BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Dasar Pestisida

1. Pengertian Pestisida

Pestisida merupakan zat kimia berbahaya dan beracun yang sering digunakan petani untuk membasmi hama disektor pertanian (Waren, 2021)

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 39/Permentan/SR.330/7/2015 Tentang Pendaftaran Pestisida, pengertian dari pestisida adalah semua bahan kimia dan bahan lain, serta jasad renik dan virus yang dipergunakan untuk:

a. Memberantas atau mengendalikan hama penyakit yang dapat merusak bagian tanaman atau hasil dari pertanian.
b. Memberantas rerumputan atau tanaman pengganggu lain (gulma).
c. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan tanaman yang tidak diinginkan.
d. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman.
e. Mencegah atau memberantas hama-hama luar pada hewan peliharaan dan ternak.
f. Mencegah atau memberantas hama-hama air.
g. Mencegah atau memberantas binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang lain yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanah, air atau tanaman.
h. Mencegah atau memberantas binatang-binatang dan jasad renik dalam bangunan, rumah tangga, dan alat pengangkutan hasil produksi. Pestisida merupakan zat kimia yang digunakan untuk

membunuh hama, termasuk diantaranya : serangga, jamur maupun gulma. Pestisida secara luas telah digunakan untuk memberantas hama dan penyakit pada tanaman di bidang pertanian. Pestisida juga digunakan dirumah tangga untuk memberantas kecoa, nyamuk dan berbagai serangga penganggu lainnya. Disisi lain, pestisida ini secara nyata banyak menimbulkan keracunan pada manusia (Kementan, 2015).

2. Nomenklatur Pestisida

Nomenklatur atau penamaan pestisida terdiri dari :

a. Nomor kode yang diberikan pada saat pestisida pertama kali disintesis oleh suatu laboratorium/ahli kimia tertentu.
b. Rumus molekul atau rumus empirik atau rumus struktur atau rumus bangun merupakan hasil dari identifikasi terhadap senyawa pestisida/bahan racun.
c. Nama kimia ditentukan sesuai dengan nomen klatur atau penamaan yang disusun oleh IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*)
d. Nama Umum atau juga disebut nama bahan aktif dipilih oleh forum ilmiah yang beranggotakan dari berbagai organisasi profesi ilmiah yang berhubungan dengan pestisida.
e. Nama dagang (nama jual/merk) diberikan oleh formulator atau pabrik yang umumnya dipilih nama-nama yang menarik dan cepat diingat bagi konsumen atau pembeli (Nasution, 2022).

3. Formulasi Pestisida

Formulasi merupakan suatu campuran dari bahan aktif dan bahan tambahan lain dengan bentuk dan kadar tertentu yang memiliki daya kerja yang sesuai. Resep formulasi adalah keterangan yang menyatakan kadar dan jenis bahan aktif dan bahan tambahan pada pestisida dan atau suatu cara untuk memformulasikan pestisida dengan menggunakan suatu bahan

aktif, bahan teknis atau bahan-bahan penyusun lainnya (Kementan, 2015).

Bahan atau zat utama yang bekerja secara aktif terhadap hama sasaran disebut juga bahan aktif *(Active ingredient)* atau bahan teknis. Dalam proses pembuatan suatu pestisida di pabrik, bahan aktif atau bahan teknis tersebut tidak dibuat secara murni, melainkan dicampur dengan sejumlah kecil bahan- bahan pembawa lainnya. Bahan aktif atau bahan teknis tersebut tidak dapat digunakan sebelum terlebih dahulu diubah sifat dan bentuk fisiknya dan kemudian dicampur dengan bahan lainnya (Kemenkes RI, 2012).

Bentuk-bentuk formulasi pestisida yang sering kita jumpai di gerai-gerai atau kios-kios pertanian banyak yang berupa cairan dan padatan, yaitu :

a. Formulasi Padat

1) *Wettable Powder* (WP), berupa sediaan yang berbentuk seperti tepung (partikel berukuran mikron) dengan kandungan bahan aktif yang relatif tinggi (50 – 80%). Jika WP dicampur dengan air akan membentuk suspensi.
2) *Soluble Powder* (SP), berupa formulasi berbentuk tepung yang apabila dicampur dengan air akan membentuk suatu larutan homogen.
3) Butiran, pada umumnya merupakan suatu sediaan yang siap pakai dengan kandungan bahan aktif relatif rendah (2%). Ukuran butiran bervariasi antara 0,7 – 1 mm. Pestisida ini umumnya digunakan dengan cara ditaburkan menggunakan mesin penabur maupun secara manual.
4) *Water Dispersible Granule* (WG atau WDG), berupa butiran tetapi penggunaannya sangat berbeda dengan sediaan

butiran. Formulasi ini harus diencerkan dengan air terlebih dahulu dan diaplikasikan dengan cara disemprotkan.

5) *Soluble Granule* (SG), formula ini mirip dengan WDG yang harus diencerkan dalam air dan disemprotkan. Perbedaannya adalah setelah diencerkan SG akan membentuk larutan sempurna.

6) Tepung hembus, berupa sediaan siap pakai dan tidak perlu dicampur dengan air. Formulasi ini berbentuk seperti tepung berukuran 10 – 30 mikron dengan kandungan bahan aktif rendah (2%) dan diaplikasikan dengan cara dihembuskan.

b. Formulasi Cair.

1) *Emulsifiable Concentrate* (EC), berupa sediaan berbentuk konsentrat cair dengan konsentrasi bahan aktif yang cukup tinggi. Sediaan ini menggunakan solvent berbahan dasar minyak. Jika konsentrat ini dicampur dengan air dapat membentuk emulsi. Formulasi EC dan formulasi WP merupakan formulasi klasik yang paling banyak digunakan.

2) *Water Soluble Concentrate* (WCS), adalah formulasi yang mirip dengan EC. Akan tetapi, sediaan ini menggunakan sistem solvent berbahan dasar air sehingga jika dicampur dengan air tidak akan membentuk emulsi, melainkan membentuk suatu larutan homogen. Formulasi ini umumnya digunakan dengan cara disemprotkan.

3) *Aquaeous Solution* (AS), berupa pekatan yang dapat dilarutkan dalam air. Sediaan ini umumnya diformulasikan untuk pestisida yang memiliki kelarutan tinggi dalam air. Pestisida dalam bentuk AS diaplikasikan dengan cara disemprot.

