

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Pestisida

a. Definisi Pestisida

Pestisida merupakan zat kimia beracun yang memiliki tujuan khusus untuk melindungi petani dan hasil pertanian mereka dari organisme pengganggu tanaman, yaitu hama (Sartono, 2002).

Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian pasal 1 nomor 42 tahun 2007, pestisida didefinisikan sebagai semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk :

- 1) Mencegah atau memberantas hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian
- 2) Memberantas rerumputan
- 3) Mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan dan mematikan daun
- 4) Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman tidak termasuk pupuk
- 5) Memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan peliharaan atau ternak
- 6) Memberantas atau mencegah hama-hama air
- 7) Memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad dalam rumah tangga, bangunan dan dalam alat-alat pengangkutan

- 8) Mengendalikan binatang-binatang penyebab penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah dan air

b. Klasifikasi pestisida

Menurut Sembel (2015), pestisida diklasifikasikan sebagai berikut:

1) Berdasarkan target spesies

Berdasarkan target spesiesnya, pestisida dibagi dalam beberapa kelompok, yaitu :

- a) Insektisida : racun yang digunakan untuk mengendalikan hama-hama serangga, seperti hama wereng, belalang dan sebagainya.
- b) Fungisida : racun yang digunakan untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh jamur.
- c) Bakterisida : racun yang digunakan untuk membunuh penyakit yang disebabkan oleh bakteri.
- d) Virusida : racun yang digunakan untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh virus seperti virus tungro.
- e) Akarisida : racun yang digunakan untuk mengendalikan hama yang disebabkan oleh tungau atau caplak.
- f) Nematosida : racun yang digunakan untuk mengendalikan hama yang disebabkan oleh cacing nematode
- g) Rodentisida : racun yang digunakan untuk mengendalikan hama tikus.
- h) Herbisida : racun yang digunakan untuk mengendalikan gulma.

2) Berdasarkan Cara Kerja atau Pengaruh Fisiologis

- a) Racun perut: racun yang dapat membunuh jika masuk ke dalam perut, misalnya hama memakan daun yang baru disemprot dengan pestisida, maka serangga tersebut akan mati.
- b) Racun kulit: racun yang dapat membunuh setelah mengenai bagian tubuh hama.
- c) Racun nafas: racun yang dapat membunuh jika gasnya dihirup oleh hama.
- d) Sistematis: pestisida ini ditranslokasikan ke bagian tanaman, namun tanaman tersebut tidak mati. Jika ada serangga atau hama lain yang memakan atau menghisap bagian dari tanaman tersebut maka hama tersebut akan mati.

3) Berdasarkan Unsur-Unsur Kimia

Berdasarkan unsur-unsur kimia, pestisida dibagi menjadi insektisida organik dan anorganik. Insektisida anorganik adalah pestisida yang mengandung unsur-unsur alami dan tidak mengandung karbon. Senyawa ini stabil dan tidak menguap dan seringkali larut dalam air. Sedangkan insektisida organik adalah insektisida yang terdiri dari karbon, hidrogen, dan unsur-unsur seperti klorin, oksigen, sulfur, fosfor dan nitrogen.

Insektisida organik dibagi menjadi insektisida organik alamiah yang diperoleh dari hasil ekstraksi bunga kisarium dan insektisida

organik sintesis yang terdiri dari senyawa hidrokarbon berklor, senyawa organofosfat, senyawa karbamat, dan senyawa piretroid.

c. Insektisida

Jenis – jenis insektisida adalah sebagai berikut:

1) Insektisida jenis organoklorin

Insektisida jenis organoklorin masih banyak digunakan, meskipun beberapa diantaranya telah dilarang beredar di Indonesia seperti endrin, kecuali mendapat izin khusus dari Departemen Kesehatan. Pada umumnya organoklorin berperan sebagai racun perut dan racun kontak yang efektif terhadap larva, serangga, dan kadang-kadang efektif terhadap kepompong dan telurnya (Sartono, 2002).

2) Insektisida Golongan Organofosfat

Golongan organofosfat paling banyak digunakan karena sifat-sifatnya yang menguntungkan. Cara kerja golongan ini selektif, tidak persisten dalam tanah, dan tidak menyebabkan resistensi pada serangga. Pestisida ini bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan juga racun pernapasan. Organofosfat bekerja dengan cara menghambat aktivitas enzim ChE. Masuknya organofosfat ke dalam tubuh akan didetoksifikasi oleh enzim BChE yang terdapat pada sel hati, oleh karena itu, BChE akan terhambat oleh organofosfat dan tidak terhidrolisis sehingga terjadi penumpukan BChE dalam hepatosit. Keracunan dapat terjadi melalui mulut, kulit dan inhalasi (Raini, 2007).

