

**STUDI EKONOMI LINGKUNGAN PENGGUNAAN
PESTISIDA DAN DAMPAKNYA PADA KESEHATAN
PETANI DI AREA PERTANIAN HORTIKULTURA
DESA SUMBER REJO KECAMATAN NGABLAK
KABUPATEN MAGELANG JAWA TENGAH**



**Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S2**

**Magister Kesehatan Lingkungan
Konsentrasi Kesehatan Lingkungan**

**MARIA GORETTI CATUR YUANTARI
E4B007003**

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2009**

PENGESAHAN TESIS

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

**STUDI EKONOMI LINGKUNGAN PENGGUNAAN
PESTISIDA DAN DAMPAKNYA PADA KESEHATAN
PETANI DI AREA PERTANIAN HORTIKULTURA
DESA SUMBER REJO KECAMATAN NGABLAK
KABUPATEN MAGELANG JAWA TENGAH**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

N a m a : MG Catur Yuantari

N I M : E4B007003

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 4 Mei 2009 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Pembimbing I

Pembimbing II

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

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

Penguji I

Penguji II

Ir.Tri Joko,M.Si
NIP. 132 087 434

Soedjono, SKM, M.Kes
NIP. 140 090 030

Semarang, Mei 2009
Universitas Diponegoro
Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan
Ketua Program

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

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penelitian manapun yang belum atau tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan di dalam daftar pustaka. Penulisan ini adalah karya pemikiran saya, oleh karena itu karya ini sepenuhnya merupakan tanggung jawab penulis

Semarang, Mei 2009

Penulis,

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : MG Catur Yuantari, SKM
NPP : 0686.11.2000.00211
Tempat/Tanggal Lahir : Semarang, 11 Juli 1977
Alamat Kantor : Fakultas Kesehatan UDINUS
Jl. Nakula I no 5-11 Semarang
Alamat Rumah : Jl. Tawang Sari 29/28 Tanjung Mas Semarang
Alamat e-mail : emgeceye@yahoo.com

Riwayat Pendidikan

1. SDN Bulu I Semarang, lulus tahun 1990
2. SMPN 7 Semarang, lulus tahun 1993
3. SMAN 3 Semarang, lulus tahun 1996
4. DIII Hiperkes UNS Surakarta, lulus tahun 1999
5. S1 Kesehatan Masyarakat UDINUS Semarang, lulus tahun 2004

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya jualah sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Studi Ekonomi Lingkungan Penggunaan Pestisida Dan Dampaknya Pada Kesehatan Petani Di Area Pertanian Hortikultura Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang Jawa Tengah”

Penulis mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya atas bantuan dari berbagai pihak yang telah membantu selesainya penulis mengikuti studi di program Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro sampai dengan tersusunnya tesis ini. Untuk itu tak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama ditujukan kepada :

1. Direktur Pasca Sarjana Universitas Diponegoro beserta seluruh staf yang telah memberi fasilitas serta kemudahan selama mengikuti pendidikan.
2. Ibu dr. Onny setiani, Ph.D, selaku pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan pengarahan dalam menyusun tesis ini.
3. Bapak Nurjazuli,SKM, M.Kes selaku pembimbing II yang memberikan bimbingan dan arahan yang sangat bermanfaat dalam penyusunan tesis ini.
4. Rektor Universitas Dian Nuswantoro Semarang yang telah memberi kesempatan dan memberi izin untuk mengikuti pendidikan.
5. Ketua Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang atas bimbingan selama penulis mengikuti pendidikan.

6. Kepala Labkesda Magelang dan Kepala Puskesmas Ngablak beserta staf yang telah membantu dalam melakukan penelitian.
7. Bapak Ir. Tri Joko, M.Si dan Bapak Soedjono, SKM, M.Kes, selaku penguji yang memberikan banyak koreksi dan masukan untuk perbaikan tesis ini.
8. Suami dan anakku yang tercinta yang selalu memberikan dorongan agar proses studi selalu berjalan lancar
9. Rekan-rekan di Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang khususnya angkatan tahun 2007.
10. Dekan beserta Rekan-rekan di Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro Semarang yang selalu memberikan dorongan selama proses studi.
11. Pihak-pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dengan sepenuh hati, bahwa dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun teknis penulisan karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu dengan hati yang tulus harapan penulis untuk mendapatkan koreksi dan telaah yang bersifat konstruktif agar tesis ini menjadi lebih baik.

Semarang, Mei 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
1. Tujuan Umum	6
2. Tujuan Khusus	6
D. Manfaat Penelitian	7
E. Ruang Lingkup Penelitian	8
F. Keaslian Penelitian	9
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	12
A. Pestisida.....	12
B. Pestisida Berdasarkan Pengaruh Fisologis	13
C. Formulasi Pestisida	15
D. Karakteristik Pestisida	19
E. Persistensi Pestisida	21
F. Penggolongan Enzim	24
G. Aktifitas Cholinesterase untuk diagnosa keracunan Organofosfat.....	31
H. Pembentukan Hemoglobin	32
I. Patofisiologi Keracunan Organofosfat	33
J. Ekonomi Lingkungan	37
K. Tanah	42
L. Usaha Tani	49
M. Dampak Penggunaan Pestisida	55
N. Kerangka Teori	58

BAB III. METODE PENELITIAN.....	59
A. Kerangka Konsep.....	59
B. Hipotesis.....	60
C. Jenis dan rancang Penelitian	61
D. Populasi dan Sampel.....	61
E. Variabel Penelitian	62
F. Definisi Operasional.....	63
G. Sumber Data Penelitian.....	68
H. Alat dan Cara Penelitian	68
I. Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....	77
BAB IV. HASIL PENELITIAN.....	80
A. Gambaran Umum Daerah Penelitian.....	80
B. Jenis Tanaman dan Perilaku Petani.....	82
C. Pestisida dan Penggunaannya.....	83
D. Gambaran Karakteristik Responden.....	85
E. Analisis Bivariat.....	96
F. Rangkuman Hasil Analisis Bivariat.....	108
G. Hasil Analisis Multivariat	109
BAB V . PEMBAHASAN.....	111
A. Analisis Manfaat Usahatani di Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.....	112
B. Analisis Faktor Risiko dan Kejadian Keracunan.....	114
C. Analisis Kejadian Keracunan dengan Biaya Pengobatan.....	118
D. Analisis Risiko Penggunaan Pestisida terhadap lingkungan tanah pada petani	118
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	124
A. Kesimpulan.....	124
B. Saran.....	125

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 : Reaksi Organofosfat	25
Gambar 2.2 : Alokasi Efisiensi Limbah Mudah Terserap.....	41
Gambar 2.3 : Kerangka Teori.....	58
Gambar 3.1 : Kerangka Konsep.....	59

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel. 2.1	Waktu Paruh Beberapa Bahan Aktif Pestisida.....	22
Tabel. 4.1	Data Administratif Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak.....	81
Tabel. 4.2	Data Kelompok Tani Desa Sumber Rejo Tahun 2008	83
Tabel. 4.3	Daftar Jenis Pestisida di Toko Pertanian Yang Digunakan oleh petani di Ngablak Tahun 2009	84
Tabel. 4.4	Distibusi Frekuensi Umur Responden Petani Hortikultura di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	85
Tabel. 4.5	Distibusi Frekuensi Tingkat Pendidikan Responden Petani Hortikultura di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	86
Tabel. 4.6	Distibusi Frekuensi Responden menurut Dosis Yang digunakan Petani Hortikultura di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	87
Tabel. 4.7	Distibusi Frekuensi Responden menurut Jumlah Pestisida Yang digunakan Petani Hortikultura di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	88
Tabel. 4.8	Distibusi Frekuensi Responden menurut Penggunaan APD Petani Hortikultura di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	89
Tabel. 4.9	Distibusi Frekuensi Responden menurut Lama menjadi Petani Hortikultura di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	89
Tabel. 4.10	Distibusi Frekuensi Responden menurut Frekuensi Penyemprotan Petani Hortikultura di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	90
Tabel. 4.11	Distibusi Frekuensi Responden menurut Metode Penyemprotan Hortikultura di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	91
Tabel. 4.12	Distibusi Frekuensi Responden menurut Metode Pencampuran Pestisida di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	92
Tabel. 4.13	Distibusi Frekuensi Responden menurut Lokasi Pencampuran Pestisida di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	92
Tabel. 4.14	Distibusi Frekuensi Responden menurut Kejadian Keracunan di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.....	93
Tabel. 4.15	Distibusi Frekuensi Responden menurut Produktivitas di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.....	94

Tabel. 4.16	Distribusi Frekuensi Responden menurut Biaya Pengobatan di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	95
Tabel. 4.17	Distribusi Frekuensi Responden menurut Kerusakan Lingkungan dilihat dari Kadar Residu Pestisida dalam tanah di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	95
Tabel. 4.18	Distribusi Frekuensi Responden menurut Karakteristik Lahan Pertanian di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang	96
Tabel. 4.19	Produktivitas pertanian menurut dosis pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	96
Tabel. 4.20	Produktivitas pertanian menurut jumlah pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	97
Tabel. 4.21	Kerusakan lingkungan menurut dosis pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	98
Tabel. 4.22	Kerusakan lingkungan menurut jumlah pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	98
Tabel. 4.23	Kadar kolinesterase darah menurut dosis pestisida di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.....	99
Tabel. 4.24	Kadar kolinesterase darah menurut jumlah pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	100
Tabel. 4.25	Kadar kolinesterase darah menurut penggunaan APD di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	101
Tabel. 4.26	Kadar kolinesterase darah menurut lama bertani di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	102
Tabel. 4.27	Kadar kolinesterase darah menurut frekuensi penyemprotan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	103
Tabel. 4.28	Kadar kolinesterase darah menurut metode penyemprotan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.....	104
Tabel. 4.29	Kadar kolinesterase darah menurut metode pencampuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.....	105
Tabel. 4.30	Kadar kolinesterase darah menurut lokasi pencampuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	106
Tabel. 4.31	Kejadian Keracunan dengan Biaya Pengobatan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	107
Tabel. 4.32	Rangkuman hasil analisis <i>Chi-square</i> antara dosis dan jumlah pestisida dengan Produktivitas di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009	108
Tabel. 4.33	Rangkuman hasil analisis <i>Chi-square</i> antara faktor-faktor risiko dengan kejadian keracunan pestisida di Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak 2009.....	108

