

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pestisida

2.1.1 Pengertian dan Penggunaan Pestisida

Pestisida merupakan bahan kimia yang digunakan untuk membunuh hama, baik insekta, jamur maupun gulma. Pestisida telah secara luas digunakan untuk tujuan membrantas hama dan penyakit tanaman dalam bidang pertanian. Pestisida juga digunakan dirumah tangga untuk memberantas nyamuk, kecoa dan berbagai serangga pengganggu lainnya. Dilain pihak pestisida ini secara nyata banyak menimbulkan keracunan pada orang (Runia Y, 2008).

Pestisida adalah substansi (zat) kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan berbagai hama. Pestisida berasal dari bahasa inggris yaitu pest berarti hama dan cida berarti pembunuhan. Yang dimaksud hama bagi petani sangat luas yaitu : tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteri dan virus, nematoda (cacing yang merusak akar), siput, tikus, burung, dan hewan lain yang dianggap merugikan (Subiakto sudamo, 1991).

Berdasarkan SK Menteri Nomor 434.1/Kpts/TP.207/7/2001, tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida, yang dimaksud dengan pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang dipergunakan untuk:

- a. memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian.
- b. memberantas rerumputan.
- c. mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan.
- d. mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman tidak termasuk pupuk,
- e. memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan-hewan piaraan dan ternak.
- f. memberantas atau mencegah hama-hama air.
- g. memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan dalam alat-alat pengangkutan.
- h. memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah atau air.

Pengertian pestisida sangat luas dan mencakup produk-produk yang digunakan dibidang pengelolaan tanaman (pertanian, perkebunan, kehutanan). Peternakan, kesehatan hewan, perikanan, penyimpanan hasil pertanian, pengawetan hasil hutan; kesehatan masyarakat (termasuk pengendalian vektor penyakit), bangunan (khusus pengendalian rayap), pestisida rumah tangga, fumigasi, serta pestisida industri. Secara khusus, pestisida yang digunakan di bidang pengelolaan tanaman disebut produk perlindungan tanaman (crop protection products, crop protection agents) atau pestisida pertanian. Penyebutan

ini dimaksudkan untuk membedakan jenis pestisida tersebut dengan pestisida yang digunakan pada bidang lain (Djojsumarto, 2008).

2.1.2 Bahan Aktif Pestisida

Bahan aktif pestisida yang ditemukan mencapai 53 jenis, untuk insektisida didominasi golongan piretroid (41,38%), Organofosfat (13,79%), Karbamat (10,34%). Untuk fungisida sekitar 73,91% berupa mancozeb yang termasuk dalam golongan *dithiocarbamat* (Marinajati DKK, 2012).

Menurut WHO bahan aktif ini termasuk dalam golongan U (tidak menimbulkan bahaya akut dalam dosis normal), golongan III (cukup berbahaya), golongan II (berbahaya), hingga golongan Ib (sangat berbahaya). Sebanyak 12% dari keseluruhan insektisida yang ditemukan yaitu *triazofos* (organofosfat), *metamidofos* (organofosfat), *karbofuran* (karbamat) dan *beta siflutrin* (ptieroid).

2.1.3 Formulasi Pestisida

Bahan penting yang ada didalam pestisida yang bekerja aktif terhadap hama sasaran disebut bahan aktif. Pada pembuatan pestisida dipabrik bahan aktif tersebut tidak dibuat secara murni (100%) tetapi bercampur sedikit dengan bahan lainnya. Produk jadi yang merupakan campuran fisik antara bahan aktif dan bahan tambahan yang tidak aktif disebut formulasi.

Formulasi menentukan bagaimana pestisida dengan bentuk, komposisi, dosis, frekuensi serta jasad sasaran apa pestisida dengan formulasi tersebut dapat digunakan secara efektif. Selain itu, formulasi pestisida juga menentukan aspek keamanan penggunaan pestisida dibuat dan diedarkan dalam banyak macam formulasi, sebagai berikut: (Djojsumarto, 2008).

A. Formulasi Padat

- a. *Wettable Powder* (WP), merupakan sediaan bentuk tepung (ukuran partikel beberapa mikron) dengan kadar bahan aktif relatif tinggi (50-80%), jika dicampur dengan air akan membentuk suspensi. Pengeplikasian WP dengan cara disemprotkan.
- b. *Soluble Powder* (SP), merupakan formulasi berbentuk tepung yang jika dicampurkan dengan air akan membentuk larutan homogen. Digunakan dengan cara disemprotkan.
- c. Butiran, merupakan sediaan siap pakai dengan konsentrasi bahan aktif rendah (2%). Ukuran butiran bervariasi antara 0,7-1 mm. Pengaplikasian dengan cara ditaburkan.
- d. *Water Dispersible Granule* (WG atau WDG), berbentuk butiran formulasi WDG harus diencerkan terlebih dahulu dengan air dan pengaplikasiannya dengan cara disemprotkan.
- e. *Soluble Granule* (SG), mirip dengan WDG yang juga harus diencerkan dengan air terlebih dahulu digunakan dengan cara disemprotkan. Bedanya, jika dicampur dengan air SG akan membentuk larutan sempurna.
- f. Tepung Hembus, merupakan sediaan siap pakai berbentuk tepung (ukuran partikel 10–3 mikron) dengan konsentrasi bahan aktif rendah (2%) digunakan dengan cara dihembuskan (*dusting*).

B. Formulasi Cair

- a. *Emulsifiable Concentrate* atau *Emulsible Concentrate* (EC), merupakan sediaan berbentuk pekat (konsentrat) cair dengan kandungan bahan aktif yang cukup tinggi. Jika dicampur dengan air akan membentuk emulsi (butiran benda cair yang melayang dalam media cair lainnya). Bersama formulasi WP, formulasi EC merupakan formulasi klasik paling banyak digunakan saat ini.
- b. *Water Soluble Concentrate* (WCS), merupakan formulasi yang mirip dengan EC, jika dicampur air tidak membentuk emulsi, melainkan akan membentuk larutan homogen. Formulasi ini digunakan dengan cara disemprotkan.
- c. *Aqueous Solution* (AS), merupakan pekatan yang bisa dilarutkan dengan air. Umumnya pestisida yang memiliki kelarutan tinggi dalam air, formulasi ini digunakan dengan cara disemprotkan.
- d. *Soluble Liquid* (SL), merupakan pekatan cair, jika dicampur air pekatan cair ini akan membentuk larutan. Pestisida ini digunakan dengan cara disemprotkan.
- e. *Ultra Low Volume* (ULV), untuk penyemprotan dengan volume ultra rendah, yaitu volume semprot antara 1 -5 liter/hektar. Formulasi ULV umumnya berbasis minyak karena untuk penyemprotan dengan volume ultra rendah digunakan butiran semprot yang sangat halus.

2.1.4 Penggolongan Pestisida

Pestisida dapat digolongkan berdasarkan organisme target dan cara kerjanya, yaitu:

a. Insektisida

Insektisida merupakan bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang bisa mematikan semua jenis serangga. Serangga menyerang tanaman untuk memperoleh makanan dengan berbagai cara, sesuai tipe mulutnya. Kelompok pestisida yang terbesar dan terdiri atas beberapa sub kelompok kimia yang berbeda, yaitu:

1. Organoklorin merupakan insektisida Chlorinated hydrocarbon secara kimiawi tergolong insektisida yang relatif stabil dan kurang efektif, ditandai dengan dampak residunya yang lama terurai di lingkungan. Salah satu insektisida organoklorin yang terkenal adalah DDT. Pestisida ini telah menimbulkan banyak perdebatan. Kelompok organoklorin merupakan racun terhadap susunan syaraf baik pada serangga maupun mamalia. Keracunan dapat bersifat akut atau kronis. Keracunan kronis bersifat karsinogenik (kanker).
2. Organofosfat, insektisida ini merupakan ester asam fosfat atau asam tiofosfat. Pestisida ini umumnya merupakan racun pembasmi serangga yang paling toksik secara akut terhadap binatang bertulang belakang seperti ikan, burung, cicak dan mamalia. Pestisida ini mempunyai efek, memblokir penyaluran impuls syaraf dengan cara mengikat enzim asetilkolinesterase. Keracunan kronis pestisida golongan organofosfat berpotensi karsinogenik.