3) Insektisida Golongan Karbamat

Pestisida golongan karbamat merupakan racun kontak, racun perut dan racun pernapasan. Bekerja seperti golongan organofosfat, yaitu menghambat aktivitas enzim ChE. Keracunan akibat golongan karbamat memiliki gejala yang sama dengan keracunan organofosfat, tetapi lebih mendadak dan tidak lama karena efeknya terhadap enzim ChE tidak persisten. Setelah masuk ke dalam tubuh, pestisida golongan organofosfat dan karbamat akan mengikat enzim BChE, sehingga BChE menjadi tidak aktif dan terjadi akumulasi enzim butirilkolin (Marisa & Arrasyid, 2017). Gejala keracunan karbamat mirip dengan pestisida golongan organofosfat, tetapi gejala penyakit yang ditimbulkan tidak separah organofosfat dan berlangsung singkat karena pestisida karbamat cepat terurai di dalam tubuh (Sartono, 2002).

4) Enzim *Cholinesterase*

a. Definisi *Cholinesterase*

Cholinesterase adalah suatu enzim yang terdapat di dalam jaringan tubuh yang berfungsi menjaga otot-otot, kelenjar-kelenjar dan saraf agar dapat bekerja secara terorganisir.

b. Produksi *Cholinesterase*

Cholinesterase dibagi menjadi dua jenis yaitu AChE) yang diproduksi oleh ujung saraf dan eritrosit; BChE atau

pseudocholinesterase (pseudo-ChE) yang diproduksi oleh hati dan terdapat di dalam serum (Sutedjo, 2006).

Butirilkolinesterase adalah salah satu enzim ChE yang terdapat di dalam serum dan berfungsi dalam menghidrolisis butirilkolin menjadi butiril dan tiokolin. Enzim BChE disebut juga sebagai ChE serum atau pseudo-ChE (Cahyono, 2007). BChE disintesis di dalam hati (liver), terdapat dalam plasma atau serum (Sutedjo, 2006).

c. Pemeriksaan Cholinesterase

Butirilkolinesterase merupakan enzim yang disintesis oleh hati dan dijadikan parameter untuk mengetahui adanya gangguan fungsi hati terutama fungsi sintesis akibat paparan insektisida golongan organofosfat dan karbamat (Zuraida, 2012). Adanya gangguan fungsi hati ditandai dengan terjadinya penurunan kadar BCHE di dalam serum (Cahyono, 2007).

Pada hepatitis akut, dapat terjadi penurunan sebesar 30% sampai 50%. Pada hepatitis kronis juga demikian dan berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama. Pada sirosis yang sudah berjalan lanjut, demikian pula pada kanker hati, penurunannya bahkan lebih besar lagi yaitu 50% sampai 70% (Sadikin, 2002).

Pemeriksaan kadar BChE menggunakan bantuan fotometer *Microlab* 300 dengan metode enzimatik kinetik. Adapun kadar normal BChE dalam serum laki-laki yaitu 4620 U/L- 11500 U/L sedangkan dalam serum perempuan yaitu 3930 U/L – 10800 U/L. Satuan yang digunakan

dalam pengukuran kadar BChE adalah unit per liter (U/L) (Marisa & Arrasyid, 2017).

5) Hati

a. Anatomi Fisiologi Hati

Hati adalah organ terbesar di dalam tubuh yang terletak di sebelah kanan atas rongga perut dan di bawah diafragma. Beratnya sekitar 1.500 gr atau 2,5% dari berat badan normal pada orang dewasa. Hati berwarna merah tua karena kaya akan persediaan darah. Hati ternagi menjadi dua lobus yaitu lobus kiri dan lobus kanan yang dipisahkan oleh *ligamentum falciform*. Lobus kanan hati lebih besar daripada lobus kiri dan mempunyai 3 bagian utama yaitu lobus kanan atas, lobus *cuspidatus* dan lobus *quadratus* (Sloane, 2004). Hati melakukan banyak fungsi penting yang berbeda-beda dan bergantung pada sistem aliran darahnya yang unik dan sel-selnya yang sangat khusus. Ketika hati rusak, maka semua sistem tubuh terpengaruh (Corwin, 2009).