4) *Soluble Liquid* (SL), berbentuk pekatan cair yang jika dicampur dengan air akan membentuk suatu larutan. SL juga

diaplikasikan dengan cara disemprot.

5) *Ultra Low Volume* (ULV), merupakan sediaan khusus untuk penyemprotan dengan volume ultra rendah, yaitu berkisar antara 1 – 5 liter/hektar. Formulasi ini umumnya berbahan dasar minyak karena untuk penyemprotan volume ultra rendah digunakan butiran semprot yang sangat halus (Aidah, 2020).

4. Klasifikasi Pestisida

Pestisida dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori : jenis atau asal bahan bakunya, fungsinya, jenis target organisme yang akan dihilangkan, tingkat toksisitasnya, dan senyawa penyusunnya (Purnomo, Alkas dan Taslim, 2019).

a. Klasifikasi Berdasarkan Jenis atau Asal Bahan Dasarnya

1) Pestisida alami/nabati

Pestisida alami/nabati kadang juga disebut sebagi pestisida organik atau biopestisida. Pestisida alami terbuat dari bahan alami, dan mudah didapatkan. Pestisida alami dapat digunakaan untuk mengendalikan hama atau penyakit tanpa mencemari lingkungan. Namun penggunaan pestisida alami ini membutuhkan waktu yang tidak instan seperti pestisida dengan bahan kimiakimia (Zakiyah dan Amaludin, 2021). Contoh tanaman dan bagian-bagiannya yang berpotensi sebagai pestisida organik diantaranya : rimpang alang-alang, biji adas, umbi bawang-bawangan, buah cabe, bunga cengkeh, batang brotowali, buah dan biji jarak dan lain sebagainya (Purnomo, Alkas dan Taslim, 2019).

2) Pestisida buatan

Pestisida ini berasal dari campuran bahan-bahan kimia yang dibuat di laboratorium kimia atau pabrik (Purnomo,

Alkas dan Taslim, 2019).



Gambar 2.1 Gambar Pestisida buatan

b. Klasifikasi Berdasarkan Fungsi dan Organisme Target yang Dibasmi Klasifikasi ini dapat dibedakan menjadi 10 kelompok, yaitu :

1) Insektisida : pembasmi serangga
2) Rodentisida : pembasmi hewan pengerat
3) Fungsisida : pembasmi burung
4) Avisida : pembasmi burung
5) Algasida : pembasmi ganggang /alga
6) Mitisida/akarisida : pembasmi tungau/kutu
7) Nematisida : pembasmi hewan cacing
8) Bakterisida : pembasmi bakteri
9) Virusida : pembasmi virus (Purnomo, Alkas dan Taslim, 2019).

c. Klasifikasi Berdasarkan Tingkat Toksisitasnya

Toksisitas atau daya racun adalah sifat bawaan pestisida yang menggambarkan potensi pestisida untuk menimbulkan kematian langsung (atau bahaya lainnya) pada hewan tingkat tinggi, termasuk manusia. Toksisitas dibedakan menjadi toksisitas akut, toksisitas kronik, dan toksisitas subkronik.

Toksisitas akut dinyatakan dalam angka LD50, yaitu dosis yang bisa mematikan (*lethal dose*) 50% dari binatang uji (umumnya tikus, kecuali dinyatakan lain) yang dihitung dalam mg/kg berat badan (Djojosumarto, 2008).

Menurut WHO tahun 2019, tingkat toksisitas pestisida dikategorikan berdasarkan tabel berikut.

Tabel 2.1 Tingkat Toksisitas

Kelas WHO mg/kg

		Oral	Dermal
Ia	*Extremely hazardous*	<5	<50
Ib	*Highly hazardous*	5-50	50-200
II	*Moderately hazardous*	50-2000	200-2000
III	*Slightly hazardous*	> 2000	>2000
U	*Unlikely to present acute hazard*	5000 atau lebih	

Sumber : (WHO, 2019)

Keterangan :

Extremely hazardous (Ia) :sangat berbahaya sekali

Highly hazardous (Ib) :sangat berbahaya

Moderately hazardous (II) : cukup berbahaya *Slightly hazardous* (III) : sedikit berbahaya

Unlikely to present acute hazard (U): tidak menimbulkan bahaya akut

LD50 adalah satuan dosis mematikan/lethal yang dapat mematikan 50% dari hewan coba jika diberikan lewat mulut (oral), terkena kulit (dermal) atau terhisap melalui pernafasan (inhalasi). Satuan ini biasanya dinyatakan dalam mg suatu Insektisida per kg berat badan (mg/kg bb) (Kemenkes RI, 2012).

d. Klasifikasi Berdasarkan Senyawa Penyusunnya

Menurut Kementrian Pertanian RI tahun 2016 dalam Kemenkes RI, (2016), menggolongkan pestida berdasarkan :

Tabel 2.2 Penggolongan Pestisida Berdasarkan Bahan Aktif

Jenis	**Bahan Aktif**	**Golongan**
Fungsida	Menkozeb	Dikarbonat
	klorotalonin	Karbamat
	propineb	Karbamat
	asamfosfit	Triazol diklorida
	parakuat	Bipiridilum
Herbisida	Isopropil amina glisofat	Glisin
	Mesotrion	Triazin
	Atrazin	Triazin
	Abamektin	Avermectin
	Bacillus thuringiensis	Bakteri
	Kartap Hidroklorida	Karbamat
	Karbaril	Karbamat
Insektisida	Propoksur	Karbamat
	Asetamiprid	Neonicotinoid
	Imidakloprid	Neonicotinoid
	Asetat	Organofosfat
	Klorpirifos	Organofosfat
	Diazinon	Organofosfat
	Malathion	Organofosfat
	Fipronil	Pirazol
	Bifentrin	Piretroid
	Klorfenapir	Piretroid
	Siflutrin	Piretroid
	Sipermetrin	Piretroid
	Lamda sihalotrin	Piretroid
	Buprofezin	Tiadiazin
	Bensultap	Tiosulfanat
	Klorantraniliprol	
	Trifluorometil Amidin	Akarisida Amitraz
	Karbosulfan	Karbamat
Nematisida	Azadirakhtin	Biologi
	Kadusafos	Organofosfat
	Difasinon	Indandion

Sumber : (Kemenkes RI, 2016)