3. Karbamat, kelompok ini merupakan ester asam H-metilkarbamat. Bekerja menghambat asetilkolinesterase. Tetapi pengaruhnya terhadap enzim tersebut tidak berlangsung lama, karena prosesnya cepat reversibel. Apabila timbul gejala tidak bertahan lama dan cepat kembali normal. Pestisida kelompok ini dapat bertahan dalam tubuh antara 1 sampai 24 jam sehingga cepat diekskresikan.
4. Piretroid dan yang berasal dari tanaman lainnya piretroid berasal dari piretrum diperoleh dari bunga *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Insektisida tanaman lain adalah nikotin yang sangat toksik secara akut dan bekerja pada susunan saraf. Piretrum mempunyai toksisitas rendah pada manusia tapi menimbulkan alergi pada orang yang peka (Raini, 2007).

b. Fungisida

Fungisida merupakan bahan yang mengandung senyawa kimia beracun dan bisa digunakan untuk memberantas dan mencegah fungi/cendawan. Cendawan ini merusak tanaman dengan berbagai cara. Misalnya sporanya masuk kedalam bagian tanaman lalu mengadakan pembelahan dengan cara pembesaran sel yang tidak teratur sehingga menimbulkan bisul-bisul. Pertumbuhan yang tidak teratur ini mengakibatkan sistem kerja pengangkut air menjadi terganggu (Wudianto, 2007).

c. Herbisida

Herbisida merupakan pestisida yang digunakan untuk mengandalikan gulma atau tumbuhan pengganggu yang tidak dikehendaki. Karena herbisida aktif terhadap tumbuhan, maka herbisida bersifat fitotoksik.

d. Bakterisida

Bakterisida mengandung bahan aktif yang bisa membunuh bakteri. Ukuran bakteri sangat kecil yaitu sekitar 0,15-6 mikron, sehingga mudah masuk ke dalam tanaman inang melalui luka, stomata, pori air, kelenjar madu dan lentisel. Di dalam tanaman, enzim bakteri akan memecah sel sehingga menimbulkan lubang pada bermacam-macam jaringan atau memecah tepung menjadi gula dan menyederhanakan senyawa nitrogen yang kompleks untuk memperoleh tenaga agar bertahan hidup. Bakteri ini juga menghasilkan zat racun dan zat lain yang merugikan tanaman, bahkan menghasilkan zat yang bisa merangsang sel-sel inang membelah secara tidak normal. Di dalam tanaman, bakteri ini akan bereaksi menimbulkan penyakit sesuai tipenya. Bakteri bisa menyebar melalui biji, buah, umbi, serangga, burung, siput, ulat, manusia, dan pupuk kandang.

Bakterisida biasanya bekerja dengan cara sistemik karena bakteri melakukan perusakan dalam tubuh inang. Perendaman bibit dalam larutan bakterisida merupakan salah satu cara aplikasi untuk mengendalikan *Pseudomonas solanacearum* yang bisa mengakibatkan layu pada tanaman famili *solanaceae*. Contoh bakterisida yaitu *Agrymicin* dan *Agrept*.

e. Nematisida

Nematoda yang bentuknya seperti cacing kecil panjangnya 1 cm walaupun pada umumnya panjangnya kurang dari 200 sampai 1000 milimikron, hidup pada lapisan tanah bagian atas. Racun yang dapat mengendalikan nematoda ini disebut nematisida. Umumnya nematisida berbentuk butiran yang

penggunaanya bisa dengan cara ditaburkan atau dibanamkan dalam tanah. Walaupun demikian, ada pula yang berbentuk larutan dalam air yang penggunaanya dengan cara disiramkan.

f. Akarisida

Akarisida atau sering juga disebut dengan mitisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk membunuh tungau, caplak dan laba-laba. Bagian tanaman yang diserang adalah daun, batang, dan buah. Bagian tanaman yang diserang oleh tungau akan mengalami perubahan warna, bentuk, timbul bisul-bisul atau buah rontok sebelum waktunya. Contoh akarisida yaitu *Kelthane MF* dan *Trithion 4 E*.

g. Rodentisida

Rodentisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk mematikan berbagai jenis binatang pengerat isalnya tikus. Tikus sering menyerang tanaman pangan, hortikultura, dan tanaman perkebunan dalam waktu yang singkat dengan tingkat kerugian yang cukup besar. Rodentisida yang efektif biasanya dalam bentuk umpan beracun. Contohnya *Diphacin 110*, *Kleret RMB*, *Racumin*, *Ratikus RB*, *Ratilan*, *Ratak* dan *Gisorin*.

2.1.5 Klasifikasi Paparan Pestisida

Klasifikasi keparahan paparan pestisida dilihat dari kegiatan yang dilakukan dibagi menjadi empat kategori oleh Saldana *et al.* (2007) dalam Sathyananarayana *et al.* (2010) mulai dari yang terendah sampai yang tertinggi adalah :

1. Tidak ada paparan sama sekali
2. Paparan tidak langsung yaitu orang-orang yang hanya melakukan penanaman.
3. Paparan residensial yaitu orang-orang yang menggunakan pestisida untuk kebun rumah tangga sendiri.
4. Paparan agrikultural yaitu orang-orang yang ikut serta dalam pencampuran pestisida, perbaikan sarana yang penyemprotan pestisida ataupun orang-orang yang menerapkan pestisida langsung ketanaman.

2.1.6 Insektisida

Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang bisa mematikan semua jenis serangga. Serangga menyerang tanaman untuk memperoleh makanan dengan berbagai cara, sesuai tipe mulutnya, seperti :

- a. Menggigit dan mengunyah, misalnya jengkerik, ulat, dan belalang. Dengan tipe mulut seperti ini, serangga dapat menggigit dan mengunyah bagian luar tanaman, menggugurkan daun tanaman, dan memakan buah.
- b. Menusuk dan menghisap cairan tanaman, misalnya aphid, wereng, kutu perisai, kutu daun, kupu-kupu penusuk buah, dan thrips.

- c. Menghisap, misalnya kupu-kupu dan ngengat. Binatang ini tidak merugikan jika hanya sebatas menghisap nektar atau madu dari bunga. Akan tetapi, kebanyakan pada tingkat dewasa dapat menjadi hama yang serius.
- d. Menggunyah dan menjilat. Serangga ini umumnya tidak merugikan manusia, justru memberi keuntungan, misalnya lebah. Memarut dan menghisap, misalnya thrips atau tungau, Jaringan tanaman diparutnya dengan paruh sehingga keluar cairan untuk dihisapnya. Jaringan yang terserang oleh hama ini cenderung bewarna putih kemudian mengarat.

Menurut Djojosumarto (2008), insektisida dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan “cara kerja” atau gerakannya pada tanaman setelah diaplikasikan, yaitu :

a. Insektisida sistemik

Insektisida sistemik diserap oleh organ-organ tanaman, baik lewat akar, batang atau daun. Selanjutnya insektisida sistemik tersebut mengikuti gerakan cairan tanaman dan ditransportasikan ke bagian-bagian tanaman lainnya, baik keatas (akropetal) atau ke bawah (basipetal), termasuk ke tunas yang baru tumbuh. Contoh insektisida sistemik adalah furatiokarb, fosfamidon, isolan, karbofuran, dan monokrotofos.

b. Insektisida nonsistemik

Insektisida nonsistemik setelah diaplikasikan (misalnya disemprotkan) pada tanaman sasaran tidak diserap oleh jaringan tanaman, tetapi hanya menempel di bagian luar tanaman. Bagian terbesar insektisida yang dijual di pasaran Indonesia dewasa ini adalah insektisida nonsistemik. Contohnya, dioksikarb, diazinon, diklorvos, profenofos, dan quinalvos.

c. Insektisida sistemik lokal

Insektisida sistemik lokal adalah kelompok insektisida yang dapat diserap oleh jaringan tanaman (umumnya daun), tetapi tidak ditranslokasikan ke bagian tanaman lainnya. Termasuk kategori ini adalah insektisida yang berdaya kerja translaminar atau insektisida yang mempunyai daya penetrasi ke dalam jaringan tanaman. Beberapa contoh diantaranya adalah dimetan, furatiokarb, pyrolan, dan profenovos.