Tabel. 4.34	Hasil analisis regresi logistik antara faktor yang berhubungan dengan kejadian keracunan pestisida di desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak 2009	109
-------------	---	-----

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Kuesioner	L.1
Lampiran 2 : Hasil Analisis Diskriptif	L.2
Lampiran 3 : Hasil Analisa Bivariat	L.3
Lampiran 4 : Hasil Analisis Multivariat	L.4
Lampiran 5 : Hasil Pemeriksaan Kholinesterase dan kadar Hb	L.5
Lampiran 6 : Foto Pelaksanaan Kegiatan	L.6
Lampiran 7 : Data Responden	L.7
Lampiran 8 : Peta Kecamatan Ngablak	L.8
Lampiran 9 : Surat Ijin Penelitian	L.9

ABSTRAK

MG CATUR YUANTARI

STUDI EKONOMI LINGKUNGAN PENGGUNAAN PESTISIDA DAN DAMPAKNYA PADA KESEHATAN PETANI DI AREA PERTANIAN HORTIKULTURA DESA SUMBER REJO KECAMATAN NGABLAK KABUPATEN MAGELANG JAWA TENGAH

xv + 124 halaman + 34 tabel + 4 gambar + 9 lampiran

Pestisida dalam sistem pertanian cukup berperan dalam peningkatan hasil tanam, namun demikian pestisida juga merupakan bahan berbahaya yang dapat menimbulkan pengaruh negatif terhadap kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan hidup. Berdasarkan hasil pemeriksaan kholinesterase darah pada petani di Kabupaten Magelang pada tahun 2006 dengan jumlah sampel yang diperiksa 550 orang menunjukkan keracunan 99,8 % dengan rincian keracunan berat 18,2%; keracunan sedang 72,73% dan keracunan ringan 8,9%. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui dampak ekonomi lingkungan akibat penggunaan pestisida pada kesehatan petani di area pertanian hortikultura desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah.

Metode penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional*, dengan populasi petani sayuran di Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak. Pengambilan sampel menggunakan teknik *simple random sampling*, jumlah sampel 68 orang, sedangkan residu pestisida pada tanah diambil 20 sampel.

Hasil penelitian menunjukkan ada hubungan bermakna antara pemakaian dosis ($p=0,001$), penggunaan APD ($p=0,001$), metode penyemprotan ($p=0,001$), metode pencampuran ($p=0,032$) dan lokasi pencampuran ($p= 0,002$) dengan kejadian keracunan pestisida organofosfat serta ada hubungan antara keracunan pestisida terhadap biaya pengobatan dengan hasil pengujian statistik($p=0,001$) pada petani sayuran di Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah petani sayuran yang mengalami keracunan sebesar 76,5% sedangkan residu pestisida pada tanah negatif namun jika dikaji secara teori masih terdapat kandungan residu pestisida dalam tanah. Untuk menghindari keracunan pestisida, disarankan Dinas pertanian dan Kesehatan melakukan pemantau terhadap petani baik itu cara penggunaan pestisida serta pemeriksaan kesehatan petani secara berkala.

Kata kunci : Ekonomi lingkungan, Pestisida.

Kepustakaan : 40, 1991 - 2009

ABSTRACT

MG CATUR YUANTARI

ENVIRONMENTAL ECONOMIC STUDY OF PESTICIDE USING AND IT'S EFFECT ON THE HEALTH OF FARMERS IN THE AREA HORTICULTURE AGRICULTURE SUMBER REJO VILLAGE, SUB DISTRICT OF NGABLAK, DISTRICT OF MAGELANG CENTRAL JAVA

xv+ 124 pages + 34 tables + 4 pictures + 9 enclosures

Pesticides in the agricultural system is quite a role in increasing the plant, however, pesticides are also hazardous materials that could cause a negative influence on human health and environmental sustainability. Based on the results of blood examination cholinesterase on farmers in Magelang regency in the year 2006 with the number of examined samples of 550 people shows 99.8% with poisoned details poisoned weight 18.2%; virulence are 72.73% and 8.9% mild virulence. Goal of this research is to know the impact of economic environment resulting from the use of pesticides on the health of farmers in the area of agriculture horticulture Sumber Rejo village sub district Ngablak district of Magelang Central Java.

The method of this research was an observation research with a cross sectional approach, the population is all farmers of vegetable at Sumber rejo village, Sub District of Ngablak. Sixty eight samples were taken using the simple random sampling, while the residues of pesticides in soil samples taken 20.

The result of this research showed significant relationship between the using dose of pesticide ($p = 0,001$), the use of APD ($p = 0,001$), method of spraying ($p = 0,001$), the method of mixing ($p = 0,032$) and mixing location ($p = 0,002$) with the occurrence of pesticides poisoned organofosfat and have poisoned the relationship between pesticide treatment of the cost with the results of the test statistics ($p = 0,001$) in the vegetable farmers in Sumber Rejo village sub district of Ngablak, district of Magelang.

Conclusions of this research cholinesterase examination on farmers of vegetable who suffered pesticide poisoning 76,5 %, while pesticide residues in soil negative if examined in theory there are residues of pesticides in the womb of land. To avoid pesticides poisoned, Department recommended perform agricultural and health monitoring of both the farmers how to use pesticides and farmers' health checks periodically.

Keywords: Pesticides, Environmental Economics.

Bibliografi: 40, 1991 – 2009

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Populasi pekerja di Indonesia meningkat terus, menurut data Biro Pusat Statistik, jumlah tenaga kerja di Indonesia yang pada tahun 1997 masih sekitar 89 juta, pada tahun 2000 sudah mencapai lebih dari 95 juta orang diantaranya 50 % bekerja di sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan, yang menurut ILO merupakan sektor pekerjaan yang paling beresiko terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja, selain sektor pertambangan.ⁱ

Petani merupakan kelompok kerja terbesar di Indonesia. Meski ada kecenderungan semakin menurun di tiap tahun, namun angkatan kerja yang bekerja pada sektor pertanian masih berjumlah 42 juta orang atau sekitar 40% dari angkatan kerja penduduk Indonesia. Banyak wilayah kabupaten di Indonesia yang mengandalkan pertanian, termasuk perkebunan sebagai sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD). Di dalam sektor pertanian termasuk diantaranya sub sektor tanaman pangan, hortikultura, dan perkebunan. Angkatan kerja yang termasuk petani adalah mereka yang bekerja pada pertanian tanaman pangan (seperti padi, jagung, sagu), pemetik teh, kelapa, kopra dan tanaman hortikultura. Petani tanaman pangan masih merupakan jumlah terbesar, sehingga kesehatan petani sebagai modal awal untuk bekerja, maupun risiko ketika bekerja harus dikelola dengan baik dan profesional untuk mendukung produktivitas wilayah.ⁱⁱ

Dalam bidang pertanian, pestisida merupakan sarana untuk membunuh jasad pengganggu tanaman. Menurut FAO pestisida adalah setiap zat atau campuran yang diharapkan sebagai pencegahan, menghancurkan atau pengawasan setiap hama termasuk vektor terhadap manusia dan penyakit pada binatang, tanaman yang tidak disukai dalam proses produksi. Penggunaan pestisida pertanian Indonesia maju pesat dan juga petani menjadi senang dengan melihat hasil tanam yang bagus serta tidak rusak diganggu dengan hama dan gulma.

Pada tahun 1984 Indonesia menguasai 20% dari pangsa pasar pestisida dunia, dalam periode 1982 – 1987 terjadi peningkatan pemakaian pestisida sebesar 36% dibanding periode sebelumnya, sedangkan untuk *herbisida* peningkatan mencapai 70% dan total pemakaian *insektisida* pada tahun 1986 mencapai 1723 ton, yang berarti setiap hektar lahan pertanian menggunakan 1,69 kilogram *insektisida*.ⁱⁱⁱ

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak dampak negatif dari penggunaan pestisida, dampak negatif tersebut diantaranya kasus keracunan pada manusia, ternak, polusi lingkungan dan resistensi hama. Data yang dikumpulkan WHO menunjukkan 500.000-1.000.000 orang per tahun di seluruh dunia telah mengalami keracunan pestisida dan sekitar 500-1000 orang per tahun diantaranya mengalami dampak yang sangat fatal seperti kanker, cacat, kemandulan dan gangguan pada hepar. Penggunaan pestisida yang tidak terkendali akan menimbulkan bermacam-macam masalah kesehatan dan pencemaran lingkungan. Penggunaan pestisida yang dipengaruhi oleh daya racun, volume dan tingkat pemajanan secara signifikan mempengaruhi dampak

kesehatan. Semakin tinggi daya racun pestisida yang digunakan semakin banyak tanda gejala keracunan yang dialami petani.^{iv,v}

Tingkat pencemaran pestisida di kabupaten Magelang sudah mengkhawatirkan, dilihat dari banyaknya petani di sentra hortikultura yang tercemar pestisida dalam kandungan darahnya. Berdasarkan pemeriksaan sampel *cholinesterase* atau uji petik darah tahun 2006, dari 550 sampel darah petani yang selama ini menggarap ladang sayuran 99,8% di antaranya telah tercemar zat kimia pembasmi hama. Dari 99,8% petani yang telah keracunan pestisida tersebut, 18,2% termasuk dalam kategori keracunan berat, 72,73% kategori sedang, 8,9% kategori ringan, dan hanya 0,1% kategori normal.^{vi}

