

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN
KERACUNAN PESTISIDA ORGANOFOSFAT,
KARBAMAT DAN KEJADIAN ANEMIA PADA
PETANI HORTIKULTURA DI DESA TEJOSARI
KECAMATAN NGABLAK KABUPATEN MAGELANG**



Tesis

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-2

Magister Kesehatan Lingkungan

YODENCA ASSTI RUNIA

E4B007007

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2008**

PENGESAHAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KERACUNAN
PESTISIDA ORGANOFOSFAT, KARBAMAT DAN KEJADIAN ANEMIA
PADA PETANI HORTIKULTURA DI DESA TEJOSARI KECAMATAN
NGABLAK KABUPATEN MAGELANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Yodenca Assti Runia
NIM : E4B007007

Telah dipertahankan di depan dewan penguji pada tanggal 18 Desember 2008 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Pembimbing I

dr. Onny Setiani, Ph.D
NIP. 131 958 807

Penguji I

Nurjazuli, SKM, M.Kes
NIP. 132 139 521

Pembimbing II

Ir. Mursid Raharjo, M.Si
NIP. 132 174 829

Penguji II

Sri Ratna Astuti, SKM, M.Kes
NIP. 140 090 240

Semarang, 31 Desember 2008
Universitas Diponegoro
Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan
Ketua Program

dr. Onny Setiani, Ph.D
NIP. 131 958 807

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya yang belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan pada suatu perguruan tinggi ataupun lembaga pendidikan lainnya.

Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan manapun yang telah diterbitkan, sumbernya telah dijelaskan di dalam tulisan dan daftar pustaka. Penulisan ini adalah karya pemikiran saya, oleh karena itu karya ini sepenuhnya merupakan tanggung jawab penulis.

Semarang, 18 Desember 2008

Yodencia Assti Runia
E4B007007

RIWAYAT HIDUP

Nama : Yodencia Assti Runia

Tempat/tanggal Lahir : Yogyakarta, 08 Desember 1984

Alamat : Jl. Mawar No. 213 Gumawang Belitang OKU Timur
Sumatera Selatan 32382

Pekerjaan : Mahasiswi

Riwayat Pendidikan

Tahun 1989 – 1990 : TK Pertiwi Belitang

Tahun 1990 – 1996 : SD Xaverius 15 Belitang

Tahun 1996 – 1999 : SMP Negeri 1 Belitang

Tahun 1999 – 2002 : SMA Negeri 3 Jakarta

Tahun 2003 – 2007 : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas
Diponegoro Semarang

Tahun 2007 – Sekarang : Magister Kesehatan Lingkungan Program
Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih sayang dan rahmat-Nya sehingga penulisan Tesis dengan judul **"Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Keracunan Pestisida Organofosfat, Karbamat dan Kejadian Anemia pada Petani Hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang"** ini dapat terselesaikan dengan baik.

Terselesaikannya penyusunan Tesis ini bukan karena usaha penulis semata, namun juga berkat uluran tangan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Direktur Pasca Sarjana Universitas Diponegoro beserta seluruh staff yang telah memberi fasilitas serta kemudahan selama mengikuti pendidikan.
2. Yth. Ibu dr. Onny Setiani, Ph.D selaku Ketua Program Magister Kesehatan Lingkungan dan Dosen Pembimbing I yang telah memberi banyak petunjuk, bimbingan dan saran kepada penulis.
3. Yth. Bapak Ir. Mursid Raharjo, MSi selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi banyak petunjuk, bimbingan dan saran kepada penulis.
4. Yth. Bapak Nurjazuli, SKM, MKes dan Ibu Sri Ratna Astuti, SKM, MKes selaku Dosen Penguji yang telah memberi kritik, saran serta masukan yang membangun kepada penulis.
5. Yts. Mama Bidan Hj. Ahyani yang telah memberikan seluruh doa, kasih sayang, materi, semangat dan nasehat yang tiada hentinya kepada penulis.

6. Yts. Papa Rusdi Agus, Ajo (Reezha Alvha Guntara, ST), Adikku (Antia Essti Runia) untuk semua semangat, doa dan kasih sayang kepada penulis.
7. Ytc. suamiku Roosena Yusuf, SPt, MSi atas semua perhatian, tenaga, dukungan dan doa yang selalu diberikan kepada penulis.
8. Yts. Bapak dan Ibu Drs. Nur Rokhmat, MPd atas segala dukungan dan bantuan yang banyak diberikan kepada penulis.
9. Sahabat-sahabatku di kala menuntut ilmu di Magister Kesehatan Lingkungan angkatan tahun 2007, Mbak Tari, Bu Dari, Bu Ida, Pak Saebani, Pak Puji dan Pak Teguh. Masa-masa kebersamaan kita tak akan pernah terlupakan.
10. Mbak Catur, Mbak Ninin, Mbak Ratna dan Anhar yang telah memberikan banyak bantuan kepada penulis.
11. Pak Budi, petugas BPPK serta seluruh Perangkat Desa Tejosari yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu terselesaikannya penulisan Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan pada penulisan Tesis ini walaupun penulis telah berusaha seoptimal mungkin. Oleh karena itu, segala saran dan kritik yang membangun akan diterima demi penyempurnaan Tesis ini dan untuk penelitian di masa mendatang.

Semarang, Desember 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan.....	iii
Riwayat Hidup	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Lampiran.....	xii
Abstrak	xiii
<i>Abstract</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
1. Tujuan Umum	4
2. Tujuan Khusus	5
D. Manfaat Penelitian.....	7
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	8
F. Keaslian Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
A. Pestisida.....	11
B. Formulasi Pestisida.....	13
C. Dampak Penggunaan Pestisida.....	17
D. Pestisida Golongan Organofosfat.....	20
E. Pestisida Golongan Karbamat	27
F. Keracunan Pestisida	30
G. Mekanisme Keracunan Pestisida.....	33
1. Farmakokinetik	33
2. Farmakodinamik	33
3. Keracunan Pestisida terhadap Anemia	35
H. Anemia	38
1. Sel Darah Merah	38
2. Pengertian Anemia.....	40
3. Gejala Umum Anemia	41
4. Klasifikasi Anemia	42
I. Kerangka Teori.....	45

BAB III	METODE PENELITIAN	46
	A. Kerangka Konsep	46
	B. Hipotesis Penelitian	46
	C. Jenis dan Rancangan Penelitian	48
	D. Populasi dan Sampel Penelitian	48
	1. Populasi.....	48
	2. Sampel	48
	E. Definisi Operasional Variabel Penelitian	49
	F. Sumber Data Penelitian	52
	1. Data Primer	52
	2. Data Sekunder	53
	G. Alat Penelitian/Instrumen Penelitian.....	53
	H. Cara Pengukuran dan Pengambilan Data Penelitian	53
	I. Pengolahan dan Analisis Data	59
	1. Pengolahan Data	59
	2. Analisa Data.....	60
BAB IV	HASIL PENELITIAN.....	62
	A. Keadaan Umum Desa Tejosari.....	62
	1. Kondisi Geografis Desa Tejosari	62
	2. Kondisi Demografis Desa Tejosari	63
	B. Pestisida dan Aplikasinya	65
	C. Distribusi Frekuensi Variabel Penelitian	66
	D. Hasil Analisis Statistik Bivariat	73
BAB V	PEMBAHASAN.....	81
BAB VI	SIMPULAN DAN SARAN	91

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Pestisida Golongan Organofosfat.....	21
Tabel 2.2. Kadar Hematologi Normal pada Manusia	41
Tabel 4.1. Komposisi Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	63
Tabel 4.2. Komposisi Penduduk Berdasarkan Umur di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008	64
Tabel 4.3. Komposisi Penduduk Berdasarkan Tingkat Pendidikan di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	64
Tabel 4.4. Komposisi Penduduk Berdasarkan Jenis Pekerjaan di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	65
Tabel 4.5. Karakteristik Pestisida yang Digunakan di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008	66
Tabel 4.6. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Masa Kerja sebagai Petani Penyemprot di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak tahun 2008	67
Tabel 4.7. Distribusi Frekuensi Status Gizi Responden di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak tahun 2008	67
Tabel 4.8. Distribusi Frekuensi Penggunaan APD pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak tahun 2008	68
Tabel 4.9. Distribusi Frekuensi Lama Penyemprotan Pestisida oleh Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak tahun 2008	69
Tabel 4.10. Distribusi Frekuensi Pengelolaan Pestisida oleh Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak tahun 2008	69
Tabel 4.11. Distribusi Frekuensi Toksisitas Pestisida yang Digunakan Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak tahun 2008	70
Tabel 4.12. Distribusi Frekuensi Suhu Lingkungan Saat Penyemprotan Pestisida di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak tahun 2008.....	71

Tabel 4.13. Distribusi Frekuensi Tingkat Keracunan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	71
Tabel 4.14. Distribusi Frekuensi Kejadian Anemia pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	72
Tabel 4.15. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Masa Kerja sebagai Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	73
Tabel 4.16. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Status Gizi pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	74
Tabel 4.17. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Kelengkapan APD pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	75
Tabel 4.18. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Lama Setiap Penyemprotan pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008	76
Tabel 4.19. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Pengelolaan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008	77
Tabel 4.20. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Toksisitas Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	78
Tabel 4.21. Kejadian Anemia Menurut Kejadian Keracunan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	79
Tabel 4.22. Kejadian Anemia Berdasarkan Status Gizi pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008.....	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur kimia pestisida golongan organofosfat.....	24
Gambar 2.2. Struktur kimia pestisida golongan karbamat.....	29
Gambar 2.3. Reaksi Hidrolisis Asetilkolin Menjadi Asetat dan Kolin oleh Enzim Asetilkolinesterase.....	34
Gambar 2.4. Dekomposisi Produk Zineb yang Menyebabkan Terjadinya Hemolisis dan Sulfhemoglobinemia	36
Gambar 2.5. Mekanisme Konversi Hemoglobin Menjadi Sulfhemoglobin Akibat Dietilditiokarbamat.....	37
Gambar 2.6. Kerangka Teori.....	45
Gambar 2.7. Kerangka Konsep	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kuesioner.....	L-1
Lampiran 2. Hasil Analisis Deskriptif	L-5
Lampiran 3. Hasil Analisis Bivariat.....	L-7
Lampiran 4. Hasil Pemeriksaan Kadar Kolinesterase dan Hemoglobin	L-15
Lampiran 5. Foto Pelaksanaan Penelitian	L-18
Lampiran 6. Peta Lokasi Penelitian Kecamatan Ngablak.....	L-21
Lampiran 7. Surat Izin Penelitian.....	L-22

ABSTRAK

Yodenza Assti Runia

**FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KERACUNAN
PESTISIDA ORGANOFOSFAT, KARBAMAT DAN KEJADIAN ANEMIA
PADA PETANI HORTIKULTURA DI DESA TEJOSARI KECAMATAN
NGABLAK KABUPATEN MAGELANG**

XIV + 92 halaman + 24 tabel + 7 gambar + 7 lampiran

Dalam upaya meningkatkan mutu dan produktivitas hasil pertanian, penggunaan pestisida untuk membasmi hama tanaman sering tak terhindarkan. Pemeriksaan kadar kolinesterase darah pada petani Magelang tahun 2006 menunjukkan bahwa 99,8% petani menderita keracunan pestisida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat serta kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang .

Penelitian ini menggunakan studi observasional dengan pendekatan cross-sectional. Sampel pada penelitian ini yaitu sebanyak 78 orang. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus – Oktober 2008. Pengukuran data dilakukan dengan menggunakan kuesioner, pemeriksaan kadar kolinesterase dan hemoglobin darah. Analisis data pada penelitian ini menggunakan distribusi frekuensi dan uji Chi-square.

Hasil penelitian menunjukkan petani yang menderita keracunan sebanyak 75 orang (96,2%) dan menderita anemia sebanyak 63 orang (80,8%). Hasil uji statistik menunjukkan tidak adanya hubungan yang bermakna antara masa kerja ($p = 0,953$), status gizi ($p = 1,000$), kelengkapan APD ($p = 0,355$), lama waktu penyemprotan ($p = 1,000$), pengelolaan pestisida ($p = 0,316$), suhu lingkungan dan toksisitas pestisida ($p = 0,307$) dengan keracunan akibat pestisida serta tidak ada hubungan antara keracunan pestisida dengan kejadian anemia ($p = 1,000$), ada hubungan yang bermakna antara status gizi dengan kejadian anemia ($p = 0,030$) pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.

Kesimpulan pada penelitian ini adalah status gizi merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kejadian anemia. Perlu adanya pemberian suplemen penambah zat besi agar petani dapat terhindar dari anemia.

Daftar bacaan : 49, 1978 – 2008

Kata kunci : pestisida, organofosfat dan karbamat, kolinesterase, hemoglobin

ABSTRACT

Yodenza Assti Runia

**FACTORS RELATED TO ORGANOPHOSPHATES AND CARBAMATE
PESTISIDE'S POISONING AND ANEMIA CASES ON HORTICULTURE
FARMERS IN TEJOSARI VILLAGE SUBDISTRICT NGABLAK
MAGELANG REGENCY**

XIV + 92 pages + 24 tables + 7 pictures + 7 appendixes

In the efforts to increase quality and quantity of crops, the use of pesticides to exterminate pest can not be avoided. The examination of Magelang's farmers with cholinesterase concentration in blood on 2006 shown that 99,8% farmers had been poison of pesticides. The objective of this research was to find out factors related to organophosphates and carbamates pesticides poisoning and anemia cases on horticulture farmers in Tejosari Village Subdistrict Ngablak District Magelang.

The method of this research was an observational research with a cross sectional approach. Sample of this research was 78 people. The research was carried on August – October 2008. Data collected by examining cholinesterase and haemoglobine concentration in blood and by interviewing the respondents. Data was analyzed with frequency distribution, Chi-square test and Regression Logistic Test.

The result of this research showed as 75 people (96,2%) has pesticides's poisoning and 63 people (80,8%) has anemia cases. The result of statistic test showed there was no significant relationship between working life ($p=0,953$), status of nutrient ($p=1,000$), completeness of personal protective equipment ($p=0,355$), working hours ($p=1,000$), management of pesticides ($p=0,316$), environmental temperature and toxicity of pesticides ($p=0,307$) with pesticides poisoning. There was no relationship between the occurrence of pesticide poisoning with anemia cases ($p=1,000$). There was a significant relationship between status of nutrient with anemia cases ($p=0,030$).

Conclusion of this research was status of nutrient influential to anemia cases on horticulture farmers. It is necessary to give farmers Zinc supplement to avoid anemia cases.

Bibliografi : 49, 1978 – 2008

Keywords : pesticides, organophosphate and carbamate, cholinesterase, Haemoglobine

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Iklm tropis di Indonesia menyebabkan Indonesia memiliki tanah yang subur dan cocok untuk ditanami berbagai macam jenis tanaman. Dalam upaya meningkatkan mutu dan produktivitas hasil pertanian, penggunaan pestisida untuk membasmi hama tanaman sering tak terhindarkan. Pestisida yang digunakan diharapkan dapat membantu petani dalam mendapatkan keuntungan yang maksimal.ⁱ Penggunaan pestisida secara berlebihan dan tidak terkendali seringkali memberikan risiko keracunan pestisida bagi petani. Risiko keracunan pestisida ini terjadi karena penggunaan pestisida pada lahan pertanian khususnya sayuran.ⁱⁱ

Penggunaan pestisida dengan dosis besar dan dilakukan secara terus menerus akan menimbulkan beberapa kerugian, antara lain residu pestisida akan terakumulasi pada produk-produk pertanian, pencemaran pada lingkungan pertanian, penurunan produktivitas, keracunan pada hewan, keracunan pada manusia yang berdampak buruk terhadap kesehatan. Manusia akan mengalami keracunan baik akut maupun kronis yang berdampak pada kematian.ⁱⁱⁱ

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan setiap tahun terjadi 1 – 5 juta kasus keracunan pestisida pada pekerja pertanian dengan tingkat kematian mencapai 220.000 korban jiwa.^{iv} Sekitar 80% keracunan dilaporkan terjadi di negara-negara sedang berkembang.^v

Pada tahun 2006 di Kabupaten Magelang telah dilaksanakan pemeriksaan aktivitas kolinesterase pada petani yang berlokasi di 7 kecamatan dengan jumlah petani yang diperiksa sebanyak 550 orang dan menunjukkan 99,8% keracunan dengan rincian : keracunan berat 18,2%; keracunan sedang 72,73%; keracunan ringan 8,9% dan normal 0,18%. Hasil penelitian di Kecamatan Ngablak jumlah petani yang diperiksa 50 orang menunjukkan 98% mengalami keracunan dengan rincian : keracunan berat 16%, keracunan sedang 48% dan keracunan ringan 34%.^{vi}

Penelitian yang dilakukan oleh Prihadi pada tahun 2007 menunjukkan bahwa sebesar 76,47 % petani di Desa Sumberejo Kecamatan Ngablak mengalami keracunan akibat pestisida dan 60,29% petani menderita anemia. Salah satu masalah utama yang berkaitan dengan keracunan pestisida adalah bahwa gejala dan tanda keracunan khususnya pestisida dari golongan organofosfat umumnya tidak spesifik bahkan cenderung menyerupai gejala penyakit biasa seperti pusing, mual, dan lemah sehingga oleh masyarakat dianggap sebagai suatu penyakit yang tidak memerlukan terapi khusus.²

Pestisida organofosfat dan karbamat menimbulkan efek pada serangga, mamalia dan manusia melalui inhibisi asetilkolinesterase pada saraf.^{vii} Pestisida organofosfat dan karbamat menghambat enzim asetilkolinesterase (AChE) melalui proses fosforilasi bagian ester anion. Aktivitas AChE tetap dihambat sampai enzim baru terbentuk kembali atau suatu reaktivator kolinesterase diberikan. Penumpukan ACh yang terjadi akibat terhambatnya enzim AChE inilah yang menimbulkan gejala-gejala keracunan

organofosfat.^{viii} Gejala klinik baru akan timbul bila aktivitas kolinesterase 50% dari normal atau lebih rendah. Akan tetapi gejala dan tanda keracunan organofosfat juga tidak selamanya spesifik bahkan cenderung menyerupai gejala penyakit biasa.^{ix}

Salah satu dampak dari keracunan pestisida organofosfat dan karbamat adalah anemia. Anemia adalah suatu keadaan dimana kadar hemoglobin dalam darah berkurang dari normal, yang berbeda untuk setiap jenis kelompok usia dan jenis kelamin.^x Tanda dan gejala yang sering timbul adalah gelisah, diaforesis (keringat dingin), sesak nafas, kolaps sirkulasi yang prosesif cepat atau syok.^{xi} Kejadian keracunan akibat pestisida pada petani dapat dipengaruhi oleh banyak faktor baik oleh faktor lingkungan maupun faktor perilaku petani itu sendiri dalam setiap kontak dengan pestisida. Kejadian keracunan pestisida dan anemia tidak memiliki tanda dan gejala yang spesifik. Deteksi dini mengenai keracunan pestisida dan kejadian anemia sangat perlu dilakukan untuk mencegah timbulnya gangguan kesehatan yang kronis dan mematikan. Oleh karena itu untuk mengetahui faktor apa saja yang paling berpengaruh terhadap keracunan akibat pestisida dan untuk mendeteksi dini adanya keracunan pestisida pada petani hortikultura maka penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian mengenai "Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Keracunan Pestisida Organofosfat, Karbamat dan Kejadian Anemia pada Petani Hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang".

B. Rumusan Masalah

Penggunaan pestisida yang tidak sesuai dengan standar keamanan yang berlaku dapat menimbulkan keracunan pada petani. Prosedur penggunaan pestisida yang aman akan dapat mengurangi terjadinya keracunan akibat pestisida pada petani, misalnya menggunakan APD lengkap saat pengelolaan pestisida, lama waktu saat penyemprotan, dosis dan toksisitas pestisida yang digunakan. Salah satu efek kronis akibat keracunan pestisida adalah anemia. Pada anemia, karena semua sistem organ dapat terlibat, maka dapat menimbulkan manifestasi klinik yang luas. Manifestasi ini tergantung pada kecepatan timbulnya anemia, umur individu, mekanisme kompensasinya, tingkat aktifitasnya, keadaan penyakit yang mendasari dan parahnya anemia tersebut.^{xii}

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah "Faktor-faktor apa saja yang berhubungan dengan keracunan pestisida organofosfat, karbamat dan kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang?".