Cara masuk insektisida ke dalam tubuh serangga sasaran dibedakan menjadi tiga kelompok insektisida sebagai berikut :

a. Racun lambung (Stomach poison)

Racun lambung (stomach poison) adalah insektisida-insektisida yang membunuh serangga sasaran bila insektisida tersebut masuk ke dalam organ pencernaan serangga dan diserap oleh dinding saluran pencernaan. Selanjutnya, insektisida tersebut dibawa oleh cairan tubuh serangga ke tempat sasaran yang mematikan (misalnya ke susunan syaraf serangga). Oleh karena itu, serangga harus terlebih dahulu memakan tanaman yang sudah disemprot dengan insektisida dalam jumlah yang cukup untuk membunuhnya.

b. Racun kontak

Racun kontak adalah insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga lewat kulit (bersinggungan langsung). Serangga hama akan mati bila bersinggungan (kontak langsung) dengan insektisida tersebut. Kebanyakan racun kontak berperan sebagai racun perut. Beberapa insektisida yang kuat sifat racun kontak antara lain diklorfos dan pirimifos metil.

c. Racun pernapasan

Racun pernapasan adalah insektisida yang bekerja lewat saluran pernapasan. Serangga hama akan mati bila menghirup insektisida dalam jumlah yang cukup. Kebanyakan racun napas berupa gas, atau bila wujud asalnya padat atau cair, yang segera berubah atau menghasilkan gas dan diaplikasikan sebagai fumigansi misalnya metil bromida.

Menurut Wudianto (2007), insektisida dapat dibagi berdasarkan cara kerja untuk membunuh hama serangga, yaitu :

- a. Insektisida peracun fisik akan menyebabkan dehidrasi yaitu keluarnya cairan tubuh dari dalam tubuh serangga.
- b. Insektisida peracun protoplasma dapat mengendapkan protein dalam tubuh serangga.
- c. Insektisida peracun pernapasan dapat menghambat aktivitas enzim pernapasan.

Tabel 2. Daftar peptisida yang digunakan oleh petani

Pestisida	Golongan	Jenis Pestisida
WHO Grade Ib		
Beta Siflur	Pytrhroin	Insektisida
Karfbofuran	Carbamate	Insektisida
Metamidofos	Organophosphate	Insektisida
Triazofos	Organophosphate	Insektisida
WHO Grade II		
Alfa Sipermentherin	Pyrethroid	Insektisida
Amitranz	Formamididine	Insektisida
Bifentrin	Pyrethroid	Insektisida
Deltametrin	Pyrethroid	Insektisida
Difonokonazon	Azone	Insektisida
Dimaehipo/Bensultup	Nereistoxin	Insektisida
Analogue		
Fenpropatrin	Pyrethroid	Insektisida
Fipronil	Purazole	Insektisida
Imidakloprid	Neonikotinoid	Insektisida
Karbonsulfan	Carbamate	Insektisida
Katap Hidroksida	Nerezitoxin	Insektisida
Analogue		
Klofenapir	Pyrazol	Insektisida
Klopirafos	Organophosphate	Insektisida
Lamda Sihalotrin	Pyrethroid	Insektisida
MICP/Isoprokard	Carbamate	Insektisida
Permetrin	Pyretroid	Insektisida
Profenpos	Organophosphate	Insektisida
WHO Grade III		
Ciromazin	Triazin	Insektisida
Diafentiuron	Urea	Insektisida
Iprodion	Dicarboximide	Insektisida
WHO Grade U		
Klorantraniliprol	Diamide	Insektisida
Klorfuazuro	Urea	Insektisida

2.1.7 Faktor – faktor Keracunan Pestisida

Faktor-faktor yang mempengaruhi keracunan pestisida dapat dibedakan menjadi 2 kelompok meliputi:

a. Faktor di luar tubuh yang meliputi:

1) Waktu penyemprotan dan suhu lingkungan

Waktu penyemprotan perlu diperhatikan dalam melakukan penyemprotan pestisida, secara umum disarankan waktu yang baik untuk melakukan penyemprotan pestisida adalah pada pagi hari pukul 07.00-10.00 dan sore hari pukul 15.00-18.00 (Budiawan, 2014). Hal ini berkaitan dengan suhu lingkungan yang dapat menyebabkan keluarnya keringat lebih banyak terutama pada siang hari. Suhu lingkungan yang tinggi akan mempermudah penyerapan pestisida organofosfat ke dalam tubuh melalui kulit dan atau pencernaan.

Penyemprotan pada siang hari dengan suhu yang tinggi akan menyebabkan metabolisme di dalam tubuh meningkat dan penyerapan pestisida kedalam tubuh menjadi lebih besar. Suhu lingkungan yang buruk bagi petani penyemprot pestisida adalah jika lebih tinggi dari tubuh manusia yaitu 37°C. Jika suhu lingkungan tinggi maka suhu tubuh juga akan meningkat juga menyebabkan vasodilasi yaitu pembuluh darah mengembang untuk berdekatan dengan kulit (lingkungan luar) yang memungkinkan panas di bebaskan keluar, lebih banyak darah pada kulit untuk memudahkan panas darah terbebas keluar melalui proses penyinaran dan berpeluh, air keringat yang dirembes oleh kelenjar keringat mempunyai panas tertentu sehingga dapat menyerap panas yang tinggi dan terbebas ke lingkungan sekitar bila air keringat menguap. Suhu melebihi yang

ditentukan membuat petani mudah berkeringat sehingga pori-pori banyak terbuka dan pestisida akan mudah masuk melalui kulit (Prasetya, 2010).

2) Arah dan kecepatan angin

Penyemprotan yang baik harus searah dengan arah angin supaya kabut semprot tidak tertiuap ke arah penyemprot dan sebaiknya penyemprotan dilakukan pada kecepatan angin di bawah 750 meter per menit. Petani yang menyemprot melawan arah angin akan mempunyai risiko keracunan pestisida lebih besar bila dibanding dengan petani yang menyemprot tanaman searah dengan arah angin.

3) Dosis

Semua jenis pestisida adalah racun, dosis semakin besar semakin mempermudah terjadinya keracunan pada petani pengguna pestisida. Dosis pestisida berpengaruh langsung terhadap bahaya keracunan pestisida yang ditentukan dengan lama paparan. Dosis yang dianjurkan 0,5 – 1,5 kg/ha untuk penyemprotan di lapangan khususnya golongan organofosfat.

4) Lama penyemprotan per hari

Semakin lama melakukan penyemprotan per hari maka semakin tinggi pula intensitas pemaparan yang terjadi. Petani tidak boleh terpapar pestisida lebih dari 5 jam per hari atau 30 jam dalam satu minggu. Rustia (2010) menyatakan semakin lama waktu kerja yang digunakan dan semakin sering melakukan penyemprotan, maka semakin besar untuk terpajan oleh pestisida yang mengakibatkan menurunnya aktivitas *cholinesterase*. Penelitian yang dilakukan Budiyo menurut Budiawan (2014) menyatakan bahwa semakin lama petani melakukan penyemprotan maka akan semakin banyak pestisida yang menempel

dalam tubuh sehingga terjadi pengikatan *cholinesterase* oleh pestisida. Penyemprotan yang dilakukan dengan frekuensi tinggi tanpa dilengkapi dengan pemakaian alat pelindung diri (APD) akan mempengaruhi *cholinesterase* petani meskipun lama penyemprotan yang dilakukan <5 jam sehari.

1) Masa Kerja

Masa kerja merupakan waktu berapa lam petani mulai bekerja sebagai petani. Semakin panjang masa kerja, semakin sering pula terjadi kontak langsung dengan pestisida sehingga risiko untuk keracunan pestisida semakin meningkat. Lama waktu bekerja sebagai penyemprot mempengaruhi lama pajanan yang menahun (kronis), hal ini disebabkan lamanya kontak dengan pestisida selama bertahun-tahun. Semakin lama petani menjadi penyemprot, maka kontak dengan pestisida semakin lama dan risiko keracunan pestisida semakin tinggi.

Prasetya (2010) menyatakan bahwa keracunan kronis lebih sulit dideteksi karena tidak segera terasa dan tidak menimbulkan gejala serta tanda yang spesifik. Keracunan kronis dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Hasil penelitian di Desa Sumberejo Kecamatan Ngablak, menunjukkan masa kerja petani > 10 tahun sebanyak 51 orang, dengan angka kejadian keracunan sebanyak 37 orang (72,5%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 14 orang (27,5%), sedangkan yang memiliki masa kerja < 10 tahun sebanyak 17 orang dengan angka kejadian keracunan sebanyak 15 orang (15%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 2 orang (12%).