Tabel 2.3 Golongan dan Contoh Pestisida

Golongan Pestisida	Contoh Pestisida
Organoklorin	• Turunan poliklorinasi sikloheksana : lindan • Poliklorinasi bifenil : DDT & Dicofol • Poliklorinasi siklodiena : Endosulfan
Organofosfat	Monocrotophos, phosphamidon, DDVP, Metil paration, fenitrothion, phosphorothiate, oxydemeton-metil, dimethoate, phorate, phosalone
Karbamat	Carbaryl, Propoxur, carbofuran, methomyl, cartap, hydrochloride
Piretroid	Pyrethrin-I, Cinerin-I, Jasmolin-I, Pyrethrin-II, Cinerin-II, Jasmolin-II, Alphametrin, Deltamethrin
Neonikotinoid	Acetamiprid, Clothianidin, Imidacloprid, Thiacloprid, Thiamethoxam
Golongan lain (miscellaneous)	Spinosyn, Neriestoxim (crap), fliproles, pyrroles, quinazoline, benzoylurea, antibiotic (abamectin)

Sumber : (Purnomo, Alkas dan Taslim, 2019)

5. Penggunaan Pestisida pada Pertanian

Pestisida masih mempunyai peranan yang penting di sektor pertanian, hal ini bisa dilihat dari pemakaiannya yang cukup tinggi. Kementerian Pertanian menargetkan produksi pangan pada tahun 2020 meningkat dari tahun sebelumnya. Namun, target-target tersebut seringkali terhambat oleh berbagai hal, salah satunya adalah serangan organisme penggangu tumbuhan (OPT). Ancaman OPT terus terjadi setiap tahunnya. Salah satu contohnya pada Juli 2005, serangan wereng cokelat di pantura jawa telah menggagalkan panen sedikitnya 10.644 ha tanaman padi di Kabupaten Cirebon. Merebaknya serangan seringkali menyebabkan petani melakukan pengendalian OPT dengan menggunakan pestisida kimia (Nasution, 2022).

Berdasarkan hasil survey mengenai permasalahan penggunaan pestisida di sektor pertanian, didapatkan masalah sebagai berikut:

a. Penggunaan pestisida yang terlampau berlebihan
b. pencampuran beberapa jenis pestisida secara sembarangan
c. Penyebutan pestisida sebagai “obat”
d. Tidak memperhitungkan arah angin ketika menyemprot pestisida
e. Penggunaan APD yang tidak lengkap saat kontak dengan pestisida
f. Pemeliharaan peralatan pestisida tidak baik seperti tidak mencuci peralatan yang ada setelah menggunakan pestisida.
g. Pengetahuan petani masih kurang dalam hal informasi dan pelatihan dalam pemilihan, pencampuran dan penanganan pestisida yang tepat. Kurangnya informasi dan pengetahuan di kalangan petani dapat berpengaruh pada dampak kesehatan dalam jangka panjang
h. Label produk pestisida yang sulit untuk diinterpretasi.
i. Buruknya kebersihan diri petani setelah melakukan penyemprotan.
j. Buruknya praktik penyimpanan dan pembuangan limbah pestisida.
k. Paparan pestisida di kalangan petani perempuan terlampau tinggi, bahkan selama kehamilan (Kemenkes RI, 2016).

6. Dampak Penggunaan Pestisida Bagi Kesehatan

Pestisida dapat masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui 3 mekanisme, yaitu :

a. Kontaminasi lewat kulit (dermal)

Pestisida yang terkena permukaan kulit dapat meresap masuk ke dalam tubuh dan menimbulkan dampak keracunan. Kejadian kontaminasi dermal merupakan yang paling sering terjadi, meskipun tidak seluruhnya berakhir dengan keracunan akut. Lebih dari 90% kasus keracunan di seluruh dunia disebabkan oleh kontaminasi lewat kulit (dermal) (Sartono, 2012). Kondisi lingkungan kerja yang memiliki suhu panas lebih meningkatkan risiko terjadinya keracunan. Suhu panas mengakibatkan pori-pori kulit terbuka dan lebih melebar sehingga zat kimia yang terdapat dalam pestisida mudah masuk ke dalam kulit (Kemenkes RI, 2016).

b. Terhisap lewat hidung (inhalasi)

Paparan melalui inhalasi terjadi karena partikel pestisida atau butiran semprot yang terhirup lewat hidung. Kontaminasi ini merupakan kasus terbanyak kedua setelah kontaminasi kulit. Partikel pestisida yang masuk ke dalam paru-paru dapat menyebabkan gangguan fungsi paru-paru. Partikel pestisida yang masuk lewat mulu atau hidung akan menempel di selaput lendir kerongkongan dan hidung dan akan menyebabkan gangguan pada selaput lendir itu sendiri (Sartono, 2012). Partikel dan gas dalam bentuk semprotan yang sangat halus (<10 mikron) dapat masuk ke dalam paru-paru, sedangkan partikel yang lebih besar (>50 mikron) akan menempel di kerongkongan atau selaput lendir (IDAI, 2017).

c. Masuk melalui saluran pencernaan (ingesti)

Keracunan pestisida lewat kontaminasi mulut tidak sering terjadi dibandingkan dengan kontaminasi lewat kulit. Keracunan melalui ingesti dapat terjadi karena :

1) Minum dan makan saat menggunakan pestisida.

2) Partikel pestisida terbawa angin dan masuk ke dalam mulut.

3) Makanan telah terkontaminasi pestisida (Meeker, 2012).



Gambar 2.2 Jalan Masuk Pestisida Ke Tubuh Manusia (Kemenkes RI, 2016)

Dampak buruk dari penggunaan pestisida apabila tidak bijaksana dalam aplikasinya, dapat berimbas pada mahluk hidup dan lingkungan. Sehingga timbulnya aplikasi yang salah sasaran terhadap organisme dapat menimbulkan masalah, seperti terbunuhnya serangga berguna dan musuh alami yang tentunya organisme tersebut membantu petani dalam proses budidaya ketidakbijaksanaan dalam penggunaan pestisida pertanian bisa menimbulkan dampak negatif (Nasution, 2022). Beberapa dampak negatif dari penggunaan pestisida antara lain:

a. Dampak Akut

Dampak akut merupakan dampak yang muncul secara langsung atau satu-dua hari setelah terpapar pestisida. Dampak akut terbagi menjadi dua jenis, yaitu dampak akut lokal dan dampak akut sistemik.