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan keracunan pestisida organofosfat, karbamat dan kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang .

2. Tujuan Khusus

- a. Mengidentifikasi karakteristik (masa kerja dan status gizi) petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- b. Mengidentifikasi praktek penggunaan pestisida (kelengkapan alat pelindung diri (APD) saat penyemprotan, lama menyemprot dalam sehari, praktek pengelolaan pestisida, toksisitas pestisida yang digunakan) pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- c. Mengidentifikasi suhu udara saat penyemprotan petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- d. Mengukur kadar kolinesterase dan Hb darah pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- e. Menganalisis hubungan antara masa kerja dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- f. Menganalisis hubungan antara status gizi dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- g. Menganalisis hubungan antara kelengkapan dalam penggunaan APD dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.

- h. Menganalisis hubungan antara lama menyemprot dalam sehari dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- i. Menganalisis hubungan antara pengelolaan pestisida dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- j. Menganalisis hubungan antara toksisitas pestisida yang digunakan dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- k. Menganalisis hubungan antara suhu di lokasi penyemprotan dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- l. Menganalisis hubungan antara keracunan pestisida organofosfat dan karbamat dengan kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
- m. Menganalisis secara bersamaan hubungan antara masa kerja, status gizi, kelengkapan APD, lama menyemprot dalam sehari, pengelolaan pestisida, toksisitas pestisida dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat serta kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang terkait di dalamnya antara lain :

1. Bagi Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya ilmu pengetahuan kesehatan masyarakat tentang penggunaan pestisida organofosfat dan karbamat serta dampak yang akan terjadi akibat penggunaannya.

2. Bagi Dinas Terkait

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu Dinas Terkait untuk memberikan pelayanan kesehatan yang lebih baik lagi dan tepat sasaran sehingga dampak negatif dari penggunaan pestisida organofosfat dan karbamat dapat diminimalisir.

3. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat melatih peneliti untuk menghasilkan karya ilmiah yang lebih baik serta menambah pengetahuan tentang pestisida organofosfat dan karbamat.

4. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan masyarakat tentang bahayanya penggunaan pestisida organofosfat dan karbamat jika tidak dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku.

E. Ruang Lingkup Penelitian

1. Lingkup Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus – Oktober 2008.

2. Lingkup Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.

3. Lingkup Sasaran

Sasaran dari penelitian ini adalah petani hortikultura di Desa Tejosari yang menggunakan pestisida golongan organofosfat dan karbamat.

4. Lingkup Materi

Materi penelitian ini adalah kajian mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan tingkat keracunan pestisida organofosfat, karbamat dan kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.

F. Keaslian Penelitian

No.	Penelitian
1.	Peneliti Onny Setiani
	Tahun 2007
	Judul Rapid Survey KLB Dusun Beran, Desa Kanigoro, Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang
	Hasil Penelitian Tidak ditemukan peralatan pestisida di kebun petani dan mata air, pencucian peralatan dan pembuangan sisa pestisida dilakukan di saluran air dekat perkebunan, kondisi mata air sangat jernih.
	Metode <i>Study cross sectional</i>

2.	Peneliti	Danny Setiawan
	Tahun	2007
	Judul	Kajian pengelolaan sumberdaya air dalam upaya penyehatan lingkungan daerah kejadian luar biasa dusun Beran Desa Kanigoro Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang Tahun 2007
	Variabel	Potensi sumberdaya air, aspek teknis sumber daya air, aspek regulasi, resiko pencemaran fisik, resiko pencemaran kimia, resiko pencemaran biologis, saana dan prasarana, dana (sumber, alokasi, realisasi), personal dan pelaksanaan, peran serta masyarakat, perencanaan dan pelaksanaan pengelolaan sumber daya air, monitoring dan evaluasi sumber daya air.
	Metode	Pendekatan kualitatif
3.	Peneliti	Hendra Budi Sungkawa
	Tahun	2007
	Judul Penelitian	Hubungan riwayat paparan pestisida dengan kejadian goiter pada petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang
	Hasil Penelitian	Umur (OR = 3,83, 95 % CI = 1,88 – 7,81), masa kerja (OR = 12,79, 95% CI = 2,85 – 57,53), lama kerja per hari (OR = 2,47; 95% CI = 1,16 – 5,23), jenis pestisida (OR=5,86; 95% CI = 2,73 – 12,56), dosis pestisida (OR = 2,96; 95% CI = 1,37 – 6,42), frekuensi penyemprotan (OR = 4,69; 95% CI = 2,28 – 9,69), penggunaan APD (OR = 3,18; 95% CI = 1,57 – 6,41)
	Metode	Observasi analitik, desain <i>Case-control</i>
4.	Peneliti	Prihadi
	Tahun	2007
	Judul	Faktor-faktor yang berhubungan dengan efek kronis keracunan pestisida organofosfat pada petani sayuran di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang
	Variabel dan Hasil Penelitian	Tingkat pengetahuan (OR = 4,28; 95% CI = 1,24 – 14,82), penggunaan APD (OR = 55; 95% CI = 9,42 – 321,27), dosis (OR = 15; 95% CI = 2,60 – 85,32), jumlah jenis pestisida (OR = 0,88; 95% CI = 0,28 – 2,82), frekuensi penyemprotan (OR = 0,43; 95% CI = 0,9 – 2,14), lama menjadi petani (OR = 0,67; 95% CI = 0,22 – 2,06), waktu penyemprotan (OR = 29,4; 95% CI = 5,74 – 150,69), arah angin (OR=65,8; 95% CI=11,49 – 376,78)
	Metode	<i>Cross sectional</i>

5.	Peneliti Tahun Judul Variabel Metode	Fatmawati 2006 Pengaruh penggunaan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid) terhadap status kesehatan petani penyemprot di Kabupaten Sidrap Provinsi Sulawesi Selatan Status gizi (p=0,914), kadar SGOT (p=0,00), kadar SGPT (p=0,00), ureum (p=0,00), kreatinin (p=0,566), Hb (p=0,00), trombosit (p=0,007), kolinesterase (p=0,616) Deskriptif Analitik dengan pendekatan <i>Cross sectional</i>
6.	Peneliti Tahun Judul Variabel dan Hasil Penelitian Metode	Mariana 2004 Pengaruh istirahat terhadap aktivitas kolinesterase petani penyemprot pestisida organofosfat di Kecamatan Pacet, Jawa Barat Kenaikan aktivitas kolinesterase minggu kedua : 11,82% ± 7,18%; p<0,05, kenaikan aktivitas kolinesterase minggu ketiga : 4,05%; p<0,05. <i>Quasy Experimental Study</i>
7.	Peneliti Tahun Judul Penelitian Variabel Metode	Aiwerasia F. Ngowi, <i>et al.</i> 2001 Acute health effects of organophosphorus pesticides on Tanzanian small-scale coffee growers Blood AChE activity, use of protective equipment, blood hemoglobin levels <i>Case-control Study</i>
8.	Peneliti Tahun Judul Penelitian Variabel Metode	M. Güven <i>et al.</i> 1999 Endocrine changes in patients with acute organophosphates poisoning TSH (p>0,05), fT3 (p>0,05), fT4 (p>0,05), FSH (p>0,05), LH (p>0,05), PRL (p<0,005), ACTH (p<0,002), cortisol (p<0,0005) <i>Cross sectional</i>

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pestisida

Secara harfiah, pestisida berarti pembunuh hama (*pest*: hama dan *cide*: membunuh). Dalam bidang pertanian banyak digunakan senyawa kimia, antara lain sebagai pupuk tanaman dan pestisida.^{xiii} Berdasarkan SK Menteri Pertanian RI No. 434.1/Kpts/TP.270/7/2001, tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida, yang dimaksud dengan pestisida adalah semua zat kimia atau bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk beberapa tujuan berikut :

1. Memberantas atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman, atau hasil-hasil pertanian.
2. Memberantas rerumputan.
3. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan.
4. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman (tetapi tidak termasuk golongan pupuk).^{xiv}

Sementara itu, *The United States Environmental Control Act* mendefinisikan pestisida sebagai berikut :

1. Pestisida merupakan semua zat atau campuran zat yang khusus digunakan untuk mengendalikan, mencegah atau menangkis gangguan serangga, binatang pengerat, nematoda, gulma, virus, bakteri, serta jasad renik yang dianggap hama; kecuali virus, bakteri, atau jasad renik lain yang terdapat pada hewan dan manusia.

2. Pestisida merupakan semua zat atau campuran zat yang digunakan untuk mengatur pertumbuhan atau mengeringkan tanaman.

Mengingat peranannya yang sangat besar, perdagangan pestisida dewasa ini semakin ramai. Berdasarkan data pencatatan dari Badan Proteksi Lingkungan Amerika Serikat, saat ini lebih dari 2.600 bahan aktif pestisida yang telah beredar di pasaran. Sebanyak bahan aktif tersebut, 575 berupa herbisida, 610 berupa insektisida, 670 berupa fungisida dan nematisida, 125 berupa rodentisida dan 600 berupa disinfektan. Lebih dari 35 ribu formulasi telah dipasarkan di dunia. Di Indonesia, untuk keperluan perlindungan tanaman khususnya untuk pertanian dan kehutanan pada tahun 1986 tercatat 371 formulasi yang telah terdaftar dan diizinkan penggunaannya, dan 38 formulasi yang baru mengalami proses pendaftaran ulang. Sedangkan ada 215 bahan aktif yang telah terdaftar dan beredar di pasaran.^{xv}

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 merupakan pengaruh merugikan yang timbul segera setelah pemaparan dengan dosis tunggal suatu bahan kimia atau pemberian dosis ganda dalam waktu kurang lebih 24 jam. 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. LD₅₀ merupakan indikator daya racun yang utama, di samping

indikator lain. Dibedakan antara LD₅₀ oral (lewat mulut) dan LD₅₀ dermal (lewat kulit). LD₅₀ oral adalah potensi kematian yang terjadi pada hewan uji jika senyawa kimia tersebut termakan, sedangkan LD₅₀ dermal adalah potensi kematian jika hewan uji kontak langsung lewat kulit dengan racun tersebut.^{xvi}

Toksisitas kronik adalah pengaruh merugikan yang timbul akibat pemberian takaran harian berulang dari pestisida atau pemaparan pestisida yang berlangsung cukup lama (biasanya lebih dari 50% rentang hidup). Pada hewan percobaan, ini berarti periode pemaparan selama 2 tahun. Sementara toksisitas subkronik mirip dengan toksisitas kronik, tetapi untuk rentang waktu yang lebih pendek, sekitar 10% dari rentang hidupnya, atau untuk hewan percobaan adalah pemaparan selama 3 bulan. Parameter lain yang digunakan adalah LC₅₀ inhalasi, yaitu konsentrasi (mg/l udara) pestisida yang mematikan 50% dari binatang uji. LC₅₀ juga digunakan untuk menguji daya racun pestisida (mg/l air) terhadap hewan air (misal ikan).¹⁶

B. Formulasi Pestisida

Bahan terpenting dalam pestisida yang bekerja aktif terhadap hama sasaran disebut bahan aktif. Dalam pembuatan pestisida di pabrik, bahan aktif tersebut tidak dibuat secara murni (100%) tetapi bercampur sedikit dengan bahan-bahan pembawa lainnya. Produk jadi yang merupakan campuran fisik antara bahan aktif dan bahan tambahan yang tidak aktif dinamakan formulasi.

Formulasi sangat menentukan bagaimana pestisida dengan bentuk dan komposisi tertentu harus digunakan, berapa dosis atau takaran yang harus

digunakan, berapa frekuensi dan interval penggunaan, serta terhadap 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 :¹⁶

a. Formulasi Padat

- a. *Wettable Powder* (WP), merupakan sediaan bentuk tepung (ukuran partikel beberapa mikron) dengan kadar bahan aktif relatif tinggi (50 – 80%), yang jika dicampur dengan air akan membentuk suspensi. Pengaplikasian WP dengan cara disemprotkan.
- b. *Soluble Powder* (SP), merupakan formulasi berbentuk tepung yang jika dicampur air akan membentuk larutan homogen. Digunakan dengan cara disemprotkan.
- c. Butiran, umumnya merupakan sediaan siap pakai dengan konsentrasi bahan aktif rendah (sekitar 2%). Ukuran butiran bervariasi antara 0,7 – 1 mm. Pestisida butiran umumnya digunakan dengan cara ditaburkan di lapangan (baik secara manual maupun dengan mesin penabur).
- d. *Water Dispersible Granule* (WG atau WDG), berbentuk butiran tetapi penggunaannya sangat berbeda. Formulasi WDG harus diencerkan terlebih dahulu dengan air dan digunakan dengan cara disemprotkan.

- e. *Soluble Granule (SG)*, mirip dengan WDG yang juga harus diencerkan dalam air dan digunakan dengan cara disemprotkan. Bedanya, jika dicampur dengan air, SG akan membentuk larutan sempurna.
- f. Tepung Hembus, merupakan sediaan siap pakai (tidak perlu dicampur dengan air) berbentuk tepung (ukuran partikel 10 – 30 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 pekatan (konsentrat) cair dengan kandungan bahan aktif yang cukup tinggi. Oleh karena menggunakan *solvent* berbasis minyak, konsentrat ini jika dicampur dengan air akan membentuk emulsi (butiran benda cair yang melayang dalam media cair lainnya). Bersama formulasi WP, formulasi EC merupakan formulasi klasik yang paling banyak digunakan saat ini.
- b. *Water Soluble Concentrate (WCS)*, merupakan formulasi yang mirip dengan EC, tetapi karena menggunakan sistem *solvent* berbasis air maka konsentrat ini jika dicampur air tidak membentuk emulsi, melainkan akan membentuk larutan homogen. Umumnya formulasi ini digunakan dengan cara disemprotkan.
- c. *Aqueous Solution (AS)*, merupakan pekatan yang bisa dilarutkan dalam air. Pestisida yang diformulasi dalam bentuk AS umumnya berupa pestisida yang memiliki kelarutan tinggi dalam air. Pestisida

yang diformulasi dalam bentuk ini digunakan dengan cara disemprotkan.

d. *Soluble Liquid* (SL), merupakan pekatan cair. Jika dicampur air, pekatan cair ini akan membentuk larutan. Pestisida ini juga digunakan dengan cara disemprotkan.

e. *Ultra Low Volume* (ULV), merupakan sediaan khusus 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.

c. Kode Formulasi pada Nama Dagang

Bentuk formulasi dan kandungan bahan aktif pestisida dicantumkan di belakang nama dagangnya. Adapun prinsip pemberian nama dagang sebagai berikut :

a. Jika diformulasi dalam bentuk padat, angka di belakang nama dagang menunjukkan kandungan bahan aktif dalam persen. Sebagai contoh herbisida Karmex 80 WP mengandung 80% bahan aktif. Insektisida Furadan 3 G berarti mengandung bahan aktif 3%.

b. Jika diformulasi dalam bentuk cair, angka di belakang nama dagang menunjukkan jumlah gram atau mililiter (ml) bahan aktif untuk setiap liter produk. Sebagai contoh, fungisida Score 250 EC mengandung 250 ml bahan aktif dalam setiap liter produk Score 250 EC.

- c. Jika produk tersebut mengandung lebih dari satu macam bahan aktif maka kandungan bahan-bahan aktifnya dicantumkan semua dan dipisahkan dengan garis miring. Sebagai contoh, fungisida Ridomil Gold MZ 4/64 WP mengandung bahan-bahan aktif metalaksil-M 4% dan mankozeb 64% dan diformulasi dalam bentuk WP.

C. Dampak Penggunaan Pestisida¹⁶

Pestisida merupakan bahan kimia, campuran bahan kimia, atau bahan-bahan lain yang bersifat bioaktif. Pada dasarnya, pestisida itu bersifat racun. Oleh sebab sifatnya sebagai racun pestisida dibuat, dijual, dan digunakan untuk meracuni organisme pengganggu tanaman (OPT). Setiap racun berpotensi mengandung bahaya bagi makhluk hidup termasuk manusia. Oleh karena itu, ketidakbijaksanaan dalam penggunaan pestisida pertanian bisa menimbulkan dampak negatif. Beberapa dampak negatif dari penggunaan pestisida antara lain :

1. Dampak bagi Keselamatan Pengguna

Penggunaan pestisida bisa mengkontaminasi pengguna secara langsung sehingga mengakibatkan keracunan. Dalam hal ini, keracunan bisa dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu, keracunan akut ringan, akut berat dan kronis. Keracunan akut ringan menimbulkan pusing, sakit kepala, iritasi kulit ringan, badan terasa sakit, dan diare. Keracunan akut berat menimbulkan gejala mual, menggigil, kejang perut, sulit bernafas, keluar air liur, pupil mata mengecil, dan denyut nadi meningkat. Keracunan

yang sangat berat dapat mengakibatkan pingsan, kejang-kejang, bahkan bisa mengakibatkan kematian.

Keracunan kronis lebih sulit dideteksi karena tidak segera terasa dan tidak menimbulkan gejala serta tanda yang spesifik. Namun, keracunan kronis dalam jangka waktu lama bisa menimbulkan gangguan kesehatan. Beberapa gangguan kesehatan yang sering dihubungkan dengan penggunaan pestisida diantaranya iritasi mata dan kulit, kanker, cacat pada bayi, serta gangguan saraf, hati, ginjal dan pernafasan.

2. Dampak bagi Konsumen

Dampak pestisida bagi konsumen umumnya berbentuk keracunan kronis yang tidak segera terasa. Namun, dalam jangka waktu lama mungkin bisa menimbulkan gangguan kesehatan. Meskipun sangat jarang, pestisida dapat pula menyebabkan keracunan akut, misalnya dalam hal konsumen mengkonsumsi produk pertanian yang mengandung residu dalam jumlah besar.

3. Dampak bagi Kelestarian Lingkungan

Dampak penggunaan pestisida bagi lingkungan terbagi menjadi 2 kategori, yaitu :

a. Bagi Lingkungan Umum

- 1) Pencemaran lingkungan (air, tanah, dan udara)
- 2) Terbunuhnya organisme non-target karena terpapar secara langsung.
- 3) Terbunuhnya organisme non-target karena pestisida memasuki rantai makanan.

- 4) Menumpuknya pestisida dalam jaringan tubuh organisme melalui rantai makanan (bioakumulasi).
- 5) Pada kasus pestisida yang persisten (bertahan lama), konsentrasi pestisida dalam tingkat trofik rantai makanan semakin ke atas akan semakin tinggi (biomagnifikasi).
- 6) Menimbulkan efek negatif terhadap manusia secara tidak langsung melalui rantai makanan.

b. Bagi Lingkungan Pertanian

- 1) OPT menjadi kebal terhadap suatu pestisida (timbul resistensi).
- 2) Meningkatnya populasi hama setelah penggunaan pestisida.
- 3) Terbunuhnya musuh alami hama.
- 4) Fitotoksik (meracuni tanaman).

4. Dampak Sosial Ekonomi

- a. Penggunaan pestisida yang tidak terkontrol menyebabkan biaya produksi menjadi tinggi.
- b. Timbulnya hambatan perdagangan karena residu pestisida pada bahan ekspor menjadi tinggi.
- c. Timbulnya biaya sosial yaitu biaya pengobatan dan hilangnya hari kerja akibat keracunan pestisida.

Penderita keracunan pestisida dapat dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu :

1. Penderita yang karena pekerjaannya selalu berhubungan dengan pestisida, seperti para pekerja dalam proses pembuatan, penyimpanan dan penggunaan pestisida.