Hal ini juga didukung dengan data hasil rapid survey KLB di dusun Beran, desa Kanigoro kecamatan Ngablak kabupaten Magelang didapat data sebagai berikut: total responden 31 orang dengan usia antara 16 tahun sampai dengan 65 tahun, dengan korban meninggal 10 orang, berdasarkan jawaban responden bahwa gejala awal yang dirasakan korban adalah lemas, mual, dan pusing 100%, 89,9% muntah, diare, kejang dan hematemesis. Sumber air yang digunakan korban berasal dari mata air Ngetuk dan hanya satu yang mendapat tambahan air dari mata air Ngedog dengan kondisi mata air sangat jernih dengan kondisi perpipaan banyak yang bocor serta adanya perilaku pembuangan sisa penggunaan pestisida (Dursban ataupun Matador) ke dalam tanah atau sungai. Aliran air di perkebunan yang berdekatan dengan mata air, sangat memungkinkan terjadinya pencemaran pestisida pada sumber air atau melalui pipa-pipa yang bocor.^{vii}

Peranan pestisida dalam sistem pertanian sudah menjadi dilema yang

sangat menarik untuk dikaji. Berpihak pada upaya pemenuhan kebutuhan produksi pangan sejalan dengan peningkatan pertumbuhan penduduk Indonesia, maka pada konteks pemenuhan kuantitas produksi pertanian khususnya produk hortikultura pestisida sudah tidak dapat lagi dikesampingkan dalam sistem budidaya pertanian. Di pihak lain penggunaan pestisida membawa bencana yang sangat hebat terhadap kesehatan petani dan konsumen akibat mengkonsumsi produk hortikultura yang mengandung residu pestisida. Dampak lain yang tidak kalah pentingnya adalah timbulnya pencemaran air, tanah dan udara yang dapat mengganggu sistem kehidupan organisme lainnya di biosfer, dari beberapa hasil penelitian ternyata pestisida dari golongan organofosfat seperti diazinon, parathion dan chlorvinphos dapat menurunkan populasi *Acarina sp*, tetapi bisa meningkatkan populasi *Collebola sp*.^{viii}

Berdasarkan hasil penelitian Prihadi di Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang dari 68 responden 88,24% para petani menggunakan dosis pestisida tidak sesuai aturan, serta 64,71% mereka melakukan praktik pencampuran pestisida. Para petani dalam penyemprotan pestisida tidak memperhatikan arah angin sebanyak 72% dan juga praktek penanganan pestisida masih buruk sebesar 75%. Kejadian keracunan pestisida dapat diketahui dari hasil pemeriksaan kolinesterase darah petani 76,47 % mereka tergolong keracunan pestisida serta 60,29% petani mengalami anemia yang ditunjukkan dengan hasil pengukuran kadar Hb darah kurang dari 13 gr/%.^{ix}

Berdasarkan dari permasalahan di atas, akan dilakukan kajian lebih lanjut mengenai studi ekonomi lingkungan terhadap penggunaan pestisida dan

dampaknya pada kesehatan petani di area pertanian hortikultura desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah.

B. Rumusan Masalah

Pestisida dalam sistem pertanian cukup berperan dalam peningkatan hasil tanam, namun pestisida juga merupakan bahan berbahaya yang dapat menimbulkan pengaruh negatif terhadap kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan hidup. Desa Sumber Rejo merupakan daerah pertanian yang sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani serta menggunakan pestisida dalam pengendalian hama tanaman. Berdasarkan hasil penelitian Prihadi 2007 di desa Sumber Rejo dari 68 petani 76,4 % mereka tergolong keracunan pestisida serta 60,29% petani mengalami anemia dan juga data hasil rapid survey KLB di dusun Beran, Desa Kanigoro kecamatan Ngablak kabupaten Magelang didapat data sebagai berikut: total responden 31 orang dengan usia antara 16 tahun sampai dengan 65 tahun, dengan korban meninggal 10 orang, berdasarkan jawaban responden bahwa gejala awal yang dirasakan korban adalah lemas, mual, dan pusing 100%, 89,9% muntah, diare, kejang dan hematemesis. Hal ini berarti bahwa penggunaan pestisida sangat mempengaruhi kesehatan petani yang dapat juga meningkatnya biaya untuk pengobatan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah ”Bagaimana pengaruh penggunaan pestisida dan dampaknya pada kesehatan petani di area pertanian hortikultura desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah ditinjau dari segi ekonomi lingkungan.”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui dampak ekonomi lingkungan akibat penggunaan pestisida pada kesehatan petani di area pertanian hortikultura desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengidentifikasi karakteristik dosis dan jumlah pestisida yang dipakai, APD yang digunakan, lama kerja petani, frekuensi penyemprotan, metode penyemprotan, metode pencampuran pestisida, lokasi pencampuran, tingkat keracunan (kadar kholinestrasi) pada petani sayuran di kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah.
- b. Mengidentifikasi pendapatan dan biaya pengeluaran satu kali masa panen dalam memprediksi produktivitas pertanian (khususnya biaya pembelian pestisida dan biaya pengobatan kesehatan) pada petani sayuran di kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah.
- c. Menganalisis hubungan antara dosis, jumlah pestisida, penggunaan APD, lama bertani, frekuensi, metode penyemprotan, metode pencampuran dan lokasi pencampuran dengan kejadian keracunan pestisida

- d. Menganalisis hubungan antara kejadian keracunan pestisida dengan biaya pengobatan pada petani sayuran di kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah
- e. Menganalisis risiko penggunaan pestisida terhadap lingkungan tanah pada petani sayuran di kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak antara lain:

1. Bagi Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengembangan ilmu pengetahuan tentang kesehatan lingkungan di bidang pertanian khususnya pestisida organofosfat.

2. Dinas Kesehatan dan Pertanian Kabupaten Magelang

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan penggunaan pestisida untuk Dinas Pertanian serta pelayanan kesehatan untuk mencegah keracunan pestisida di Dinas Kesehatan.

3. Bagi Peneliti

Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam melakukan penelitian, analisis data dan penelitian ilmiah.

4. Bagi Masyarakat

Menambah pengetahuan petani tentang risiko lingkungan terhadap penggunaan pestisida di dalam pertanian sehingga diharapkan dapat memilih serta menggunakan pestisida secara tepat dan aman.

E. Ruang Lingkup Penelitian

1. Lingkup Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Februari 2009.

2. Lingkup Lokasi

Penelitian dilakukan di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang.

3. Lingkup Materi

Materi penelitian ini hanya dibatasi pada studi ekonomi lingkungan terhadap penggunaan pestisida (organofosfat) dan dampaknya pada kesehatan petani di area pertanian hortikultura desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah.

F. Keaslian Penelitian

Hasil Penelitian terdahulu yang mendukung adalah:

No	Nama	Judul	Variabel Penelitian
1	Khabib Mualim (2002)	Beberapa faktor risiko yang meliputi pemaparan pestisida dan penyemprotan yang rentan berpengaruh terhadap kejadian keracunan pestisida di kecamatan Bulu	Umur, status gizi, anemia, cara penanganan pestisida, pemakaian APD, dosis, jumlah dan jenis pestisida, masa kerja petani, lama penyemprotan, tindakan penyemprotan, waktu penyemprotan terhadap kejadian keracunan pestisida organofosfat. Desain penelitian : <i>study case control</i>
2	Muinudin (2002)	Faktor-faktor yang berhubungan dengan aktifitas enzim <i>cholinesterase</i> pada petani penyemprot pestisida di Kecamatan Segimin Kabupaten Bengkulu	Pengetahuan pestisida, APD, lama bekerja, status gizi, praktek penyemprotan, frekuensi penyemprotan dan durasi penyemprotan. Desain penelitian: <i>Study cross sectional</i>
3	Enny S	Hubungan antara	Daya racun, volume

	Pawukir (2002)	penggunaan pestisida dan dampak kesehatan: Studi kasus di dataran tinggi Sumatra Barat	pestisida, dan tingkat pemajanan pestisida. Desain penelitian: <i>Study cross sectional</i>
4	Prihadi (2007)	Faktor-faktor yang berhubungan dengan efek kronis keracunan pestisida organofosfat pada petani Sayuran di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang	Pengetahuan, pemakaian alat pelindung diri, lama kerja sebagai petani, dosis pestisida frekuensi penyemprotan, praktek penyemprotan dengan arah angin, praktek penanganan pestisida dan waktu penyemprotan yang dihubungkan dengan efek kronik keracunan pestisida Desain penelitian: <i>Study cross sectional</i>
5	Farikhun Asror (2007)	Faktor risiko keracunan pestisida organofosfat pada petani hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang	Pengetahuan, kadar Hb, status gizi, masa kerja, lama penyemprotan, frekuensi menyemprot, pemakaian APD, tindakan terhadap arah angin, pengelolaan

			pestisida, jumlah pestisida, dosis pestisida dengan keracunan pestisida Desain penelitian : <i>study</i> <i>case control</i>
--	--	--	--

Penelitian ini berbeda dengan penelitian diatas karena penelitian ini difokuskan pada kajian studi ekonomi lingkungan akibat penggunaan pestisida dan dampaknya pada kesehatan petani di area pertanian hortikultura desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Pestisida

Pestisida berasal dari kata *pest*, yang berarti hama dan *cida*, yang berarti pembunuh, jadi pestisida adalah substansi kimia digunakan untuk membunuh atau mengendalikan berbagai hama. Pestisida mempunyai arti yang sangat luas, yang mencakup sejumlah istilah lain yang lebih tepat, karena pestisida lebih banyak berkenaan dengan hama yang digolongkan kedalam senyawa racun yang mempunyai nilai ekonomis dan diidentifikasi sebagai senyawa kimia yang dapat digunakan untuk mengendalikan, mencegah, menangkis, mengurangi jasad renik pengganggu.^{x,xi}

1. Pengertian pestisida

Secara luas pestisida diartikan sebagai suatu zat yang dapat bersifat racun, menghambat pertumbuhan/perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, pengaruh hormon, penghambat makanan, membuat mandul, sebagai pengikat, penolak dan aktivitas lainnya yang mempengaruhi OPT.^{xii} Sedangkan menurut *The United State Federal Environmental Pesticide Control Act*, Pestisida adalah semua zat atau campuran zat yang khusus untuk memberantas atau mencegah gangguan serangga, binatang pengerat, *nematoda*, cendawan, gulma, virus, bakteri, jasad renik yang dianggap hama kecuali virus, bakteri atau jasad renik yang terdapat pada manusia dan binatang lainnya. Atau semua zat atau campuran zat yang digunakan sebagai pengatur pertumbuhan tanaman

atau pengering tanaman.

