batas normal menunjukkan bahwa darah memiliki kemampuan optimal dalam mengangkut oksigen ke seluruh jaringan. Sebaliknya, kadar hematokrit yang terlalu tinggi dapat membuat darah menjadi lebih kental sehingga menghambat aliran darah, sedangkan kadar yang rendah biasanya mengindikasikan adanya penurunan jumlah eritrosit seperti pada kondisi anemia (Nafsi & Sofyanita, 2023).

Menurut Yuniarty et al. (2024) nilai normal hematokrit bervariasi berdasarkan usia dan jenis kelamin :

Bayi baru lahir : 44–46 %

Usia 1–3 tahun : 29–40 %

Usia 4–10 tahun : 31–43 %

Pria dewasa : 40–54 %

Wanita dewasa : 36–46 %

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hematokrit

a. Usia

Usia sangat mempengaruhi kadar hematokrit karena perubahan fungsi fisiologis tubuh sepanjang kehidupan. Bayi baru lahir memiliki kadar hematokrit yang lebih tinggi akibat adaptasi intrauterin yang menuntut kapasitas pengangkutan oksigen lebih besar. Setelah beberapa

minggu, kadar ini menurun drastis karena produksi eritrosit mulai stabil di lingkungan luar rahim. Pada usia anak-anak hingga remaja, hematokrit meningkat perlahan seiring pertumbuhan dan aktivitas metabolik. Saat memasuki usia dewasa, kadar hematokrit menjadi relatif stabil, meski dapat dipengaruhi oleh gaya hidup dan status kesehatan. Pada usia lanjut, hematokrit cenderung menurun akibat berkurangnya kapasitas sumsum tulang dalam memproduksi eritrosit dan adanya penyakit penyerta yang menghambat pembentukan sel darah merah (Ramadhani, 2023).

b. Jenis Kelamin

Jenis kelamin merupakan faktor penting yang mempengaruhi kadar hematokrit. Pria pada umumnya memiliki kadar hematokrit yang lebih tinggi dibandingkan wanita karena efek androgen yang merangsang produksi eritrosit, serta tidak mengalami kehilangan darah menstruasi secara reguler seperti pada wanita. Perbedaan hormonal dan fisiologis ini sering terlihat dalam profil hematokrit normal antara pria dan wanita dalam populasi umum (Ramadhani, 2023).

c. Status Hidrasi

Status hidrasi tubuh sangat memengaruhi kadar hematokrit. Ketika seseorang mengalami dehidrasi, volume plasma darah menurun sehingga proporsi sel darah merah terhadap plasma meningkat, menghasilkan hematokrit yang terkesan lebih tinggi. Sebaliknya, hemodilusi (misalnya pada kehamilan atau setelah pemberian cairan) dapat menurunkan

hematokrit karena volume plasma meningkat relatif terhadap sel darah merah (Putri, 2021).

d. Penyakit dan Kondisi Medis

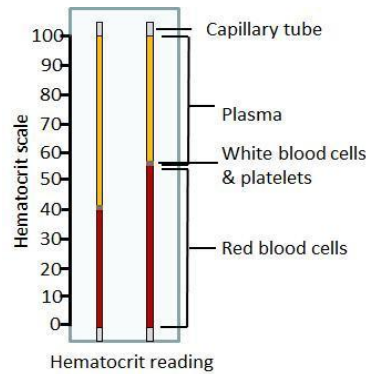
Berbagai kondisi penyakit kronik dapat memengaruhi kadar hematokrit. Contohnya, pada gagal ginjal kronik, produksi eritropoietin menurun sehingga sintesis sel darah merah berkurang. yang akhirnya menurunkan hematokrit. Sementara pada gangguan lain seperti anemia defisiensi besi atau leukemia. produksi sel darah merah terganggu dan hematokrit menurun secara patologis (Rosmala et al., 2025).

e. Paparan Toksin atau Bahan Kimia

Paparan toksin dapat menyebabkan hemolisis, yaitu penghancuran sel darah merah secara cepat, sehingga hematokrit menurun. Beberapa pestisida bersifat myelotoksik, yaitu dapat menghambat kerja sumsum tulang sebagai tempat pembentukan eritrosit. Jika produksi eritrosit menurun, maka proporsi sel darah merah terhadap plasma berkurang dan hematokrit ikut menurun. Pekerja seperti petani yang sering terpapar pestisida berisiko mengalami gangguan hematologi apabila paparan tidak terkendali (Sine et al., 2023).

4. Metode Pengukuran Kadar Hematokrit

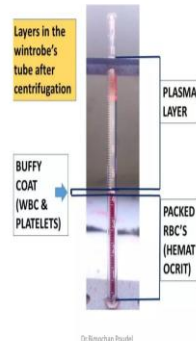
a. Metode Mikrohematokrit



Gambar 3. Metode Mikrohematokrit (Yuniarty et al., 2024)

Metode mikrohematokrit merupakan teknik pemeriksaan hematokrit yang paling umum digunakan di laboratorium karena cepat, akurat, dan membutuhkan volume sampel yang sangat kecil. Pada metode ini, darah kapiler atau darah EDTA dimasukkan ke dalam tabung kapiler khusus, kemudian salah satu ujungnya ditutup dengan dempul / creatosil. Tabung tersebut diputar menggunakan centrifuge mikrohematokrit dengan kecepatan sekitar 11.000–16.000 rpm selama 3-5 menit hingga sel darah merah memadat di bagian bawah tabung. Nilai hematokrit dibaca dari skala lapisan atas endapan sel eritrosit terhadap skala volume keseluruhan darah menggunakan microhematocrit reader / skala hematokrit dan dilaporkan dengan persentase (Yuniarty et al., 2024).