2. Penderita keracunan pestisida karena tidak sengaja, seperti makan buah-buahan atau sayuran yang masih tercemar pestisida, tidak sengaja memasuki daerah yang sedang disemprot dengan pestisida, dan sebagai akibat penyimpanan pestisida yang kurang baik.¹³

D. Pestisida Golongan Organofosfat

Pestisida organofosfat ditemukan melalui sebuah riset di Jerman, selama Perang Dunia II, dalam usaha menemukan senjata kimia untuk tujuan perang. Pada tahun 1937, G. Schrader menyusun struktur dasar organofosfat. Meskipun organofosfat pertama telah disintesis pada 1944, struktur dasar organofosfat baru dipublikasikan pada tahun 1948.¹⁶ Pestisida golongan organofosfat banyak digunakan karena sifat-sifatnya yang menguntungkan. Cara kerja golongan ini selektif, tidak persisten dalam tanah, dan tidak menyebabkan resistensi pada serangga. Bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan juga racun pernafasan. Dengan takaran yang rendah sudah memberikan efek yang memuaskan, selain kerjanya cepat dan mudah terurai.¹³

Golongan organofosfat sering disebut dengan *organic phosphates*, *phosphorus insecticides*, *phosphates*, *phosphate insecticides* dan *phosphorus esters* atau *phosphoric acid esters*. Mereka adalah derivat dari *phosphoric acid* dan biasanya sangat toksik untuk hewan bertulang belakang. Golongan organofosfat struktur kimia dan cara kerjanya berhubungan erat dengan gas syaraf.¹⁵

Tabel 2.1. Pestisida Golongan Organofosfat

Jenis Pestisida	Batas Paparan (mg/m ³)	LD ₅₀ (mg/kg)
Abate, termofos	10	2.000
2,4-Dichlorphenoxyacetic acid	5	850
Diazinon	0,1	100
Diklorfos	0,1	56
Malathion	10	1.375
Parathion	0,1	3
Profenofos	0,01	400
Salition	0,01	91
Sulfotep	0,2	5
Sulprofos	0,2	107
Systox	0,01	2,5
TEPP (Tetraetil pirofosfat)	0,01	1
Terbuphos	0,01	3
Tiometon	0,01	100
Triazofos	0,01	82
Triklorfon	0,01	450

Sumber : Dreisbach, R.H. (1983) ^{xvii}

Pestisida yang termasuk dalam golongan organofosfat antara lain :¹⁶

- a. Asefat, diperkenalkan pada tahun 1972. Asefat berspektrum luas untuk mengendalikan hama-hama penusuk-penghisap dan pengunyah seperti aphids, thrips, larva Lepidoptera (termasuk ulat tanah), penggorok daun dan wereng. LD₅₀ (tikus) sekitar 1.030 – 1.147 mg/kg; LD₅₀ dermal (kelinci) > 10.000 mg/kg menyebabkan iritasi ringan pada kulit (kelinci).
- b. Kadusafos, merupakan insektisida dan nematisida racun kontak dan racun perut. LD₅₀ (tikus) sekitar 37,1 mg/kg; LD₅₀ dermal (kelinci) 24,4 mg/kg tidak menyebabkan iritasi kulit dan tidak menyebabkan iritasi pada mata.
- c. Klorfenvinfos, diumumkan pada tahun 1962. Insektisida ini bersifat non-sistemik serta bekerja sebagai racun kontak dan racun perut dengan efek

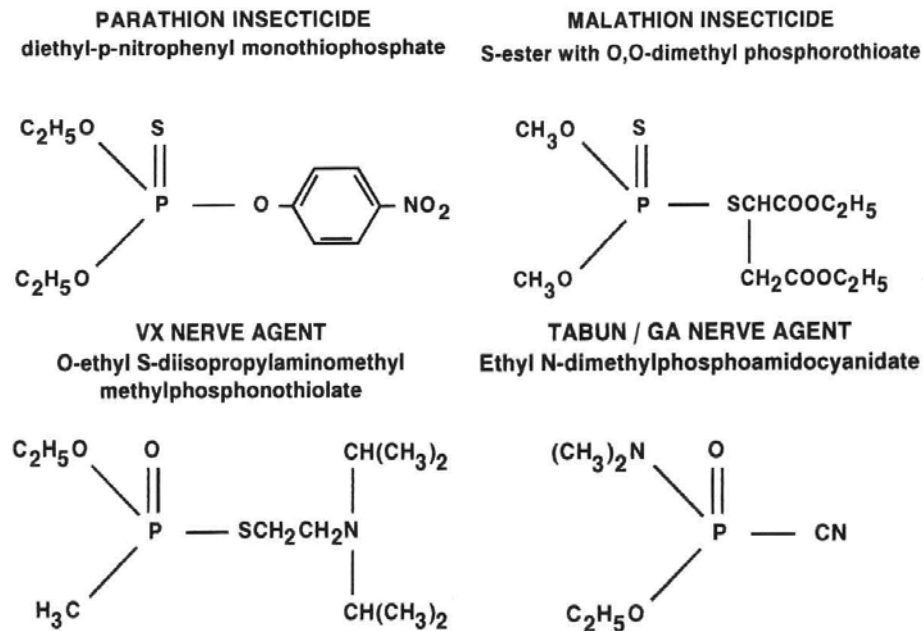
residu yang panjang. LD₅₀ (tikus) sekitar 10 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) 31 – 108 mg/kg.

- d. Klorpirifos, merupakan insektisida non-sistemik, diperkenalkan tahun 1965, serta bekerja sebagai racun kontak, racun lambung, dan inhalasi. LD₅₀ oral (tikus) sebesar 135 – 163 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) > 2.000 mg/kg berat badan.
- e. Kumafos, ditemukan pada tahun 1952. Insektisida ini bersifat non-sistemik untuk mengendalikan serangga hama dari ordo Diptera. LD₅₀ oral (tikus) 16 – 41 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) > 860 mg/kg.
- f. Diazinon, pertama kali diumumkan pada tahun 1953. Diazinon merupakan insektisida dan akarisida non-sistemik yang bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan efek inhalasi. Diazinon juga diaplikasikan sebagai bahan perawatan benih (*seed treatment*). LD₅₀ oral (tikus) sebesar 1.250 mg/kg.
- g. Diklorvos (DDVP), dipublikasikan pertama kali pada tahun 1955. Insektisida dan akarisida ini bersifat non-sistemik, bekerja sebagai racun kontak, racun perut, dan racun inhalasi. Diklorvos memiliki efek *knockdown* yang sangat cepat dan digunakan di bidang-bidang pertanian, kesehatan masyarakat, serta insektisida rumah tangga. LD₅₀ (tikus) sekitar 50 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) 90 mg/kg.
- h. Malation, diperkenalkan pada tahun 1952. Malation merupakan pro-insektisida yang dalam proses metabolisme serangga akan diubah menjadi senyawa lain yang beracun bagi serangga. Insektisida dan akarisida non-sistemik ini bertindak sebagai racun kontak dan racun

lambung, serta memiliki efek sebagai racun inhalasi. Malation juga digunakan dalam bidang kesehatan masyarakat untuk mengendalikan vektor penyakit. LD₅₀ oral (tikus) 1.375 – 2.800 mg/lg; LD₅₀ dermal (kelinci) 4.100 mg/kg.

- i. Paration, ditemukan pada tahun 1946 dan merupakan insektisida pertama yang digunakan di lapangan pertanian dan disintesis berdasarkan *lead-structure* yang disarankan oleh G. Schrader. Paration merupakan insektisida dan akarisida, memiliki *mode of action* sebagai racun saraf yang menghambat kolinesterase, bersifat non-sistemik, serta bekerja sebagai racun kontak, racun lambung, dan racun inhalasi. Paration termasuk insektisida yang sangat beracun, LD₅₀ (tikus) sekitar 2 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) 71 mg/kg.
- j. Profenofos, ditemukan pada tahun 1975. Insektisida dan akarisida non-sistemik ini memiliki aktivitas translaminar dan ovisida. Profenofos digunakan untuk mengendalikan berbagai serangga hama (terutama Lepidoptera) dan tungau. LD₅₀ (tikus) sekitar 358 mg/kg; LD₅₀ dermal (kelinci) 472 mg/kg.
- k. Triazofos, ditemukan pada tahun 1973. Triazofos merupakan insektisida, akarisida, dan nematisida berspektrum luas yang bekerja sebagai racun kontak dan racun perut. Triazofos bersifat non-sistemik, tetapi bisa menembus jauh ke dalam jaringan tanaman (translaminar) dan digunakan untuk mengendalikan berbagai hama seperti ulat dan tungau. LD₅₀ (tikus) sekitar 57 – 59 mg/kg; LD₅₀ dermal (kelinci) > 2.000 mg/kg.

Struktur komponen beberapa senyawa pestisida golongan organofosfat antara lain :



Gambar 2.1. Struktur kimia pestisida golongan organofosfat^{xviii}

Dampak pestisida bagi pengguna adalah keracunan langsung dan gangguan kesehatan jangka panjang yang disebabkan kontaminasi (paparan) secara langsung ketika menggunakan pestisida, sehingga pestisida masuk ke dalam tubuhnya. Penggunaan pestisida umumnya melibatkan pekerjaan-pekerjaan antara lain menyimpan dan memindahkan pestisida, menyiapkan larutan pestisida, mengaplikasikan pestisida dan mencuci alat-alat aplikasi. Di antara keempat pekerjaan tersebut, yang paling sering menimbulkan kontaminasi adalah saat mengaplikasikan, terutama pada saat penyemprotan.¹⁶ Mekanisme masuknya pestisida organofosfat ke dalam tubuh antara lain melalui kulit, mulut, saluran pencernaan, dan pernafasan.¹⁵

Di antara pestisida organofosfat, kematian dapat disebabkan oleh 0,1 mg/kg parathion pada anak-anak berusia 5 – 6 tahun dan 120 mg pada orang dewasa. Lima gram malathion sangat fatal untuk orang berumur 75 tahun, tetapi jika tertelan sebanyak 4 gram pada anak kecil masih dapat disembuhkan. Kematian juga dapat disebabkan karena pemaparan oleh diazinon, systox, TEPP, dan karbopenthion.¹⁸ Organofosfat dikenal sebagai insektisida yang sangat toksik (sangat beracun). Daya racun atau toksisitasnya berkisar antara kurang toksik (LD_{50} pada tikus > 4.000 mg/kg berat badan) hingga sangat toksik (LD_{50} pada tikus > 2 mg/kg berat badan).¹⁶ Pestisida organofosfat berikatan dengan enzim dalam darah yang berfungsi mengatur kerjanya syaraf yaitu kolinesterase. Kolinesterase adalah enzim darah yang diperlukan agar syaraf dapat berfungsi dengan baik. Ketika seseorang keracunan organofosfat, tingkat aktivitas kolinesterase akan turun. Ada dua tipe kolinesterase dalam darah, yaitu yang terdapat dalam sel darah merah dan yang terdapat dalam plasma darah. Apabila kolinesterase terikat, enzim tidak dapat menjalankan tugasnya dalam tubuh terutama meneruskan perintah ke otot-otot tertentu dalam tubuh, sehingga otot-otot senantiasa bergerak tanpa dapat dikendalikan.¹⁵ Paparan pada dosis rendah, tanda, dan gejala umumnya dihubungkan dengan stimulasi reseptor perifer muskarinik. Pada dosis lebih besar juga mempengaruhi reseptor nikotinik dan reseptor sentral muskarinik. Aktivitas ini kemudian akan menurun, dalam 2 – 4 minggu pada plasma dan 4 minggu sampai beberapa bulan untuk eritrosit.⁷ Pada masyarakat yang terkena pestisida organofosfat, tanda dan gejala keracunannya adalah

timbulnya gerakan-gerakan otot tertentu, pupil atau iris mata menyempit menyebabkan penglihatan kabur, mata berair, mulut berbusa dan berair liur banyak, sakit kepala, pusing, keringat banyak, detak jantung sangat cepat, mual, muntah-muntah, kejang perut, mencret, sukar bernafas, otot tidak dapat digerakkan atau lumpuh dan pingsan.¹⁵

Menurut WHO penurunan aktivitas kolinesterase sebesar 30% dari normal sudah dinyatakan sebagai keracunan.^{xix} Sedangkan negara bagian California menetapkan penurunan aktivitas kolinesterase dalam butir darah merah sebesar 30% dan plasma 40% sebagai keracunan.^{xx} Salah satu masalah utama yang berkaitan dengan keracunan pestisida adalah bahwa gejala dan tanda keracunan umumnya tidak spesifik bahkan cenderung menyerupai gejala penyakit biasa seperti mual, pusing, dan lemah sehingga oleh masyarakat dianggap sebagai suatu penyakit yang tidak memerlukan terapi khusus. Gejala klinik baru akan timbul bila aktivitas kolinesterase berkurang 50% dari normal atau lebih rendah.⁹

Penetapan keracunan yang dilakukan menurut ketentuan Departemen Kesehatan menggunakan tintometer kit. Subyek dinyatakan keracunan jika mempunyai aktivitas kolinesterase $\leq 75\%$, dengan kategori 75 – 100% kategori normal; 50 – <75% kategori keracunan ringan; 25 – <50% kategori keracunan sedang dan 0 – <25% kategori keracunan berat.¹² Menurut Gallo *et al.* (1991), ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat keracunan pestisida antara lain dosis pestisida, toksisitas senyawa pestisida, lama terpapar pestisida dan jalan masuk pestisida dalam tubuh.²⁰

Gejala klinis keracunan pestisida golongan organofosfat pada :¹³

1. Mata ; pupil mengecil dan penglihatan kabur.
2. Pengeluaran cairan tubuh; pengeluaran keringat meningkat, lakrimasi, salivasi, dan juga sekresi bronkial.
3. Saluran cerna; mual, muntah, diare, dan sakit perut.
4. Saluran nafas; batuk, bersin, dispnea, dan dada sesak.
5. Kardiovaskuler; bradikardia dan hipotensi.
6. Sistem saraf pusat; sakit kepala, bingung, berbicara tidak jelas, ataksia, demam, konvulsi, dan koma.
7. Otot-otot; lemah, fascikulasi, dan kram.
8. Komplikasi yang dapat terjadi, antara lain edema paru, pernafasan berhenti, blokade atrioventrikuler, dan konvulsi.

E. Pestisida Golongan Karbamat

Pada Kongres Entomologi Internasional Ke-9 di Amsterdam (1951), diumumkan dua jenis insektisida baru dari kelompok kimia yang baru pula. Kedua insektisida tersebut adalah dimetan dan pirolan dari kelompok karbamat. Dengan demikian, era karbamat mulai mendominasi pada tahun 1950-an, disamping organofosfat.¹⁶

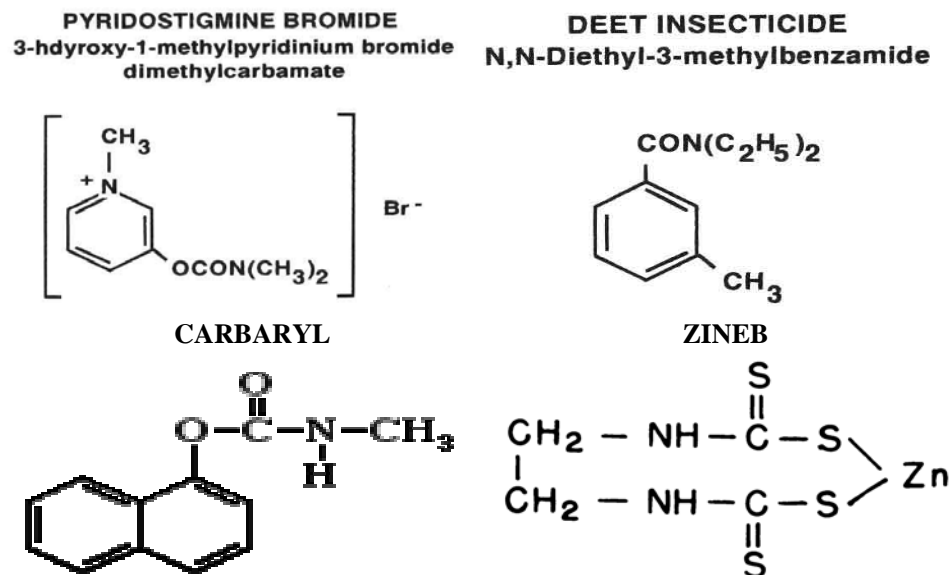
Insektisida dari golongan karbamat adalah racun saraf yang bekerja dengan cara menghambat kolinesterase (ChE). Jika pada golongan organofosfat hambatan tersebut bersifat irreversible (tidak dapat dipulihkan), pada karbamat hambatan tersebut bersifat reversible (dapat dipulihkan).

Pestisida dari golongan karbamat relatif mudah diurai di lingkungan (tidak persisten) dan tidak terakumulasi oleh jaringan lemak hewan. Karbamat juga merupakan insektisida yang banyak anggotanya. Beberapa jenis insektisida karbamat antara lain :¹⁶

1. Aldikarb, merupakan insektisida, akarisida, serta nematisida sistemik yang cepat diserap oleh akar dan ditransportasikan secara akropetal. Aldikarb merupakan insektisida yang paling toksik, dengan LD₅₀ (tikus) sekitar 0,93 mg/kg; LD₅₀ dermal (kelinci) > 20 mg/kg.
2. Benfurakarb, merupakan insektisida sistemik yang bekerja sebagai racun kontak dan racun perut serta diaplikasikan terutama sebagai insektisida tanah. LD₅₀ (tikus) 205,4 (jantan) – 222,6 (betina) mg/kg; LD₅₀ dermal (kelinci) > 2.000 mg/kg.
3. Karbaril, merupakan karbamat pertama yang sukses di pasaran. Karbaril bertindak sebagai racun perut dan racun kontak dengan sedikit sifat sistemik. Salah satu sifat unik karbaril yaitu efeknya sebagai zat pengatur tumbuh dan sifat ini digunakan untuk menjarangkan buah pada apel. LD₅₀ (tikus) sekitar 500 (b) – 850 (j) mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) > 4.000 mg/kg.
4. Fenobukarb (BPMC), merupakan insektisida non-sistemik dengan kerja sebagai racun kontak. Nama resmi insektisida ini adalah fenobukarb, tetapi di Indonesia lebih dikenal dengan BPMC yang merupakan singkatan dari nama kimianya, yaitu *buthylphenylmethyl carbamate*. LD₅₀ (tikus) sekitar 623 (j) – 657 (b) mg/kg; LD₅₀ dermal (kelinci) 10.250 mg/kg.

5. Metiokarb, nama umum lainnya adalah merkaptodimetur. Insektisida ini digunakan sebagai racun kontak dan racun perut. LD₅₀ (tikus) sebesar 20 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) > 5.000 mg/kg.
6. Propoksur, merupakan insektisida yang bersifat non-sistemik dan bekerja sebagai racun kontak serta racun lambung yang memiliki efek *knock down* sangat baik dan residu yang panjang. Propoksur terutama digunakan sebagai insektisida rumah tangga (antara lain untuk mengendalikan nyamuk dan kecoa), kesehatan masyarakat, dan kesehatan hewan. LD₅₀(tikus) sekitar 50 mg/kg; LD₅₀ dermal (tikus) > 5.000 mg/kg.

Struktur kimia beberapa komponen karbamat antara lain :



Gambar 2.2. Struktur kimia pestisida golongan karbamat¹⁸

Pestisida golongan karbamat merupakan racun kontak, racun perut dan racun pernafasan. Bekerja seperti golongan organofosfat yaitu menghambat aktivitas enzim kolinesterase. Jika terjadi keracunan yang disebabkan oleh

pestisida golongan karbamat, gejalanya sama seperti pada keracunan golongan organofosfat, tapi lebih mendadak dan tidak lama karena efeknya terhadap enzim kolinesterase tidak persisten. Meskipun gejala keracunan cepat hilang, tetapi karena munculnya mendadak dan menghebat dengan cepat maka dapat berakibat fatal jika tidak segera mendapat pertolongan yang disebabkan oleh depresi pernafasan. Keracunan pada manusia dapat terjadi melalui mulut, inhalasi, dan kulit. Gejala klinis akibat keracunan pestisida golongan karbamat, mula-mula penderita berkeringat, pusing, badan terasa lemah, dada sesak, kejang perut, muntah dan gejala lain seperti pada keracunan pestisida golongan organofosfat.¹³

F. Keracunan Pestisida

Pestisida bisa masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui 2 cara, yaitu :¹³

1. Kontaminasi lewat kulit

Pestisida yang menempel di permukaan kulit bisa meresap masuk ke dalam tubuh dan menimbulkan keracunan. Kejadian kontaminasi lewat kulit merupakan kontaminasi yang paling sering terjadi, meskipun tidak seluruhnya berakhir dengan keracunan akut. Lebih dari 90% kasus keracunan di seluruh dunia disebabkan oleh kontaminasi lewat kulit.