2. Pengertian hama

Hama tanaman ialah semua binatang (termasuk serangga, tungau, babi, tikus, kalong ketam, siput, burung) yang dalam aktivitas hidupnya selalu merusak tanaman atau merusak hasil dan menurunkan kuantitas maupun kualitasnya, sehingga menimbulkan kerugian ekonomi bagi manusia. Yang dimaksud hama adalah sangat luas, yaitu tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh *fungi* (jamur), bakteri dan virus, termasuk *nematoda*/(cacing yang merusak akar), siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan.^x

B. Pestisida berdasarkan pengaruh fisiologis^{3, xiii,xiv,xv,xvi}

1. Senyawa Organoklorin

Secara kimia tergolong *insektisida* yang toksisitas relatif rendah akan tetapi mampu bertahan lama dalam lingkungan. Racun ini bersifat mengganggu susunan syaraf dan larut dalam lemak. Contoh insektisida ini pada tahun 1874 ditemukan DDT (Dikloro Difenil Tri Kloroetana) oleh Zeidler seorang sarjana kimia dari Jerman. Pada tahun 1973 diketahui bahwa DDT ini ternyata sangat membahayakan bagi kehidupan maupun lingkungan, karena meninggalkan residu yang terlalu lama dan dapat terakumulasi dalam jaringan melalui rantai makanan. DDT sangat stabil baik di air, di tanah, dalam jaringan tanaman dan hewan.

Tanda-tanda keracunan organoklorin: keracunan pada dosis rendah, si penderita merasa pusing-pusing, mual, sakit kepala, tidak dapat

berkonsentrasi secara sempurna. Pada keracunan dosis yang tinggi dapat kejang-kejang, muntah dan dapat terjadi hambatan pernafasan.

2. Senyawa organofosfat

Insektisida organofosfat adalah ester asam fosfat atau asam tiofosfat yang sifatnya menghambat *asetilkolinesterase* (AChE) sehingga terjadi akumulasi acetilkolin (Ach) yang berkorelasi dengan tingkat penghambat *cholinesterase* dalam darah. Organofosfat masuk kedalam tubuh melalui kulit, mulut dan saluran pernafasan. Organofosfat terikat dengan enzim dalam darah yang berfungsi mengatur kerja syaraf, yaitu *cholinesterase*. Apabila *cholinesterase* terikat, maka enzim ini tidak dapat melaksanakan tugasnya dalam tubuh terutama meneruskan pengiriman perintah kepada otot-otot tertentu sehingga senantiasa otot-otot bergerak tanpa dapat dikendalikan. Gejala ini muncul dengan cepat yakni dalam waktu beberapa menit sampai beberapa jam. Golongan ini sangat toksik untuk hewan bertulang belakang.

Gejala-gejala yang timbul antara lain: mula-mula sakit kepala, gangguan penglihatan, muntah-muntah dan merasa lemah, segera diikuti sesak nafas, banyak kelenjar cairan hidung, banyak keringat dan air mata, lemah dan akhirnya kelumpuhan otot-otot rangka, bingung, sukar bicara, kejang-kejang dan koma. Kematian disebabkan kelumpuhan otot-otot pernafasan. Kematian dapat terjadi dalam waktu lima menit sampai beberapa hari karena itu pengobatan harus secepat mungkin dilakukan.

Perawatannya adalah diberikan antrophine sulfat intravena sebagai antidote dan pralidoxim.

3. Senyawa karbamat

Merupakan ester asam N-metilkarbamat, yang sifat kerjanya menghambat *aseticholinesterase* (AChE) tetapi pengaruhnya jauh lebih reversible dari pada efek senyawa organofosfat.

Gejala keracunan :

Gejala keracunan karbamat sama dengan gejala keracunan organofosfat yaitu mula-mula sakit kepala, gangguan penglihatan, muntah dan merasa lemah. Segera diikuti sesak nafas, banyak kelenjar cairan hidung, banyak keringat dan air mata, lemah dan akhirnya kelumpuhan otot-otot rangka, bingung, sukar bicara, kejang-kejang dan koma. Kematian disebabkan kelumpuhan otot-otot pernafasan. Kematian dapat terjadi dalam waktu lima menit sampai beberapa hari. Karena itu pengobatan harus secepat mungkin dilakukan.

C. Formulasi pestisida

Pestisida yang telah diformulasi penggunaannya perlu dicairkan terlebih dahulu, atau dapat langsung digunakan tergantung dari formulasinya. Keuntungan diperoleh dari formulasi suatu jenis pestisida antara lain : ^{iii,x}

- a. Dapat meningkatkan aktivitasnya sebagai pestisida
- b. Dapat tahan lama disimpan tanpa mudah rusak oleh pengaruh suhu atau cuaca
- c. Mudah ditangani oleh pengguna

Secara umum jenis formulasi pestisida dapat dibedakan terdiri dari :

1. Emulsi Pekat (*Emulsifiable Concentrate*)

Merupakan formulasi cairan yang bahan aktifnya dapat larut dalam pelarut yang tidak larut dalam air, bila dicampur dengan air formulasi ini akan membentuk emulsi pekat. Formulasi ini terdiri dari dua jenis, yaitu cairan yang kepekatan rendah (1-10% bahan aktif) yang biasanya digunakan untuk mengendalikan serangga terbang atau merayap dan cairan yang kepekatan tinggi (10-80% bahan aktif) biasanya digunakan pada sayur-sayuran atau hewan ternak.

2. Serbuk basah (*Wettable powders*)

Merupakan formulasi pestisida yang kering dengan kandungan bahan aktif yang cukup tinggi. Bila dicampur dengan air, akan terbentuk dua lapisan yang terpisah dengan serbuknya terapung dibagian atas. Untuk menghindari ini, perlu dicampur dengan bahan pembasah (*wetting agent*), formulasi ini mengandung 50-75% tanah liat atau bedak. Formulasi ini lebih mudah terhisap oleh pemakai pada saat menyiapkannya, sehingga perlu menggunakan alat pelindung.

3. Serbuk larut air (*Water soluble powders*)

Formulasi kering yang mengandung 50% bahan aktif dan diperlukan bahan pembasah atau perata jika akan digunakan untuk menyemprot tanaman yang mempunyai permukaan batang/daun yang licin atau berbulu.

4. Suspensi

Formulasi ini bahan aktifnya dicampur dengan serbuk tertentu dan sedikit air, sehingga terbentuk pestisida dengan serbuk yang halus dan basah.

5. Debu (*Dust*)

Merupakan formulasi pestisida yang paling sederhana dalam pemakaiannya dan merupakan formulasi kering yang mengandung bahan aktif yang sangat rendah, berkisar antara 1-10%. Formulasi ini senantiasa digunakan dalam keadaan kering tanpa perlu dicampur air atau zat pelarut lainnya.

6. Butiran (*Granules*)

Formulasi ini menyerupai debu tetapi dengan ukuran yang lebih besar dengan ukuran 20-80 *mesh* dan dapat digunakan langsung tanpa perlu dicairkan atau dicampur dengan bahan pelarut. Bahan aktif dari formulasi ini pada umumnya berbentuk cair tetapi setelah dicampurkan dengan butiran, bahan aktifnya akan menyerap atau melekat pada butiran, dengan konsentrasi bahan aktifnya berkisar 2%-45 %.

7. *Aerosol*

Bahan aktif pestisida jenis ini harus dilarutkan dan mudah menguap dengan ukuran butiran kurang dari 10 mikron sehingga mudah terhisap sewaktu bernapas dan masuk paru-paru. Formulasi jenis ini hanya efektif terhadap serangga yang terbang atau merayap dengan residu yang sangat rendah.

8. Umpan

Umpan merupakan makanan atau bahan tertentu yang telah dicampur racun. Bahan makanan ini menjadi daya penarik jasad pengganggu sasaran. Pestisida dengan formulasi ini sangat mudah untuk digunakan yaitu hanya dengan meletakkannya di tempat-tempat tertentu yang strategis. Jumlah bahan aktif didalam umpan sangat rendah, sehingga tidak menimbulkan pengaruh terhadap lingkungan, tetapi berbahaya bagi anak-anak dan hewan ternak.

9. Fumigansia (*Fumigant*)

Fumigant merupakan formulasi yang berada dalam bentuk gas atau cairan yang mudah menguap. Gas ini dapat terhisap oleh kulit dan sangat beracun terhadap manusia, biasanya digunakan untuk mengendalikan hama-hama gudang dan jamur pathogen yang berada didalam tanah.

D. Karakteristik pestisida

Beberapa karakteristik pestisida yang perlu diketahui dalam pengertian dasar pestisida antara lain: ⁱⁱⁱ

1. Toksisitas insektisida

Dosis insektisida sangat penting untuk diketahui, karena pada dasarnya adalah racun pembunuh atau penghambat proses yang berlangsung pada sistem hidup khususnya serangga atau *anthropoda* termasuk manusia. Tindakan pengamanan dalam pembuatan dan pemakaiannya diperlukan informasi penggunaannya lebih efektif, efisien, dan ekonomis serta pertimbangan keamanan bagi manusia dan lingkungan hidup. Daya racun terhadap organisme tertentu dinyatakan dalam nilai LD 50 (*Lethal Dose* atau takaran yang mematikan). LD 50 menunjukkan banyaknya racun persatuan berat organisme yang dapat membunuh 50% dari populasi jenis binatang yang digunakan untuk pengujian, biasanya dinyatakan sebagai berat bahan racun dalam milligram, perkilogram berat satu ekor binatang uji. Jadi semakin besar daya racunnya semakin besar dosis pemakaiannya.