1) Dampak akut lokal terjadi ketika dampak yang dirasakan hanya meliputi bagian tubuh yang terkena kontak langsung dengan pestisida (biasanya berupa iritasi di kulit, mata, hidung, tenggorokan, dll)
2) Dampak akut sistemik terjadi apabila pestisida masuk ke dalam tubuh dan mempengaruhi seluruh sistem tubuh.

Aliran darah membawa zat-zat pestisida kepada organ-organ tubuh seperti jantung, paru-paru, hati, lambung, otot, usus, otak dan saraf (Kemenkes RI, 2016).

b. Dampak Kronis

Dampak kronis terjadi bila efek-efek keracunan pada kesehatan membutuhkan waktu untuk berkembang sehingga dapat muncul setelah berbulan-bulan dan bertahun-tahun setelah terpapar pestisida. Dampak terhadap organ tubuh telah diteliti dan diketahui berpengaruh terhadap terjadinya suatu penyakit diantaranya:

1) gangguan fungsi pernapasan misalnya bronchitis,
2) gangguan pada peredaran darah dan sistem imun (kekebalan tubuh),
3) gangguan terhadap sistem endokrin.
4) Pestisida juga diketahui memiliki hubungan kuat dengan terjadinya penyakit alzeimer, parkinson, gangguan ginjal dan hati, gangguan sistem saraf pusat dan tepi, kanker, serta penyakit-penyakit lainnya (Kemenkes RI, 2016).

Menurut Kemenkes RI (2016), golongan pestisida dan gejala yang ditimbulkan akibat paparannya dibagi menjadi :

Tabel 2.4 Golongan Pestisida dan Dampak yang ditimbulkan

No	Golongan Pestisida	Gejala dan Tanda	Keterangan
1	Organoklorin	Mual, muntah, gelisah, lemah, rasa menusuk pada kulit, kejang otot, hilang koordinasi, tidak sadar.	Tidak ada antidot, langsung adatasi gejala keracunan. Obat yang diberikan hanya mengurangi gejala seperti anti konvulsan dan pernapasan buatan.

2	Organopospat dan karbamat	Lelah, sakit kepala, pusing, hilang selera makan, mual, kejang perut, diare, penglihatan kabur, keluar air mata, keringat, dan air liur berlebih, tremor, pupil mengecil, denyut jantung lambat, kejnag otot (kedutan), tidak sanggup berjalan, rasa tidak nyaman dan sesak, buang air besar dan kecil tidak terkontrol, inkontinensi, tidak sadar dan kejang-kejang.	Gejala cepat muncul namun cepat hilang jika dibandingkan dengan organofosfat. Antidot : atropin atau pralidoksim.
3	Piretroid sintetik	Iritasi kulit : rasa terbakar, pedih, gatal-gatal, rasa geli, mati rasa, inkoordinasi, tremor, salivasi, muntah, diare, iritasi pada pendengaran dan perasa.	Jarang terjadi keracunan, karena kecepatan absorpsi melalui kulit rendah dan piretroid cepat hilang.
4	Piretroid derivat tanaman piretrum dan piretrin	Alergi, iritasi kulit, dan asma	Pada umumnya efek muncul 1-2 jam setelah paparan dan hilang dalam 24 jam. Piretrium lebih ringan dari piretrium tapi bersifat iritasi pada orang yag peka.
5	Insektisida anorganik asam dan Borat	Iritasi kulit : kulit kemerahan, pengelupasan, gatal-gatal pada kaki, bokong dna kemaluan.	
6	Insektisida mikroba Bacillus thuringiensis	Radang saliran pencernaan	
7	DEET repellent	Iritasi kulit, kulit kemerahan, melepuh hingga nyeri, pusing, iritasi mata, dan perubahan emosi.	

Sumber : (Kemenkes RI, 2016)

B. Konsep Dasar Hemoglobin

1. Pengertian Hemoglobin

   Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan membentuk *Oxihemoglobin* di dalam sel darah merah melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru- paru ke jaringan -jaringan (Anamisa, 2019).

   Kadar hemoglobin ialah ukuran pigmenrespiratorik dalam butiranbutiran darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kirakira 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut “100 persen”(Gita, 2019).

2. Fungsi Hemoglobin

   Hemoglobin dalam darah berfungsi untuk membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Mioglobin berperan sebagai menerima, menyimpan dan melepas oksigen di dalam sel-sel otot. Sekitar 80% besi tubuh berada didalam hemoglobin. Menurut Almatsier (2015), fungsi 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 tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.
   c. Membawa karbondioksida dari jaringan tubuh sebagai hasil metabolism ke paru-paru untuk di buang, 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.

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin (Hb)

Menurut Estridge dan Reynolds (2013), kadar hemoglobin dipengaruhi oleh beberapa faktor diantanya:

a. Usia

Seiring dengan bertambahnya usia kadar hemoglobin dalam darah mulai menurun, yaitu dimulai pada usia 50 tahun ke atas. Anak-anak dan remaja mengalami penurunan drastis pada jumlah kadar hemoglobin diakibatkan kondisi yang membutuhkan zat besi lebih banyak untuk pertumbuhan. Bertambahnya usia akan membuat fungsi organ mengalami penurunan termasuk penurunan fungsi sum-sum tulang yang memproduksi sel darah merah. Kemampuan sistem pencernaan dalam menyerap zat-zat yang dibutuhkan tubuh, seperti penyerapan zat besi juga menurun yang akan mempengaruhi produksi kadar hemoglobin (Estridge dan Reynolds, 2013). Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Kusudaryati dan Prananingrum (2018), didapatkan hubungan antara usia dengan kadar hemoglobin.

b. Jenis kelamin

Dalam keadaan normal, laki-laki memiliki kadar hemoglobin lebih tinggi daripada perempuan. Hal ini dipengaruhi oleh fungsi fisiologis dan metabolisme laki-laki yang lebih aktif daripada perempuan. Kadar hemoglobin perempuan lebih mudah turun, karena mengalami siklus menstruasi yang rutin setiap 8 bulannya. Ketika perempuan mengalami menstruasi banyak terjadi kehilangan zat besi, oleh karena itu kebutuhan zat besi pada perempuan lebih banyak dari pada laki-laki (Estridge dan Reynolds, 2013).

