

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Tinjauan Teori**

#### **1. Pengertian Pestisida**

Istilah "pestisida" berasal dari kata "pest" yang artinya hama, dan "cide" yang berarti membunuh. Jadi, pestisida dapat diartikan sebagai zat yang digunakan untuk membunuh hama (Djojsumarto, 2008).

Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budidaya Pertanian Berkelanjutan Pasal 75, huruf c merupakan semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang dapat digunakan untuk:

- a. Memberantas atau mencegah:
  1. Hama dan penyakit yang merusak Tanaman atau hasil Pertanian;
  2. Hama luar pada hewan piaraan dan ternak;
  3. Hama air;
  4. Binatang dan jasad renik dalam rumah tangga, bangunan, dan dalam alat pengangkutan; dan
  5. Binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada Tanaman, tanah, atau air;
- b. Memberantas rerumputan dan/atau tanaman yang tidak di inginkan;
- c. Mematikan dan mencegah pertumbuhan bagian tanaman yang tidak diinginkan; dan
- d. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian Tanaman yang tidak termasuk pupuk.

#### **2. Klasifikasi Pestisida**

- a. Klasifikasi Berdasarkan Fungsi dan Organisme Target yang Dibasmi
  - 1) Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang beracun yang bisa mematikan semua jenis serangga.
  - 2) Akarisida adalah bahan senyawa beracun yang berfungsi untuk mengendalikan akarina (tungau atau mites).

- 3) Bakterisida, digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri.
  - 4) Fungisida, digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh cendawan (jamur atau fungi).
  - 5) Herbisida, digunakan untuk mengendalikan gulma (tanaman pengganggu).
  - 6) Moluskisida, digunakan untuk mengendalikan hama dari bangsa siput (moluska).
  - 7) Nematisida, digunakan untuk mengendalikan nematoda.
  - 8) Rodentisida, digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis binatang pengerat (tikus)
  - 9) Algisida, digunakan untuk mengendalikan ganggang (algae).
  - 10) Piskisida, digunakan untuk mengendalikan ikan buas.
  - 11) Alvisida, digunakan untuk membasmi burung.
  - 12) Repelen, pestisida yang tidak bersifat membunuh, hanya mengusirhama.
  - 13) Atraktan, digunakan untuk menarik atau mengumpulkan serangga.
  - 14) ZPT, digunakan untuk mengatur pertumbuhan tanaman yang efeknya bisa memacu pertumbuhan atau menekan pertumbuhan.
  - 15) Plant activator, digunakan untuk merangsang timbulnya kekebalan tumbuhan sehingga tahan terhadap penyakit tertentu.
- b. Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Toksisitasnya

Sifat alami dari pestisida yang disebut sebagai toksisitas atau daya racun mencerminkan kemampuan pestisida untuk menyebabkan kematian langsung atau risiko lain pada hewan tingkat tinggi, termasuk manusia. Toksisitas terbagi menjadi tiga kategori, yaitu toksisitas akut, kronik, dan subkronik. Angka toksisitas akut diwakili oleh LD50, yakni dosis yang dapat menyebabkan kematian pada 50% hewan uji (biasanya tikus, kecuali ada penjelasan lain), diukur dalam mg/kg berat badan (Djojsumarto, 2008).

c. Klasifikasi Berdasarkan bahan kimia yang terkandung di dalamnya

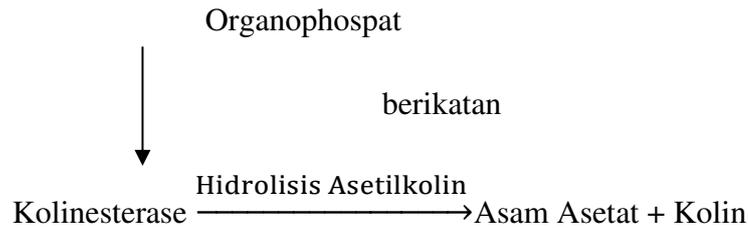
Berdasarkan bahan kimia yang terkandung di dalamnya, maka insektisida organik sintetis digolongkan menjadi 3 bagian yaitu (Hasibuan, 2015).