2) Kebiasaan memakai alat pelindung diri (APD)

Penggunaan APD dalam melakukan pekerjaan bertujuan untuk melindungi dirinya dari sumber bahaya tertentu, baik yang berasal dari pekerjaan maupun lingkungan kerja. Racun dalam pestisida umumnya bersifat kontak, oleh sebab itu penggunaan APD pada petani waktu menyemprot pestisida sangat penting untuk menghindari kontak langsung dengan pestisida tersebut (Fiananda, 2014). Hasil penelitian Budiyono (2004) kelengkapan pemakaian alat pelindung diri (APD) dan mengganti pakaian setelah menyemprot dapat menurunkan risiko keracunan pestisida, dengan demikian walaupun luas lahan yang disemprot lebih banyak dan dosis semakin tinggi apabila menggunakan alat pelindung diri (APD) saat menyemprot dapat mencegah absorpsi pestisida ke dalam tubuh petani penyemprot. Penelitian ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Sartono (2002) yang mengemukakan bahwa keracunan pestisida dapat terjadi karena masuknya pestisida yang berlebih atau karena mengabaikan prosedur keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja serta peralatan kerja yang kurang memadai.

3) Pengelolaan Pestisida

Pengelolaan pestisida adalah tindakan yang dilakukan responden sebelum, selama dan sesudah penyemprotan yang meliputi, penyimpanan pestisida, percikan, penyemprotan pestisida, perlakuan terhadap sisa pestisida, kelengkapan APD dan pembuangan kemasan pestisida. Biasanya petani cenderung menganggap ringan bahaya pestisida sehingga tidak mematuhi syarat-syarat keselamatan dalam menggunakan pestisida. Keracunan pestisida, terutama keracunan kronis ,sering tidak terasa dan akibatnya sulit diperkirakan. Oleh

karena itu kebanyakan petani yang sudah belasan tahun mengaplikasikan pestisida dengan cara mereka dan tidak merasa terganggu. Padahal justru anggapan praktek pengelolaan pestisida yang dilakukan petani di Indonesia saat ini sangat berbahaya bagi diri mereka sendiri maupun lingkungan hidup disekitarnya (Prasetya, 2010).

b. Faktor di dalam tubuh

Beberapa faktor di dalam tubuh yang mempengaruhi terjadinya keracunan antara lain:

1) Umur petani

Seseorang dengan bertambahnya umur menyebabkan fungsi metabolisme akan menurun maka kadar rata-rata kolinesterase dalam darah akan semakin rendah sehingga akan mempermudah terjadinya keracunan pestisida. Umur juga berkaitan dengan kekebalan tubuh dalam mengatasi tingkat toksisitas suatu zat, semakin tua seseorang maka efektifitas system kekebalan tubuh akan semakin berkurang (Purwasih, 2013)

2) Jenis kelamin

Petani perempuan cenderung memiliki rata-rata kadar kolinesterase yang lebih tinggi dibandingkan petani laki-laki.

3) Status gizi

Petani yang status gizinya buruk cenderung berisiko mengalami keracunan yang lebih besar bila bekerja dengan pestisida organofosfat dan karbamat. Enzim kolinesterase terbentuk dari protein dan dalam keadaan gizi yang buruk, protein

yang ada di dalam tubuh terbatas, sehingga pembentukan enzim kolinesterase terganggu.

4) Keadaan Kesehatan

Umumnya orang yang menderita penyakit hepatitis, sirosis, karsinoma metastatik pada hati, penyakit kuning obstruktif, infark miokardium, dan dermatomiositis memiliki kadar enzim kolinesterase rendah. *Diisoproyfluorophospate* yang digunakan sebagai pengobatan *myasthenia gravis*, ileus paralitik.

5) Kebiasaan Merokok

Nikotin mempunyai pengaruh yang mirip dengan acetylcholinesterase terhadap serabut otot sehingga mampu menginvasi cholinesterase pada sinaps yang menyebabkan tidak dapat menghidrolisis achetylcholine yang dilepaskan pada lempeng akhiran. Akibatnya, jumlah acetylcholine meningkat bersamaan dengan timbulnya impuls beruntun sehingga merangsang serabut otot dan menimbulkan hemalisan (Rustia, 2009).

2.1.8 Dampak paparan pestisida

Beberapa penelitian membuktikan adanya hubungan antara adanya riwayat paparan oleh pestisida dengan gangguan fungsi tiroid, anemia, abortus spontan, lahir cacat, dan Berat Badan Lahir Rendah (BBLR).

a. Difungsi Tiroid

Riwayat paparan pestisida golongan oranoklorin pada ibu hamil merupakan faktor resiko untuk terjadinya hipotiroidisme kogenital dan kretinisme.

b. Anemia

Kejadian anemia dapat terjadinya pada penderita keracunan organofosfat dan karbamat adalah karena terbentuknya sulfhemoglobin dan methemoglobin didalam sel darah merah. Sulfhemoglobin terjadi karena kandungan sulfur yang tinggi pada pestisida sehingga menimbulkan ikatan sulfhemoglobin. Sulfhemoglobin merupakan bentuk hemoglobin yang berikatan dengan atom sulfur didalamnya. Hal ini menyebabkan hemoglobin menjadi tidak normal dan tidak dapat menjalankan fungsinya dalam menghantarkan oksigen. Selain itu juga dapat disebabkan karena terjadi ikatan nitrit dengan Hb sehingga membentuk methemoglobin yang menyebabkan Hb tidak dapat diubah kembali menjadi hemoglobin normal (Purba, 2009).

Eritrosit dapat disebut sebagai normokrom, hipokrom, hiperkrom. Eritrosit dikatakan normokrom karena mengandung hemoglobin dalam jumlah yang normal, sedang hipokrom berarti mengandung hemoglobin dalam jumlah yang kurang dari normal (Muttakin, 2009). Variasi warna normal dan warna abnormal menunjukkan kandungan sitoplasma. Istilah umum untuk variasi warna adalah isokromia. Hipokromia terjadi karena cadangan besi tidak memadai sehingga mengakibatkan penurunan sintesis hemoglobin. Hipokromia secara klinis terkait dengan anemia defisiensi besi. Perubahan pada warna eritrosit juga menunjukkan keadaan ketidakmatangan sel (Kiswari, 2014).

c. Abortus Spontan

Resiko abortus spontan telah diteliti pada sejumlah kelompok istri-istri pekerja. Wanita yang bekerja di pertanian mempunyai kemungkinan lebih besar untuk mengalami kejadian abortus spontan dibandingkan wanita yang tidak terpanjan (Prawirohardjo, 2006).

d. Berat Badan Lahir Rendah (BBLR)

Banyak penelitian yang menunjukkan adanya hubungan erat antara lama paparan pestisida terhadap kejadian BBLR keterlibatan ibu hamil dalam kegiatan pertanian, keberadaan pestisida dalam rumah, kelengkapan alat pelindung diri, keberadaan hasil pertanian terhadap BBLR ditemukan berkaitan erat (Sari et al. 2006 ; Setiobudi et al. 2013).

2.2 Darah

Darah adalah suspensi dari partikel dalam larutan koloid cair yang mengandung elektrolit. Perannya sebagai medium pertukaran antara sel-sel yang terinfeksi dalam tubuh dari lingkungan luar serta memiliki sifat-sifat protektif terhadap organisme sebagai suatu keseluruhan dan khususnya terhadap darah sendiri (prise & wilson, 1995).

Darah merupakan suatu suspensi sel dan fragmen sitoplasma cairan yang disebut plasma. Secara keseluruhan darah dapat dianggap sebagai jaringan pengikat dalam arti luas, karena pada dasarnya terdiri atas unsur-unsur sel dan substansi interseluler yang terbentuk plasma secara fungsionalpun darah merupakan jaringan pengikat dalam arti menghubungkan seluruh bagian-bagian dalam tubuh sehingga merupakan suatu intergritas, apabila darah dikeluarkan dari

tubuh maka segera terjadi pembekuan yang terdiri atas unsur terbentuk cairan kuning jernih yang disebut serum (Subowo, 2002).

2.2.1 Fungsi Darah

Fungsi darah dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut.