2. Kategori toksisitas

Label pestisida memuat kata-kata simbol yang tertulis dengan huruf tebal dan besar yang berfungsi sebagai informasi

a. Kategori I

Kata-kata kuncinya ialah "*Berbahaya Racun*" dengan simbol tengkorak dengan gambar tulang bersilang dimuat pada label bagi semua jenis pestisida yang sangat beracun. Semua jenis pestisida

yang tergolong dalam jenis ini mempunyai LD 50 yang aktif dengan kisaran antara 0-50 mg per kg berat badan.

b. Kategori II

Kata-kata kuncinya adalah “*Awas Beracun*” digunakan untuk senyawa pestisida yang mempunyai kelas toksisitas pertengahan, dengan daya racun LD 50 oral yang akut mempunyai kisaran antara 50-500 mg per kg berat badan.

c. Kategori III

Kata-kata kuncinya adalah “*Hati-Hati*” yang termasuk dalam kategori ini ialah semua pestisida yang daya racunnya rendah dengan LD 50 akut melalui mulut berkisar antara 500-5000 mg per kg berat badan

3. Tenggang waktu memasuki kawasan yang disemprot

Memasuki kawasan yang telah disemprot diperluas tenggang waktu dari saat setelah penyemprotan dilakukan hingga waktu petani kembali memasuki kawasan tersebut, waktu untuk memasuki kembali kawasan yang telah disemprot yang dianjurkan adalah sebagai berikut.^{xi)}

a. Tenggang waktu 24 jam bagi senyawa-senyawa *khloropirifos*, *Etil paration*, *Metil parathion*, *Demeton* dan lain-lain.

b. Tenggang lebih dari waktu 24 jam bagi *Azinposmetil*, *fossalon*, dan *setion*.^{iii,xvii}

Persistensi Pestisida

Pestisida dikatakan persisten (*persistent*) jika dapat bertahan pada

bidang sasaran atau pada lingkungan dalam jangka waktu yang relatif lama sesudah diaplikasikan. Dengan kata lain, pestisida yang persisten tidak mudah diuraikan oleh alam. Pestisida yang persisten meninggalkan residu yang sulit dibersihkan pada tanaman yang disemprot. DDT dan senyawa hidrokarbon berklor lainnya dilarang untuk dipakai bukan hanya karena toksisitasnya yang tinggi, tetapi karena sifatnya yang sangat persisten. Kebanyakan senyawa hidrokarbon berklor tidak lagi diizinkan untuk digunakan dibidang pertanian.

Tingkat residu pestisida dilingkungan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu lingkungan, kelarutannya dalam air, serta penyerapan oleh koloid dan bahan organik tanah. Stabilitas pestisida di lingkungan dihitung dengan waktu degradasi setengah umur jangka waktu yang diperlukan untuk degradasi senyawa kimia hingga tinggal separuhnya (DT50). Menurut Shu Gui Dai dkk, (1998), pestisida dikatakan tidak persisten jika waktu setengah umurnya kurang dari 3 bulan, semi persisten jika waktu setengah umurnya 3-12 bulan, dan yang waktu setengah umurnya lebih dari 12 bulan diklasifikasikan sebagai pestisida persisten. Pestisida yang tidak persisten bisa diuraikan di alam menjadi senyawa yang tidak berbahaya (detoksifikasi). Penguraian bisa berlangsung secara kimiawi (fotolisis, hidrolisis) atau secara biologis oleh tanaman dan atau mikro-organisme. Efek residu pestisida yang tidak persisten pada tanaman bisa menurun dengan relatif cepat dalam beberapa bulan. Pestisida modern dari kelompok organofosfat, karbamat dan piretroid umumnya tidak lagi bersifat persisten. Pola degradasi bahan aktif pestisida umumnya tidak mengikuti pola linier.

Umumnya grafik degradasi mula-mula curam (berarti degradasi berjalan cepat) selanjutnya agak mendatar (degradasi berjalan semakin melambat) sehingga jika DT50 dari suatu bahan aktif pestisida adalah 5 hari, bukan berarti bahwa pestisida tersebut habis terdegradasi dalam waktu $5 \times 2 = 10$ hari. Mungkin saja pestisida yang DT50-nya 5 hari baru akan habis terdegradasi dalam waktu 2-3 bulan.^{xviii,xix}

Tabel 2.1 Waktu paruh beberapa bahan aktif pestisida

No	Bahan aktif	Waktu Paruh (DT50)
1	2,4 D	Tanah: < 7 hari
2	<i>Alumunium fosetil</i>	Tanah: 1,5 jam
3	<i>Ametrin</i>	Tanah: 70-129 hari
4	<i>Atrazin</i>	Tanah: 35-50 hari
5	<i>Bensultap</i>	Tanah: 3-35 hari
6	<i>Bentazon</i>	Tanah: 12 hari
7	<i>Bifentrin</i>	Tanah: 65-125 hari
8	<i>BPMC</i>	Tanah: 6-30 hari
9	<i>Bromasil</i>	Tanah: 5 bulan
10	<i>Buprofesin</i>	Tanah: 20-30 hari
11	<i>Butaklor</i>	Tanah: 6-10 minggu
12	<i>Siprokonazol</i>	Tanah: 3 bulan
13	<i>Deltrametrin</i>	Tanah: <23 hari

Lanjutan Tabel 2.1 Waktu paruh beberapa bahan aktif pestisida

No	Bahan aktif	Waktu Paruh (DT50)
14	<i>Diapentiuron</i>	Tanah: 1 jam-1,4 hari
15	<i>Dimetoat</i>	Tanah:7-16 hari
16	<i>Diasinon</i>	Tanah: 11-21 hari
17	<i>Diflubenzuron</i>	Tanah: <7 hari
18	<i>Dikamba</i>	Tanah:<14 hari
19	<i>Dikofol</i>	Tanah: 60-100 hari
20	<i>Diuron</i>	Tanah:4-8 bulan
21	<i>Endosultan</i>	Tanah:30-70 hari
22	<i>Fenitrothion</i>	Tanah:12-28 hari
23	<i>Fenvalerat</i>	Tanah:75-80 hari
24	<i>Flufenoksuron</i>	Tanah liat: 42 hari
25	<i>Flutolanil</i>	Tanah: 40-60 hari
26	<i>MCPA</i>	Tanah:3-4 bulan
27	<i>Kaptan</i>	Tanah:1 hari
28	<i>Karbaril</i>	Tanah liat: 14-28 hari
29	<i>Karbofuran</i>	Tanah: 30-60 hari
30	<i>Klorpirifos</i>	Tanah:60-120 hari
31	<i>Klorfluazuron</i>	Tanah: 6 minggu
32	<i>Klorotalonil</i>	Tanah:5-36 hari
33	<i>Kuinalfos</i>	Tanah: 3 minggu
34	<i>Lamda sihalotrin</i>	Tanah:4-12 minggu

Lanjutan Tabel 2.1 Waktu paruh beberapa bahan aktif pestisida

No	Bahan aktif	Waktu Paruh (DT50)
35	<i>Mankozeb</i>	Tanah: 6-15
36	<i>Metalaksil</i>	Tanah: 70-90 hari
37	<i>Metil metsulfuron</i>	Tanah: 1-5 minggu
38	<i>Metoklor</i>	Tanah: 30 hari
39	<i>Oksadiazon</i>	Tanah: 3-6 hari
40	<i>Pikloram</i>	Tanah: 30-330 hari
41	<i>Profenofos</i>	Tanah: 1 minggu
42	<i>Probineb</i>	Sangat cepat
43	<i>Sulfosat</i>	Tanah: 3 hari
44	<i>Triadimefon</i>	Tanah liat berpasir: 18 hari
45	<i>Triasulfuron</i>	Tanah liat: 12-45 hari

Sumber: Anonim (2001), Pedoman Cara Penggunaan Pestisida Dengan Residu minimum

Penggolongan enzim

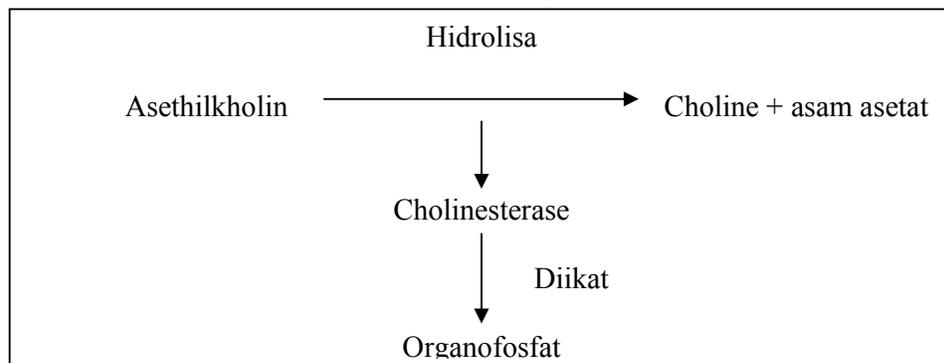
The International Union of Biochemistry (IUB) menggolongkan enzim kedalam enam kelas, sesuai dengan jenis reaksi yang dikatalisnya. Kelas pertama ialah oksidoreduktase, enzim ini mengkatalis oksidasi suatu substrat sambil mereduksi yang lain pada saat yang sama. Kelas kedua adalah suatu substrat ke substrat yang lain. Kelas ketiga dikatalis oleh enzim hidrolase. Pada saat reaksi yang dikatalis berbagai enzim ketiga ini, ikatan kovalen, ester, eter, peptide, dan anhidrida asam dipecah sambil memasukkan fragmen dari satu molekul air ke ikatan kovalen terbuka. Kelas keempat disebut dengan enzim liase yaitu mengkatalis pemecahan dua gugus dari suatu substrat sehingga terbentuklah ikatan rangkap. Kelas kelima

adalah enzim *isomerase* yaitu mengkatalis perubahan satu isomer ke isomer yang lain. Kelas keenam adalah enzim *ligase* mengkatalis ikatan *kovalen* dengan ATP.^{xx}

1. Mekanisme kerja pestisida dalam tubuh manusia

Pestisida golongan organofosfat dan karbamat adalah persenyawaan yang tergolong asetilkolinesterase seperti physostigmin, prostigmin, diisopropyl fouro fosfat dan karbamat.