2. Terhisap lewat hidung

Keracunan karena partikel pestisida atau butiran semprot yang terhisap lewat hidung merupakan kasus terbanyak kedua setelah

kontaminasi kulit. Partikel pestisida yang masuk ke dalam paru-paru bisa menimbulkan gangguan fungsi paru-paru. Partikel pestisida yang menempel di selaput lendir hidung dan kerongkongan akan masuk ke dalam tubuh lewat kulit hidung dan mulut bagian dalam dan atau menimbulkan gangguan pada selaput lendir itu sendiri (iritasi).

Faktor-faktor yang mempengaruhi efek dan gejala keracunan pada manusia, antara lain :¹³

1. Bentuk dan cara masuk

Racun dalam bentuk larutan akan bekerja lebih cepat dibandingkan dengan yang berbentuk padat. Sedangkan racun yang masuk ke dalam tubuh secara intravena dan intramuskular akan memberikan efek lebih kuat dibandingkan dengan melalui mulut.

2. Usia

Pada umumnya anak-anak dan bayi lebih mudah terpengaruh oleh efek racun dibandingkan dengan orang dewasa. Seseorang dengan bertambah usia maka kadar rata-rata kolinesterase dalam darah akan semakin rendah sehingga keracunan akibat pestisida akan semakin cepat terjadi.^{xxi}

3. Jenis Kelamin

Jenis kelamin sangat mempengaruhi aktivitas kolinesterase dalam darah. Jenis kelamin laki-laki memiliki aktivitas kolinesterase lebih rendah dari perempuan karena kandungan kolinesterase dalam darah lebih banyak pada perempuan.²¹

4. Kebiasaan

Jika terbiasa kontak dengan racun dalam jumlah kecil mungkin dapat terjadi toleransi terhadap racun yang sama dalam jumlah relatif besar tanpa menimbulkan gejala keracunan.

5. Kondisi kesehatan atau Status Gizi

Seseorang yang sedang menderita sakit akan mudah terpengaruh oleh efek racun dibandingkan dengan orang yang sehat. Buruknya keadaan gizi seseorang juga akan berakibat menurunnya daya tahan tubuh dan meningkatnya kepekaan terhadap infeksi. Kondisi gizi yang buruk menyebabkan protein yang ada dalam tubuh sangat terbatas sehingga mengganggu pembentukan enzim kolinesterase.²¹

6. Tingkat Pendidikan

Semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang maka akan semakin kecil peluang terjadinya keracunan pada dirinya karena pengetahuannya mengenai racun termasuk cara penggunaan dan penanganan racun secara aman dan tepat sasaran akan semakin tinggi sehingga kejadian keracunan pun akan dapat dihindari.

7. Dosis racun

Jumlah racun sangat berkaitan erat dengan efek yang ditimbulkannya. Pada umumnya dosis racun yang besar akan menyebabkan kematian lebih cepat.¹³ Dosis pemakaian pestisida yang banyak akan semakin mempercepat terjadinya keracunan pada pengguna pestisida. Untuk dosis

penyemprotan di lapangan, khususnya pestisida golongan organofosfat dosis yang dianjurkan adalah 0,5 – 1,5 kg/Ha.^{xxii}

G. Mekanisme Keracunan Pestisida

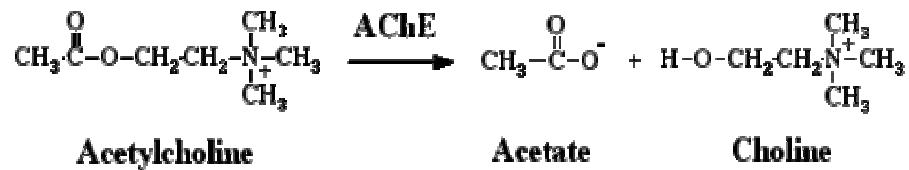
a. Farmakokinetik^{xxiii}

Inhibitor kolinesterase diabsorpsi secara cepat dan efektif melalui oral, inhalasi, mata, dan kulit. Setelah diabsorpsi sebagian besar diekskresikan dalam urin, hampir seluruhnya dalam bentuk metabolit. Metabolit dan senyawa aslinya di dalam darah dan jaringan tubuh terikat pada protein. Enzim-enzim hidrolitik dan oksidatif terlibat dalam metabolisme senyawa organofosfat dan karbamat. Selang waktu antara absorpsi dengan ekskresi bervariasi.

b. Farmakodinamik

Asetilkolin (ACh) adalah penghantar saraf yang berada pada seluruh sistem saraf pusat (SSP), saraf otonom (simpatik dan parasimpatik), dan sistem saraf somatik.^{xxiv} Asetilkolin bekerja pada ganglion simpatik dan parasimpatik, reseptor parasimpatik, simpangan saraf otot, penghantar sel-sel saraf dan medula kelenjar suprarenal. Setelah masuk dalam tubuh, golongan organofosfat dan karbamat akan mengikat enzim asetilkolinesterase (AChE), sehingga AChE menjadi inaktif dan terjadi akumulasi asetilkolin. Enzim tersebut secara normal menghidrolisis asetilkolin menjadi asetat dan kolin. Pada saat enzim dihambat, mengakibatkan jumlah asetilkolin meningkat dan berikatan dengan reseptor

muskarinik dan nikotinik pada system saraf pusat dan perifer. Hal tersebut menyebabkan timbulnya gejala keracunan yang berpengaruh pada seluruh bagian tubuh. Keadaan ini akan menimbulkan efek yang luas.²⁴



Gambar 2.3. Reaksi Hidrolisis Asetilkolin Menjadi Asetat dan Kolin oleh Enzim Asetilkolinesterase^{xxv}

Organofosfat menghambat aksi pseudokolinesterase dalam plasma dan kolinesterase dalam sel darah merah dan pada sinapsisnya. Penghambatan kerja enzim terjadi karena organofosfat melakukan fosforilasi enzim tersebut dalam bentuk komponen yang stabil. Potensiasi aktivitas parasimpatik post-ganglionik, mengakibatkan kontraksi pupil, stimulasi otot saluran cerna, stimulasi saliva dan kelenjar keringat, kontraksi otot bronkial, kontraksi kandung kemih, nodus sinus jantung dan nodus atrio-ventrikular dihambat.

Mula-mula stimulasi disusul dengan depresi pada sel sistem saraf pusat (SSP) sehingga menghambat pusat pernafasan dan pusat kejang. Stimulasi dan blok yang bervariasi pada ganglion dapat mengakibatkan tekanan darah naik atau turun serta dilatasi atau miosis pupil. Kematian disebabkan karena kegagalan pernafasan dan blok jantung.

Pada pestisida golongan organofosfat dengan bahan aktif 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), toksisitas akut pada manusia dapat menyebabkan neurotoksik pada paparan melalui inhalasi dan oral, serta

timbulnya kudis dan dermatitis pada kontak melalui kulit. Toksisitas kronik pada manusia belum dilaporkan, namun toksisitas kronik (non kanker) pada hewan uji melalui paparan oral dapat menyebabkan penurunan kadar Hb, gangguan fungsi hati dan kelainan pada ginjal.^{xxvi}

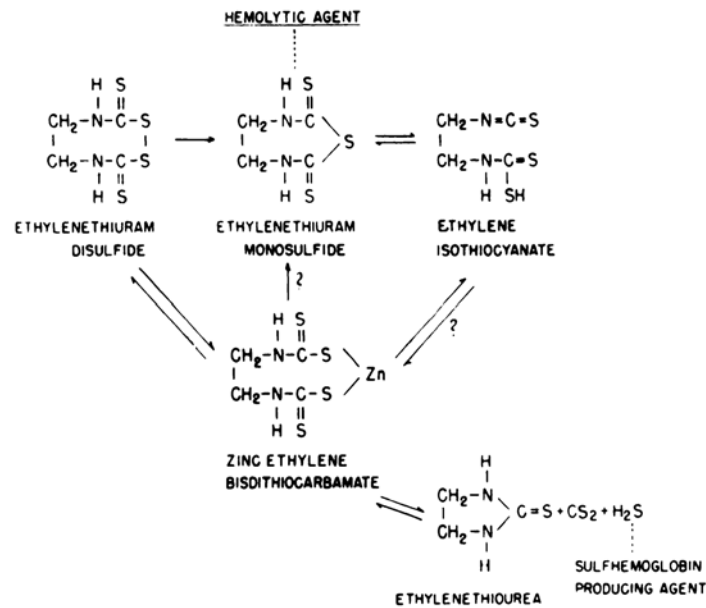
Golongan organofosfat dapat dikelompokkan menjadi sebuah grup berdasarkan gejala awal dan tanda-tanda yang mengikuti seperti anoreksia, sakit kepala, pusing, cemas berlebihan, tremor pada mulut dan kelopak mata, miosis, dan penurunan kemampuan melihat. Tingkat paparan yang sedang menimbulkan gejala dan tanda seperti keringat berlebihan, mual, air ludah berlebih, lakrimasi, kram perut, muntah, denyut nadi menurun, dan tremor otot. Tingkat paparan yang berlebihan akan menimbulkan kesulitan pernafasan, diare, edema paru-paru, sianosis, kehilangan kontrol pada otot, kejang, koma, dan hambatan pada jantung.

Efek keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada sistem saraf pusat (SSP) termasuk pusing, ataksia, dan kebingungan. Ada beberapa cara pada respon kardiovaskuler, yaitu penurunan tekanan darah dan kelainan jantung serta hambatan pada jantung secara kompleks dapat mungkin terjadi.^{xxvii}

c. Keracunan Pestisida terhadap Anemia^{xxviii}

Kejadian anemia dapat terjadi pada penderita keracunan organofosfat dan karbamat adalah karena terbentuknya sulfhemoglobin dan methemoglobin di dalam sel darah merah. Sulfhemoglobin terjadi karena kandungan sulfur yang tinggi pada pestisida sehingga menimbulkan ikatan

sulfhemoglobin. Salah satu contoh reaksi yang terjadi di dalam tubuh karena pestisida karbamat (zinc ethylene bisdithiocarbamate atau zineb) adalah sebagai berikut :



Gambar 2.4. Dekomposisi Produk Zineb yang Menyebabkan Terjadinya Hemolisis dan Sulfhemoglobinemia

Berdasarkan gambar tersebut di atas dapat diketahui bahwa zineb akan terurai menjadi etilentiourea, karbon disulfida dan hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida merupakan agen yang memproduksi sulfhemoglobin. Selain itu, nitrogen dalam molukel hidrogenasi juga mempunyai peranan yang penting terhadap pembentukan sulfhemoglobin. Sulfhemoglobin merupakan bentuk hemoglobin yang berikatan dengan atom sulfur di dalamnya. Hal ini menyebabkan hemoglobin menjadi tidak normal dan tidak dapat menjalankan fungsinya dalam menghantarkan oksigen.

H. Anemia

1. Sel Darah Merah

Darah adalah suspensi dari partikel dalam larutan koloid cair yang mengandung elektrolit. Peranannya sebagai medium pertukaran antar sel-sel yang terfiksasi dalam tubuh dan lingkungan luar serta memiliki sifat-sifat protektif terhadap organisme sebagai suatu keseluruhan dan khususnya terhadap darah sendiri. Unsur selular darah terdiri dari sel darah merah (eritrosit), beberapa jenis sel darah putih (leukosit), dan pecahan sel yang disebut trombosit.

Fungsi sel darah merah adalah mengangkut dan melakukan pertukaran O_2 dan CO_2 , sedangkan fungsi sel darah putih adalah untuk mengatasi infeksi dan trombosit untuk homeostasis. Karena sel-sel ini mempunyai umur yang terbatas, pembentukan optimal yang konstan perlu untuk mempertahankan jumlah yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan jaringan. Pembentukan ini yang dinamakan hematopoiesis (pembentukan dan pematangan sel darah), terjadi dalam sumsum tulang tengkorak, vertebra, pelvis, sternum, iga-iga, dan epifisis proksimal tulang-tulang panjang.

Komponen utama sel darah merah adalah protein hemoglobin (Hb). Molekul-molekul Hb terdiri dari 2 pasang rantai polipeptida (globin) dan 4 gugus heme, masing-masing mengandung sebuah atom besi. Konfigurasi ini memungkinkan pertukaran gas yang sangat sempurna. Sintesis hemoglobin dalam sel darah merah berlangsung dari eritoblas sampai

stadium perkembangan retikulosit. Fungsi utama Hb adalah transpor O₂ dan CO₂. Konsentrasi Hb darah diukur berdasarkan intensitas warnanya dengan menggunakan fotometer dan dinyatakan dalam gram Hb/100 ml darah (g/100 ml) atau gram/desiliter (g/dl).^{xxx}

Jumlah sel darah merah yang normal pada laki-laki adalah 4,6 – 6,2 juta/ μ L; pada wanita, 4,2 – 5,4 juta/ μ L. Jumlah total sel darah merah dalam sirkulasi darah kurang lebih $2,5 \times 10^{13}$. Kadar normal Hb darah adalah 14 – 18 g/dl bagi laki-laki dan 12 – 16 g/dl bagi wanita. Nilai hematokrit bagi laki-laki dan wanita masing-masing sebesar 42 – 52% dan 37 – 47%. Lama hidup sel darah merah yang normal adalah 120 hari, ini berarti bahwa kurang dari 1% populasi sel darah merah (200 milyar sel atau 2 juta sel per detik) akan digantikan setiap harinya. Lama hidup sel darah merah dapat memendek secara dramatis pada sejumlah keadaan anemia hemolitik.^{xxxi}

Keseimbangan yang tetap dipertahankan antara kehilangan dan penggantian sel darah setiap harinya. Pembentukan sel darah dirangsang oleh hormon glikoprotein, eritropoetin, yang berasal dari ginjal. Pembentukan eritropoetin dipengaruhi oleh hipoksia jaringan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perubahan oksigen atmosfer, berkurangnya oksigen darah arteri, dan berkurangnya konsentrasi hemoglobin (Hb). Eritropoetin merangsang sel induk untuk memulai proliferasi dan pematangan sel-sel darah merah. Selanjutnya, pematangan tergantung pada jumlah zat-zat makanan yang cukup dan penggunaannya

yang cocok, seperti vitamin B₁₂, asam folat, protein-protein, enzim-enzim dan mineral seperti besi dan tembaga. Pembentukan Hb terjadi pada sumsum tulang melalui semua stadium pematangan. Sel darah merah memasuki sirkulasi sebagai retikulosit dari sumsum tulang. Retikulosit adalah stadium terakhir dari perkembangan sel darah merah yang belum matang dan mengandung jala yang terdiri dari serat-serat retikular. Sejumlah kecil Hb masih dihasilkan selama 24 – 48 jam pematangan, retikulum kemudian larut dan menjadi sel darah merah yang matang.

Perubahan massa sel darah merah menimbulkan dua keadaan yang berbeda. Jika jumlah sel darah merah kurang, maka timbul anemia. Sebaliknya, keadaan dimana sel darah merah terlalu banyak disebut polisitemia.³⁰

2. Pengertian Anemia

Anemia adalah pengurangan jumlah sel darah merah, kuantitas Hb dan volume pada sel darah merah (hematokrit) per 100 ml darah. Dengan demikian, anemia bukan suatu diagnosis melainkan pencerminan dari dasar perubahan patofisiologis, yang diuraikan oleh anamnesa dan pemeriksaan fisik yang teliti, serta didukung oleh pemeriksaan laboratorium.

Anemia dapat didiagnosis dengan pasti jika kadar Hb lebih rendah dari batas normal, berdasarkan kelompok usia atau jenis kelamin. Menurut Surat Edaran Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 736a/Menkes/XI/1989, anemia adalah suatu keadaan dimana kadar Hb

dalam darah berkurang dari normal, yang berbeda untuk setiap jenis kelompok usia dan jenis kelamin, yaitu :^{xxxii}

- a. Anak Balita : 11 gr%
- b. Anak usia sekolah : 12 gr%
- c. Wanita dewasa : 12 gr%
- d. Laki-laki dewasa : 13 gr%
- e. Ibu hamil : 11 gr%

Kategori anemia dibagi menjadi 3 macam, yaitu :³²

- a. Anemia berat, jika kadar Hb < 8 gr%
- b. Anemia sedang, jika kadar Hb antara 8 – 11 gr%
- c. Anemia ringan, jika kadar Hb 11 – 12 gr%

Tabel 2.2. Kadar Hematologi Normal pada Manusia^{xxxiii}

Usia	Hemoglobin (g/dl)	Hematokrit (%)	MCV (μm^3)
1 – 3 hari	14,5 – 22,5	45 – 67	95 – 121
6 bln – 2 thn	10,5 – 13,5	33 – 39	70 – 86
12 – 18 Thn (pria)	13,0 – 16,0	37 – 49	78 – 98
12 – 18 thn (wanita)	12,0 – 16,0	36 – 46	78 – 102
> 18 thn (pria)	13,5 – 17,5	41 – 53	78 – 98
> 18 thn (wanita)	12,0 – 16,0	36 – 46	78 – 98

Sumber : Brown R.G. (1994)

3. Gejala umum anemia

Pada anemia, karena semua sistem organ dapat terlibat, maka dapat menimbulkan manifestasi klinik yang luas. Manifestasi ini tergantung pada kecepatan timbulnya anemia, umur individu, mekanisme kompensasinya, tingkat aktivitasnya, keadaan penyakit yang mendasari dan parahnya anemia tersebut. Karena jumlah efektif sel darah merah berkurang, maka lebih sedikit O_2 yang dikirimkan ke jaringan. Kehilangan darah yang

mendadak (30% atau lebih), seperti pada perdarahan, menimbulkan simtomatologi sekunder hipovolemia dan hipoksemia. Tanda dan gejala yang sering timbul adalah gelisah, diaforesis (keringat dingin), takikardia, sesak nafas, kolaps sirkulasi yang progresif cepat atau syok.^{xxxiv}

Salah satu tanda yang paling sering dikaitkan dengan anemia adalah pucat. Ini umumnya diakibatkan oleh berkurangnya volume darah, berkurangnya Hb, dan vasokonstriksi untuk memperbesar pengiriman O₂ ke organ-organ vital. Pada anemia berat, dapat menimbulkan payah jantung kongestif sebab otot jantung yang kekurangan oksigen tidak dapat menyesuaikan diri dengan beban kerja jantung yang meningkat. Dispnea (kesulitan bernafas), nafas pendek, dan cepat lelah pada saat melakukan aktivitas merupakan manifestasi berkurangnya pengiriman O₂. Sakit kepala, pusing, dan tinitus (telinga berdengung) dapat menggambarkan berkurangnya oksigenasi pada susunan saraf pusat.