- a. Bekerja sebagai sistem transportasi dari tubuh, mengantarkan semua bahan kimia, oksigen dan zat makanan yang diperlukan untuk tubuh supaya fungsi normalnya dapat dijalankan, dan menyingkirkan karbondioksida dan hasil buangan lain.
- b. Sel darah merah mengantarkan oksigen ke jaringan dan menyingkirkan sebagian dari karbondioksida.
- c. Sel darah putih menyediakan banyak bahan pelindung dan area gerakan fagositosis dari beberapa sel, maka melindungi tubuh terhadap serangan bakteri.
- d. Plasma membawa protein yang diperlukan untuk membentuk jaringan, menyegarkan cairan jaringan, karena melalui cairan ini semua sel tubuh menerima makanannya, dan merupakan kendaraan untuk mengangkut bahan buangan ke berbagai organ ekskretoris untuk dibuang.
- e. Hormon dan enzim diantarkan dari organ dengan perantara darah.

2.2.2 Komposisi Darah

Darah terdiri dari komponen cairan yang disebut plasma darah terdiri dari sel darah merah (eritrosit), beberapa jenis sel darah putih (leukosit) dan pecahan sel yang disebut trombosit. Serum atau plasma darah terdiri atas air 91,0 %, protein 8,0 % (Albumin, Globulin, Protombin dan Fibrinogen), mineral : 0,9 % (Natrium klorida, Natrium Bikarbonat, gram dari Kalsium, fosfor, magnesium dan besi) dan sisanya diisi oleh sejumlah bahan organik, yaitu glukosa, lemak, urea, asam urat, kreatinin, kolesterol, dan asam amino. Plasma juga berisi gas dan karbondioksida, hormon-hormon, enzim dan antigen (Pearce, 2006).

Sel darah merah adalah cakram bikonkaf tidak berinti yang kira-kira berdiameter 8 mikron, tebal bagian tepi 2 mikron, dan ketebalannya kekurangan dibagian tengah terjadi hanya satu mm atau kurang, karena lunak dan lentur maka selama melewati *mikrosirkulasi* sel-sel ini mengalami perubahan konfigurasi. Pada pria normal jumlah rata-rata sel darah merah adalah 5.500.000 - 6.500.000 dan ada wanita normal jumlahnya 4.500.000-5.500.000 per mililiter kubik. Jumlah sel darah merah bervariasi pada kedua jenis kelamin dan pada perbedaan umur, juga pada tempat ketinggian tempat seseorang itu tinggal akan mempengaruhi jumlah sel darah merah (Price & Wilson, 1995).

Sel darah putih atau leukosit mempunyai fungsi utama dalam sistem pertahanan untuk mengungkapkan keadaan keseluruhan tubuh melalui sel-sel leukosit perlu diperhatikan mengenai jumlah dan morfologinya. Berdasarkan ada tidaknya butir-butir dalam sitoplasma leukosit dibedakan menjadi leukosit

granulosit (neutrofil, eosinofil, basofil) dan leukosit agranulosit (limfosit, monosit) (Subowo, 1992).

Leukosit merupakan unit yang aktif dalam sistem pertahanan ini sebagian dibentuk dalam sum-sum tulang (granulosit, monosit, dan sedikit limfosit) dan sebagian lagi dalam jaringan limfe (limfosit dan sel plasma), tetapi setelah dibentuk sel-sel ini akan diangkat didalam darah menuju kebermacam-macam bagian tubuh untuk dipergunaka. Granulosit dan monosit mempertahankan tubuh terhadap organisme-organisme penyerang dengan cara mencernakan organisme tersebut yakin dengan cara fagositosis. Fungsi utama limfosit dan sel-sel plasma adalah berhubungan dengan sistem kekebalan tubuh.

Trombosit atau keping-keping darah berbentuk bulat kecil dengan ukuran diameter 2sampai 4 mikron. Trombosit dibentuk dalam sum-sum tulang dari megakariosit, yang merupakan sel sangat besar dalam sum-sum tulang. Trombosit terbentuk seperti tunas pada permukaan megakariosit dan kemudian melepaskan diri untuk masuk dalam darah. Konstrasi normal trombosit dalam darah ialah antara 150.000 sampai 350.000 permilimeter kubik (Guyton, 1995).

2.2.3 Fungsi Sel Darah

Sel-sel darah merah mempunyai beberapa fungsi antara lain :

- a. Eritrosit, berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru.
- b. Leukosit, yang mempunyai peranan penting dalam perlindungan tubuh terhadap mikroorganisme atau benda asing dan memperbaiki terjadinya kerusakan vasculer.

c. Trombosit, mempunyai fungsi berhubungan dengan hemostasis (proses berentinya darah mengalir dari satu luka). (Dep Kes RI, 1989).

2.3 Hemoglobin (Hb)

2.3.1 Definisi

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oxhemoglobin di dalam sel darah merah, melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan. Hemoglobin merupakan senyawa pembawa oksigen pada sel darah merah. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah Hb/100 ml darah dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen pada darah (Evelyn, 2009).

Sebuah molekul hemoglobin memiliki empat gugus hem yang mengandung besi fero dan empat rantai globin satu molekul hem mengandung satu atom besi demikian juga satu protein globin yang hanya dapat mengikat satu molekul hem. Hemoglobin berada didalam eritrosit yang berfungsi untuk mengikat oksigen di paru-paru dan melepaskan oksigen keseluruh tubuh (Brooker, 2005).

Hemoglobin berfungsi antara lain untuk mengikat dan membawa oksigen dari paru-paru keseluruh jaringan tubuh, mengikat dan membawa CO₂ dari seluruh tubuh ke paru-paru, memberi warna pada darah, dan mempertahankan keseimbangan asam basah tubuh (Arisman, 2004).

2.3.2 Kadar Hemoglobin (Hb)

Kadar hemoglobin adalah ukuran pigmen respiratorik dalam butiran darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut “100 persen” (Evelyn, 2009). Batas normal nilai hemoglobin untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa. Namun WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin (WHO dalam Arisman, 2004).

2.3.3 Fungsi Hemoglobin (Hb)

Hemoglobin di dalam darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Mioglobin beberapa sebagai reservoir oksigen : menerima, menyimpan dan melepas oksigen didalam sel-sel otot. Sebanyak kurang lebih 80% besi tubuh beberapa didalam hemoglobin (Sunita, 2006).

Menurut Depkes RI (2008) adapun guna hemoglobin antara lain :

- a. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringan-jaringan tubuh.
- b. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa ke seluruh jaringan-jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.
- c. Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk dibuang, untuk mengetahui apakah seseorang itu kekurangan darah atau tidak, dapat diketahui dengan pengukuran kadar

hemoglobin. Penurunan kadar hemoglobin dari normal berarti kekurangan darah yang disebut anemia (Widayanti, 2008).

2.3.4 Struktur Hemoglobin

Molekul hemoglobin terdiri dari globin, apoprotein dan empat gugusheme, suatu molekul organik dengan satu atom besi. Mutasi pada gen protein hemoglobin mengakibatkan suatu golongan penyakit menurun yang disebut hemoglobinopati, diantaranya yang paling sering ditemui adalah anemia sel sabit dan talasemi.

Hemoglobin tersusun dari empat molekul protein (globulin chain) yang terhubung satu sama lain. Hemoglobin normal orang dewasa (HbA) terdiri dari 2 alpha-globulin chains dan 2 beta-globulin chains, sedangkan pada bayi yang masih dalam kandungan atau yang sudah lahir terdiri dari beberapa rantai beta dan molekul hemoglobin terbentuk dari 2 rantai alfa dan 2 rantai gama yang dinamakan sebagai HbF. Pada manusia dewasa, hemoglobin berupa tetramer (mengandung 4 subunit protein), yang terdiri dari masing-masing dua subunit alfa dan beta yang terikat secara nonkovalen. Subunit-subunitnya mirip secara struktural dan beukuran hampir sama. Tiap subunit memiliki berat molekul kurang lebih 16,000 Dalton, sehingga berat molekul total tetramenya menjadi sekitar 64,000 Dalton.

Pusat molekul terdapat cincin heterosiklik yang dikenal dengan porfirin yang menahan satu atom besi, atom besi ini merupakan situs/lokal ikatan oksigen. Porfirin yang mengandung besi disebut heme tiap subunit hemoglobin mengandung suatu hem sehingga secara keseluruhan hemoglobin memiliki

kapasitas empat molekul oksigen. Pada molekul heme inilah zat besi melekat dan menghantarkan oksigen serta karbondioksida melalui darah.