1) Klor Hidrokarbon, yang juga dikenal sebagai hidrokarbon terklorinasi, merupakan jenis insektisida organik sintetis generasi awal. Ciri-ciri umum dari insektisida klor hidrokarbon meliputi:

(1) mengandung unsur karbon, klor, hidrogen, dan kadang-kadang oksigen; (2) memiliki rantai karbon siklik; (3) tidak memiliki bagian inti molekular yang aktif; (4) bersifat apolar dan lipofilik; (5) mengandung senyawa kimia yang tidak reaktif sehingga mampu bertahan lama dalam lingkungan dengan daya persistensi tinggi (Hasibuan, 2015).

2) Organofosfat adalah ester dari asam fosfat yang mengandung atom fosfor, oksigen, karbon, dan hidrogen dalam strukturnya. Senyawa ini termasuk dalam kelompok insektisida yang paling umum digunakan petani dengan sifat menyebabkan resistensi untuk serangga dan predator serta paling toksik. Cara kerja organofosfat yaitu menghambat fungsi dari aktivitas enzim. Organofosfat berikatan dengan kolinesterase. Hidrolisis Asetilkolin oleh kolinesterase menghasilkan asam asetat & kolin sebagai perantara pada sinaps system syaraf otonom sehingga rangsangan diteruskan ke pusat. Organofosfat yang terserap dalam tubuh berdampak pada kolinesterase, kerja enzim Kolinesterase akan terhambat sehingga menyebabkan asetilkolinesterase didalam darah akan menurun dan menyebabkan penyebaran impuls dari neuron ke pusat tidak bekerja dengan stabil (Halisa, 2022).

Organofosfat memiliki mekanisme kerja ireversibel (tidak dapat di balikan). Reaksinya dapat digambarkan sebagai berikut:



Sumber : (Halisa, 2022).

- 3) Karbamat adalah golongan insektisida yang secara struktural dan mekanistik mirip dengan insektisida organofosfat (OP). Ciri khas karbamat terdiri dari molekul yang mengandung unsur nitrogen. Golongan karbamat merupakan racun kontak yang menurunkan aktivitas enzim kolinesterase darah dan bekerja sebagai racun saraf sebagaimana halnya dengan racun golongan organofosfat. Meskipun memiliki mekanisme kerja yang mirip dengan fosforilasi asetilkolinesterase ireversibel oleh organofosfat, karbamat mengikat asetilkolinesterase secara reversibel. Selanjutnya, karbamat memiliki presentasi toksikologi yang mirip dengan keracunan OP dengan durasi toksisitas yang biasanya kurang dari 24 jam. (Swacita, I.B.N. 2017)



Sumber : Kementerian Pertanian, n.d. , 2020

Gambar 2. 1 Pestisida

### 3. Penggolongan Keracunan dan Gejala-gejala Keracunan Pestisida

Pemakaian pestisida bisa menyebabkan kontaminasi langsung terhadap penggunanya secara langsung sehingga mengakibatkan keracunan. Dalam hal ini, keracunan dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu keracunan akut ringan, akut berat, dan kronis (Djojsumarto, 2008):

- a. Keracunan akut ringan, menimbulkan pusing, sakit kepala, iritasi ringan, badan terasa sakit, dan diare.
- b. Keracunan akut berat, menimbulkan gejala mual, menggigil, kejang perut, sulit bernapas, keluar air liur, pupil mata mengecil, dan peningkatan denyut nadi. keracunan berat ini dapat mengakibatkan kehilangan kesadaran, serangan kejang, bahkan bisa mengakibatkan kematian.
- c. Keracunan kronis dalam jangka waktu lama bisa menimbulkan gangguan kesehatan berupa, iritasi mata dan kulit, kanker, keguguran, cacat pada bayi, serta gangguan saraf, hati, ginjal dan pernapasan. Namun, keracunan kronis lebih sulit dideteksi karena tidak segera terasa dan tidak menimbulkan gejala serta tanda yang spesifik.

#### **4. Jalan Masuknya Pestisida ke Tubuh Manusia**

Masuknya pestisida dalam tubuh akan menyebabkan aksi antara molekul dalam pestisida dari sel yang bereaksi secara spesifik dan non spesifik. Pestisida bisa masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui 3 cara, yaitu (Djojsumarto, 2008):

##### **a. Kulit**

Pestisida yang menempel pada permukaan kulit dapat terserap oleh tubuh dan menyebabkan keracunan. Lebih dari 90% kasus keracunan di dunia disebabkan oleh kontaminasi kulit. Pekerjaan yang mempunyai risiko tinggi terhadap kontaminasi kulit adalah penyemprotan dan pengaplikasian, pencampuran pestisida, pencucian peralatan pengaplikasian (Djojsumarto, 2008).