4. Klasifikasi anemia

Anemia dapat diklasifikasikan menurut morfologi sel darah merah dan indeks-indeksnya atau etiologinya. Pada klasifikasi anemia menurut morfologi, *mikro* dan *makro* menunjukkan ukuran sel darah merah sedangkan kromik menunjukkan warnanya. Tiga klasifikasi besar anemia berdasarkan morfologinya, yaitu :³⁰

a. Anemia normositik normokrom

Yaitu dimana ukuran dan bentuk sel-sel darah merah normal serta mengandung Hb dalam jumlah yang normal tetapi individu menderita

anemia. Penyebab anemia jenis ini adalah kehilangan darah akut, hemolisis, penyakit kronik termasuk infeksi, gangguan endokrin, gangguan ginjal, kegagalan sumsum, dan penyakit-penyakit infiltratif metatastik pada sumsum tulang.

b. Anemia makrositik normokrom

Makrositik berarti ukuran sel-sel darah merah lebih besar dari normal tetapi normokrom karena konsentrasi Hbnya normal. Hal ini diakibatkan gangguan atau terhentinya sintesis asam nukleat DNA seperti yang ditemukan pada defisiensi vitamin B₁₂ dan/atau asam folat. Ini juga dapat terjadi pada pasien kemoterapi kanker, sebab agen-agen yang digunakan mengganggu metabolisme sel.

c. Anemia mikrositik normokrom

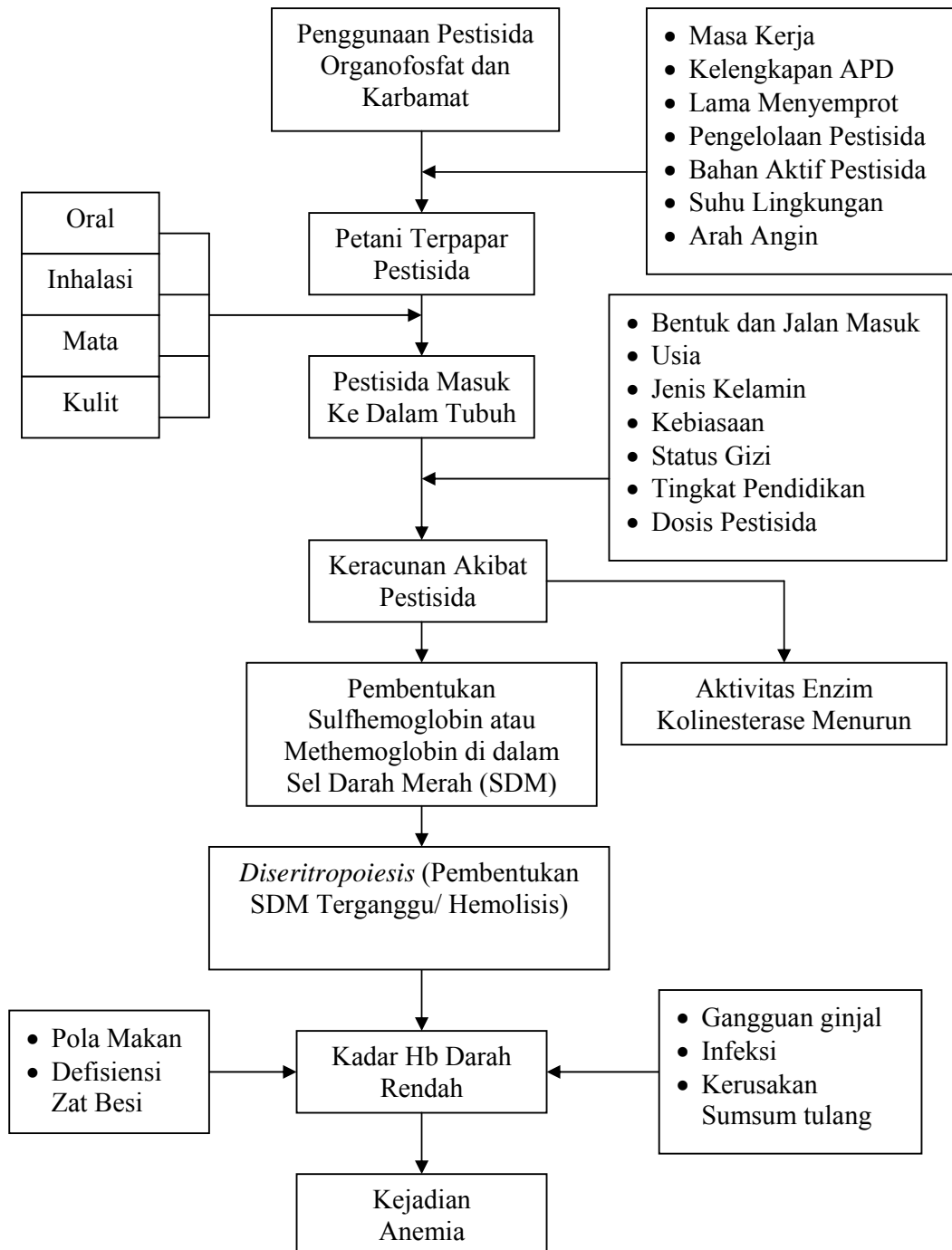
Mikrositik berarti kecil, hipokrom berarti mengandung Hb dalam jumlah yang kurang dari normal. Hal ini umumnya menggambarkan insufisiensi sintesis hem (besi), seperti pada anemia defisiensi besi, keadaan sideroblastik dan kehilangan darah kronik atau gangguan sintesis globin, seperti pada talasemia.

Anemia juga dapat diklasifikasikan berdasarkan etiologinya. Penyebab utamanya adalah meningkatnya kehilangan sel darah merah dan gangguan pada pembentukan sel. Meningkatnya kehilangan sel darah merah dapat disebabkan oleh perdarahan atau karena penghancuran sel. Penghancuran sel darah merah dalam sirkulasi dikenal dengan nama hemolisis, terjadi bila gangguan pada sel darah merah itu sendiri yang

memperpendek hidupnya atau karena perubahan lingkungan yang mengakibatkan penghancuran sel darah merah.

Klasifikasi etiologis utama yang kedua adalah pembentukan sel darah yang berkurang atau terganggu (*diseritropoiesis*). Yang termasuk dalam kelompok ini adalah keganasan yang tersebar seperti kanker payudara, leukemia, obat dan zat kimia toksik, dan penyinaran dengan radiasi; penyakit-penyakit menahun yang melibatkan ginjal dan hati, penyakit infeksi dan defisiensi endokrin. Kekurangan vitamin penting seperti vitamin B₁₂, asam folat, vitamin C dan besi, dapat mengakibatkan pembentukan sel darah merah tidak efektif sehingga menimbulkan anemia.³⁰

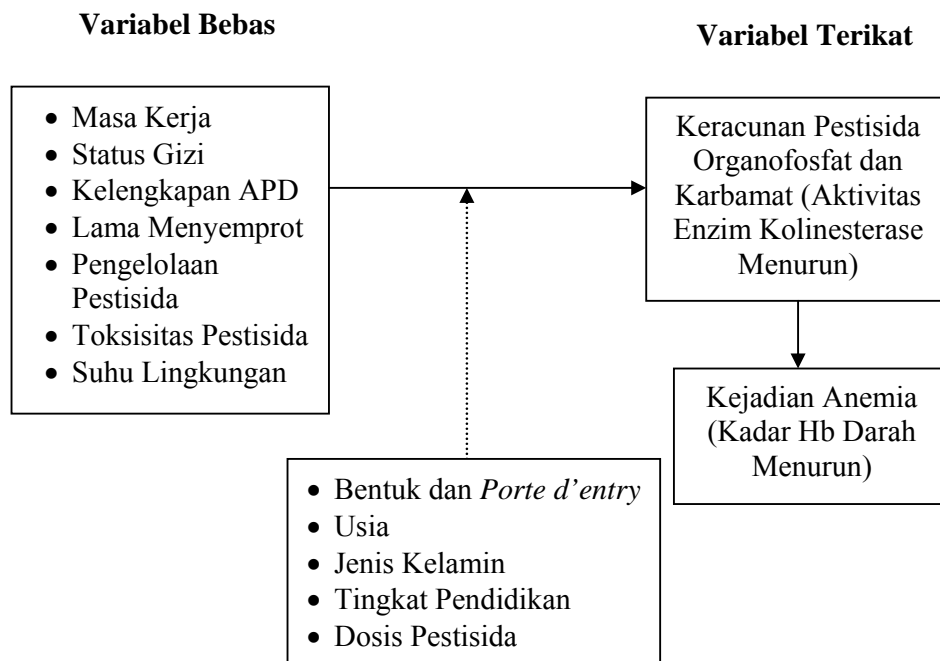
I. Kerangka Teori



Gambar 2.6. Kerangka Teori^{9, 16, 28, 30}

BAB III METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



Keterangan :
—————> : Variabel Diteliti
.....> : Variabel Tidak Diteliti

Gambar 3.1. Kerangka Konsep

B. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut :

1. Ada hubungan antara masa kerja dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.

2. Ada hubungan antara status gizi dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
3. Ada hubungan antara kelengkapan dalam penggunaan APD dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
4. Ada hubungan antara lama menyemprot dalam sehari dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
5. Ada hubungan antara pengelolaan pestisida dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
6. Ada hubungan antara toksisitas pestisida dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
7. Ada hubungan antara suhu saat penyemprotan dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
8. Ada hubungan antara keracunan pestisida organofosfat dan karbamat dengan kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak.
9. Ada hubungan antara masa kerja, status gizi, kelengkapan APD, lama menyemprot dalam sehari, pengelolaan pestisida, toksisitas pestisida

dengan keracunan pestisida organofosfat dan karbamat serta kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.

C. Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan menganalisa paparan atau faktor resiko dan kasus secara bersamaan. Oleh karena itu, jenis penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah observasional dengan rancangan penelitian *cross sectional*.

D. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang dengan kriteria :

- a. Bersedia ikut dalam penelitian
- b. Jenis kelamin laki-laki
- c. Usia 18 – 60 tahun
- d. Rutin melakukan penyemprotan pestisida golongan organofosfat dan karbamat hingga 2 minggu sebelum penelitian.

2. Sampel

Penentuan jumlah sampel yang akan digunakan menggunakan rumus Slovin^{xxxv} sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{(1 + N.E^2)}$$

dimana :

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

E = nilai kritis (batas ketelitian) yang diinginkan, yaitu sebesar 10%.

Populasi petani di Desa Tejosari adalah sebanyak 357 orang. Berdasarkan rumus, jumlah sampel yang didapatkan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n &= \frac{N}{(1 + N \cdot E^2)} \\ &= \frac{357}{(1 + 357 \cdot 0,1^2)} = 78 \text{ responden} \end{aligned}$$

Jumlah responden yang akan ikut dalam penelitian ini adalah sebanyak 78 orang.

E. Definisi Operasional Variabel Penelitian

Variabel penelitian beserta definisi operasional dan skala pengukurannya adalah sebagai berikut :

1. Masa kerja adalah lama waktu sejak responden aktif sebagai petani penyemprot hingga saat penelitian dilakukan, dalam satuan tahun. Responden dikategorikan lama jika telah menjadi petani selama lebih dari 5 tahun karena pada kurun waktu tersebut, toksisitas kronis biasanya telah terjadi.^{xxxvi}

Kategori : Lama jika > 5 tahun, baru jika ≤ 5 tahun

Skala : Nominal

2. Status gizi adalah kondisi kesehatan responden yang dinilai berdasarkan ukuran pertumbuhan fisik yang ditandai dengan bertambahnya besar ukuran antropometri (indeks massa tubuh). Pengukuran dilakukan dengan membandingkan berat badan dengan tinggi badan.

Rumus :

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{(\text{Tinggi Badan, meter})^2}$$

Kategori : Baik jika IMT 18,5 – 25, buruk jika IMT < 18,5 dan > 25

Skala : Ordinal

3. Kelengkapan alat pelindung diri (APD) adalah kelengkapan dalam penggunaan alat untuk melindungi diri agar terhindar dari kontak langsung terhadap pestisida dalam setiap praktek penyemprotan. Alat yang digunakan antara lain topi, kacamata, masker, baju lengan panjang, sarung tangan, celana panjang, sepatu bot. Kriteria kelengkapan APD dikelompokkan menjadi 2 yaitu lengkap apabila skor penilaian mencapai 80% atau 5 dan tidak lengkap jika skor penilaian kurang dari 80% atau < 5.

Kategori : Lengkap jika ≥ 5 dan Tidak Lengkap jika < 5

Skala : Nominal

4. Lama menyemprot adalah lama waktu yang digunakan untuk menyemprot tanaman menggunakan pestisida organofosfat dan karbamat dalam satuan jam setiap harinya.³⁶

Kategori : Baik jika ≤ 3 jam sehari, buruk jika > 3 jam sehari.

Skala : Nominal

5. Pengelolaan pestisida adalah tindakan yang dilakukan responden sebelum, selama, sesudah penyemprotan yang meliputi peracikan, penyemprotan pestisida, perlakuan terhadap sisa pestisida, kelengkapan APD dan pembuangan kemasan pestisida.

Diberikan dalam bentuk pertanyaan kepada responden menggunakan kuesioner.

Kategori : Baik jika perilaku benar ≥ 10 , buruk jika < 10 .

Skala : Nominal

6. Toksisitas pestisida adalah tingkat bahaya yang terkandung di dalam pestisida berdasarkan bahan aktif yang terkandung di dalamnya. Setiap bahan aktif memiliki tingkat toksisitas yang berbeda yang dilihat berdasarkan LD₅₀ oral pada masing-masing jenis pestisida.

Kategori : xxxvii

a. Toksisitas tinggi : LD₅₀ oral → Padat < 50 dan cair < 200

b. Toksisitas sedang : LD₅₀ oral → Padat $50 - 500$ dan cair $200 - 2000$

c. Toksisitas rendah : LD₅₀ oral → Padat > 500 dan cair > 2000

Skala : Ordinal

7. Suhu lingkungan adalah derajat panas suatu lingkungan yang dinyatakan dalam satuan °C. Suhu dapat mempengaruhi kehidupan dalam air, kecepatan rekasi atau penguraian serta proses pengendapan zat padat.^{xxxviii}

Kategori : Baik jika suhu $< 25^{\circ}\text{C}$ dan buruk jika $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ^{xxxix}

Skala : Nominal

8. Keracunan pestisida adalah kondisi dimana besarnya angka tingkat aktivitas kolinesterase dalam darah responden kurang dari normal dalam satuan persen (%).¹⁹ Metode pemeriksaan sampel menggunakan *Tintometer Kit*. Semakin rendah tingkat aktivitas kolinesterase dalam darah, semakin tinggi tingkat keracunan akibat pestisida.

Kategori : Normal → 75 – 100%

Keracunan → < 75 %

Skala : Nominal

9. Anemia adalah kondisi responden dimana kadar hemoglobin dalam darah berkurang dari normal dinyatakan dalam satuan gr%.³³ Metode pemeriksaan sampel menggunakan metode Sahli.

Kategori : Anemia → kadar Hb darah < 13 gr%

Tidak Anemia → kadar Hb darah ≥ 13 gr%

Skala : Nominal

F. Sumber Data Penelitian

1. Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan pemeriksaan dan observasi langsung terhadap petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. Data yang akan diambil meliputi karakteristik petani (masa kerja, status gizi), kelengkapan APD saat penyemprotan pestisida, lama menyemprot, pengelolaan pestisida, toksisitas pestisida. Analisis

laboratorium juga dilakukan untuk mengetahui kadar kolinesterase dan kadar Hb darah pada petani hortikultura.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari Balai Desa Tejosari dan Balai Penyuluh Pertanian dan Kehutanan (BPPK) Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. Data yang dikumpulkan meliputi karakteristik wilayah, jumlah penduduk, serta buku-buku referensi yang berhubungan dengan penelitian.

G. Alat Penelitian / Instrumen Penelitian

Alat-alat serta instrumen yang akan digunakan pada saat penelitian dalam pengumpulan data adalah :

1. Daftar pertanyaan untuk responden penelitian (kuesioner).
2. *Tintometer Kit* untuk pemeriksaan kolinesterase darah.^{xxiv}

Penentuan kadar AChe dalam darah dengan menggunakan *Tintometer Kit* yaitu berdasarkan perubahan pH darah. Ambil darah responden dan tambahkan indikator brom-timol-biru, diamkan beberapa saat maka akan terjadi perubahan warna. Bandingkan warna yang timbul dengan warna standar pada *comparator disc* (cakram pembanding), maka dapat ditentukan kadar AChe dalam darah.

3. Metode Sahli untuk pemeriksaan kadar Hemoglobin darah.

H. Cara Pengukuran dan Pengambilan Data Penelitian

1. Pemeriksaan Kadar Kolinesterase Darah Responden

Prosedur pemeriksaan kadar kolinesterase darah menggunakan acuan dari Departemen Kesehatan RI yaitu sebagai berikut :

- a. Menyiapkan aquadest bebas CO₂ (aquadestilata). Aquadest di dalam erlenmeyer dididihkan hingga terjadi gelembung-gelembung besar kira-kira 10 menit. Setelah mendidih erlenmeyer ditutup dengan kapas dan didinginkan hingga pH mencapai 6.
- b. Membuat larutan reagen

- 1) Membuat larutan indikator

Larutan terdiri dari BTB (*Brom Timol Blue*) sebanyak 112 mg dan aquadestilata sebanyak 250 cc.

Cara pembuatan larutan indikator sebagai berikut :

Semua isi BTB dituang dari tabung BTB ke dalam tabung volumetrik (yang terbuat dari plastik), tambahkan aquadestilata sampai kira-kira setengah tabung volumetrik tersebut. Tabung BTB dibilas air, bilasannya juga dimasukkan ke dalam tabung volumetrik sebanyak 2 – 3 kali sehingga bersih.

Kemudian tabung volumetrik diputar-putar agar BTB di dalamnya tercampur merata dan diamkan selama 30 menit.

Tambahkan aquadestilata hingga mencapai volume 250 ml (lingkaran biru pada leher botol volumetrik). Kemudian botol

dibolak-balik agar larutan tercampur merata. Tutup kembali semua botol tabung dan toples-toples dengan stoppernya setelah digunakan.

2) Membuat larutan substrat

Bahan-bahan yang digunakan adalah Acetylcholine perchlorat sebanyak 0,25 gr dan Aquadestilata sebanyak 50 ml.

Cara pembuatan larutan substrat sebagai berikut :

Dengan menggunakan spatula yang telah tersedia, substrat bubuk dimasukkan ke dalam botol yang berlabel “substrat (ACP)”. Tambahkan 50 ml aquadestilata, tutup dengan stoppernya dan kocok-kocok agar substrat tercampur merata. Larutan substrat ini harus disiapkan secara “segar” setiap hari.

3) Membuat Aquadestilata

Isikan 60 cc aqua bebas CO₂ yang *fresh* pada botol berlabel “Distilled water”. Kemudian segera tutup dengan *stopper* nya.

c. Pengambilan sampel darah responden

- 1) Jari yang boleh ditusuk adalah jari telunjuk, jari tengah dan jari manis.
- 2) Daerah pada ujung jari yang akan ditusuk harus dicuci dengan bersih, kering dan telah diolesi alkohol agar bebas hama.
- 3) Selanjutnya jari ditusuk dengan pen steril atau autoclick, sehingga dihasilkan tetes darah dari ujung jari.

d. Penentuan kadar kolinesterase darah responden

1) Tes reagen

- a) Ambil satu *test tube* (*test tube* urutan kedua). Isikan ke dalamnya 0,5 cc larutan indikator BTB, segera tutup kembali tabung itu.
- b) Tambahkan 0,01 cc darah dari kontrol (orang yang diperkirakan normal). Tambahkan darah ini ke dalam indikator dalam tabung yang kedua tadi, kocok pelan-pelan jangan sampai berbuih. Tambahkan larutan substrat sebanyak 0,5 cc. Ratakan campuran tersebut dengan cara mengocoknya perlahan.
- c) Pindahkan campuran ini ke dalam kuvet (tabung persegi dengan ruang 2,5 mm), tempatkan kuvet pada ruangan sebelah kanan pada komparator. Peganglah komparator dan menghadap pada sinar matahari.
- d) Putar-putarlah disk dari komparator tersebut sampai didapatkan warna yang sama antara warna sebelah kanan dan sebelah kiri pada kaca komparator tersebut dan bacalah persentasenya. Hasilnya tidak boleh melebihi 12,5 %.
- e) Jika hasil melebihi 12,5 % berarti kemungkinan ada peresapan CO₂ dari udara ke dalam larutan indikator sehingga keasamannya meningkat. Dalam hal ini maka indikator ini harus dipanaskan dengan api kecil agar CO₂ terlepas.