Kapasitas hemoglobin untuk mengikat oksigen bergantung pada keberadaan gugus prostetik yang disebut heme. Gugus heme yang menyebabkan darah berwarna merah. Gugus heme terdiri dari komponen anorganik dan pusat atom besi. Komponen organik yang disebut protoporfirin terbentuk dari empat cincin pirol yang dihubungkan oleh jembatan metema membentuk cincin tetra pirol. Empat gugus metil dan gugus vinil dan dua sisi rantai propionol terpasang pada cincin ini (Nelson dan Cox, 2005).

Hemoglobin juga berperan penting dalam mempertahankan bentuk sel darah yang bikonkaf, jika terjadi gangguan pada bentuk sel darah ini, maka keluwesan sel darah merah dalam melewati kapiler jadi kurang maksimal. Hal inilah yang menjadi alasan mengapa kekurangan zat besi bisa mengakibatkan anemia. Jika nilainya kurang dari nilai diatas bisa dikatakan anemia, dan apabila nilainya kelebihan akan mengakibatkan polinemis.

2.3.5 Sintesa Hemoglobin

Enam puluh lima persen hemoglobin disintesis dalam eritroblas dan 35 % pada stadium retikulosit. Sistem haem terjadi banyak dalam mitrokondria oleh sederet reaksi biokimia yang dimulai dengan kondensasi glisin dan suksinil koenzim A di bawah aksi enzim kunci deltaamino laevulinic acid (ALA). Sintetase yang membatasi kecepatan. Vitamin B6 adalah koenzim untuk reaksi ini yang dirangsang oleh eritropoietin dan dihambat oleh haem. Akhirnya protopirin bergabung dengan besi untuk membentuk haem masing-masing molekulnya

bergabung dengan rantai globin yang terbuat pada poliribosom. Kemudian teramer empat rantai globin masing-masing gugus haemnya sendiri terbentuk dalam “kantong” untuk membangun molekul hemoglobin (Hoffbrand, 1997).

2.3.6 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Kadar Hb

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar Hemoglobin adalah :

a. Kecukupan Besi dalam tubuh

Menurut Parakkasi(2006), besi dibutuhkan untuk produksi hemoglobin, sehingga anemia gizi besi akan menyebabkan terbentuknya sel darah merah yang lebih kecil dan kandungan hemoglobin yang rendah. Besi juga merupakan mikronutrien essensial dalam memproduksi hemoglobin yang berfungsi mengantar oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, untuk diekskresikan ke dalam udara pernafasan, sitokrom, dan komponen lain pada sistem enzim pernafasan seperti sitokrom oksidase, katalase, dan peroksidase. Besi berperan dalam sintesis hemoglobin dalam sel darah merah dan mioglobin dalam sel otot. Kandungan \pm 0,004% berat tubuh (60-70%) terdapat dalam hemoglobin yang disimpan sebagai feritin di dalam hati, hemosiderin di dalam limfa dan sumsum tulang (Zarianis,2006).

b. Metabolisme Besi dalam tubuh

Menurut Wirakusumah(2004), besi yang terdapat di dalam tubuh orang dewasa sehat berjumlah lebih dari 4 gram. Besi tersebut berada di dalam sel-sel darah merah atau hemoglobin (lebih dari 2,5g), mioglobin (150 mg), phorphyrin cytochrome, hati, limfa sumsum tulang (> 200-1500 mg). Ada dua bagian besi dalam tubuh, yaitu bagian fungsional yang dipakai untuk keperluan metabolic dan

bagian yang merupakan cadangan. Hemoglobin, mioglobin, sitokrom, serta enzim hem dan non hem adalah bentuk besi fungsional dan berjumlah antara 25-55 mg/kg berat badan, sedangkan besi cadangan apabila dibutuhkan untuk fungsi-fungsi fisiologis dan jumlahnya 5-25 mg/kg berat badan. Feritin dan hemosiderin adalah bentuk besi cadangan yang biasanya terdapat dalam hati, limpa dan sumsum tulang. Metabolisme besi dalam tubuh terdiri dari proses absorpsi, pengangkutan, pemanfaatan, penyimpanan dan pengeluaran (Zarianis, 2006).

c. Pola makan

Dibeberapa daerah pedesaan diasia tenggara umumnya makan satu atau dua kali sehar. Cara penyiapan secara tradisional, biasanya tidak menggunakan bahan bakar dan cenderung mempertahankan zat gizi yang terdapat dalam pangan. Jenis makanan yang dikonsumsi hendaknya mempunyai proporsi yang seimbang antara karbohidrat, protein dan lemaknya. Komposisi yang disarankan adalah 55-65 % karbohidrat, 10-15 % protein, 25-35 % lemak. Golongan makanan karbohidrat yang biasanya dikonsumsi antara lain roti, nasi, kentang, mie, bihun. Sedangkan dalam golongan protein, dibagi dua macam, yaitu hewani dan nabati. Protein hewani contoh daging, telur, susu sedangkan yang nabati contoh tahu, tempe, kacang-kacangan. Lemak dari makanan ada yang bentuk lemak jenuh maupun tak jenuh (Baliwarti,2009).

d. Kafein

Pengamatan pernah dilakukan oleh para peneliti yang mencurigai pengaruh kafein pada penurunan kadar hemoglobin. Kondisi penurunan hemoglobin ini diperkuat dengan banyaknya kasus anemia di negara-negara yang penduduknya banyak mengonsumsi kopi (Aliyah, 2011).

e. Susu

Ada beberapa makanan yang menghambat penyerapan zat besi misalnya seperti susu. Namun bukan berarti tidak boleh mengonsumsi susu karena susu mengandung protein dan kalsium yang juga dibutuhkan oleh tubuh. Hanya perlu memberikan jeda waktu sekitar 2-3 jam setelah minum suplemen yang mengandung besi sebelum minum susu (laubach, 2008).

f. Penyakit yang kronis, misalnya TBC, hepatitis, dan sebagainya.

g. Ketidakseimbangan antara asupan gizi dan aktifitas yang dilakukan.

h. Umur

Kadar darah pada orang dewasa lebih tinggi dibanding anak-anak, nilai media hemoglobin naik selama 10 tahun pada masa anak-anak selanjutnya akan meningkat pada masa pubertas (Gibson, 2005).

i. Jenis kelamin

Kadar hemoglobin pada perempuan lebih rendah dari laki-laki, rendahnya kadar hemoglobin perempuan dikarenakan mengalami kehilangan besi lebih banyak dibanding laki-laki akibat menstruasi setiap bulannya tidak ada perbedaan yang signifikan antara laki-laki dan perempuan dari konsentrasi Hemoglobinya,

namun hilangnya besi saat menstruasi rutin dari perempuan yang membuat konsentrasi hemoglobin berkurang (Rushton, 2001).

j. Paparan pestisida

Pestisida adalah substansi yang digunakan untuk mencegah atau membunuh hama (pest). Hama yaitu organisme yang bersaing untuk mendapatkan makanan, mengganggu kenyamanan, atau berbahaya bagi kesehatan manusia. Penggunaan pestisida sudah sangat meluas, berkaitan dengan dampak positifnya yaitu meningkatnya produksi pertanian dan menurunnya penyakit-penyakit yang penularannya melalui perantara makanan (*food-borne diseases*) atau punvektor (*vector-borne diseases*). Idealnya, pestisida mempunyai efek toksikanya pada organisme targetnya, yaitu hama. Namun, pada kenyataannya, sebagian besar bahan aktif yang digunakan sebagai pestisida tidak cukup spesifik toksisitasnya, sehingga berdampak negatif terhadap kesehatan manusia.

2.3.7 Metode pemeriksaan Hemoglobin

Pemeriksaan hemoglobin dapat ditentukan dengan metode fotoelektrik (hemoglobin-sianida, oksihemoglobin), Sahli, Skala warna (tallquist), Cupri Sulfat (untuk skrining calon pendonor darah), dan metode otomatis (Gandasoebrata, 2013).

2.4 Eritrosit

2.4.1 Definisi

Eritrosit matang merupakan suatu cakram bikonkaf dengan diameter sekitar 7 mikron. Eritrosit merupakan sel dengan struktur yang tidak lengkap. Sel eritrosit hanya terdiri atas membran dan sitoplasma tanpa inti sel. Komponen eritrosit hanya terdiri atas membran eritrosit, sistem enzim dan hemoglobin yang terdiri dari *heme* dan *globin* (Bakta, 2006).