##### **b. Hidung**

Keracunan yang disebabkan oleh partikel pestisida atau semprotan yang terhisap lewat hidung merupakan kasus terbanyak kedua setelah kontaminasi kulit. Pekerjaan yang menimbulkan risiko tinggi kontaminasi lewat hidung adalah pencampur pestisida berbentuk tepung, yang akan membentuk gas, dan penimbang pestisida (Djojsumarto, 2008).

c. Mulut

Keracunan lewat mulut dapat terjadi karena beberapa hal: (1) kasus bunuh diri; (2) makan, minum dan merokok ketika bekerja; (3) menyeka keringat di wajah dengan tangan, lengan baju, atau sarung tangan yang terkontaminasi pestisida; (4) pestisida terbawa angin masuk kemulut; (5) meniup nozzle yang tersumbat dengan mulut; (6) makanan dan minuman yang terkontaminasi; (7) kecelakaan khusus (Djojosumarto, 2008).

**5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Keracunan Pestisida**

a. Usia

Tingkat kekebalan tubuh dalam mengatasi toksisitas suatu zat berkorelasi dengan usia individu, dimana semakin tua seseorang, efektivitas sistem kekebalan tubuhnya cenderung menurun. Berdasarkan penelitian, petani yang berusia  $\geq 40$  tahun (kategori usia tua) memiliki risiko keracunan sebanyak 1,99 kali lipat dibandingkan dengan petani yang berusia  $\leq 40$  tahun (kategori usia muda) (Subakir, 2008).

b. Suhu lingkungan

Penyemprotan pestisida pada suhu tinggi di siang hari dapat menyebabkan metabolisme di dalam tubuh meningkat dan penyerapan pestisida ke dalam tubuh melalui kulit atau ingesti menjadi lebih besar. Bagi para petani yang melakukan kegiatan penyemprotan pestisida, suhu lingkungan yang buruk berada di atas suhu tubuh manusia yaitu  $37^{\circ}\text{C}$ . Suhu yang aman adalah  $24\text{-}30^{\circ}\text{C}$ . Bila suhu melebihi yang ditentukan maka pekerja mudah berkeringat sehingga pori-pori terbuka dan pestisida akan mudah masuk melalui kulit (Prasetya dkk, 2012).

c. Penggunaan APD

Penggunaan alat pelindung diri yang tidak memenuhi syarat berisiko menyebabkan keracunan pestisida terhadap tenaga kerja (Pujiono dkk, 2009). Oleh karena itu, perlengkapan minimal yang digunakan oleh pengguna pestisida yang melakukan penyemprotan di

luar lapangan, yaitu pakaian pelindung, topi, masker, pelindung mata dan muka, sarung tangan dari bahan tidak tembus air, sepatu boot (Djojsumarto, 2008).

d. Cara penanganan pestisida

Dalam penggunaan pestisida, perlu diperhatikan pemilihan jenis pestisida, proses peracikan, teknik penyemprotan, pencucian peralatan, dan pembuangan sisa pembungkus pestisida. Penggunaan bahan kimia harus sesuai dengan prinsip dan metode kerja yang memprioritaskan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) seperti yang dijelaskan oleh Suma'mur (2009). Beberapa poin penting : 1. Saat mencampur, harus menggunakan sarung tangan karet, alat takar, dan pengaduk khusus untuk menghindari kontak dengan kulit. 2. Saat menyemprot, harus dilakukan searah dengan arah angin, dengan mengenakan pakaian lengan panjang dan perlengkapan pelindung kepala, mata, dan hidung. Setelah penyemprotan selesai, sisa pembungkus pestisida harus dibungkus dan dikubur, air cucian peralatan dibuang di tempat yang tidak mencemari lingkungan. Sebelum beralih ke tugas lain, penting untuk mandi, mengganti pakaian, dan mencuci tangan sebelum makan. (Djojsumarto, 2008).