2) Sampling Darah

- a) Siapkan kuvet-kuvet 2,5 cc. Ambil satu sampel dari dari kontrol dan buat darah blanko yaitu dengan cara menambah 0,01 cc darah ke dalam 1 cc aquadestilata. Darah blanko kemudian dimasukkan ke dalam kuvet 2,5 cc. Tempatkan kuvet di ruangan sebelah kiri komparator.
- b) Siapkan tabung-tabung reaksi lengkap dengan sumbatnya untuk kontrol dan untuk setiap responden yang akan diperiksa. Tempatkan tabung-tabung tersebut ke dalam rak yang tersedia.
- c) Ambil dengan pipet 0,5 cc larutan indikator dan masukkan ke dalam tabung reaksi. Tabung-tabung harus segera ditutup kembali setelah diisi dengan larutan indikator.
- d) Ambil sekali lagi darah dari kontrol sebanyak 0,01 cc dan masukkan dalam tabung 1 sebelah kiri. Bilas pipet dengan larutan indikator dalam tabung tersebut 2 – 3 kali. Ambil sampel darah sebanyak 0,01 cc dari masing-masing responden dan masukkan sampel darah ke dalam masing-masing tabung secara berurutan. Setiap memasukkan sampel darah ke dalam tabung, pipet harus selalu dibilas dengan larutan indikator secara perlahan-lahan.

3) Penambahan Larutan Substrat

- a) Tambahkan 0,5 larutan substrat ke dalam tabung kontrol. Catat waktu pada saat menambahkan larutan substrat tersebut (yaitu

waktu 0.00/*time zero*). Secepatnya pindahkan campuran larutan tersebut ke dalam kuvet 2,5 mm dan perhatikan warnanya pada komparator.

- b) Mulai dari tabung responden pertama, tambahkan 0,5 cc larutan substrat ke dalam tabung reaksi buat pada setiap jarak waktu 1 menit tepat dari waktu 0. tabung segera ditutup dengan propnya dan kocok perlahan-lahan agar campuran merata.
- c) Secara berkala periksalah warna dari sampel kontrol yang berada dalam komparator dan tunggu sampai campuran dalam kuvet tersebut mencapai 100% warna aktif (biasanya memerlukan waktu 15 – 20 menit), sangat tergantung pada suhu ruangan pemeriksaan. Segera setelah warna 100% dicapai, catatlah waktu yang telah digunakan. Selanjutnya buang campuran dalam kuvet kontrol, setiap selang waktu 1 menit pindahkan isi dari tabung-tabung berikutnya ke dalam kuvet. Masukkan kuvet ke dalam ruangan sebelah kanan dari komparator. Dengan menghadap ke arah sinar matahari, putar-putarlah disk dari komparator sehingga diperoleh warna yang sama antara warna sampel dengan warna dari kaca perbandingan dalam disk. Catat angka yang diperoleh.

e. Analisa hasil pemeriksaan

Berdasarkan metode Tintometer kit akan diperoleh hasil pengukuran dan interpretasi kadar kolinesterase darah responden sebagai berikut :

No.	% Aktivitas AChE Darah	Interpretasi
1.	75 – 100 % dari normal	Tidak ada keracunan
2.	50 – 75 % dari normal	Keracunan ringan
3.	25 – 50 % dari normal	Keracunan sedang
4.	0 – 25 % dari normal	Keracunan berat

2. Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Darah Responden

a. Alat dan Bahan yang Dibutuhkan :

- Haemoglobinometer Sahli
- Pipet Sahli
- Batang pengaduk
- Pipet tetes
- Tabung reaksi
- HCl 0,1 N
- Larutan Drabkin's
- Aquadest

b. Cara Pemeriksaan

- 1) Tabung Haemometer diisi dengan larutan HCl 0,1 N sampai garis 2.
- 2) Hisap darah dengan pipet Sahli sampai garis tanda 2 tepat. Hapus kelebihan darah bagian luar dan ujung pipet.
- 3) Masukkan darah dalam tabung berisi HCl 0,1 N dan bilas beberapa kali, jaga jangan sampai terjadi gelembung udara. Tunggu \pm 5 menit untuk pembentukan hematin asam.
- 4) Encerkan dengan aquadest tetes demi tetes sampai didapat warna yang sama dengan batang pembanding.
- 5) Miniskus bawah dari larutan dibaca sebagai hasil.

I. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan Data

a. *Editing*

Dalam melakukan proses *editing*, jawaban dari responden dikoreksi kembali untuk mengetahui kesalahan yang ada.

b. *Coding*

Coding merupakan pengkodean jawaban dari responden untuk mempermudah dalam menganalisa data.

c. *Entry Data*

Entry data dilakukan dengan cara memasukkan data hasil penelitian berupa jawaban responden dan hasil analisis laboratorium. Data yang didapatkan akan diolah dengan menggunakan komputer.

d. *Tabulasi Data*

Menyajikan data dalam bentuk tabel distribusi dan tabel silang sesuai dengan tujuan penelitian.

2. Analisa Data

Data yang telah diolah kemudian dianalisis dengan komputer menggunakan SPSS for Windows 11,5. Analisis yang dilakukan meliputi tiga bagian, yaitu :

a. Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan terhadap semua variabel penelitian berupa jawaban dari responden dan hasil analisis laboratorium. Analisis ini menghasilkan distribusi data dari tiap variabel yang meliputi : masa kerja, status gizi, kelengkapan APD saat pengelolaan pestisida, lama penyemprotan setiap hari, pengelolaan pestisida, toksisitas pestisida, keracunan pestisida organofosfat dan karbamat serta kadar Hb darah.

b. Analisis Bivariat

Untuk melihat hubungan antara variabel bebas (masa kerja, status gizi, kelengkapan APD saat pengelolaan pestisida, lama penyemprotan setiap hari, praktek pengelolaan pestisida dan toksisitas pestisida) dengan variabel terikat (keracunan pestisida organofosfat dan karbamat serta kejadian anemia) akan menggunakan Uji *Chi-square*.

c. Analisis Multivariat

Untuk mengetahui pengaruh paling dominan dari variabel bebas (masa kerja, status gizi, kelengkapan APD saat pengelolaan pestisida, lama penyemprotan setiap hari, praktek pengelolaan pestisida dan toksisitas pestisida) terhadap variabel terikat (keracunan pestisida organofosfat dan karbamat serta kejadian anemia) akan menggunakan Uji Regresi Logistik.

BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Keadaan Umum Desa Tejosari

1. Kondisi Geografis Desa Tejosari

Desa Tejosari merupakan salah satu dari 16 desa yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang. Desa Tejosari terletak pada ketinggian 1.200 – 1.500 meter dari permukaan laut dengan kemiringan lahan sebesar 40%. Desa Tejosari terbagi menjadi 8 dusun,

yaitu : Dusun Tejosari, Derpowangsan, Gejayan, Pasengan, Klimahan, Lodorewu, Tawang Sari dan Babrik.

Pekerjaan utama masyarakat di Desa Tejosari sebagai petani dengan luas lahan pertanian 273 Ha. Jumlah kelompok tani terbagi menjadi kelompok lanjut 1 kelompok, kelompok madya 2 kelompok dan kelompok utama 1 kelompok. Pada umumnya mereka bercocok tanam sayuran seperti kobis, kentang, wortel, tomat dan cabe, sedang pada musim tanam tembakau tiba mereka menanam tembakau dengan sistem tumpang sari.² Penyemprotan pestisida umumnya dilakukan minimal setiap 7 hari sekali dan jika musim hujan tiba penyemprotan pestisida dapat dilakukan setiap 3 hari.

Desa Tejosari memiliki batas-batas administratif sebagai berikut :

Sebelah Utara	: berbatasan dengan Desa Ngablak Kecamatan Ngablak
Sebelah Timur	: berbatasan dengan Desa Genikan Kecamatan Ngablak
Sebelah Selatan	: berbatasan dengan Desa Gondangsari Kecamatan Pakis
Sebelah Barat	: berbatasan dengan Desa Sumberejo dan Bandungrejo Kecamatan Ngablak

Desa Tejosari memiliki luas wilayah 339 Ha dengan pembagian lahan kering yang bersifat fungsional seluas 273 Ha dan pekarangan seluas 48 Ha serta hutan negara seluas 18 Ha. Lahan kering adalah lahan

yang tidak terjangkau oleh sumber air secara alami sehingga untuk mengolah lahan pertaniannya, masyarakat harus mengangkut air dari sungai atau mengalir ladang dengan menggunakan pipa atau selang air.

2. Kondisi Demografis Desa Tejosari

a. Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin

Persentase jumlah penduduk laki-laki dan wanita di Desa Tejosari hampir seimbang dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 4.1. Komposisi Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

No.	Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase
1.	Laki-laki	1.537	50,93
2.	Wanita	1.481	49,07

Sumber : Kelurahan Tejosari (Tahun 2008)

b. Jumlah Penduduk Berdasarkan Umur

Sebagian besar penduduk di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008 berada pada usia antara 26 – 45 tahun yaitu sebesar 32,70% dan terkecil berada pada usia 0 – 5 tahun yaitu sebesar 9,51%, perincian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Komposisi Penduduk berdasarkan Umur di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

No.	Umur	Jumlah	Persentase
1.	0 – 5	287	9,51
2.	6 – 15	484	16,04
3.	16 – 25	504	16,70
4.	26 – 45	987	32,70
5.	46 – 55	441	14,61

6.	> 56	315	10,44
----	------	-----	-------

Sumber : Kelurahan Tejosari (Tahun 2008)

c. Jumlah Penduduk Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan yang paling banyak dimiliki penduduk di Desa Tejosari adalah Sekolah Dasar dengan persentase sebesar 72,80% dan tingkat pendidikan yang paling sedikit adalah Diploma/PT yaitu sebesar 0,83%, perincian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3. Komposisi Penduduk Berdasarkan Tingkat Pendidikan di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

No.	Tingkat Pendidikan	Jumlah	Persentase
1.	Belum Sekolah	237	7,85
2.	Tidak Sekolah	170	5,63
3.	Sekolah Dasar	2.197	72,80
4.	SLTP/MTs	305	10,11
5.	SLTA/MAN	84	2,78
6.	Diploma/PT	25	0,83

Sumber : Kelurahan Tejosari (Tahun 2008)

d. Jumlah Penduduk Berdasarkan Jenis Pekerjaan

Desa Tejosari merupakan daerah pertanian sehingga sebagian besar penduduknya mempunyai mata pencaharian sebagai petani yaitu sebesar 54,90% sedangkan mata pencaharian yang paling jarang di Desa Tejosari adalah PNS/TNI/Polri yaitu hanya sebesar 0,53%, perincian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4. Komposisi Penduduk Berdasarkan Jenis Pekerjaan di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

No.	Jenis Pekerjaan	Jumlah	Persentase
1.	PNS/TNI/Polri	16	0,53
2.	Petani	1.657	54,90
3.	Buruh Tani	372	12,33
4.	Buruh Swasta	141	4,67
5.	Wiraswasta	121	4,01
6.	Lain-lain	711	23,56

Sumber : Kelurahan Tejosari (Tahun 2008)

B. Pestisida dan Aplikasinya

Berdasarkan hasil pengamatan, beberapa pestisida yang sering digunakan oleh petani di Desa Tejosari antara lain : *Dursband* 200 EC, Lannate 25 WP, Proclaim 5 SG, Daconil 75 WP, *Antracol* 70 WP, Kurakron 50 EC, Matador 25 EC, Revaton 50 EC, Manzep 80 WP, Traser 120 EC, Propile 430 EC dan *Rizotin* 100 EC. Selain menggunakan pestisida, petani juga menggunakan beberapa bahan penyubur tanaman antara lain : *Xentari*, *Gandasil*, *Pantas*, *Supergrow*, *Vitagrow*, *Antonik* dan *Progip*.

Tabel 4.5. Karakteristik Pestisida yang Digunakan di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak tahun 2008

No.	Nama Dagang	Jenis	Bentuk	Bahan Aktif	LD ₅₀ (mg/kg)
1.	<i>Dursband</i>	Insektisida	Cair	Klorpirofos	8
2.	Lannate	Insektisida	Padat	Metomil	17
3.	Proclaim	Insektisida	Padat	Emamektrin	76
4.	Matador	Insektisida	Cair	Λ-sihalotrin	79
5.	<i>Rizotin</i>	Insektisida	Cair	Sipermetrin	250
6.	Kurakron	Insektisida	Cair	Profenofos	400
7.	Propile	Insektisida	Cair	Profenofos	400
8.	Traser	Insektisida	Cair	Spinosad	3.783
9.	Manzep	Fungisida	Padat	Mancozep	5.000
10.	<i>Antracol</i>	Fungisida	Padat	Propineb	5.000
11.	Revaton	Fungisida	Cair	Klorantraniliprol	10.000

12. Daconil	Fungisida Padat	Klorotalonil	10.000
-------------	-----------------	--------------	--------

Ket : Bentuk Pestisida yang Berbeda Mempunyai Satuan LD₅₀ yang Sama

C. Distribusi Frekuensi Responden Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian selama dua bulan di Desa Tejosari terhadap 78 responden yang melakukan penyemprotan dengan menggunakan pestisida organofosfat dan karbamat serta berjenis kelamin laki-laki didapatkan distribusi frekuensi dari beberapa karakteristik responden sebagai berikut :

1. Masa Kerja Sebagai Petani

Masa kerja responden sebagai petani penyemprot pada penelitian diketahui nilai rata-rata adalah 14 tahun. Masa kerja terpendek adalah 1 tahun dan terlama adalah 35 tahun. Masa kerja responden sebagai petani penyemprot dibagi menjadi dua kategori, yaitu lama jika responden telah menjadi petani penyemprot selama ≥ 5 tahun dan baru jika < 5 tahun.

Tabel 4.6. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Masa Kerja sebagai Petani Penyemprot di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

	Masa Kerja	Frekuensi	Persentase
Lama	(≥ 5 tahun)	64	82,05
Baru	(<5tahun)	14	17,95
Total		78	100

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebanyak 64 responden (82,05%) merupakan petani penyemprot dengan kategori lama sedangkan sebanyak 14 responden (17,95%) merupakan petani penyemprot dengan kategori baru.

2. Status Gizi Responden

Status gizi responden dihitung dengan menggunakan rumus Indeks Massa Tubuh. Rata-rata status gizi petani pada penelitian ini adalah 20,88 dengan status gizi terendah yaitu 18 dan tertinggi yaitu 28. Responden dikategorikan mempunyai status gizi baik jika nilai IMT berkisar antara 18,5 – 25 dan dikategorikan buruk jika nilai IMT < 18,5 atau > 25.

Tabel 4.7. Distribusi Frekuensi Status Gizi Responden di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Status Gizi	Frekuensi	Persentase
Buruk (IMT < 18,5 atau IMT > 25)	7	9
Baik (IMT 18,5 – 25)	71	91
Total	78	100

Berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa sebagian besar responden memiliki status gizi yang baik yaitu sebanyak 71 responden (91%) sedangkan responden yang mempunyai status gizi buruk sebanyak 7 orang (9%).

3. Kelengkapan Alat Pelindung Diri Saat Penyemprotan

Penggunaan APD saat penyemprotan sangat berpengaruh terhadap jumlah masuknya partikel pestisida ke dalam tubuh petani. Alat pelindung yang wajib digunakan petani antara lain : penutup kepala/topi, kacamata, masker, baju lengan panjang, sarung tangan, celana panjang dan sepatu bot. Penggunaan APD dikatakan lengkap jika petani menggunakan alat ≥ 5 , sedangkan jika petani menggunakan alat < 5 saat penyemprotan maka dikategorikan tidak lengkap.

Tabel 4.8. Distribusi Frekuensi Penggunaan APD pada Petani Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Kelengkapan APD	Frekuensi	Persentase
Tidak Lengkap (APD < 5)	74	94,9
Lengkap (APD ≥ 5)	4	5,1
Total	78	100,0

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebagian besar petani di Desa Tejosari tidak menggunakan APD secara lengkap pada saat penyemprotan yaitu sebanyak 74 responden (94,9%) dan yang menggunakan APD secara lengkap sebanyak 4 responden (5,1%).

4. Lama Waktu Penyemprotan

Lama waktu pemaparan pestisida terhadap petani juga memiliki pengaruh yang besar terhadap kemungkinan masuknya pestisida ke dalam tubuh petani. Lama waktu penyemprotan dikategorikan baik jika < 3 jam dan buruk jika ≥ 3 jam setiap kali penyemprotan.³⁶

Tabel 4.9. Distribusi Frekuensi Lama Penyemprotan Pestisida Oleh Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Lama Penyemprotan	Frekuensi	Persentase
Buruk (≥ 3 jam)	17	21,79
Baik (<3 jam)	61	78,21
Total	78	100,0

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebanyak 17 responden (21,79%) melakukan penyemprotan pestisida ≥ 3 jam setiap kali penyemprotan dan sebanyak 61 responden (78,21%) melakukan penyemprotan pestisida < 3 jam setiap kali penyemprotan.

5. Praktek Pengelolaan Pestisida

Praktek pengelolaan pestisida diukur dengan menilai setiap tindakan yang dilakukan petani terhadap pestisida maupun kemasannya. Praktek pengelolaan pestisida dikategorikan baik jika nilai skor berdasarkan pengamatan dan menjawab pertanyaan dengan benar ≥ 10 dan buruk jika menjawab pertanyaan benar < 10 .

Tabel 4.10. Distribusi Frekuensi Pengelolaan Pestisida oleh Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Pengelolaan Pestisida	Frekuensi	Persentase
Buruk (< 10 jawaban)	35	44,9
Baik (≥ 10 jawaban)	43	55,1
Total	78	100,0

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebanyak 43 responden (55,1%) melakukan pengelolaan pestisida dengan baik dan sebanyak 35 responden (44,9%) melakukan pengelolaan pestisida dengan buruk.

6. Toksisitas Pestisida

Bahan aktif yang terkandung dalam pestisida mempunyai daya toksisitas yang berbeda-beda. Setiap bahan aktif memiliki nilai LD_{50} yang berbeda. Toksisitas pestisida dibedakan menjadi toksisitas tinggi, sedang, dan rendah. Pestisida digolongkan menjadi toksisitas tinggi jika LD_{50} berbentuk padat < 50 mg/kg dan cair < 200 mg/kg, toksisitas sedang jika LD_{50} berbentuk padat 50 – 500 mg/kg dan cair 200 – 200 mg/kg dan

toksistas rendah jika LD₅₀ berbentuk padat >50 mg/kg dan cair >2000 mg/kg.

Tabel 4.11. Distribusi Frekuensi Toksistas Pestisida yang Digunakan Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Toksistas Pestisida	Frekuensi	Persentase
Toksistas Tinggi	27	34,6
Toksistas Sedang	44	56,4
Toksistas Rendah	7	9,0
Total	78	100,0

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebanyak 27 responden (34,6%) menggunakan pestisida yang memiliki toksistas tinggi, 44 responden (56,4%) menggunakan pestisida yang memiliki toksistas sedang dan 7 responden (9%) menggunakan pestisida yang memiliki toksistas rendah.

7. Suhu Lingkungan Saat Penyemprotan

Suhu lingkungan saat praktek penyemprotan pestisida sangat berpengaruh terhadap jumlah masuknya pestisida melalui kulit. Suhu yang panas akan membuka pori-pori kulit lebih besar dari biasanya sehingga penetrasi pestisida melalui kulit akan semakin bertambah. Suhu lingkungan dikategorikan baik jika < 25°C dan buruk jika ≥ 25°C.³⁹

Tabel 4.12. Distribusi Frekuensi Suhu Lingkungan saat Penyemprotan Pestisida di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Pengelolaan Pestisida	Frekuensi	Persentase
Buruk (≥ 25°C)	0	0
Baik (< 25°C)	78	100,0
Total	78	100,0

Berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa pada saat penyemprotan sebanyak 78 responden (100%) berada dalam suhu lingkungan yang baik.