Struktur hati meliputi stroma, lobulus hati dan hepatosit. Hati terbungkus oleh sebuah kapsul fibroelastik yang disebut kapsul *glisson* dan secara makroskopis dipisahkan menjadi lobus kiri dan kanan. Kapsul *glisson* berisi pembuluh darah, pembuluh limfe, dan saraf. Kedua lobus hati tersusun oleh unit-unit kecil yang disebut lobulus. Lobulus terdiri dari sel-sel hati (hepatosit) yang menyatu dalam satu lempeng. Hepatosit sebagai unit fungsional hati berperan dalam pembelahan sel dan mudah

diproduksi kembali saat dibutuhkan untuk mengganti jaringan yang rusak (Corwin, 2009).

b. Fungsi Hati

1) Fungsi Sekresi

Hati merupakan suatu organ yang dapat menghasilkan sel baru untuk menggantikan sel yang rusak. Namun, jika hati mengalami kerusakan berulang kali dalam jangka waktu yang panjang misalnya mengkonsumsi alkohol, merokok terus menerus serta terpapar bahan kimia akan menyebabkan hati mengalami kerusakan yang tidak bisa diperbaiki. Hati memiliki banyak fungsi antara lain sebagai pusat metabolisme protein, lemak dan karbohidrat, memproduksi cairan empedu, memproduksi heparin (antikoagulan darah), memproduksi protein plasma, membersihkan bilirubin dari darah, pusat detoksifikasi racun dalam tubuh, dan membentuk sel darah merah pada masa hidup janin (Irianto, 2004). Garam empedu membantu emulsifikasi dan absorpsi lemak, vitamin yang larut dalam lemak dan kolesterol. Pigmen empedu merupakan produk pemecah hemoglobin yang sebagian diekskresi dan sebagian didaur ulang. Bilirubin indirek dikonjugasi di hepatosit terutama oleh glukuronida kemudian disekresi (Nasar *et al.*, 2010).

2) Fungsi Metabolik

Hati berperan penting dalam metabolisme lemak, karbohidrat dan protein serta berperan dalam proses detoksifikasi. Pada proses

metabolisme lemak terjadi penyerapan asam lemak bebas dari jaringan adiposa dan asam lemak rantai sedang atau rantai pendek oleh usus kemudian diangkut ke hati. Trigliserida, kolesterol, dan fosfolipid disintesis di hati dari asam lemak dan berikatan dengan protein aseptor lemak spesifik membentuk lipoprotein berdensitas sangat rendah yang memasuki plasma.

Hati merupakan tempat penyimpanan utama glikogen dalam tubuh. Bila terjadi defisiensi glukosa, hati memetabolisme asam lemak menjadi benda keton yang berperan sebagai sumber energi alternatif untuk berbagai jaringan. Metabolisme protein sebagai tambahan bagi fungsi sintesisnya. Hati adalah organ utama untuk katabolisme protein dan sintesis urea (Chandrasoma, 2005).

3) Fungsi detoksifikasi

Hati berperan penting dalam mendetoksifikasi senyawa beracun contohnya pestisida. Pestisida yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami proses detoksifikasi oleh organ hati. Hati akan mengubah senyawa racun tersebut menjadi senyawa lain yang sifatnya tidak lagi beracun terhadap tubuh. Meskipun demikian, hati seringkali dirusak oleh pestisida apabila terpapar selama bertahun-tahun. Akumulasi pajanan pestisida yang masuk ke dalam hati tidak dapat diuraikan ataupun dieksresikan dan jika tersimpan dalam hati akan menyebabkan penyakit seperti hepatitis, sirosis bahkan kanker hati.

Gangguan maupun kerusakan pada hati dapat mengganggu fungsi penting hati dalam metabolisme dan detoksifikasi (Tsani *et al.*, 2017).