Aksi toksis organofosfat adalah “Cara bekerjanya pestisida organofosfat pada serangga maupun pada manusia berpengaruh sebagai penekanan *cholinesterase* yang *irreversible*”, sehingga dalam waktu yang lama akan terjadi stimulasi yang berlebihan pada syaraf kholinergis dan susunan syaraf pusat (SSP), karena adanya stimulasi asetilkholin”. Pestisida jenis organofosfat akan mengadakan ikatan yang kuat dengan fosfat, sehingga menjadi rusak dan hilang kemampuannya untuk menghidrolisa asetilkholin. Reaksinya dapat digambarkan :



Gambar : 2.1 Reaksi *organofosfat*

Cholinesterase adalah suatu enzim yang terdapat pada cairan seluler, yang fungsinya menghentikan aksi dari pada *achethylcholin* dengan jalan menghidrolisa menjadi cholin dan asam asetat.

Achethylcholin adalah suatu neuro hormon yang terdapat antara ujung-ujung syaraf dan otot, sebagai media kimia yang fungsinya meneruskan rangsangan syaraf atau impuls ke reseptor sel-sel otot dan kelenjar. Apabila rangsangan ini berlangsung terus-menerus akan menyebabkan gangguan pada tubuh. Untuk itu menghentikan rangsangan yang ditimbulkan oleh *achethylcholin* dengan jalan hidrolisa menjadi cholin dan asam asetat

Didalam tubuh dalam darah, *cholinesterase* akan mengikat pestisida golongan organofosfat tersebut. Reaksi antara organofosfat dan *cholinesterase* disebut *fosforilase* dengan menghasilkan senyawa "*Phosphorylated Cholinesterase*" pengikatan antara organofosfat dan *cholinesterase* hampir irreversible. Hal ini merupakan sebab-sebab mengapa organofosfat sangat berbahaya.

Oleh karena itu *phosphorylated* enzim ini tidak mampu lagi menghidrolisir *achethylcholin*, mengakibatkan *achethylcholin* mendapat kesempatan tinggal dan tertimbun pada tempat-tempat reseptor. Disamping organofosfat, ada beberapa zat antikholinesterase yang termasuk golongan karbamat. Reaksi pengikatnya disebut dengan karbamilasi.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas *Cholinesterase*

Pestisida hasil pemeriksaan aktivitas *cholinesterase* darah dipergunakan sebagai penegas terjadinya keracunan yang disebabkan pestisida. Dinyatakan bahwa keracunan pestisida juga merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya rendahnya aktivitas *cholinesterase* darah, khususnya bagi petani pengguna pestisida.

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

a. Faktor di luar tubuh meliputi

1) Suhu lingkungan

Suhu lingkungan diduga berpengaruh melalui mekanisme penguapan melalui keringat petani, sehingga tidak dianjurkan menyemprot pada suhu udara lebih dari 35 °C.

2) Arah kecepatan angin

Penyemprotan yang baik harus searah dengan arah angin supaya kabut semprot tidak tertiuap kearah penyemprot dan sebaiknya penyemprotan dilakukan pada kecepatan angin dibawah 750 m permenit.

3) Daya racun dan konsentrasi pestisida

Daya racun dan konsentrasi pestisida yang semakin kuat akan memberikan efek samping yang semakin besar pula.

4) Lama pemaparan

Semakin lama seseorang kontak dengan pestisida akan semakin besar resikonya keracunan, penyemprotan hendaknya tidak melebihi 45 jam secara terus-menerus dalam sehari.

5) Masa kerja menyemprot

Petani yang berpengalaman cenderung mendapat pemaparan yang rendah.

6) Tinggi tanaman yang disemprot

Semakin tinggi tanaman yang disemprot petani cenderung mendapat pemaparan yang lebih besar.

7) Kebiasaan memakai alat pelindung diri

Petani yang menggunakan baju lengan panjang dan celana panjang (lebih tertutup) akan mendapat efek yang lebih rendah dibandingkan yang berpakaian minim.

8) Jenis pestisida

Pestisida yang mempunyai sifat anti *cholinesterase* mengakibatkan pengikatan *cholinesterase* sehingga meningkatkan risiko keracunan.

9) Frekuensi menyemprot

Semakin sering petani melakukan penyemprotan dengan petugas akan lebih besar risiko keracunan.

b. Faktor didalam tubuh

Beberapa faktor didalam tubuh yang mempengaruhi terjadinya keracunan antara lain :

1) Umur petani

Semakin tua usia petani akan semakin cenderung untuk mendapatkan pemaparan yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan menurunnya fungsi organ tubuh.

2) Jenis kelamin

Petani jenis kelamin wanita cenderung memiliki rata-rata kadar *cholinesterase* yang lebih tinggi dibandingkan petani laki-laki. Meskipun demikian tidak dianjurkan wanita menyemprot pestisida, karena pada kehamilan kadar *cholinesterase* cenderung turun sehingga kemampuan untuk menghidrolisa *acethylcholin* berkurang.

3) Status gizi

Petani yang status gizinya buruk memiliki kecenderungan untuk mendapatkan risiko keracunan yang lebih besar bila bekerja dengan pestisida organofosfat dan karbamat oleh karena gizi yang kurang berpengaruh terhadap kadar enzim yang bahannya adalah protein.

4) Kadar hemoglobin

Petani yang tidak anemi secara tidak langsung mendapat efek yang lebih rendah. Petani yang anemi memiliki risiko lebih besar bila bekerja dengan pestisida organofosfat dan karbamat.

Petani yang kadar hemoglobin rendah akan memiliki kadar *cholinesterase* yang rendah, karena sifat organofosfat yang mengikat enzim *cholinesterase* yang pada akhirnya *cholinesterase* tidak lagi mampu menghidrolisa *achethylcholin*.^{xxi}

5) Keadaan kesehatan

Menurut Israel Devidson dan Jhon Bernad Henry, penyakit yang dapat menurunkan aktivitas *cholinesterase* adalah jenis penyakit gangguan pada fungsi hepar, *Asbes* dan *Metastatic carcinoma* pada liver. Dikarenakan menurunnya kemampuan dari hepar didalam mendeteksifikasi bahan toksik organofosfat.

3. Akibat paparan pestisida *Organofosfat* terhadap aktivitas *cholinesterase*

Cholinesterase merupakan suatu enzim dengan berat molekul sekitar 3.000.000 dan mempunyai 48 bagian aktif yang masing-masing terdiri dari suatu bagian anion dan satu bagian esteratik (*protenated acidic group*). Penurunan aktivitas *Cholinesterase* darah seseorang itu berkurang karena adanya organofosfat dalam darah yang akan membentuk senyawa *phosphorilated cholinesterase* sehingga enzim *cholinesterase* tidak dapat berfungsi lagi yang mengakibatkan kadar aktif dari enzim tersebut akan berkurang.

Berkurangnya enzim *cholinesterase* mengakibatkan menurunnya kemampuan menghidrolisa *achethylcholine*, sehingga *achethylcholine* lebih lama di reseptor, yang akan memperhebat dan memperpanjang efek rangsang syaraf *cholinergic* pada sebelum dan sesudah *ganglion* (*pre* dan *post ganglionic*). Akibat rangsangan syaraf yang terus-menerus akan

merusak fungsi syaraf yang bermanifestasi kelemahan otot, mual-mual, muntah, *hipersalivasi*, *tremor*, *paralysis* dan lain-lain. Penurunan aktivitas cholinesterase dalam plasma akan kembali normal memerlukan waktu 3 minggu sedangkan dalam darah merah akan membutuhkan waktu 2 minggu.^{xi}

Aktifitas *Cholinesterase* untuk diagnosa keracunan Organofosfat

Penurunan aktivitas *cholinesterase* plasma atau serum, merupakan kenyataan yang paling jelas adanya penyerapan yang berlebihan dari pestisida jenis organofosfat dan karbamat. Depresi aktivitas *cholinesterase* ini bertahan dalam 2 minggu. Fosfat organik menghasilkan metabolit yang biasanya ditemukan dalam kencing korban dalam waktu 12-48 jam sesudah penyerapannya dalam jumlah yang cukup berarti.

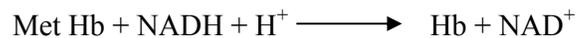
Pemeriksaan yang dapat dikerjakan di luar laboratorium khususnya adalah melakukan pemeriksaan aktivitas *cholinesterase* dengan metode pembacaan kinetik, pada dasarnya enzim *cholinesterase* dalam darah tidak diaktifkan oleh organofosfat akan menghidrolisa *asetilkolin*.

Batas terendah untuk pemeriksaan menggunakan metode ini adalah nilai normal *Cholinesterase* untuk laki – laki sebesar 4620 – 11500 U/l dan nilai normal untuk perempuan sebesar 3930 - 10800 U/l sedangkan dibawah nilai normal adanya keracunan darah yang diakibatkan oleh pestisida.

Prinsip pengujian aktivitas *cholinesterase* adalah perubahan pH darah yang berisi enzim *cholinesterase* membebaskan *acety acid* dari *asetilkolin* karena itu akan mengubah pH.^{xxi}

Pembentukan hemoglobin Darah

Hemoglobin merupakan protein pembawa yang mempunyai hem sebagai gugus prostetik. Hemoglobin adalah protein utama dalam sel darah merah protein ini berwarna merah oleh karena mengandung gugus hem. Bila besi didalam hem yang terkandung dalam hemoglobin teroksidasi menjadi Fe^{3+} , maka akan disebut *methemoglobin*. Hemin dapat direduksi kembali menjadi hem oleh enzim methemoglobin *reduktase*.