8. Kejadian Keracunan Akibat Pestisida

Penggunaan pestisida golongan organofosfat dan karbamat secara terus-menerus akan berpengaruh terhadap menurunnya aktivitas kolinesterase di dalam darah. Kejadian keracunan akibat pestisida organofosfat dan karbamat digolongkan menjadi tiga yaitu keracunan berat, sedang dan ringan. Kejadian keracunan pestisida dapat diketahui melalui hasil pemeriksaan aktivitas kolinesterase darah pada petani. Hasil pemeriksaan kadar kolinesterase diketahui nilai rata-rata adalah 52,56 %. Hasil pengukuran terendah adalah 12,5% dan tertinggi adalah 75%.

Tabel 4.13. Distribusi Frekuensi Tingkat Keracunan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Tingkat Keracunan	Frekuensi	Persentase
Keracunan Berat	1	1,3
Keracunan Sedang	13	16,7
Keracunan Rendah	61	78,2
Normal	3	3,8
Total	78	100,0

Berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa pada 1 responden (1,3%) terjadi keracunan berat, 13 responden (16,7%) terjadi keracunan sedang, 61 responden (78,2%) terjadi keracunan ringan dan sebanyak 3 responden (3,8%) normal.

9. Kejadian Anemia Akibat Pestisida

Penggunaan pestisida secara kontinyu juga dapat menimbulkan penyakit anemia pada petani akibat menurunnya kadar Hb dalam darah. Pada laki-laki dewasa dikatakan menderita anemia jika kadar Hb < 13 gr% dan dikatakan tidak anemia jika kadar Hb \geq 13 gr%. Kejadian anemia dapat diketahui melalui pemeriksaan terhadap kadar Hb darah pada petani. Hasil pemeriksaan kadar Hb darah pada responden diketahui nilai rata-rata adalah 12,32 gr%. Hasil pengukuran terendah adalah 10 gr% dan tertinggi adalah 14,2 gr%.

Tabel 4.14. Distribusi Frekuensi Kejadian Anemia pada Petani di desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Kejadian Anemia	Frekuensi	Persentase
Anemia	63	80,8
Tidak Anemia	15	19,2
Total	78	100,0

Berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa sebagian besar responden yaitu 63 responden (80,8%) menderita penyakit anemia dan sebanyak 15 responden (19,2%) tidak anemia.

D. Hasil Analisis Statistik Bivariat

1. Hubungan antara Masa Kerja sebagai Petani Penyemprot dengan Tingkat Keracunan Pestisida

Tabel 4.15. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Masa Kerja sebagai Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Masa Kerja	Kejadian Keracunan	Total
-------------------	---------------------------	--------------

	Keracunan	%	Normal	%	
Lama	61	95,3	3	4,7	64
Baru	14	100	0	0	14
Total	75		3		78

Hasil : $X^2 = 0,003$ dan $p\text{-Value} = 0,953$

RP (95% CI) = 0,953 (0,903 – 1,006)

Tabel di atas menunjukkan bahwa 64 responden telah lama bekerja sebagai petani penyemprot. Petani yang mempunyai masa kerja lama sebagian besar mengalami keracunan akibat pestisida yaitu 61 orang (95,3%) dan yang tidak keracunan hanya 3 orang (4,7%). Sedangkan responden yang baru menjadi petani penyemprot sebanyak 14 responden dan semuanya mengalami keracunan akibat pestisida (100%).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan *uji Chi-square* ($p\text{-Value} = 0,953$), didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada hubungan antara masa kerja sebagai petani penyemprot dengan kejadian keracunan pada responden. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara masa kerja sebagai petani penyemprot dengan kejadian keracunan akibat pestisida pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak ditolak.

2. Hubungan antara Status Gizi dengan Kejadian Keracunan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Tabel 4.16. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Status Gizi pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Status Gizi	Kejadian Keracunan				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Buruk	7	100	0	0	7
Baik	68	95,8	3	4,2	71
Total	75		3		78

Hasil : $X^2 = 0,000$ dan $p\text{-Value} = 1,000$
 RP (95% CI) = 1,044 (0,994 – 1,096)

Tabel di atas menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki status gizi baik yaitu sebanyak 71 responden (91,03%). Responden yang memiliki status gizi yang baik mengalami keracunan akibat pestisida sebanyak 68 orang (95,8%) dan yang tidak keracunan sebanyak 3 orang (4,2%). Sedangkan responden yang memiliki status gizi buruk semuanya mengalami keracunan akibat pestisida yaitu sebanyak 7 orang (100%).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji Chi-square ($p\text{-Value} = 1,000$), didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada hubungan antara status gizi petani dengan kejadian keracunan. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara status gizi dengan keracunan akibat pestisida pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak ditolak.

3. Hubungan antara Kelengkapan APD dengan Keracunan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Tabel 4.17. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Kelengkapan APD pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

APD	Kejadian Keracunan				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Tidak Lengkap	72	97,3	2	2,7	74
Lengkap	3	75,0	1	25,0	4

Total	75	3	78
Hasil : $X^2 = 0,854$ dan $p\text{-Value} = 0,355$			
RP (CI 95%) = 1,297 (0,736 – 2,287)			

Tabel di atas menunjukkan bahwa sebagian besar responden tidak menggunakan APD secara lengkap yaitu sebanyak 74 responden (94,87%). Responden yang menggunakan APD tidak lengkap sebagian besar mengalami keracunan akibat pestisida yaitu sebanyak 72 orang (97,3%) dan yang tidak keracunan sebanyak 2 orang (2,7%). Sedangkan responden yang menggunakan APD secara lengkap hanya 4 orang dan yang mengalami keracunan sebanyak 3 orang (75%) serta tidak keracunan sebanyak 1 orang (25%).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji *Chi-square* ($p\text{-Value} = 0,355$), didapatkan kesimpulan bahwa ada hubungan antara kelengkapan APD dengan kejadian keracunan. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara kelengkapan APD dengan keracunan akibat pestisida pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak ditolak.

4. Hubungan antara Lama Setiap Penyemprotan dengan Keracunan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Tabel 4.18. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Lama Setiap Penyemprotan pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Lama Penyemprotan	Kejadian Keracunan				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Buruk	16	94,1	1	5,9	17
Baik	59	96,7	2	3,3	61
Total	75		3		78

Hasil : $X^2 = 0,000$ dan $p\text{-Value} = 1,000$
 RP (95% CI) = 0,973 (0,857 – 1,105)

Tabel di atas menunjukkan bahwa sebagian besar responden mempunyai lama penyemprotan yang baik yaitu sebanyak 61 responden. Responden mempunyai lama penyemprotan baik mengalami keracunan akibat pestisida sebanyak 59 orang (96,7%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 2 orang (3,3%). Sedangkan responden yang mempunyai lama penyemprotan buruk sebanyak 17 orang dan yang mengalami keracunan sebanyak 16 orang (94,1%) serta tidak keracunan sebanyak 1 orang (5,9%).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji *Chi-square* ($p\text{-Value} = 1,000$), didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada hubungan antara lama setiap penyemprotan dengan kejadian keracunan. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara lama setiap penyemprotan dengan keracunan akibat pestisida pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak ditolak.

5. Hubungan antara Pengelolaan Pestisida dengan Kejadian Keracunan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Tabel 4.19. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Pengelolaan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Pengelolaan Pestisida	Kejadian Keracunan				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Buruk	35	100	0	0	35
Baik	40	93,0	3	7,0	43
Total	75		3		78

Hasil : $X^2 = 1,003$ dan $p\text{-Value} = 0,316$

$$RP (95\% CI) = 1,075 (0,991 - 1,167)$$

Tabel di atas menunjukkan bahwa sebagian besar responden tidak mengelola pestisida dengan baik yaitu sebanyak 35 responden (44,87%). Semua responden yang tidak mengelola pestisida dengan baik mengalami keracunan akibat pestisida yaitu 35 orang (100%). Sedangkan responden yang mengelola pestisida dengan baik sebanyak 43 orang dan yang mengalami keracunan sebanyak 40 orang (93,0%) serta tidak keracunan sebanyak 3 orang (7,0%).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji Chi-square ($p\text{-Value} = 0,316$), didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada hubungan antara pengelolaan pestisida dengan kejadian keracunan. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara pengelolaan pestisida dengan keracunan akibat pestisida pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak ditolak.

6. Hubungan antara Toksisitas Pestisida dengan Kejadian Keracunan Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Tabel 4.20. Kejadian Keracunan Pestisida Menurut Kelengkapan APD pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Toksisitas Pestisida	Kejadian Keracunan				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Tinggi	26	96,3	1	3,7	27
Sedang	43	97,7	1	2,3	44
Rendah	6	85,7	1	14,3	7
Total	75		3		78

Hasil : $X^2 = 2,359$ dan $p\text{-Value} = 0,307$

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang menggunakan pestisida dengan toksisitas tinggi sebanyak 27 responden (34,62%) dan sebagian besar mengalami keracunan yaitu 26 orang (96,3%) sedangkan yang tidak keracunan sebanyak 1 orang (3,7%). Sebagian besar responden menggunakan pestisida dengan toksisitas sedang yaitu sebanyak 44 orang (56,41%) dan yang mengalami keracunan sebanyak 43 orang (97,7%) serta tidak keracunan sebanyak 1 orang (2,3%). Sedangkan responden yang menggunakan pestisida dengan toksisitas rendah yaitu sebanyak 7 orang (8,97%) dan yang mengalami keracunan sebanyak 6 orang (85,7%) serta tidak keracunan sebanyak 1 orang (14,3%).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji Chi-square ($p\text{-Value} = 0,307$), didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada hubungan antara toksisitas pestisida dengan kejadian keracunan. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara toksisitas pestisida dengan keracunan akibat pestisida pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak ditolak.

7. Hubungan antara Keracunan Pestisida dengan Kejadian Anemia pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Tabel 4.21. Kejadian Anemia Menurut Keracunan Akibat Pestisida pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Kejadian Keracunan	Kejadian Anemia				Total
	Anemia	%	Tidak Anemia	%	
Keracunan	61	81,3	14	18,7	75
Normal	2	66,7	1	33,3	3
Total	63		15		78

Hasil : $X^2 = 0,000$ dan $p\text{-Value} = 1,000$

RP (CI 95%) = 1,220 (0,544 – 2,736)

Tabel di atas menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengalami keracunan yaitu sebanyak 75 orang (96,15%) dan yang menderita anemia sebanyak 61 orang (81,3%) serta yang tidak anemia sebanyak 14 orang (18,7%). Responden yang tidak keracunan yaitu sebanyak 3 orang (3,85%) dan yang menderita anemia sebanyak 2 orang (66,7%) serta tidak anemia sebanyak 1 orang (33,3%).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji *Chi-square* ($p\text{-Value} = 1,000$), didapatkan kesimpulan bahwa tidak ada hubungan antara keracunan akibat pestisida dengan kejadian anemia. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara keracunan pestisida dengan kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak ditolak.

8. Hubungan antara Status Gizi dengan Kejadian Anemia pada Petani Di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Tabel 4.22. Kejadian Anemia Berdasarkan Status Gizi pada Petani di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Tahun 2008

Status Gizi	Kejadian Anemia				Total
	Anemia	%	Tidak Anemia	%	
Buruk	3	42,86	4	57,14	7
Baik	60	84,51	11	15,49	71
Total	63		15		78

Hasil : $X^2 = 4,687$ dan $p\text{-Value} = 0,030$

RP (CI 95%) = 0,507 (0,214 – 1,200)

Tabel di atas menunjukkan bahwa sebagian besar memiliki status gizi baik yaitu sebanyak 60 orang (91,03%) dan yang menderita anemia sebanyak 60 orang (84,51%) serta yang tidak anemia sebanyak 11 orang (15,49%). Responden yang memiliki status gizi buruk yaitu sebanyak 7 orang (8,97%) dan yang menderita anemia sebanyak 3 orang (42,86%) serta tidak anemia sebanyak 4 orang (57,14%).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji *Chi-square* ($p\text{-Value} = 0,030$), didapatkan kesimpulan bahwa ada hubungan antara status gizi dengan kejadian anemia. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara status gizi dengan kejadian anemia pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak diterima.

BAB V PEMBAHASAN

Penggunaan pestisida pada petani seringkali menimbulkan gangguan kesehatan baik terhadap petani itu sendiri maupun masyarakat yang ikut mengkonsumsi hasil pertanian tersebut. Penggunaan pestisida terbesar adalah pada pertanian hortikultura. Hortikultura berasal dari bahasa [Latin](#) *hortus* ([tanaman kebun](#)) dan *cultura* ([budidaya](#)), dan dapat diartikan sebagai budidaya

tanaman kebun. Bidang kerja hortikultura meliputi [pembenihan](#), [pembibitan](#), [kultur jaringan](#), [pemanenan](#), [pengemasan](#) dan [pengiriman](#). Berbeda dengan [agronomi](#), hortikultura hanya mengolah tanaman [buah](#), [bunga](#), [sayuran](#), dan [obat-obatan](#).^{xi} Penelitian ini dilakukan pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang tahun 2008 dan didapatkan bahwa sebanyak 75 petani (96,15%) mengalami keracunan akibat pestisida dan 63 petani (80,8%) menderita anemia. Kejadian keracunan akibat pestisida dan anemia pada petani di Desa Tejosari dapat dipengaruhi oleh banyak sekali faktor, baik lingkungan maupun dari perilaku petani itu sendiri.

Hasil analisis dengan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara kelengkapan APD saat penyemprotan dengan kejadian keracunan pada petani hortikultura (*p-Value* = 0,355). Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Xiang *et al.* (2000) bahwa penggunaan APD selama aplikasi terhadap pestisida mempunyai hubungan yang bermakna terhadap kejadian keracunan (*p-Value* = 0,001; OR = 0,8; 95% CI = 0,6 – 1,07).^{xli} Penelitian tentang penggunaan APD yang dilakukan oleh Fatmawati (2006) menunjukkan bahwa penggunaan APD secara lengkap mempunyai pengaruh secara bermakna terhadap kadar kolinesterase darah responden.³⁶

John H.R. *et al.* (1999) menyatakan bahwa salah satu faktor utama dalam keterpaparan seseorang terhadap pestisida adalah penggunaan APD.³⁶ Satu hal yang sering dilupakan oleh petani (di negara tropis), umumnya adalah *contact poison*. Oleh sebab itu, *route of entry* melalui kulit sangat efektif. Apalagi kalau

ada kelainan pada kulit dan/atau bersama keringat, penyerapan pestisida melalui kulit akan lebih efektif.

Kejadian kontaminasi pestisida melalui kulit merupakan kontaminasi yang paling sering terjadi, meskipun tidak seluruhnya berakhir dengan keracunan akut. Lebih dari 90% kasus keracunan diseluruh dunia disebabkan oleh kontaminasi lewat kulit. Keracunan karena partikel pestisida atau butiran semprot terhisap melalui hidung merupakan kasus terbanyak nomor dua setelah kontaminasi kulit.¹⁶ Pada penelitian ini, kontaminasi pestisida lebih banyak melalui kulit tangan, pernafasan dan mata. Hal ini terlihat dari data yang menunjukkan jumlah petani yang tidak menggunakan sarung tangan pada penelitian ini sebanyak 73 orang (93,6%), tidak menggunakan masker sebanyak 46 orang (59%) dan tidak menggunakan pelindung mata sebanyak 78 orang (100%). Penelitian yang dilakukan oleh Vreede *et al.* (1998) menunjukkan bahwa petani yang tidak menggunakan alat pelindung diri saat kontak dengan pestisida mempunyai paparan pestisida terbesar melalui tangan terutama saat pencampuran pestisida dengan paparan sebesar 103,53 $\mu\text{g}/\text{jam}$ dan diikuti oleh paparan melalui pernafasan yaitu sebesar 11,6 $\mu\text{g}/\text{jam}$.^{xlii} Tidak adanya hubungan antara kelengkapan APD dengan kejadian keracunan dapat disebabkan karena pada saat penelitian dilakukan, petani sedang memasuki masa tanam tembakau dimana penyemprotan pestisida sangat jarang dilakukan. Musim kemarau yang sedang berlangsung saat penelitian juga menyebabkan penyemprotan pestisida menjadi sangat jarang dilakukan sehingga mempengaruhi tingkat keracunan terhadap petani hortikultura.

Beberapa penelitian menyatakan bahwa masa kerja sebagai petani merupakan faktor risiko terjadinya keracunan akibat pestisida pada petani. Tetapi pada penelitian ini hasil analisis statistik bivariat menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara masa kerja dengan kejadian keracunan pada petani ($p\text{-Value} = 0,953$). Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kesavachandran *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan keracunan akibat pestisida yang signifikan antara petani dengan masa kerja < 5 tahun dan ≥ 5 tahun (OR = 6,30; 95% CI = 1,3 – 47,3).^{xliii}

Lama kerja sebagai petani penyemprot tidak berpengaruh terhadap kejadian keracunan karena penggunaan pestisida dalam waktu yang singkat telah dapat menimbulkan keracunan pada petani. Gejala keracunan kronik organofosfat timbul akibat penghambatan kolinesterase dan akan menetap selama 2 – 6 minggu, menyerupai keracunan akut ringan. Tetapi bila terpapar lagi dalam jumlah kecil dapat timbul gejala yang berat. Untuk golongan karbamat, ikatan kolinesterase akan bersifat sementara dan akan terlepas kembali dalam beberapa jam (reversibel), sehingga tidak akan timbul keracunan kronik.²³ Hal ini berarti bahwa kejadian keracunan pada petani tidak dipengaruhi oleh masa kerja sebagai petani tetapi dipengaruhi oleh intensitas paparan yang terjadi serta rentang waktu penggunaan pestisida. Jika petani berhenti menggunakan pestisida dalam waktu yang lama, maka keracunan akibat pestisida akan hilang dengan sendirinya, karena ikatan pestisida di dalam darah akan terlepas kembali.

Penelitian yang dilakukan pada bulan Agustus juga mempengaruhi kejadian keracunan pada petani di Desa Tejosari. Pada bulan Agustus, petani

melakukan penanaman tembakau dimana penggunaan pestisida pada saat penanaman tembakau sangat jarang dilakukan yaitu minimal seminggu sekali. Hal ini juga didukung dengan musim kemarau yang menyebabkan residu pestisida tidak akan hilang bersama air hujan. Penggunaan pestisida yang jarang pada musim tanam tembakau menyebabkan hubungan antara masa kerja dengan kejadian keracunan pestisida menjadi tidak signifikan.

Hasil analisis statistik bivariat menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara lama waktu saat penyemprotan dengan kejadian keracunan pada petani ($p\text{-Value} = 0,622$). Hal ini disebabkan karena pada penelitian ini lama saat penyemprotan petani masih dalam batas yang aman yaitu 1 – 3 jam sehingga keracunan akibat pestisida dapat diminimalisir.

Prabu (2008) menyatakan bahwa gejala keracunan pestisida organofosfat dan karbamat biasanya timbul setelah 4 jam kontak, tetapi bisa timbul setelah 12 jam.^{xliv} Hasil penelitian pada petani di Desa Tejosari menunjukkan bahwa rata-rata responden melakukan penyemprotan selama 2 jam dan sebanyak 76 responden (97,4%) melakukan penyemprotan < 4 jam dalam setiap praktek penyemprotan. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Atmojo (1991) yang menyatakan bahwa semakin lama seorang petani penyemprot bekerja dalam sehari, semakin tinggi risiko untuk terjadi keracunan (OR = 3,630). Penelitian yang dilakukan oleh Tugiyo (2003) menyatakan bahwa tenaga penyemprot yang mempunyai jam kerja > 5 jam mempunyai risiko keracunan pestisida lebih besar daripada tenaga penyemprot yang mempunyai jam kerja \leq 5 jam (OR = 5,22).^{xlv} Lama waktu saat penyemprotan merupakan hal yang

harus diwaspadai karena semakin lama petani kontak dengan pestisida maka akan semakin besar kemungkinan petani mengalami keracunan apalagi jika diiringi dengan waktu penyemprotan.