e. Dosis Pestisida

Semakin besar dosis pestisida yang digunakan, semakin tinggi risiko keracunan bagi petani yang mengaplikasikannya. Penambahan dosis penggunaan pestisida akan sejalan dengan peningkatan efek dari pestisida itu sendiri (Suma'mur, 2009). Kebiasaan menggunakan dan meningkatkan dosis pestisida saat menyemprot mempunyai risiko keracunan pestisida organofosfat sebesar 3.4 kali dibandingkan dengan mereka yang biasa menyemprot sesuai dengan batas yang disarankan atau dosis rendah (Suparti dkk, 2016). Untuk dosis penyempotan di lapangan khususnya golongan organofosfat, dosis yang dianjurkan 0,5-1.5kg/ha.

f. Jumlah jenis pestisida

Semakin banyak variasi campuran yang digunakan oleh petani, semakin besar kemungkinan mereka mengalami keracunan. Isnawan (2013) menyatakan bahwa adanya hubungan antara jumlah variasi pestisida yang digunakan petani dengan kejadian keracunan pestisida di kalangan petani bawang merah di Desa Kedunguter, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes.

g. Masa kerja

Masa kerja menjadi petani di bagi menjadi dua golongan,  $\leq 5$  tahun dianggap masa kerja masih baru dan  $> 5$  tahun dianggap petani tersebut mempunyai masa kerja sudah lama karena pada kurun waktu tersebut, toksisitas kronis biasanya telah terjadi (Kurniasih dkk, 2013).

h. Lama penyemprotan

Menurut Pedoman Pembangunan mengenai Penggunaan Pestisida, disarankan agar operator atau petani yang menjadi responden tidak melakukan penyemprotan pestisida secara terus-menerus selama lebih dari 4 jam dalam sehari (Irfayanti dan Irmanto, 2017). Gaib (2011) menunjukkan bahwa peningkatan frekuensi dan durasi penyemprotan dapat meningkatkan risiko paparan pestisida, sehingga kecenderungan untuk mengalami keracunan menjadi lebih tinggi. Proporsi petani yang mengalami keracunan sedang dan menyemprot selama lebih dari 4 jam per hari (31,4%) lebih tinggi dibandingkan dengan proporsi petani yang mengalami keracunan sedang dan menyemprot selama kurang dari atau sama dengan 4 jam per hari (23,8%) (Rustia dkk, 2010). Dengan meningkatnya durasi kontak petani dengan pestisida, peluang mengalami keracunan juga semakin besar (Irfayanti dan Irmanto, 2017).

i. Frekuensi penyemprotan

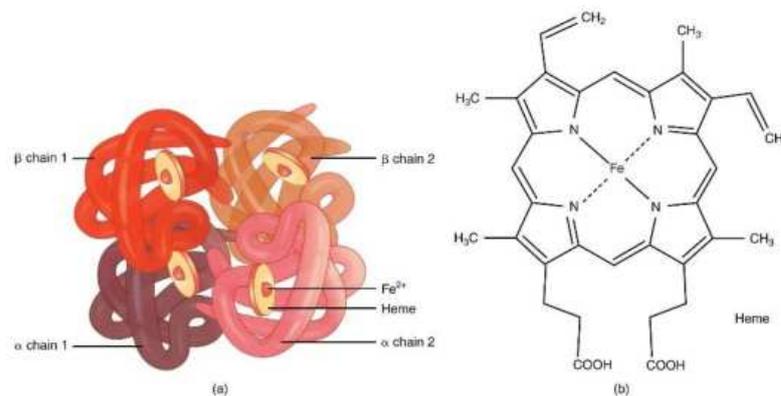
Frekuensi penyemprotan yang dianjurkan adalah maksimal 2 kali dalam satu minggu (Suparti dkk, 2016). Paparan pestisida pada tubuh manusia dengan frekuensi sering dan dengan interval pendek

menyebabkan residu pestisida dalam tubuh manusia menjadi lebih tinggi (Irfayanti dan Irmanto, 2017).

## 6. Paparan Pestisida Dengan Jumlah Eritrosit dan Hemoglobin

Eritrosit, juga dikenal sebagai sel darah merah, memperlihatkan struktur yang terdiri dari pelapisan luar berupa hemoglobin. Selain itu, terdapat stroma, dan sintesisnya memerlukan protein karena terstruktur dari asam amino. Proses maturasi eritrosit dimulai di sumsum tulang melalui serangkaian tahapan, dimulai dari stadium proeritroblas yang memperlihatkan ukuran yang besar dan mengandung nukleus tetapi belum menghasilkan hemoglobin, kemudian terjadi akumulasi hemoglobin di dalamnya, dan akhirnya mengalami enukleasi sebelum masuk ke dalam sirkulasi darah. Gangguan pada proses eritropoiesis dapat mengakibatkan disfungsi dalam sintesis hemoglobin. Penurunan jumlah eritrosit umumnya beriringan dengan penurunan kadar hemoglobin, yang menjadi indikator menurunnya jumlah eritrosit (Hoffbrand, 2005).