Prevalensi anemia di Asia mencapai 191 juta wanita usia 15-45 tahun dan Indonesia menempati peringkat ke 8 dengan angka 7,5 juta orang. Prevalensi wanita usia produktif yang mengalami

anemia selama tahun 2011 sebesar 29 % (WHO, 2015).

c. Ketinggian tempat tinggal

Di dataran yang sangat tinggi, dengan jumlah oksigen dalam udara yang sangat rendah, oksigen dalam jumlah yang tidak cukup itu diangkut ke jaringan, dan menyebabkan produksi sel darah merah meningkat (Guyton, A. C., Hall, 2014). Berdasarkan lokasi tempat tinggal, prevalensi anemia di perdesaan lebih tinggi (22,8%) dibandingkan perkotaan (20,6%) (Kemenkes RI, 2015).

d. Aktivitas Fisik

Aktifitas fisik maksimal dapat memicu terjadinya ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan tubuh, yang dikenal sebagai stres oksidatif. Pada kondisi stres oksidatif, radikal bebas akan menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid membran sel dan merusak organisasi membran sel. Membran sel ini sangat penting bagi fungsi reseptor dan fungsi enzim, sehingga terjadinya peroksidasi lipid membran sel oleh radikal bebas yang dapat mengakibatkan hilangnya fungsi seluler secara total. Peroksidasi lipid membran sel memudahkan sel eritrosit mengalami hemolisis, yaitu terjadinya lisis pada membran eritrosit yang menyebabkan hemoglobin terbebas dan pada akhirnya menyebabkan kadar hemoglobin mengalami penurunan (Saputro dan Junaidi, 2015).

e. Paparan Bahan Kimia Beracun

Setiap bahan kimia mempunyai efek negatifnya tesendiri, begitu juga dengan pestisida. Menurut data WHO, 5.000-10.000 orang per tahun mengalami dampak yang sangat fatal seperti kanker, cacat, kemandulan, gangguan hepar dan profil darah, serta dilaporkan juga paling tidak 20.000 orang meninggal akibat keracunan pestisida (Rangan, 2014).

Proses penyemprotan pestisida merupakan proses pajanan yang paling lama, hal ini sangat tergantung juga dengan luas lahan yang dimiliki. Semakin luas lahan yang dimiliki, semakin lama waktu semprotnya sehingga semakin lama proses pajanannya. Pajanan pestisida dalam tubuh petani akan lebih besar karena petani tidak menggunakan masker dan kurang memperhatikan arah angin. Setelah melakukan penyemprotan alat yang digunakan dicuci, petani dapat terpajan pestisida melalui kulit maupun pernapasan (Yuantari, Widianarko dan Sunoko, 2017).

Permenaker No. 03 tahun 1986 menyebutkan bahwa untuk menjaga efek yang tidak diinginkan maka dianjurkan supaya tidak melebihi empat jam per hari dalam seminggu berturut-turut bila menggunakan pestisida. Tenaga kerja yang mengelola pestisida tidak boleh mengalami pemaparan lebih 30 jam dalam seminggu. Ketentuan waktu yang dianjurkan untuk melakukan kontak dengan pestisida maksimal 2 kali dalam seminggu. Semakin sering petani melakukan penyemprotan dengan menggunakan pestisida maka akan semakin besar pula kemungkinan untuk terjadinya keracunan. Paparan pestisida dengan frekuensi yang sering dan dengan interval waktu yang pendek menyebabkan residu pestisida dalam tubuh manusia menjadi lebih tinggi. Akumulasi pestisida yang semakin lama dapat menimbulkan gejala keracunan pestisida (Lucki, Hanani dan Yunita, 2018).

Masa kerja juga berpengaruh terhadap paparan pestisida, semakin lama masa kerja petani artinya paparan yang diterima semakin banyak dan terakumulasi pada tubuh petani. Hal ini dapat berisiko terhadap gejala-gejala keracunan pestisida seperti pusang, mual, sesak nafas dan batuk setelah menyemprot (Samosir, Setiani dan Nurjazuli, 2017).

Salah satu penyebab lain dari terpapar pestisida adalah petani kurang memperhatikan *personal hygiene* setelah melakukan penyemprotan pestisida. Dengan melakukan praktik *personal hygiene* petani diharapkan dapat mencegah masuknya bahan berbahaya yang terkandung dalam pestisida ke dalam tubuh. Praktik *personal hygiene* yang harus dilakukan petani setelah melakukan penyemprotan yaitu membersihkan diri meliputi mencuci tangan dengan sabun, mengganti pakaian khusus penyemprotan, mencuci perlengkapan penyemprotan jauh dari sumber air dan makanan, dan lain sebagainya (Ulva, Rizyana dan Rahmi, 2019).

f. Penggunaan APD

Alat pelindung diri selanjutnya disingkat APD adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja (Permenakertrans, 2010).

Penggunaan APD disesuaikan dengan kegunaan atau bahaya yang mengancam dalam hal pemakaian pestisida. Sejak mencampur, mengaplikasikan hingga membersihkan alat diharuskan memakai APD berupa pakaian sebanyak mungkin untuk menutup tubuh, penutup kepala, masker, pelindung mata, sarung tangan *waterproof,* dan sepatu *boot.* Kelalaian penggunaan APD dapat menyebabkan tubuh terpapar bahan kimia yang dapat memengaruhi kadar hemoglobin (Nasution, 2022).

g. Merokok

Indikator terkait rokok dan tembakau termasuk sebagai berikut: perilaku merokok, umur pertama merokok, umur mulai berhenti merokok (bagi mantan perokok), jenis

rokok, rata-rata batang rokok yang dikonsumsi, dan perilaku mengunyah tembakau. Perilaku konsumsi tembakau termasuk kebiasaan konsumsi rokok hisap, rokok elektronik, shisha dan tembakau kunyah (Kemenkes RI, 2019). Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, rerata persentase perokok setiap harinya berdasarkan wilayah di Indonesia ialah 24,3%. Persentase perokok terbanyak di Provinsi Lampung yaitu sebesar 28,1% (Kemenkes RI, 2019).