6) Mekanisme Masuknya Pestisida ke Dalam Tubuh

Pestisida dapat masuk ke dalam tubuh melalui kulit, mulut dan sistem pernapasan. Mekanisme masuknya pestisida ke dalam tubuh adalah sebagai berikut:

a. Melalui Penetrasi Kulit

Pestisida dapat mengenai permukaan kulit dan meresap ke dalam tubuh pada waktu melakukan penyemprotan pestisida, pencampuran pestisida, atau pada saat mencuci peralatan aplikasi pestisida. Pestisida yang masuk melalui kulit akan meresap dan masuk ke dalam aliran darah menuju ke hati. Selanjutnya akan terjadi proses detoksifikasi oleh sel hati. Apabila jumlah pestisida yang masuk ke dalam tubuh melebihi kapasitas hati maka akan terjadi gangguan fungsi hati salah satunya fungsi sintesis enzim BChE sehingga kadarnya di dalam serum atau plasma mengalami penurunan (Alsuhehndra & Ridawati, 2013).

b. Melalui Saluran Pernapasan

Pestisida yang masuk melalui saluran pernapasan berbentuk gas dan partikel yang sangat halus (<10 mikron). Setelah melalui hidung, pestisida tersebut dapat masuk ke dalam paru, sementara itu partikel yang lebih besar (>50 mikron) akan menempel di selaput lendir atau kerongkongan.

Dalam kondisi normal, proses pernapasan manusia dimulai dengan menghirup oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida. Ketika seseorang menghirup insektisida organofosfat dan karbamat maka zat tersebut akan berikatan dengan sel darah merah kemudian masuk ke dalam hati. Dalam jumlah yang berlebihan, zat beracun ini akan mempengaruhi kinerja hati.

Insektisida organofosfat dan karbamat berperan sebagai inhibitor ChE. Hati memproduksi salah satu enzim ChE yaitu BChE. Jika paparan insektisida tersebut berlebihan dan terjadi terus menerus maka akan terjadi gangguan fungsi hati dan akan menurunkan kadar BChE di dalam serum (Sharma & Bano, 2009).

c. Melalui Mulut

Keracunan pestisida melalui mulut dapat terjadi pada seseorang yang mengkonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi pestisida dan merokok ketika bekerja dengan pestisida, menyeka keringat di wajah dengan tangan, lengan baju.

Hati terdiri dari dua lobus yaitu lobus kanan dan lobus kiri. Hati memiliki berbagai fungsi yang salah satunya adalah untuk menetralkan racun yang masuk ke dalam tubuh. Pestisida yang masuk melalui saluran pencernaan akan dicerna oleh lambung dan usus. Selanjutnya, zat tersebut akan dibawa oleh darah masuk ke dalam hati dan terjadi proses detoksifikasi.

Hati memiliki sel khusus yaitu sel *kupffer* yang mampu memakan zat racun. Sel *kupffer* akan mendetoksifikasi racun dalam darah dengan

bantuan enzim dan zat kimia khusus yang disebut *xenobiotik*. Enzim dan zat kimia di dalam hati akan mengubah sifat zat racun sehingga dapat dikeluarkan melalui urin. Akan tetapi, hati memiliki kapasitas yang terbatas dalam menetralkan racun. Jika racun yang masuk ke dalam tubuh berlebihan, maka hati akan tidak mampu mendetoksifikasi racun karena melebihi kapasitas kemampuannya. Jika hal ini terjadi dalam waktu yang lama, maka akan terjadi kerusakan hati sehingga fungsi hati secara umum akan menurun. Hal ini juga akan menyebabkan terjadinya gangguan produksi BChE oleh hati sehingga terjadi penurunan kadar BChE di dalam serum (Teguh, 2009).

7) Pengaruh Penggunaan Pestisida

Penggunaan pestisida yang berlebihan atau melebihi dosis yang dianjurkan yaitu 0,5-1,5 kg/ha dapat mengakibatkan keracunan bagi penggunanya. Keracunan pestisida golongan organofosfat dan karbamat dapat menyebabkan gangguan fungsi hati terutama fungsi sintesis dan detoksifikasi. Enzim *pseudo-ChE* terdapat pada sel-sel hati. Kerusakan pada hati menyebabkan enzim ini mengalami penurunan. Keracunan dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu:

a. Keracunan akut

Keracunan akut merupakan keracunan yang terjadi akibat masuknya sejumlah besar pestisida sekaligus masuk ke dalam tubuh, misalnya dalam kasus-kasus bunuh diri atau kesalahan konsumsi makanan. Dengan demikian, gejala dari keracunan akut terlihat sangat mendadak dan terjadi

dalam waktu yang singkat atau cepat akibat masuknya pestisida dalam dosis tinggi. Beberapa efek kesehatan dari keracunan akut adalah sakit kepala, pusing, mual, sakit dada, muntah-muntah, kudis, sakit otot, keringat berlebih, kram, diare, sulit bernapas, pandangan kabur, dan bahkan dapat menyebabkan kematian.