2.4.2 Fungsi eritrosit

Eritrosit berfungsi mengangkut oksigen ke jaringan hingga produksi eritrosit sedikit banyak ditentukan juga oleh kadar oksigenisasi jaringan sedangkan produksi eritrosit diatur oleh *eritopoetin* yaitu suatu hormon yang secara langsung mempengaruhi aktivitas sumsum tulang sangat peka terhadap perubahan kadar oksigen didalam jaringan (Widman, 2005).

2.4.3 Eritropoiesis

Pembentukan eritrosit di dalam sumsum tulang merah, limpa, dan hati. Perkembangannya di dalam sumsum tulang melalui berbagai tahap, mula-mula berukuran besar dan berisi *nukleus* tetapi tidak ada hemoglobinnya, kemudian mengikat hemoglobin dan akhirnya kehilangan *nukleus* (Widman, 2005).

2.4.4 Pemeriksaan Jumlah Eritrosit

Pemeriksaan eritrosit dilakukan untuk mengetahui adanya kelainan sel darah merah yang berfungsi sebagai alat transport utama yang membawa oksigen. Umur eritrosit normal rata-rata 110-120 hari. Setiap hari terjadi kerusakan sel eritrosit sebesar 1% dari seluruh jumlah eritrosit yang ada dan diikuti pembentukan sel eritrosit oleh sum-sum tulang. Tingkat kerusakan sel eritrosit yang lebih cepat (umur eritrosit lebih pendek) dari kapasitas sum-sum tulang untuk memproduksi sel eritrosit (disebut proses hemolisis), akan menimbulkan kondisi anemia.

Hitung jumlah sel-sel eritrosit ada dua metode, yaitu manual dan elektronik (otomatis). Metode manual menggunakan bilik hitung dengan prinsip : darah diencerkan dengan larutan yang isotanis terhadap eritrosit, sehingga eritrosit lebih mudah dihitung. Jumlah eritrosit per satuan volume darah ditentukan dengan menghitung sel dibawah mikroskop dan kemudian mengalikannya dengan menggunakan faktor pengali tertentu. Larutan pengencer yang digunakan adalah larutan Hayem, dibuat dari Natrium Sulfat Kristal 5,0 gram ; Natrium Klorida 1,0 gram ; Merkuri Klorida 0,5 gram dan Aquades add 200 ml dan ilai rujukanya 3,80 sampai 4,80 juta/mm³(Gandasoebrata, 2013).

2.5 Hubungan Hemoglobin dengan Jumlah Eritrosit

Pembentukan hemoglobin terjadi didalam eritrosit, dimulai dalam proeritroblas dan kemudian dilanjutkan sedikit dalam stadium retikulosit, karena ketika retikulosit meninggalkan sumsum tulang dan masuk kedalam aliran darah, maka retikulosit tetap membentuk sedikit hemoglobin selama beberapa hari berikutnya (Guyton, 2006).

Perkembangan eritrosit dalam sumsum tulang melalui berbagai tahap mula-mula besar dan berisi nukleus tetapi tidak ada hemoglobin, kemudian dimuati hemoglobin dan akhirnya kehilangan nukleusnya dan baru diedarkan kedalam sirkulasi darah. Proses pembentukan eritrosit yang mengalami gangguan menyebabkan pembentukan hemoglobin juga terganggu menyebabkan pembentukan hemoglobin juga terganggu. Penurunan jumlah eritrosit biasanya disertai penurunan kadar hemoglobin sebagai indikasi turunya jumlah eritrosit (Hofbrand, 2005).

2.6 Pengaruh pestisida terhadap hemoglobin dan jumlah eritrosit

Sulfhemoglobin terjadi karena kandungan sulfur yang tinggi pada pestisida sehingga membentuk ikatan sulfhemoglobin. Salah satu contoh reaksi yang terjadi didalam tubuh karena pestisida (zinc ethylene bisdithiocarbamate atau zineb). Zine terurai menjadi etilentiourea. Karbon disulfida dan hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida merupakan agen yang memproduksi sulfhemoglobin. Nitrogen dalam molekul hidrogenasi mempunyai peranan yang penting terhadap pembentukan sulfhemoglobin. Sulfhemoglobin merupakan pembentukan hemoglobin yang berikatan dengan atom sulfur didalamnya. Hal ini menyebabkan

hemoglobin merupakan bentuk hemoglobin menjadi tidak normal dan tidak dapat menjalankan fungsinya dalam menghantarkan oksigen. Methemoglobin terbentuk ketika zat besi didalam Hb teroksidasi dari ferro menjadi ferri. Ikatan nitrit dengan Hb membentuk methemoglobin yang menyebabkan Hb tidak mampu mengikat oksigen. Sulfhemoglobin dan methemoglobin didalam sel darah merah tidak dapat diubah kembali menjadi hemoglobin normal (Pinkhas, J *et al.*, 1963).

Sulfhemoglobin dan methemoglobin dalam darah akan menyebabkan penurunan kadar hemoglobin didalam sel darah merah sehingga terjadi hemolitik anemia. Hemolitik anemia yang terjadi akibat kontak dengan pestisida disebabkan karena terjadinya kecacatan enzimatik pada sel darah merah dan jumlah zat toksik yang masuk kedalam tubuh (Kelner, M.J. and N. M. Alexander, 1986).

Jumlah eritrosit dalam sirkulasi mengalami penurunan, penurunan jumlah eritrosit dapat disebabkan oleh umur eritrosit yang pendek akibat paparan pestisida yang dapat menimbulkan kerusakan membran. Sumsum tulang sebagai tempat eritropoiesis. Peningkatan aktifitas eritropoiesis menyebabkan eritrosit yang belum matang (Luis TC, 2009).

2.7 Spesimen

Sebagai besar pemeriksaan hematologi menggunakan darah utuh (*whole blood*). Yaitu darah yang sama bentuk atau kondisinya seperti ketika beredar dalam aliran darah. Spesimen berupa darah vena atau darah kapiler, untuk keperluan pemeriksaan darah harus ditambah dengan antikoagulan (Riswanto, 2013).

1. Darah kapiler

Pengambilan darah kapiler orang dewasa dilakukan pada ujung jari tangan ketiga atau keempat serta pada anak daun telinga. Pengambilan darah kapiler dilakukan bila volume darah yang dibutuhkan sedikit, atau dalam keadaan emergency (Gandasoebarta, 2013).

2. Darah vena

Pengambilan darah vena orang dewasa dilakukan pada vena difossa cubiti. Pengambilan darah vena perlu dilakukan dengan hati-hati dan seksama, dan perlu diperhatikan tempat yang akan digunakan untuk pengambilan harus diperiksa sengan seksama antara lain letak dan ukuran vena (Gandasoebarta, 2013).

2.8 Antikoagulan

Antikoagulan adalah bahan yang digunakan untuk mencegah pembekuan darah. Antikoagulan EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetate) merupakan antikoagulan yang baik dan sering digunakan untuk berbagai macam pemeriksaan hematologi. Digunakan dalam bentuk garam Na_2EDTA atau K_2EDTA . K_2EDTA lebih banyak digunakan karena daya larut dalam air kira-kira 15 kali lebih besar dari Na_2EDTA . EDTA dalam bentuk kering dengan pemakaian 1-1,5 mg EDTA / ml sedangkan dalam bentuk larutan EDTA 10 % pemakaiannya 0,1 ml / ml darah.

Garam-garam EDTA mengubah ion kalsium dari darah menjadi bentuk yang bukan ion. Tiap 1 miligram EDTA menghindarkan membentuk 1 mililiter darah EDTA cair (larutan EDTA 10%) lebih sering digunakan, pada penggunaan EDTA kering, wadah berisi darah dan EDTA harus dihomogenkan selama 1-2 menit karena EDTA kering lambat larutnya. Penggunaan lebih dari ketentuan

menyebabkan eritrosit mengkirut sehingga nilai hemtokrit rendah dari nilai yang sebenarnya (Gandasoebrata, 2013).