Asap rokok mengandung sekitar 4000 senyawa kimia seperti karbon monoksida, karbondioksida, fenol, amonia, formaldehid, piren, nitrosamin, nikotin, dan tar yang sangat berbahaya bagi tubuh manusia. Karbon monoksida yang terkandung dalam rokok memiliki afinitas yang besar terhadap hemoglobin, sehingga memudahkan keduanya untuk saling berikatan membentuk karboksihemoglobin, suatu bentuk inaktif dari hemoglobin. Hal ini mengakibatkan hemoglobin tidak dapat mengikat oksigen untuk dilepaskan ke berbagai jaringan sehingga menimbulkan terjadinya hipoksia jaringan. Tubuh manusia akan berusaha mengkompensasi penurunan kadar oksigen dengan cara meningkatkan kadar hemoglobin (Wibowo, Pangemanan dan Polii, 2017).

h. Nutrisi

Pematangan dan kecepatan produksi sel darah merah oleh sumsum tulang belakang sangat dipengaruhi oleh status nutrisi seseorang. Dua vitamin yang khususnya penting untuk pematangan sel darah merah adalah vitamin B12 dan asam folat. Selain itu zat besi juga dibutuhkan dalam pembentukan hemoglobin dan merupakan unsur yang penting dalam tubuh. Zat besi terdapat dalam daging, kacang- kacanngan dan sayuran hijau. Vitamin B12 terdapat pada kerang dan makanan laut. Asam folat disentesis pada berbagai macam tanaman dan bakteri

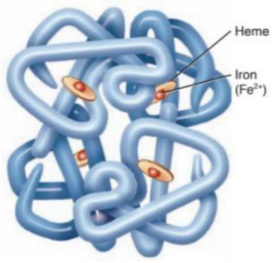
(Guyton, A. C., Hall, 2014).

Salah satu zat gizi yang apabila tidak tercukupi asupannya dapat mengakibatkan terjadinya anemia adalah zat besi. Asupan zat besi berperan dalam pembentukan sel darah merah. Ketidakcukupan asupan zat besi akan meningkatkan absorbsi besi dari makanan, memobilisasi simpanan zat besi dalam tubuh, mengurangi transportasi zat besi ke sumsum tulang, dan menurunkan kadar hemoglobin sehingga berakibat pada terjadinya anemia (Kusudaryati dan Prananingrum, 2018).

4. Kadar Hemoglobin terhadap Anemia

Darah terdiri dari dua komponen, yakni komponen cair yang disebut plasma dan komponen padat yaitu sel-sel darah. Sel darah terdiri atas tiga jenis yaitu eritrosit, leukosit dan trombosit. Eritrosit memiliki fungsi yang sangat penting dalam tubuh manusia. Fungsi terpenting eritrosit ialah transport O2 dan CO2 antara paru-paru dan jaringan. Suatu protein eritrosit yaitu hemoglobin (Hb) memainkan peranan penting pada kedua proses transport tersebut (Gunadi, Mewo dan Tiho, 2016). Dalam sehari, eritrosit diproduksi sekitar 3,5 juta sel/kg berat badan. Sel darah merah ini tetap bertahan dan berfungsi selama 90-120 hari, kemudian dihancurkan oleh makrofag pada limfa dan hati (Proverawati, 2012).

Hemoglobin merupakan suatu protein tetramerik eritrosit yang mengikat molekul bukan protein, yaitu senyawa porfirin besi yang disebut *heme*. Hemoglobin mempunyai dua fungsi pengangkutan penting dalam tubuh manusia, yakni pengangkutan oksigen ke jaringan dan pengangkutan karbondioksida dan proton dari jaringan perifer ke organ respirasi (Kennelly dan Murray, 2017).



Gambar 2.3 Struktur Hemoglobin (Kennelly dan Murray, 2017)

Kadar hemoglobin adalah ukuran pigmen respiratorik dalam butiran- butiran darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut "100 persen". Batas normal nilai hemoglobin untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa (Pearce, 2016). WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin.

Tabel 2.5 Kadar Hemoglobin

Kadar	Umur
16-23 g/dL	Bayi baru lahir
10-14 g/dL	Anak-anak
13-14 g/dL	Laki-laki dewasa
12-16 g/dL	Wanita dewasa tidak hamil
11-13 g/dL	Wanita dewasa yang hamil

Sumber : (WHO, 2011)

Banyak metode yang digunakan untuk pemeriksaan kadar hemoglobin, diantaranya metode tallquist, sahli, kupersulfat dan *cyanmethemoglobine.* Baru-baru ini terdapat alat pemeriksaan kadar hemoglobin yang lebih praktis dengan metode Hb meter. Pemeriksaan dengan menggunakan metode Hb meter sangat praktis, hasil yang didapatkan cepat dan mudah digunakan tanpa harus tenaga terlatih. Gold standard dari beberapa metode tersebut yang digunakan untuk pemeriksaan kadar hemoglobin adalah metode *cyanmethemoglobine* (Hidayat dan Sunarti, 2017).

Anemia didefinisikan sebagai suatu keadaan dimana rendahnya konsentrasi hemoglobin (Hb) atau hematokrit berdasarkan nilai ambang batas (referensi) yang disebabkan oleh rendahnya produksi sel darah merah (eritrosit) dan Hb, meningkatnya kerusakan eritrosit (hemolisis), atau kehilangan darah yang berlebihan (Citrakesumasari, 2012). Menurut Proverawati (2012), gejala anemia diantaranya kelelahan, penurunan energi, kelemahan, sesak nafas dan wajah tampak pucat.

Gold standard penegakkan diagnosis anemia dilakukan dengan pemeriksaaan laboratorium kadar hemoglobin dalam darah dengan menggunakan metode *cyanmethemoglobine*. Hal ini sesuai dengan Permenkes Nomor 37 Tahun 2012 tentang Penyelenggaraan Laboratorium Pusat Kesehatan Masyarakat (Kemenkes RI, 2018).