b. Keracunan subakut

Keracunan subakut merupakan keracunan yang ditimbulkan oleh sejumlah kecil pestisida yang masuk ke dalam tubuh, tetapi terjadi secara berulang-ulang.

c. Keracunan kronis

Keracunan kronis merupakan keracunan akibat masuknya sejumlah kecil pestisida dalam waktu yang lama. Gejala yang muncul tidak mendadak, tetapi organ yang terkena atau menjadi sasaran keracunan dapat saja semuanya. Pestisida yang mempunyai kecenderungan untuk terakumulasi dalam tubuh atau pestisida yang terdegradasi secara lambat dalam tubuh pada umumnya menimbulkan keracunan jenis ini. Efek keracunan kronis dapat muncul berbulan-bulan atau bahkan bertahun-tahun setelah terkena pestisida.

Efek keracunan terjadi pada sistem saraf, hati, perut, sistem kekebalan tubuh, keseimbangan hormon, terjadinya kanker. Beratnya pengaruh negatif pestisida terhadap manusia bergantung pada dosis yang digunakan, cara masuk pestisida, kemudahan pestisida untuk diserap, tipe dari pengaruh pestisida atau metabolitnya, serta akumulasi dan

persistensinya di dalam tubuh. Efek racun juga bergantung pada kesehatan individu. Kurang gizi dan dehidrasi mungkin dapat mengakibatkan sensitivitas terhadap pestisida (Alsuhendra & Ridawati, 2013).

8) Faktor–Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim *Cholinesterase*

Menurut Raini (2007), beberapa faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas ChE antara lain sebagai berikut:

a. Kebiasaan Merokok

Senyawa-senyawa yang terkandung didalam rokok diantaranya nikotin memiliki pengaruh yang mirip dengan anti ChE terhadap serabut otot sehingga mampu menginaktifkan ChE yang menyebabkan asetilkolin tidak terhidrolisis.

b. Umur

Semakin bertambahnya umur seseorang maka fungsi metabolisme tubuh juga akan menurun. Semakin tua umur, rata-rata aktivitas ChE darah semakin rendah, sehingga akan mempermudah terjadinya keracunan pestisida.

c. Status gizi

Buruknya keadaan gizi seseorang akan berakibat menurunnya daya tahan tubuh dan meningkatnya kepekaan terhadap infeksi. Kondisi gizi yang buruk memiliki kadar protein yang kurang sehingga pembentukan ChE oleh protein akan terganggu. Orang yang memiliki tingkat gizi baik akan memiliki kadar rata-rata ChE yang lebih besar.

d. Dosis

Semua jenis pestisida adalah racun, semakin besar dosis maka akan mempermudah terjadinya keracunan pada pengguna pestisida. Dosis pestisida berpengaruh langsung terhadap bahaya keracunan pestisida, hal ini ditentukan oleh lamanya pajanan. Dosis yang dianjurkan untuk penyemprotan organofosfat yaitu 0,5 – 1,5 kg/ha.

e. Lama bekerja

World Health Organization (WHO) mensyaratkan lama bekerja di tempat kerja yang berisiko keracunan pestisida yaitu 5 jam per hari atau 30 jam per minggu. Semakin lama waktu bekerja maka semakin sering kontak dengan pestisida sehingga risiko terjadinya keracunan pestisida semakin tinggi. Seseorang akan mengalami penurunan aktivitas ChE dalam plasma darah yang berlangsung sejak terpapar hingga 2 minggu setelah melakukan penyemprotan pestisida.

f. Frekuensi penyemprotan

Tingginya risiko keracunan dipengaruhi oleh tingginya frekuensi penyemprotan dan sebaliknya. Penyemprotan sebaiknya dilakukan sesuai dengan ketentuan. Waktu yang dibutuhkan untuk dapat kontak dengan pestisida maksimal 5 jam per hari.

g. Jumlah jenis pestisida

Penggunaan pestisida yang lebih dari satu jenis dalam waktu penyemprotan akan menimbulkan efek keracunan lebih besar bila dibanding dengan penggunaan satu jenis pestisida karena daya racun atau

konsentrasi pestisida akan semakin kuat sehingga memberikan efek samping yang semakin besar.

h. Pemakaian Alat pelindung diri (APD)

Pestisida masuk ke dalam tubuh dapat melalui berbagai cara, antara lain melalui mulut, pernafasan dan penetrasi kulit. Oleh karena itu cara-cara yang paling baik untuk mencegah terjadinya keracunan adalah memberikan perlindungan pada bagian-bagian tersebut. Peralatan untuk melindungi bagian tubuh dari pemaparan pestisida pada saat melakukan penyemprotan disebut APD, atau biasa juga disebut alat proteksi.