Hemoglobin adalah suatu jenis protein tetramerik yang terdapat dalam eritrosit, dan ia berikatan dengan molekul non-protein, yaitu senyawa porfirin besi yang dikenal sebagai heme. Hemoglobin memiliki dua fungsi utama dalam pengangkutan zat dalam tubuh manusia, yaitu membawa oksigen ke jaringan dan membawa karbon dioksida serta proton dari jaringan perifer ke organ respirasi (Kennelly dan Murray, 2017).



Sumber :OpenStax College, Anatomi & Fisiologi, 2013

Gambar 2. 2 Struktur Hemoglobin

Terpaparnya pestisida dalam tubuh dapat menimbulkan abnormalitas pada profil darah karena pestisida dapat mengganggu pembentukan sel-sel darah dan fungsinya (Krieger, 2014).

Konsentrasi hemoglobin juga menurun pada individu yang terpapar organofosfat dan karbamat secara berlebihan karena terbentuknya sulfhemoglobin dan methemoglobin, yang mengakibatkan hemoglobin tidak dapat menjalankan fungsi pengantaran oksigen (Krieger, 2014). Secara normal, tubuh memiliki sekitar 2% kadar methemoglobin, pada tingkat ini, tubuh masih dapat mentolerirnya tanpa munculnya keadaan patologis (Nelson dan Cox, 2017).

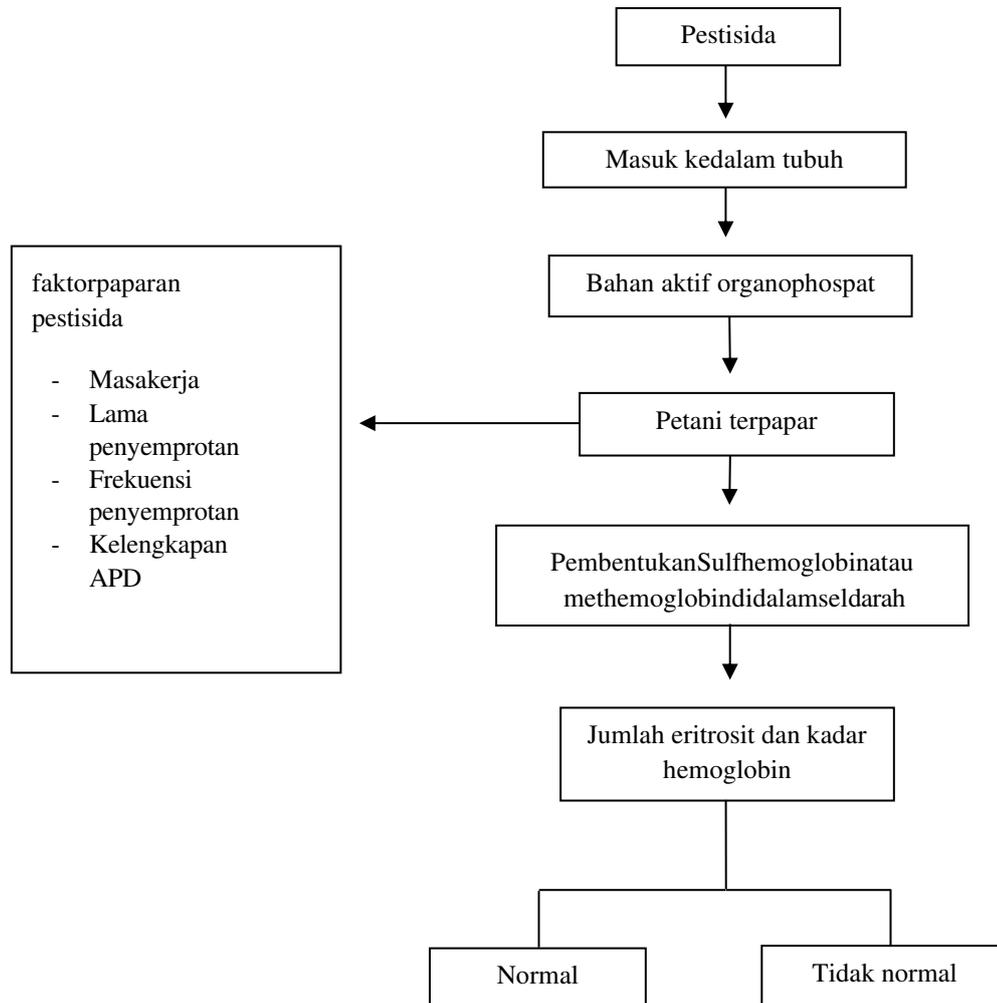
Biasanya, konsentrasi sulfhemoglobin di dalam tubuh hanya sekitar kurang dari 1%, dan dalam keadaan tertentu, jarang melebihi 10% dari total hemoglobin. Jika kadar sulfhemoglobin dalam darah meningkat, dapat menyebabkan sianosis tanpa gejala yang umumnya terjadi (McPherson dan Pincus, 2021).