b. Metode Makrohematokrit (Wintrobe)



Gambar 4. Metode Makrohematokrit (Wintrobe) (Yuniarty et al., 2024)

Metode Wintrobe menggunakan tabung berdiameter lebih besar dibanding mikrohematokrit dan memerlukan volume sampel darah yang lebih banyak. Sampel darah yang dimasukkan ke tabung Wintrobe kemudian disentrifugasi pada kecepatan lebih rendah, sekitar 3.000 rpm selama 30 menit. hingga terbentuk lapisan pemisah antara plasma, buffy coat, dan eritrosit. Nilai hematokrit diukur dari tinggi kolom eritrosit terhadap tinggi keseluruhan kolom darah. Kekurangan metode ini adalah waktu pemeriksaannya lebih lama dan akurasinya lebih rendah dibanding mikrohematokrit karena jumlah plasma terperangkap lebih besar (Yuniarty et al., 2024).

c. Metode Otomatis dengan Hematology Analyzer



Gambar 5. Hematology Analyzer (Yuniarty et al., 2024)

Pemeriksaan hematokrit dapat dilakukan otomatis dengan *Hematology analyzer* yang bekerja berdasarkan *flow cytometry* mengukur sel melalui impedansi listrik dan hamburan cahaya. Impedansi mengukur resistansi antara dua elektroda saat sel lewat, sedangkan hamburan cahaya membedakan sel berdasarkan granula dan indeks biasnya. Metode ini lebih cepat dan terstandar melalui pengendalian kualitas laboratorium, mampu memproses puluhan sampel per jam dan menghasilkan puluhan parameter sekaligus (Chairani et al., 2022). Kekurangannya adalah biaya yang lebih tinggi dan kebutuhan sampel yang relatif besar; hasil juga bisa keliru jika terdapat bekuan darah (menurunkan Hct palsu), leukositosis ekstrem $>100.000/\mu\text{L}$ (menaikkan Hct palsu), atau adanya sel darah merah yang abnormal (Wahyuningtiyas, 2024).

D. Dampak Paparan Pestisida Terhadap Kadar Hematokrit



Gambar 6. Hubungan Pestisida dengan Hematokrit (Sine et al., 2023)

Paparan pestisida dapat menurunkan kadar hematokrit karena sifat toksiknya yang merusak membran eritrosit dan meningkatkan stres oksidatif, sehingga terjadi hemolisis dan berkurangnya jumlah sel darah merah. Selain itu, beberapa jenis pestisida juga dapat menghambat fungsi sumsum tulang dan menurunkan produksi eritrosit, terutama pada paparan kronis. Penelitian pada petani menunjukkan bahwa paparan pestisida berhubungan dengan penurunan signifikan kadar hematokrit akibat kombinasi kerusakan eritrosit dan gangguan hematopoiesis (Sine et al., 2023).

E. Petani Sayur

Petani sayur adalah individu yang mengelola usaha tani hortikultura dengan komoditas utama sayuran, memanfaatkan pengetahuan lokal maupun teknologi modern untuk menjaga produktivitas. Dalam praktiknya, petani sayur sangat bergantung pada pestisida karena sayuran rentan terhadap hama, sehingga penyemprotan menjadi bagian rutin dari kegiatan budidaya (Mustakim & Kas, 2022).

Paparan pestisida pada petani sayur dipengaruhi oleh berbagai faktor individu dan pekerjaan, seperti usia, jenis kelamin, frekuensi penggunaan pestisida, lamanya bekerja, serta penggunaan alat pelindung diri (APD). Penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar petani sayur pengguna pestisida dengan usia lanjut dan masa kerja yang lama, dimana kondisi ini meningkatkan risiko paparan pestisida secara kronis akibat akumulasi zat kimia dalam tubuh seiring bertambahnya usia dan lamanya masa kerja. Dari segi jenis kelamin perempuan lebih berisiko mengalami kadar hematokrit rendah karena adanya faktor kehilangan darah akibat menstruasi (Nafsi & Sofyanita, 2023). Frekuensi penggunaan pestisida yang dilakukan hingga tiga kali dalam seminggu melebihi anjuran penyemprotan yang aman, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya efek toksik kronis, terutama bila disertai penggunaan APD yang tidak lengkap, yang memungkinkan pestisida masuk ke dalam tubuh melalui kulit dan saluran pernapasan. Paparan pestisida yang berlangsung lama dan berulang dapat mengganggu sistem hematopoiesis dan memperburuk kondisi kesehatan tertentu, seperti anemia, gangguan fungsi ginjal, gangguan hati, infeksi kronis, serta penyakit inflamasi, yang diketahui dapat menyebabkan penurunan kadar hematokrit.

Hal ini sejalan dengan penelitian (Bunsri et al., 2023) yang menyatakan bahwa frekuensi paparan yang tinggi, durasi kerja yang panjang, serta penggunaan APD yang tidak memadai berhubungan dengan peningkatan risiko gangguan kesehatan akibat pestisida, termasuk gangguan pada parameter hematologi seperti hematokrit.