2.9 Pemeriksaan Kadar hemoglobin dan Jumlah Eritrosit dengan Alat Otomatis

Pemeriksaan hemoglobin dan jumlah eritrosit dapat dilakukan dengan alat otomatis (Hematology Analyzer). Pemeriksaan dengan mesin penghitung otomatis dapat memberikan hasil yang cepat, namun alat ini memiliki keterbatasan, Alat hematologi otomatis memiliki kelebihan efisiensi waktu yaitu pemeriksaan dilakukan dengan cepat, hanya memerlukan waktu sekitar 3-5 menit. Volume sampel pemeriksaan yang dibutuhkan hanya sedikit saja, kasus dalam pengambilan darah terhadap pasien kadang sulit mendapatkan volume darah yang cukup, namun dengan alat otomatis ini sampel darah yang digunakan dapat menggunakan darah perifer dengan jumlah darah yang lebih sedikit. Hasil yang dikeluarkan oleh alat ini biasanya sudah melalui quality control yang dilakukan oleh intern laboratorium.

Alat hematologi otomatis memiliki kelemahan tidak dapat menghitung sel abnormal, dan dalam hal perawatan memerlukan perhatian khusus seperti suhu ruang yang harus dilakukan kontrol secara berkala. Reagen dan sampel darah yang digunakan adalah sampel darah dengan antikoagulan. Apabila ada darah yang menggumpal maka jika terhisap akan merusak alat (Sysmex).

2.10 Sumber Kesalahan Pemeriksaan Hematologi

2.10.1 Tahap Pra Analitik atau Tahap Persiapan Awal

1. Kondisi pasien, sebelum pengambilan spesimen form peminatan laboratorium diperiksa. Identitas pasien harus ditulis dengan benar (nama, umur, jenis kelamin, nomor rekam medis dan sebagainya) disertai diagnosis atau keterangan klinis. Identitas harus ditulis dengan benar sesuai dengan pasien yang akan diambil.
2. Pengambilan sampel idealnya dilakukan waktu pagi hari, tehnik atau cara pengambilan spesimen harus dilakukan dengan benar sesuai standard oprating procedure (SOP) yang ada.
3. Spesimen yang akan diperiksa volume mencukupi, kondisi baik tidak lisis, segar atau tidak kadaluwarsa, tidak berubah warna, tidak berubah bentuk, pemakaian antikoagulan atau pengawet tepat, ditampung dalam wadah yang memenuhi syarat dan identitas sesuai dengan data pasien.

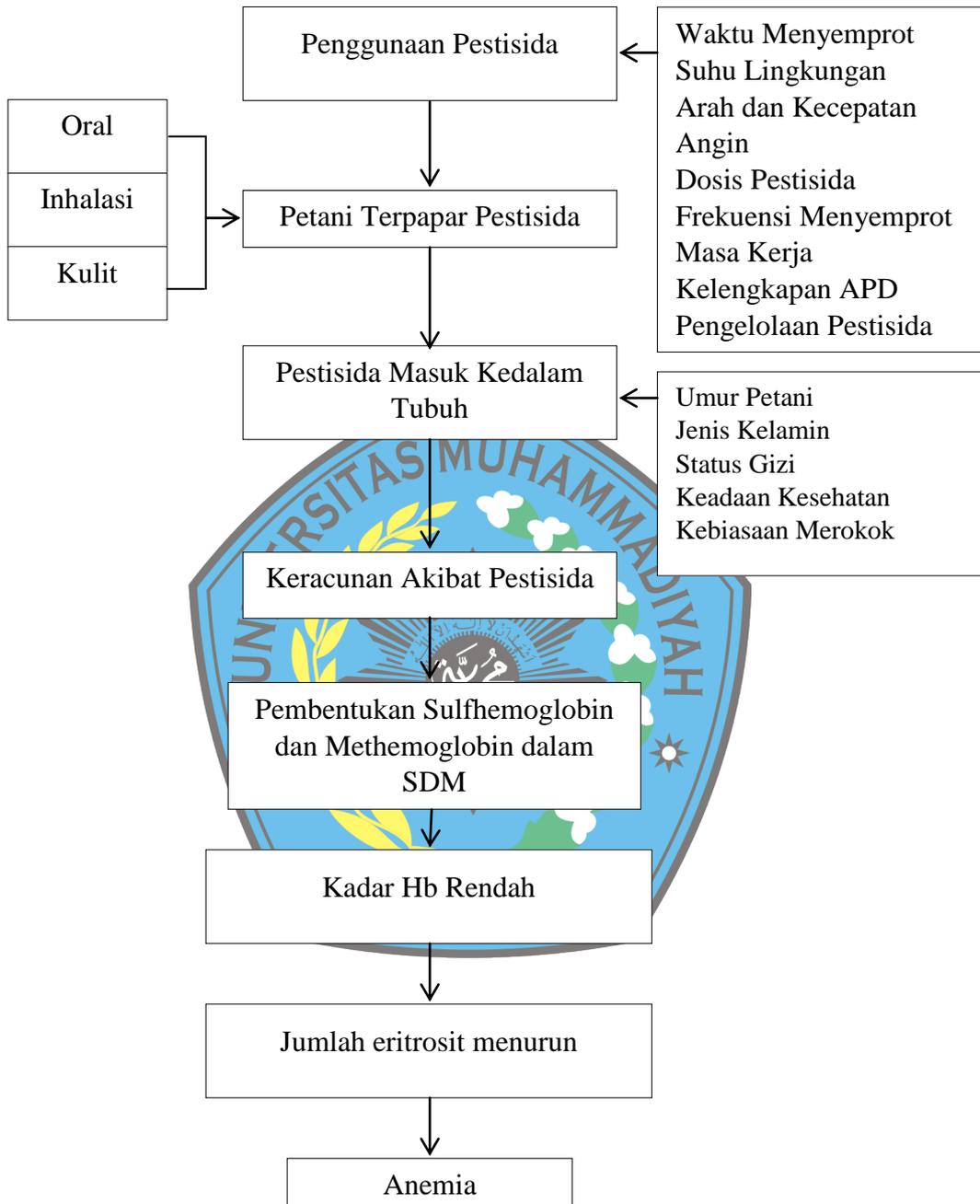
2.10.2 Tahap Analitik

Tahap analitik adalah tahap pengerjaan pengujian sampel untuk memperoleh hasil pemeriksaan. Tahap analitik memperhatikan reagen, alat, metode pemeriksaan, pencampuran sampel dan proses pemeriksaan.

2.10.3 Tahap Pasca Analitik

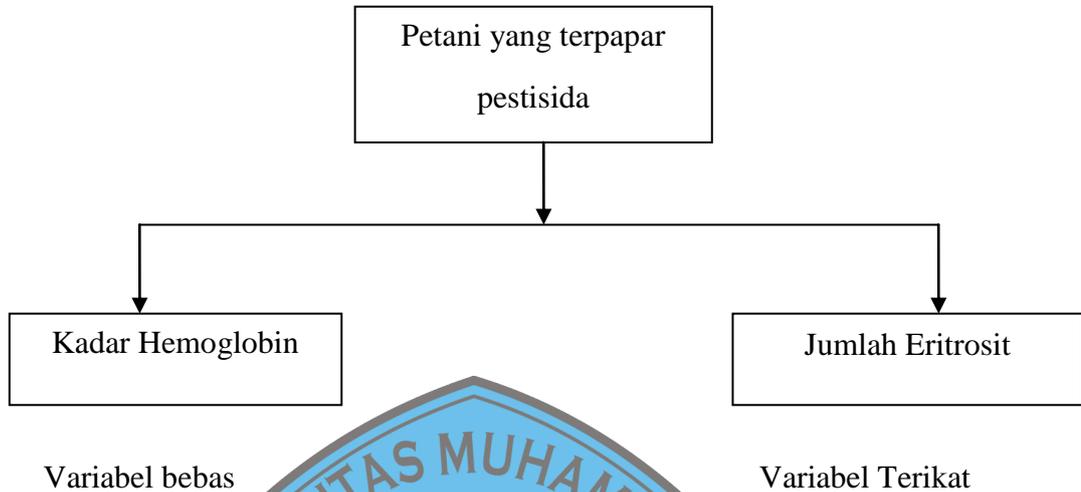
Tahap pasca analitik atau tahap akhir pemeriksaan yang dikeluarkan untuk meyakinkan bahwa hasil pemeriksaan yang dikeluarkan benar-benar valid atau benar (Budiwiyono, 2002).

2.11 Kerangka teori



Gambar 1. Kerangka Teori

2.12 kerangka konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

2.13 Hipotesis

Ada hubungan kadar hemoglobin dengan jumlah eritrosit yang terpapar pestisida pada petani penyemprot brambang merah didesa kalmpok kabupaten brebes.