C. Hubungan Paparan Pestisida dengan Kadar Hemoglobin

Salah satu bidang kekhususan dalam keperawatan adalah keperawatan kesehatan dan keselamatan kerja. Menurut American Association of Occupational 2 Health Nurses (AAOHN) dalam American Board for Occupational Health Nurse (ABOHN) (2014) peran perawat dalam lingkungan kerja yaitu sebagai primary care atau pemberi asuhan keperawatan langsung pada penyakit atau kecelakaan kerja, sebagai educator/ coordinator yang mengarahkan serta mengorganisasikan pelayanan dari tim kesehatan, memberikan pelatihan dengan tujuan mencegah penyakit, sebagai manager/ advisor dalam hal mengenali masalah kesehatan di lingkungan kerja dan pemberian promosi kesehatan, sebagai konsultan kesehatan, serta perawat kesehatan dan keselamatan kerja harus sepenuhnya memahami ruang lingkup pelayanan keperawatan pada tenaga kerja sesuai perundangundangan, serta mampu menjaga kerahasiaan dokumen kesehatan tenaga kerja. Wilayah kerja untuk perawat kesehatan dan

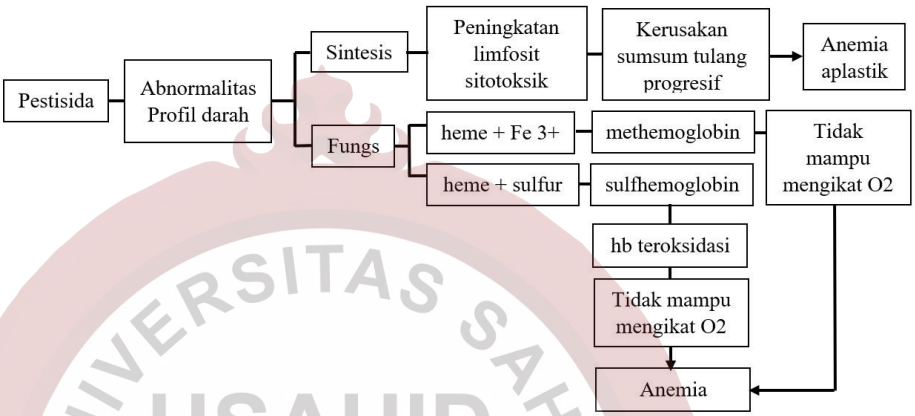
keselamatan kerja bisa di lingkungan industri maupun di wilayah pertanian. Pertanian sebagai salah satu bidang pekerjaan adalah sumber primer penghidupan dari mayoritas masyarakat berpenghasilan rendah yang sangat rentan terhadap masalah penyakit. Interaksi antara pertanian dan kesehatan berjalan dua arah bolak-balik, pertanian mempengaruhi kesehatan dan kesehatan mempengaruhi pertanian. Proses produksi pertanian dan output yang dihasilkannya bisa berkontribusi bagi baik dan buruknya kesehatan, baik bagi produsen maupun kalangan yang lebih luas (Braun, Ruel, Stuart, 2011).

Kesehatan manusia khususnya petani dapat dipengaruhi oleh aktivitas pertanian. Hasil pangan yang berlimpah dan kaya nutrisi memberikan dampak positif bagi kesehatan. Sementara beban kerja petani yang berat dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatannya, di antaranya penyakit akibat 3 parasit (misalnya cacingan), gangguan kulit akibat sinar ultraviolet, kanker, keracunan bahan kimia, gangguan otot dan tulang seperti sakit pinggang (karena alat cangkul yang tidak ergonomis), gangguan saluran pernapasan akibat penggunaan zat kimia seperti pestisida, dan anemia (Achmadi, 2012).

Paparan pestisida merupakan masalah serius yang sering terjadi pada masyarakat pertanian di negara miskin atau berkembang. WHO melaporkan bahwa setiap tahun sebanyak satu juta orang akan mengalami gangguan kesehatan akibat pestisida dan prevalensinya terus meningkat di Indonesia, Nikaragua, Brazil, Vietnam, Cina, Kamboja, Bangladesh, dan India. Secara umum, kelompok yang paling rentan terhadap keracunan pestisida adalah anakanak, perempuan, pekerja di sektor informal, dan petani miskin (WHO, 2017).

Terdapat banyak dampak akibat dari paparan pestisida diantaranya seperti kanker, kemandulan, cacat tubuh dan penyakit liver. Anemia juga merupakan salah satu bentuk efek kronis dari penggunaan pestisida. Anemia merupakan suatu kondisi dimana tidak tersedianya oksigen bagi jaringan tubuh akibat berkurangnya masa hemoglobin dan

massa eritrosit yang beredar di tubuh sehingga tidak dapat menjalankan fungsi semestinya (Pratama, Setiani dan Darundiati, 2021). Tubuh yang terkena paparan pestisida menimbulkan abnormalitas pada profil darah karena pestisida sendiri mengganggu organ pembentukan sel darah dan sistem imun tubuh (Arwin dan Suyud, 2018)



Gambar 2.4 Skema Paparan Pestisida Terhadap Profil Hb (Syed *et al.*, 2021., Ludlow, Wilkerson and Nappe, 2021., Ashish, 2017)

Terpaparnya pestisida dalam tubuh dapat menimbulkan abnormalitas pada profil darah karena pestisida dapat mengganggu pembentukan sel-sel darah dan fungsinya (Krieger, 2014). Tinjauan literatur membuktikan bahwa paparan kronis pestisida menyebabkan kerusakan progresif sumsum tulang. Mekanisme yang mungkin dari kegagalan sumsum tulang adalah adanya peningkatan jumlah limfosit sitotoksik teraktivasi di sumsum tulang dan darah pada pasien anemia aplastik (Syed dkk., 2021).

Penurunan kadar hemoglobin juga terjadi pada orang yang terpapar organofosfat dan karbamat secara berlebihan karena terbentuknya sulfhemoglobin dan methemoglobin yang menyebabkan hemoglobin tidak dapat menjalankan fungsinya dalam menghantar oksigen (Krieger, 2014). Normalnya terdapat sekitar 2% kadar methemoglobin dalam tubuh, pada kadar seperti ini tubuh masih

dapat menolerir sehingga tidak muncul keadaan patologis (Nelson dan Cox, 2017). Konsentrasi sulfhemoglobin in biasanya kurang dari 1%, dan dalam kondisi ini jarang melebihi 10% dari total Hb. Peningkatan kadar sulfhemoglobin dalam darah menghasilkan sianosis dan biasanya tanpa gejala (McPherson dan Pincus, 2021).