Dalam pembentukan hemoglobin, terdapat beberapa bentuk turunan, salah satunya adalah methemoglobin (Hi), Oxyhemoglobin (HbO<sub>2</sub>), sulfhemoglobin (SHb), dan karboksihemoglobin (HbCO) (Nugraha, 2015). Methemoglobin adalah jenis hemoglobin yang tidak mengandung unsur ferro (Fe<sup>2+</sup>), tetapi mengandung unsur ferri(Fe<sup>3+</sup>). Ini mengakibatkan ketidakmampuan Hb untuk berikatan dengan O<sub>2</sub>. Peningkatan kadar methemoglobin dapat menyebabkan anemia fungsional (Ludlow, Wilkerson, dan Nappe, 2021).

Sulfhemoglobin adalah kondisi di mana atom sulfur mengoksidasi bagian heme dalam hemoglobin, menyebabkan hemoglobin kehilangan kemampuannya untuk membawa oksigen dan mengakibatkan hipoksia serta sianosis. Terbentuknya pigmen kehijauan terjadi saat H<sub>2</sub>S bereaksi dengan Oxy-Hb. Sulfhemoglobin merupakan hemoglobin yang tidak dapat mengikat oksigen, merupakan bentuk hemoglobinopati yang dihasilkan oleh oksidasi hemoglobin dengan senyawa yang mengandung atom sulfur. Ikatan hemoglobin ini dapat disebabkan oleh paparan trinitrotoluene atau

zinc ethylene bisdithiocarbamate (fungisida), atau melalui konsumsi dosis terapeutik flutamide (Ashish, 2017).

## B. Kerangka Teori

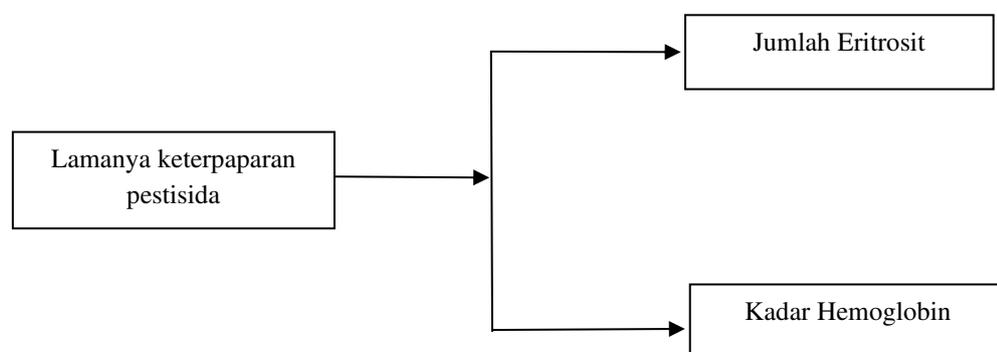


Kerangka Teori modifikasi (Priyantodkk, 2009; Zuraida, 2012., Runia, 2008)

## C. Kerangka Konsep

Variabel bebas

Variabel Terikat



**D. Hipotesis**

**H<sub>0</sub>** : Tidak terdapat pengaruh antara lamanya keterpaparan pestisida dengan jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin pada petani di Kecamatan Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat.

**H<sub>a</sub>** : Ada pengaruh antara lamanya keterpaparan pestisida dengan jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin pada petani di Kecamatan Sumber Jaya Kabupaten Lampung Barat.