Reduksi ini sangat penting untuk mempertahankan kemampuan sel darah merah untuk mengikat dan membawa oksigen. Bila NADH tidak cukup tersedia, jumlah met Hb akan meningkat oleh karena sel darah merah yang dewasa tidak lagi mempunyai mitokondria, ekuivalen pereduksi haruslah berasal dari glikolisis atau dari jalur pentosa fosfat. Glikolisis pada eritrosit ada 2 mekanisme, yaitu pertama secara aerobik dan anerobik, secara aerobik melalui jalur pentosa fosfat shunt sedangkan anerobik melalui jalur anden meyer hap. Defisiensi pada jalur pentosa fosfat terutama defisiensi enzim Glukosa 6 Posfatese Dehidrogenase (G6PD) menyebabkan penurunan jumlah keseluruhan ekuivalen pereduksi didalam sel. Sel darah yang mengandung anemi hemolitik. Hemoglobin adalah suatu protein homotropik dengan sifat satu molekul satu substrat yang terikat pada protein tersebut meningkatkan daya ikat satu molekul dari substrat dengan protein tersebut. Pada molekul hemoglobin sifat homotropik ini positif, karena pengikat tiap satu molekul oksigen mempermudah satu molekul oksigen yang

berikutnya.^{xx}

Patofisiologi Keracunan Organofosfat

Organofosfat diabsorpsi dengan baik melalui inhalasi, kontak kulit dan tertelan dengan jalan utama pajanan pekerjaan adalah melalui kulit. Mekanisme kerja organofosfat, baik pada organisme target maupun nontarget adalah inhibisi *asetilkolinesterase* (AChE), suatu enzim yang berfungsi memecah neurotransmitter asetilkolin (ACh). AChE ditemukan pada sel darah merah serta reseptor nikotinik dan muskrainik pada saraf, otot, dan gray matter otak. *Asetilkolinesterase* plasma ditemukan pada white matter sistem saraf pusat, pankreas dan jantung. Pada sistem saraf perifer, asetilkolin dilepaskan di ganglion otonomik:

1. Sinaps preganglion simpatik dan parasimpatik
2. Sinaps postganglion parasimpatik
3. Neuromuscular junction pada otot rangka

Pada sistem saraf pusat, reseptor asetilkolin umumnya lebih penting toksisitas insektisida organofosfat pada medulla sistem pernafasan dan vasmotor. Ketika asetilkolin dilepaskan, peranannya melepaskan neurotransmitter untuk memperbanyak konduksi saraf perifer dan saraf pusat atau memulai kontraksi otot. Efek asetilkolin diakhiri melalui hidrolisis dengan munculnya enzim AChE. Ada dua bentuk AChE yaitu *true cholinesterase* atau *asetilkolinesterase* yang berada pada eritrosit, saraf dan neuromuscular junction. *Pseudocholinesterase* atau serum *cholisterase* berada terutama pada serum, plasma dan hati.

Organofosfat memfosforilasi gugus hidroksil serine pada tempat kerja asetilkolin. Organofosfat ini mengikat secara irreversibel, menonaktifkan esterase itu sehingga mengakibatkan akumulasi asetilkolin pada akhir saraf. Sebagai hasil hambatan dari enzim tersebut Ach akan tertimbun pada sinaps yang terletak diantara saraf dan otot. Akumulasi asetilkolin di neuromuskular junction menyebabkan depolarisasi persisten pada otot rangka, mengakibatkan kelemahan dan fasikulasi. Pada sistem saraf pusat transmisi saraf terganggu. Keracunan akut dari organofosfat pada manusia akan berakibat kelemahan otot, paralisis, disorientasi serta kematian akibat paralisis otot pernafasan. Namun demikian efek neurotoksisitas organofosfat tidak selalu muncul mendadak. Neurotoksisitas lambat (*delayed neurotoxicity*) dihasilkan oleh sejumlah ester organofosfor yang diklasifikasikan sebagai aksonopatik. Efek ini bisa ditimbulkan oleh dosis tunggal yang besar ataupun dosis akumulasi. Neurotoksisitas yang terjadi lambat ini disebut *organophosphorus ester-induced delayed neuropathy* (OPIDN). OPIDN merupakan distal derajat berat yang terjadi secara terlambat. OPIDN tidak terjadi secara mendadak, tetapi butuh waktu antara 7-10 minggu untuk timbulnya degenerasi aksonal. Pada OPIDN gejala muncul sedikitnya sepuluh hari setelah eksposur akut. Efek dosis kumulatif terjadi beberapa minggu setelah paparan. Pemeriksaan patologi menunjukkan aksonopati central hingga perifer. Utamanya serabut korda spinalis dan akson distal ekstremitas bawah yang lebih terpengaruh dibanding ekstremitas atas. Aksonopati primer disertai dengan demiyelinisasi sekunder. Serabut sensoris dan motoris ikut terlibat.

1. Manifestasi klinik

Toksisitas ikatan organofosfat mempunyai manifestasi klinis yang cukup luas akibat overstimulasi sistem kolinergik. Terdapat 3 kategori:

- a. Hambatan Ache terhadap neuromuskular junction dengan manifestasi twitching otot sampai kontraksi, kelemahan berat dan sering kali terjadi paralisis akibat pengaruh nikotinik. Otot pernapasan mengalami paralisis akibat kelemahan otot diafragma serta otot dada yang berakhir dengan gagal napas dan kematian.
- b. Hambatan terhadap sistem otonom yang mengandung reseptor muskarinik dengan akibat nyeri abdomen, diare, kencing tak terkontrol, kenaikan sekresi saluran nafas serta pupil miosis.
- c. Terhadap sistem saraf pusat menimbulkan tremor, bingung, secara susah, gangguan koordinasi, dan kejang bila kadar pajanan cukup tinggi.

Tanda dan gejala awal keracunan adalah stimulasi berlebihan kolinergik pada otot polos dan reseptor eksokrin muskarinik yang meliputi miosis, urinari disturbance, diare, defekasi, lakrimasi eksitasi dan salivasi. Efek yang terutama pada sistem respirasi yaitu bronkokonstriksi dengan sesak napas dan peningkatan sekresi bronkus. Dosis menengah sampai tinggi terutama terjadi stimulasi nikotik pusat daripada efek muskarinik. Kematian keracunan akut organofosfat umumnya berupa kegagalan pernapasan. Oedem paru, bronkokonstriksi dan kelumpuhan otot-otot pernapasan yang kesemuanya akan meningkatkan kegagalan pernapasan.

Aritmia jantung seperti block dan henti jantung lebih sedikit sebagai penyebab penyakit.

2. Anamnesis

Umumnya, pasien dengan efek toksik akut dari suatu paparan bekerja di bidang pertanian, terutama di tempat tertutup.

a. Efek akut

- 1) Tanda dan gejala toksisitas ringan hingga sedang mencakup rasa tertekan di dada, berkeringat lebih banyak, salivasi dan lakrimasi juga efek gastrointestinal mencakup nausea, vomitus, kram, diare cair dan defekasi/urinasi involunter
- 2) Pasien cemas, restless, labil secara emosi dan bingung. Mereka pada umumnya mengalami insomnia dan nyeri kepala.
- 3) Bicara menjadi kurang jelas dan pasien dapat mengalami ataksia, tremor, kelemahan otot dengan kram, dan fasikulasi.
- 4) Kejang dapat terjadi sebagai akibat sekunder dari anoksia.
- 5) Inhalasi dalam dosis kecil dapat hanya menimbulkan sesak napas dan batuk.

- b. Efek lambat (*delayed effect*)
- 1) OPIDN membutuhkan waktu sedikitnya sepuluh hari untuk muncul setelah mengalami eksposur akut. Efek dosis kumulatif terjadi beberapa minggu setelah paparan
 - 2) Kram, ataksia dan kelemahan di ekstremitas bawah, berkembang menjadi kelemahan umum, dapat terlihat pada kasus yang parah. Kadang-kadang suatu gambaran yang menyerupai *amyotropic lateral sclerosis* dapat terlihat pada paparan jangka panjang.^{xxii}

Ekonomi Lingkungan

1. Pengertian Ekonomi Lingkungan

Ekonomi lingkungan merupakan kegiatan manusia dalam memanfaatkan lingkungan sedemikian rupa sehingga fungsi/peranan lingkungan dapat dipertahankan atau bahkan dapat ditingkatkan dalam penggunaannya untuk jangka panjang. Pencemaran lingkungan menurut Undang-Undang RI No. 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan sampai ke titik tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Sedangkan yang dimaksud dengan limbah adalah segala macam sisa dari adanya suatu kegiatan yang tidak dimanfaatkan lagi baik untuk kegiatan produksi lebih lanjut, untuk konsumsi maupun untuk

distribusi, dan sisa tersebut kemudian dibuang ke badan air, udara ataupun tanah.

Pada saat kegiatan manusia masih terbatas baik karena jumlah penduduk yang masih relatif kecil ataupun karena teknologi yang belum begitu berkembang, kegiatan eksploitasi atau pengambilan barang sumberdaya alam belum begitu banyak dan limbah yang terbangun ke dalam alam (lingkungan) juga masih terbatas, maka lingkungan masih dapat menampung dan mengasimilasi limbah itu sehingga tidak atau belum terjadi pencemaran. Dengan kata lain daya tampung lingkungan masih memadai. Yang dimaksud dengan daya tampung lingkungan adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi dan atau komponen lain yang masuk ke dalam lingkungan; sedangkan yang dimaksud dengan daya dukung lingkungan adalah kemampuan lingkungan untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Kalau daya tampung lingkungan dan kemampuan mengasimilasi limbah terlampaui maka terjadilah pencemaran.

Perubahan kualitas lingkungan dapat mempengaruhi kesehatan manusia, hewan maupun tumbuhan. Khususnya dalam hubungan kesehatan manusia dapat menimbulkan kerugian finansial yang berupa:

- a. Hilangnya penghasilan karena kematian yang lebih awal, karena sakit serta karena tidak hadir dalam pekerjaan.
- b. Meningkatnya pengeluaran untuk pengobatan
- c. Biaya psikologis

Dalam hal kematian yang lebih awal atau timbulnya suatu penyakit, penghasilan seseorang tenaga kerja dapat diperkirakan berapa penghasilan

tenaga kerja tersebut dimasa yang akan datang yang dinyatakan dalam nilai sekarang (*present value*) dengan memasukkan unsur umur, jenis kelamin dan tingkat pendidikan.