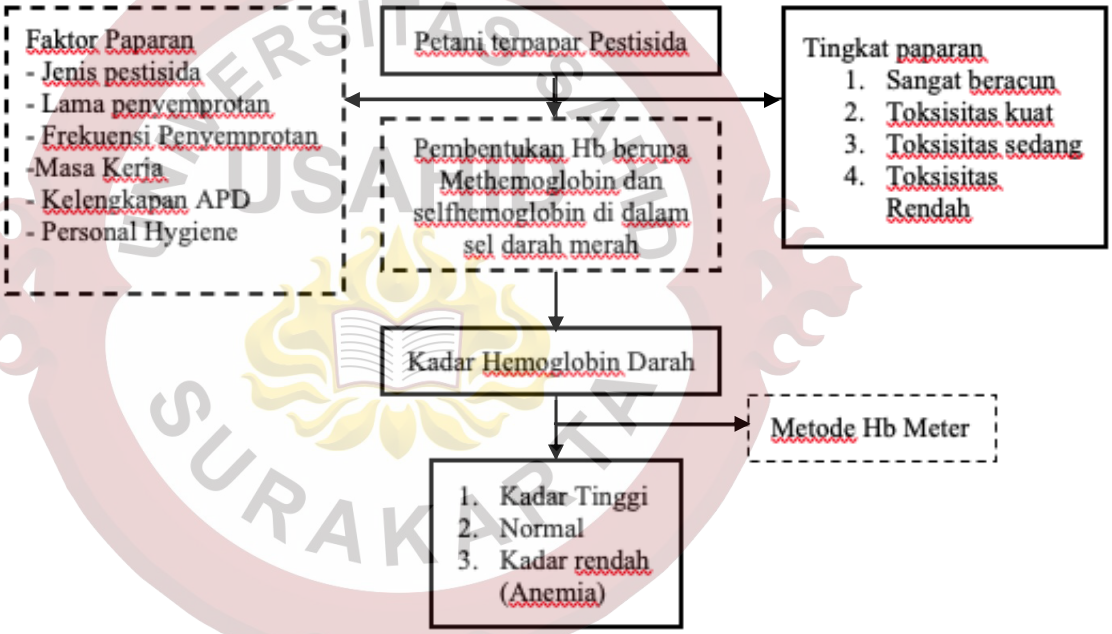
Dalam pembentukkannya, hemoglobin memiliki beberapa turunan yang salah satunya terdiri dari methemoglobin (Hi), Oxyhemoglobin (HbO2), sulfhemoglobin (SHb), dan karboksihemoglobin (HbCO) (Nugraha, 2015). Methemoglobin adalah jenis hemoglobin yang tidak mengandung unsur ferro (Fe2+), melainkan unsur ferri (Fe3+). Hal ini kelak mengakibatkan ketidakmampuan Hb berikatan dengan O2. Peningkatan kadar methemoglobin menyebabkan anemia fungsional (Ludlow, Wilkerson dan Nappe, 2021).

Sulfhemoglobin adalah kondisi dimana atom sulfur mengoksidasi bagian heme di hemoglobin, membuat hemoglobin tidak mampu membawa oksigen dan menyebabkan hipoksia dan sianosis. Pigmen kehijauan terbentuk ketika h2s bereaksi dengan Oxy-Hb. Sulfhemoglobin tidak dapat bergabung dengan oksigen yang merupakan hemoglinopati yang disebabkan oleh oksidasi hemoglobin dengan senyawa yang mengandung atom sulfur. Ikatan hemoglobin ini dapat disebabkan oleh paparan *trinitrotoluene* atau *zinc athylene bisdithiocarbamate* (fungisida) atau dengan konsumsi dosis terapi flutamide (Ashish, 2017).

Penurunan kadar hemoglobin ditemukan pada petani yang terpapar pestisida dalam jangka waktu 12 bulan dengan masa kerja lebih dari 5 tahun. Para petani terkena 30 menit sampai 4 jam per hari setiap aplikasi, dengan rata-rata 3 jam. Mereka terpapar sekitar 1 sampai 4 hari seminggu atau rata-rata satu setengah hari dalam aplikasi pestisida (Del Prado-Lu, 2007).

D. **Kerangka Teori**

Kerangka teori pada penelitian ini mengenai paparan pestisida sebagai faktor yang memengaruhi kadar hemoglobin. Faktor paparan berupa jenis pestisida, masa kerja, frekuensi penyemprotan, lama penyemprotan, kelengkapan APD dan *personal hygiene* memiliki pengaruh pada pembentukan dan fungsi hemoglobin petani yang diukur melalui *hb meter*. Secara lebih rinci, kerangka teori dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 2.5 Kerangka Teori (Estridge dan Reynolds, 2013., Krieger, 2014., Hidayat dan Sunarti, 2017)

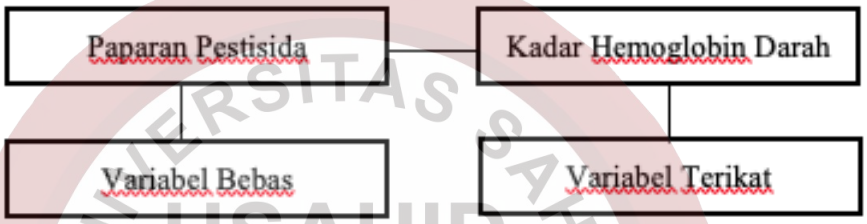
Keterangan :

Diteliti ——————

Tidak Diteliti — — — -

E. Kerangka Konsep

Kerangka konsep menggambarkan hubungan antara konsep atau variabel yang akan diamati atau diukur melalui penelitian. Penelitian ini terdiri dari enam variabel yang terdiri dari masa kerja, jenis pestisida, frekuensi penyemprotan, lama penyemprotan, kelengkapan APD dan *personal hygiene*. Secara lebih rinci, kerangka konsep dapat dilihat pada diagram berikut



Gambar 2.6 Kerangka Konsep

Keterangan :

_____ : Berhubungan

Variabel Bebas : Paparan Pestisida

Variabel Terikat : Kadar Hemoglobin Darah

F. Hipotesis

Hipotesis di dalam suatu penelitian berarti jawaban sementara penelitian, patokan duga, atau dalil sementara, yang kebenarannya akan dibuktikan dalam penelitian tersebut. Setelah melalui pembuktian dari hasil penelitian maka hipotesis ini dapat benar atau salah, dapat diterima atau ditolak (Notoatmodjo, 2014). Pada penelitian ini dapat dibentuk hipotesis sebagai berikut :

H0 : Tidak terdapat hubungan antara paparan pestisida dengan kadar hemoglobin petani di Desa Kayowa Kecamatan Batui Kabupaten Banggai

H1 : Terdapat hubungan antara paparan pestisida dengan kadar hemoglobin petani di Desa Kayowa Kecamatan Batui Kabupaten Banggai.