Penyemprotan pada siang hari dengan suhu yang tinggi akan menambah peluang terjadinya keracunan karena suhu yang tinggi akan menyebabkan metabolisme di dalam tubuh meningkat dan penyerapan pestisida ke dalam tubuh menjadi semakin besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu lingkungan saat penyemprotan memiliki data yang homogen yaitu tergolong baik ($19 - 23^{\circ}\text{C}$) sehingga tidak dapat dilakukan analisis dengan menggunakan uji *Chi-square*. Suhu lingkungan yang buruk bagi petani penyemprot pestisida adalah jika lebih tinggi dari suhu tubuh manusia yaitu 27°C . Jika suhu lingkungan tinggi, maka suhu tubuh pun akan meningkat.³⁸ Suhu badan yang tinggi akan menyebabkan vasodilasi yaitu pembuluh darah mengembang untuk berdekatan dengan kulit (lingkungan luar) yang memungkinkan panas dibebaskan keluar, lebih banyak darah pada kulit untuk memudahkan panas darah terbebas keluar melalui proses penguapan dan berpeluh, air keringat yang dirembes oleh kelenjar keringat mempunyai panas tertentu sehingga dapat menyerap panas yang tinggi dan terbebas ke lingkungan sekitar apabila air keringat menguap.^{xlvi} Selain itu, meningkatnya suhu tubuh juga dapat meningkatkan metabolisme rate dengan setiap peningkatan 1% suhu tubuh inti akan meningkatkan kecepatan reaksi biokimia 10%. Hal ini mendukung dugaan bahwa suhu lingkungan yang tinggi pada saat penyemprotan akan menyebabkan proses kontaminasi yang lebih besar terutama melalui kulit.

Mekonnen dan Agonafir (2002) menyatakan bahwa pengelolaan pestisida yang baik merupakan cara yang paling penting dalam mencegah keracunan akibat pestisida, antara lain menghindari cuaca yang panas dan berangin saat penyemprotan, penggunaan alat pelindung diri secara lengkap dan benar, praktek pencampuran dan penuangan pestisida pada *sprayer*.^{xlvii} Hasil analisis statistik bivariat menggunakan uji *Chi-square* pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara praktek pengelolaan pestisida dengan kejadian keracunan pada petani ($p\text{-Value} = 0,316$). Hal ini bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prihadi (2007) yang menyatakan bahwa petani yang praktek penanganan pestisida buruk mempunyai resiko 17 kali lebih besar terkena keracunan pestisida dibandingkan petani yang baik dalam praktek penanganan pestisida.

Umumnya, kasus keracunan di kalangan petani terjadi karena beberapa hal. Pengaplikasian pestisida, terutama penyemprotan merupakan pekerjaan yang paling mudah dan paling sering menimbulkan kontaminasi kulit. Kontaminasi juga sering terjadi karena menyeka wajah dengan tangan, lengan baju, atau sarung tangan yang terkontaminasi. Petani tidak memiliki informasi yang benar dan akurat tentang pestisida, resiko penggunaan, serta teknik penggunaan atau aplikasi pestisida yang benar dan bijaksana. 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 diramalkan. Oleh karena itu, kebanyakan petani akan mengatakan bahwa mereka sudah belasan tahun mengaplikasikan pestisida

dengan cara mereka dan tidak merasa terganggu.¹⁶ Padahal justru anggapan praktek pengelolaan pestisida yang dilakukan oleh petani di Indonesia saat ini sangat berbahaya bagi diri mereka maupun lingkungan hidup di sekitarnya. Tidak adanya hubungan antara pengelolaan pestisida dengan kejadian keracunan pestisida pada petani dapat disebabkan oleh status gizi yang dimiliki oleh responden penelitian. Status gizi yang baik (91,03%) membantu daya tahan tubuh petani sehingga dapat mengurangi kejadian keracunan akibat pestisida.

Dampak kesehatan akibat pestisida juga tergantung pada kandungan bahan kimia (berbahaya) di dalam pestisida dan level pemaparan. Evaluasi dampak pestisida didasarkan pada eksperimen terhadap manusia dan hewan uji dimana keracunan akut, subakut, semi-kronis dan kronis ditentukan bersamaan dengan efek pada kulit (iritasi dan sentisivitas kulit), kandungan teratogenik dan karsinogenik serta pengaruhnya terhadap reproduksi.⁴² Toksisitas pestisida ditentukan berdasarkan LD₅₀ dan jenis formulasi dari bahan aktif yang terkandung dalam pestisida. Hasil analisis statistik bivariat menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara tingkat toksisitas pestisida dengan kejadian keracunan pestisida organofosfat dan karbamat (*p-Value* = 0,307). Hal ini bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lasut *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan tingkat mortalitas hewan uji berdasarkan jenis dan konsentrasi bahan uji pestisida yang digunakan.^{xlviii} Djojosumarto (2006) menyatakan bahwa resiko kontaminasi pestisida dipengaruhi oleh LD₅₀ pestisida. Semakin rendah angka LD₅₀ pestisida akan semakin berbahaya.¹⁶ Ironisnya, banyak petani di Indonesia yang tidak mengetahui tingkat toksisitas pestisida yang

mereka gunakan dan seringkali mereka menggunakannya tanpa memenuhi aturan yang diberikan. Selain toksisitas pestisida, konsentrasi pestisida juga harus diperhatikan. Semakin pekat pestisida (berarti konsentrasinya makin tinggi) maka semakin besar bahayanya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 71 responden (91%) menggunakan pestisida dengan tingkat toksisitas yang sedang dan tinggi sedangkan 7 responden lainnya menggunakan pestisida dengan toksisitas rendah. Penggunaan pestisida berdasarkan toksisitas bahan aktif yang terkandung di dalamnya yang tidak berhubungan dengan kejadian pestisida dapat dipengaruhi oleh status gizi responden yang baik yaitu sebanyak 71 responden (91,03%). Status gizi yang baik akan mempengaruhi ketahanan tubuh seseorang terhadap *agent* penyebab penyakit maupun bahan berbahaya lainnya sehingga tingkat toksisitas pestisida yang tinggi tidak mempunyai pengaruh terhadap kejadian keracunan pada petani hortikultura di Desa Tejosari.

Hasil analisis statistik bivariat menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa status gizi tidak mempunyai hubungan dengan kejadian keracunan pestisida ($p\text{-Value} = 0,579$). Hal ini bertentangan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Farikhun (2007) yang menyatakan bahwa petani dengan status gizi buruk memiliki kecenderungan untuk mengalami keracunan pestisida empat kali lebih besar daripada petani yang memiliki status gizi baik.

Seseorang yang sedang menderita sakit akan mudah terpengaruh oleh efek racun dibandingkan dengan orang yang sehat. Buruknya keadaan gizi seseorang juga akan berakibat menurunnya daya tahan tubuh dan meningkatnya kepekaan

terhadap infeksi. Kondisi gizi yang buruk menyebabkan protein yang ada dalam tubuh sangat terbatas sehingga mengganggu pembentukan enzim kolinesterase. Dikatakan bahwa orang yang memiliki status gizi baik cenderung memiliki kadar rata-rata kolinesterase lebih besar.²¹ Sehingga petani yang memiliki status gizi buruk akan mempunyai resiko yang lebih besar terhadap kejadian keracunan akibat pestisida organofosfat dan karbamat. Tidak adanya hubungan antara status gizi dengan keracunan akibat pestisida dapat disebabkan karena jam kerja (rata-rata < 4 jam) serta suhu lingkungan saat penyemprotan yang masih relatif aman.

Pada penelitian ini status gizi tidak mempunyai hubungan dengan kejadian keracunan akibat pestisida tetapi status gizi mempunyai hubungan dengan kejadian anemia pada petani di Desa Tejosari. Hasil analisis statistik bivariat menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara keracunan pestisida organofosfat dan karbamat dengan kejadian anemia pada petani hortikultura (*p-Value* = 0,527). Hal ini bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatmawati (2006) yang menyatakan bahwa kadar Hb pada petani yang rendah (< 13 g/dl) menunjukkan adanya kelainan hematologik yang disebabkan oleh toksisitas kronik dari 2,4-D. Penelitian toksisitas kronik dari 2,4-D telah banyak dilakukan terutama pada hewan percobaan dan menunjukkan adanya kelainan hematologik.³⁹ Penelitian yang dilakukan oleh Issaragrisil *et al.* (1997) menyatakan bahwa ada hubungan antara keracunan akibat pestisida dengan kejadian anemia pada petani (OR = 2,7; 95% CI = 1,1 – 6,6).^{xlix}

Kejadian anemia dapat terjadi pada penderita keracunan organofosfat dan karbamat adalah karena terbentuknya sulfhemoglobin dan methemoglobin di

dalam sel darah merah. Hal ini menyebabkan hemoglobin menjadi tidak normal dan tidak dapat menjalankan fungsinya dalam menghantarkan oksigen. Kehadiran sulfhemoglobin dan methemoglobin dalam darah akan menyebabkan penurunan kadar Hb di dalam sel darah merah sehingga terjadi hemolitik anemia.²⁸ Tidak adanya hubungan antara keracunan pestisida dengan kejadian anemia pada penelitian ini dapat disebabkan karena status gizi responden yang baik. Hal ini ditunjukkan dengan adanya hubungan yang bermakna antara status gizi dengan kejadian anemia ($p\text{-Value} = 0,008$). Sehingga dalam penelitian ini kejadian anemia lebih disebabkan karena status gizi dan bukan karena terjadinya keracunan pestisida organofosfat dan karbamat pada petani.

BAB VI SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Jumlah petani yang menderita keracunan adalah sebanyak 75 orang (96,15%) dan petani yang menderita anemia adalah sebanyak 63 orang (80,8%).

2. Tidak ada hubungan antara masa kerja sebagai petani ($p\text{-Value} = 0,953$), status gizi petani ($p\text{-Value} = 1,000$), kelengkapan APD ($p\text{-Value} = 0,355$) lama waktu penyemprotan ($p\text{-Value} = 1,000$), pengelolaan pestisida ($p\text{-Value} = 0,316$), suhu lingkungan saat penyemprotan dan toksisitas pestisida ($p\text{-Value} = 0,307$) dengan kejadian keracunan pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.
3. Tidak ada hubungan antara keracunan pestisida organofosfat dan karbamat dengan kejadian anemia ($p\text{-Value} = 1,000$) pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.
4. Ada hubungan antara status gizi terhadap kejadian anemia ($p\text{-Value} = 0,030$) pada petani hortikultura di Desa Tejosari Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.

B. Saran

1. Bagi Badan Penyuluh Pertanian dan Kehutanan Kecamatan Ngablak
 - a. Memberikan penyuluhan tentang pola makan yang sehat dan bergizi agar dapat terhindari dari anemia.
 - b. Perlu adanya pemberian tablet penambah darah (tablet besi) agar kejadian anemia dapat diminimalisir.

c. Melakukan pemeriksaan kadar kolinesterase dan hemoglobin arah secara periodik dan memberikan pengobatan sesuai dengan hasilnya.

2. Bagi Masyarakat

Sebaiknya masyarakat mengkonsumsi makanan yang dapat meningkatkan kadar hemoglobin darah yaitu makanan yang mengandung protein hewani, vitamin C, Zinc, asam folat, vitamin B12 dan zat besi.

DAFTAR PUSTAKA

-
- i . Nurhayati. *Hubungan Model Pakaian Pelindung dengan Penurunan Cholinesterase pada Petani Penyemprot Hama Sayuran*. Thesis FKM-UI, Jakarta. 1997.
 - ii . Prihadi. *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Efek Kronis Keracunan Pestisida Organofosfat pada Petani Sayuran di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang*. Tesis Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP, Semarang. 2007.
 - iii . Kishi M., Hirschhorn N., Djajadisastra M., Satterlee L.N., Strowman S., Dilts R. *Relationship of Pesticide Spraying to Sign and Symptoms in Indonesia Farmers*. Scand J. Work Environment Health. 1993.
 - iv . Peduto V.A., D'Uva R., Piga M. *Carbamate and Organophosphate Poisoning*. Minerva Anestestor. 1996.
 - v . Departemen Kesehatan RI. Ditjen PPM dan PLP. Direktorat PLP. *Laporan Program Penyehatan Lingkungan Permukiman Tahun 1995/1996*. Jakarta. 1996.
 - vi . LabKesMas. Kabupaten Magelang. Hasil Pemeriksaan Sampel Cholinesterase di Kabupaten Magelang. Magelang. 2006.
 - vii . Joseph La Dou. *Occupational Medicine*. Prentice-Hall International Inc. USA. 1990 : 408 – 417.
 - viii . Gossel T.A. *Principle of Clinical Toxicology*. 2nd Ed. Raven Press, New York. 1990.
 - ix . Gallo M.A., Lawryk N.J. *Organic Phosphorus Pesticides. Handbook of Pesticide Toxicology*. 1991.
 - x . Dirjen Binkesmas Depkes RI. *Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Anemia*. Jakarta. 1999.
 - xi . Anderson S., Lorraine McC. W. Alih Bahasa Peter Anugerah. *Fisiologi Proses-Proses Penyakit*. Egc. Jakarta. 2002. P : 230 – 240.
 - xii . Direktorat Jenderal PPM & PLP. Depkes. RI. *Pemeriksaan Cholinesterase Darah dengan Tintometer Kit*. Jakarta. 1992.

-
- xiii. Sartono. *Racun dan Keracunan*. Widya Medika. Jakarta. 2001.
- xiv. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 434.1/Kpts/TP/.270 /7/2001 tentang Syarat dan Tatacara Pendaftaran Pestisida. 2001a.
- xv. Sudarmo, S. *Pestisida*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 1991.
- xvi. Djojosumarto, P. *Pestisida dan Aplikasinya*. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta. 2008.
- xvii. Dreisbach, R.H. *Handbook of Poisoning*. 11th Ed. Maruzen Asian Ed. Lange Medical Publication. Singapore, 1983.
- xviii. Darmono. *Toksitas Pestisida*. http://www.geocities.com/kuliah_farm_farmasi_forensik/pestisida.doc.
- xix. WHO. *Organophosphorus Insecticides : A General Introduction Environmental Health Criteria*. WHO. Geneva. 1986.
- xx. Ames, R.G., Brown S.K., Mengle D.C., Kahn E., Stratton J.W., Jackson R.J. *Cholinesterase Activity Depression Among California Agricultural Pesticide Applicator*. Industr. Med. 1989.
- xxi. Achmadi, U.F. *Aspek Kesehatan Kerja Sektor Informal. Upaya Kesehatan Kerja Sektor Informal di Indonesia*. DepKes RI. Jakarta, 1991.
- xxii. Sub Dit P2 Pestisida DepKes RI. *Pestisida dan Penggunaannya*. Jakarta, 1992.
- xxiii. Tim Penyusun FK UI. *Ilmu Kedokteran Forensik*. Bagian Kedokteran Forensik. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.
- xxiv. Barile, F.A. *Clinical Toxicology: Principles and Mechanisms*. CRC Press. London.
- xxv. [Http://www.geocities.com](http://www.geocities.com), diakses tanggal 29 Juli 2008.
- xxvi. Anonim. *2,4-D (dichlorophenoxyacetic acid) including salts and esters*. US Environment Protection Agency. Technology Transfer Network Air Toxics Website. 2000.
- xxvii. Horvath, E.P. *Occupational Medicine*. 3rd Ed. Mosby The Bookmakers. New York. 1994.
- xxviii. Pinkhas, J., M. Djaldetti, H. Joshua, C. Resnick and A. de Vries. *Sulfhemoglobinemia and Acute Hemolytic Anemia with Heinz Bodies Following Contact with a Fungicide – Zinc ethylene Bissithiocarbamate- In a Subject with*

Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Deficiency and Hypocatalasemia. American Society of Hematology. 1963. 21 : 484 – 494.

^{xxix} Kelner, M.J. and N. M. Alexander. *Inhibition of Erythrocyte Superoxide Dismutase by Diethyldithiocarbamate Also Results in Oxyhemoglobin-catalyzed Glutathione Depletion and Methemoglobin Production*. The Journal of Biological Chemistry. 1986. 261 : 1636 – 1641.

^{xxx} Price, S.A. and L.M. Wilson. Alih Bahasa Peter Anugerah. *Fisiologi Proses-Proses Penyakit*. Egc. Jakarta. 2002.

^{xxxi} Murray, R.K., Daryl K.G., Peter A.M., and Viktor W.R. *Biokimia Harper*. Ed 24. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta. 1999.

^{xxxii} Dirjen Binkesmas Departemen Kesehatan RI. *Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Anemia*. Jakarta. 1999.

^{xxxiii} Brown, R.G. Anemia. In: Taylor RB, ed. *Family medicine: Principles and practice*. 4th Ed. New York. 1994 : 997 – 1005.

^{xxxiv} DeGruchy, G. C. and Pennington, D. Et al (eds) : *Clinical haematology in Medical Practice*. 4th Ed. Blackwell Scientific Publications Inc. London. 1978.

^{xxxv} Prasetyo, B dan L.M. Jannah. *Metode Penelitian Kuantitatif : Teori dan Aplikasi*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta, 2005.

^{xxxvi} Fatmawati. Pengaruh Penggunaan 2,4-D (2,4-Dichlorphenoxyaceticacid) terhadap Status Kesehatan Petani Penyemprot di Kabupaten Sidrap Provinsi Sulawesi Selatan. *J.Med. Nus Vol. 27 No.1*. Makassar, 2006.

^{xxxvii} Modul I. Pengenalan Pestisida. Departemen Kesehatan R.I. Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Kesehatan Lingkungan. Jakarta. 2000.

^{xxxviii} Kusnopranto, H. *Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, 1985.

^{xxxix} Sunardi. Available from: <http://rationalmedicine.org/fever/pathophysiology.html>. 9 September 2002.

^{xl} Anonim. Hortikultura. Available from <http://id.wikipedia.org/wiki/Hortikultura>, diakses tanggal 17 November 2008.

^{xli} Xiang, H., Z. Wang, L. Stallones, T.J. Keefe, X. Huang and X. Fu. Agricultural Work-Related Injuries Among Farmers in Hubei, People's Republic of China. *American Journal of Public Health*. 2000; 90 : 1269 – 1276.

-
- ^{xlii} De Vreede, J.A.F., D.H. Brouwer, H. Stevenson and J.J. Van Hemmen. Exposure and Risk Estimation for Pesticides in High-volume Spraying. *British Occupational Hygiene Society*. 1998. Vol. 42; 3 : 151 – 157.
- ^{xliii} Kesavachandran, C.N., S.K. Rastogi, N. Mathur, M.K.J. Siddiqui and friends. Health Status Among Pesticide Applicators at a Mango Plantation in India. *Journal of Pesticide Safety Education*. Vol. 8th. 2006.
- ^{xliiv} Prabu. Pestisida Penghambat Kolinesterase. Available from : <http://putraprabu.wordpress.com/2008/10/27/pestisida-penghambat-kholisterase/>, diakses tanggal 14-November-2008.
- ^{xliv} Tugiyo. Keracunan Pestisida pada Tenaga Kerja Perusahaan Pengendalian Hama di DKI Jakarta. (Thesis). 2003.
- ^{xlvi} Anonim. <http://id.wikipedia.org/wiki/Suhu>, diakses tanggal 03 September 2008.
- ^{xlvii} Mekonnen, Y. And T. Agonafir. Pesticide Sprayers' Knowledge, Attitude and Practice of Pesticide Use on Agricultural Farms of Ethiopia. *Society of Occupational Medicine*. 2002. Vol. 52; 6: 311 – 315.
- ^{xlviii} Lasut M.T., B. Polii, V.A. Kumurur. Komparasi Tingkat Toksisitas Beberapa Pestisida (Endosulfan, Fentoat, BPMC, Glifosat, Sulfosat, 2,4-D) dengan Menggunakan Ikan Bandeng (*Chanos chanos forsk*). *Ekoton*. 2001; 1 : 1 – 6.
- ^{xlix} Issaragrisil S., K. Chansung, D.W. Kaufman, J. Sirijirachai, T. Thamprasit and N.S. Young. Aplastic anemia in rural Thailand: its association with grain farming and agricultural pesticide exposure. *Aplastic Anemia Study Group*. *American Journal of Public Health*. 1997. Vol. 87 ; 9 : 1551 – 1554.