Jenis-jenis APD adalah sebagai berikut :

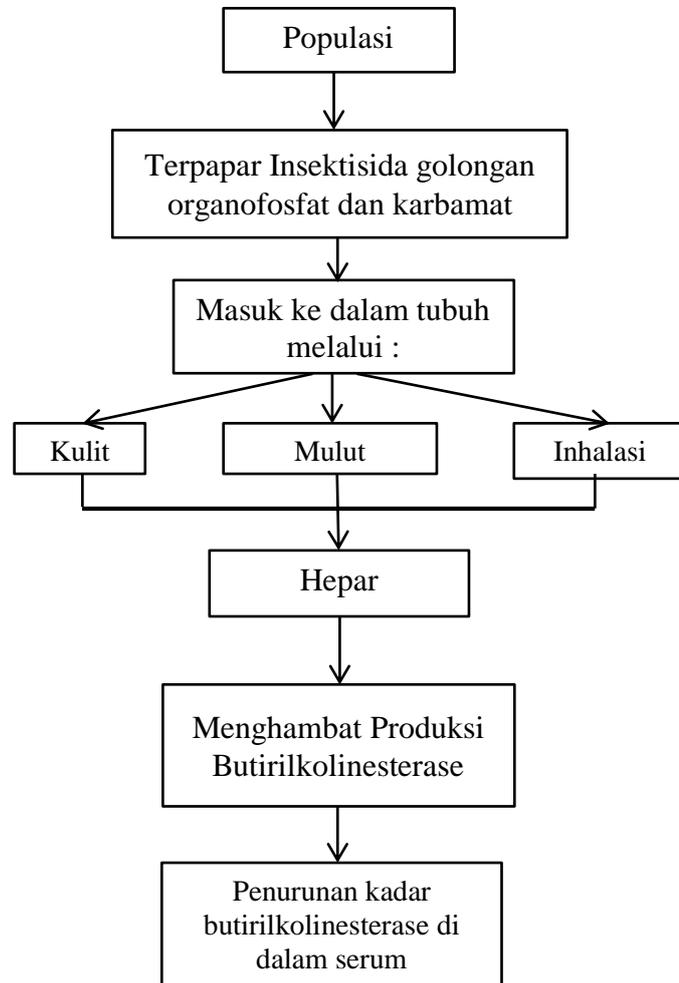
- 1) Topi atau helm
- 2) Kacamata
- 3) Masker
- 4) Pakaian pelindung
- 5) Sarung tangan
- 6) sepatu yang disarankan adalah sepatu yang dapat menutup seluruh bagian kaki.

B. Landasan Teori

1. Pestisida merupakan zat kimia beracun tetapi memiliki tujuan khusus yaitu untuk melindungi hasil pertanian dari organisme pengganggu yaitu hama.

2. Hepar adalah organ terbesar di dalam tubuh yang memiliki banyak fungsi diantaranya fungsi metabolisme, sintesis dan fungsi detoksifikasi. Hati juga memproduksi enzim BChE.
3. Butirilkolinesterase adalah salah satu enzim yang diproduksi oleh hati dan terdapat di dalam plasma atau serum. Penurunan aktivitas enzim ini menunjukkan adanya gangguan fungsi hati akibat paparan pestisida golongan organofosfat dan karbamat.
4. Pestisida yang bekerja sebagai penghambat ChE adalah golongan organofosfat dan golongan karbamat. Pestisida ini berperan sebagai penghambat BChE dalam serum sehingga kadar BChE akan mengalami penurunan.

C. Kerangka Pikir



Gambar 1. Kerangka pikir

D. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pikir di atas, maka hipotesis pada penelitian ini yaitu terdapat perbedaan kadar ChE pada populasi yang terpapar dan tidak terpapar pestisida.