2. Efisiensi Pengendalian Limbah

Keberadaan limbah dalam lingkungan alami dapat mengurangi pelayanan (jasa) yang dapat diberikan oleh lingkungan alami, maka alokasi faktor produksi yang optimal harus memperhitungkan limbah buangan itu sebagai unsur dalam biaya produksi. Inilah yang dimaksud dengan biaya eksternal menjadi biaya produksi yang sebenarnya (*internalizing the external cost*). Alokasi limbah yang efisien akan ditentukan oleh macam dan sifat limbah.

a. Limbah yang sulit diserap

Volume limbah jenis ini sangat tergantung pada tingkat akumulasi limbah tersebut dalam lingkungan dan tingkat kerusakan yang ditimbulkannya akan bertambah sejalan dengan meningkatnya volume limbah tersebut dalam lingkungan. Kerusakan lingkungan di masa yang akan datang sangat ditentukan oleh kerusakan saat ini. Yang dimaksud dengan alokasi atau volume limbah yang efisien adalah alokasi yang dapat memaksimalkan nilai sekarang dari manfaat sosial bersih yang ditimbulkannya. Sedangkan yang dimaksud dengan manfaat sosial bersih adalah manfaat yang diperoleh dari suatu konsumsi barang atau jasa tertentu dikurangi dengan kerugian yang ditimbulkan oleh adanya kerusakan sebagai akibat adanya limbah yang tidak terserap oleh lingkungan. Kerusakan inilah yang ditanggung oleh masyarakat dan telah terbukti kadar kerusakannya semakin meningkat dengan meningkatnya

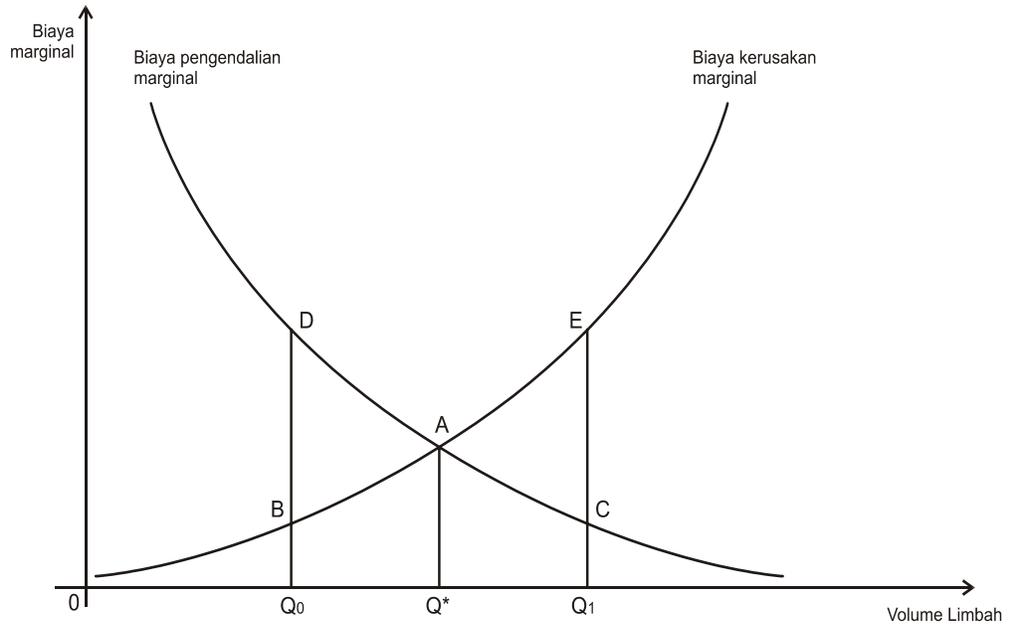
volume limbah yang bertumpuk dalam lingkungan dan tidak dapat terserap olehnya. Biaya marginal dari kerusakan akibat pencemaran akan meningkat dengan semakin meningkatnya volume limbah atau pencemar dalam lingkungan. Dengan masuknya biaya kerusakan itu dalam jumlah biaya produksi keseluruhan, maka hal ini akan menurunkan jumlah produksi barang yang bersangkutan. Akibatnya harga produk juga naik dan ini mencerminkan adanya biaya eksternal (biaya lingkungan) yang bersangkutan.

b. Limbah yang mudah diserap Lingkungan

Apabila limbah yang dapat terserap oleh lingkungan itu melebihi daya tampung lingkungan, maka limbah tersebut akan terakumulasi dan akan bersifat seperti limbah yang sulit terserap ke dalam lingkungan. Apabila tingkat buangan limbah yang diciptakan oleh suatu kegiatan itu masih relatif rendah, maka lingkungan akan dapat mengasimilasinya dan kerusakan lingkungan akan dapat dihindari.

Tambahan biaya kerusakan sebagai akibat dari tambahan satu unit pencemar selalu makin tinggi. Alasannya ialah bahwa limbah yang sedikit saja akan mudah diasimilasi oleh lingkungan, sedangkan bila limbah yang dibuang ke dalam lingkungan besar volumenya, maka lingkungan akan mengalami kesulitan untuk mengasimilasi limbah tersebut. Selanjutnya biaya marginal untuk pengendalian pencemaran biasanya meningkat dengan volume pencemar yang dikendalikan. Hal ini dapat dilukiskan pada gambar 2.2 terdapat dua kurva yaitu kurva biaya kerusakan marginal yang semakin tinggi dengan semakin banyaknya

limbah dalam lingkungan dan kurva biaya pengendalian pencemaran marginal yang semakin rendah yang mencerminkan semakin tingginya volume limbah yang dibuang.



Gambar 2.2. Alokasi Efisiensi Limbah Mudah Terserap

Alokasi limbah yang efisien terjadi pada volume limbah sebanyak Q^* yaitu pada saat kedua kurva tersebut (kurva biaya pengendalian marginal dan kurva biaya kerusakan marginal) berpotongan satu sama lain. Dengan kata lain pembuangan limbah yang efisien tercapai bila tambahan biaya pengendalian satu unit limbah sama dengan tambahan biaya kerusakan yang timbul karena satu unit penambahan limbah tersebut. Pengendalian pencemaran yang lebih tinggi yaitu pada volume limbah disebelah kiri titik OQ^* misalnya pada OQ_0 menunjukkan bahwa alokasi limbah dalam lingkungan menjadi tidak efisien, karena peningkatan biaya pengendalian pencemaran yaitu area Q_0Q^*AD lebih

luas daripada berkurangnya biaya kerusakan lingkungan yang ditunjukkan oleh area Q_0Q^*AB , sehingga biaya total yang ditimbulkan oleh volume limbah sebanyak OQ_0 lebih tinggi dari biaya total yang ditimbulkan oleh limbah sebanyak OQ^* .^{xxiii,xxiv,xxv}

K. Tanah

Tanah merupakan bagian tertipis dari seluruh lapisan bumi, tetapi pengaruhnya terhadap kehidupan sangat besar. Hubungan antara tanah dan makhluk hidupnya di atasnya sangat erat. Tanah menyediakan berbagai sumber daya yang berguna bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Lapisan teratas suatu penampung tanah biasanya mengandung banyak bahan organik dan berwarna gelap karena akumulasi bahan organik. Tetapi jenis dan jumlah zat organik yang ada di dalam tanah sangat tergantung dari suhu, oksigen dan bahan organik di sekitarnya. Di daerah tropis, dimana temperatur cukup tinggi, proses penguraian bahan organik dapat berjalan lebih cepat dan apabila garam-garam hasil penguraian ini dapat mudah masuk ke lapisan yang lebih dalam, maka tanah di daerah sedemikian menjadi lebih cepat tidak subur.

1. Penurunan Kualitas Tanah dan Dampaknya

Tanah merupakan tempat penampungan berbagai bahan kimia yang berasal dari rembesan penumpukan sampah (*landfill*), instalasi pengolahan air limbah, sumber-sumber lainnya. Dalam beberapa kasus, lahan pertanian yang terkontaminasi pestisida menyebabkan terjadinya penumpukan bahan berbahaya dan beracun dalam tanah.

Penurunan kualitas tanah terutama disebabkan oleh kehadiran bahan-bahan pencemar di tanah. Selain itu, kualitas tanah juga dapat menurun disebabkan oleh erosi. Pada dasarnya erosi dapat menyebabkan merosotnya produktivitas lahan, rusaknya lingkungan terganggunya keseimbangan ekosistem dan rusaknya lingkungan. Bila keadaan parah lagi akan terbentuk lahan kritis. Erosi menyebabkan tersingkapnya lapisan tanah yang lebih asam, terbentuknya lapisan dengan kandungan aluminium yang lebih tinggi, menurunkan kandungan bahan organik, unsur-unsur hara menjadi lebih rendah dan terbentuknya lapisan bawah yang lebih padat. Beberapa ahli mengemukakan bahwa penurunan kualitas tanah telah memberikan dampak nyata pada kesehatan, seperti dampak kekurangan unsur-unsur hara mikro yang terkandung dalam bahan makanan terhadap kesehatan, salah satu contohnya adalah selenium (Se) yang bersifat toksik pada dosis tinggi tetapi sangat dibutuhkan dalam konsentrasi mikro.

2. Pemulihan Tanah Terkontaminasi

Metode pengolahan tanah terkontaminasi dapat dibagi menjadi 3 kelompok besar, yakni:

a. Penyimpanan

Tanah terkontaminasi digali dan dibawa ke sebuah gudang penyimpanan. Tanah terkontaminasi dapat disimpan sementara sampai ditemukan teknik yang tepat untuk mengolahnya.

b. Teknik Ex situ

Tanah terkontaminasi digali dan diolah disuatu unit pengolahan. Pengolahan dapat dilakukan dengan cara pemisahan bahan pencemar dengan tanah, penguraian kontaminan dengan bantuan mikroorganisme, pemanfaatan energi panas untuk menguapkan kontaminan dari tanah, ekstraksi kontaminan dari tanah, penggunaan uap ataupun bahan kimia untuk memisahkan kontaminan dari tanah

c. Teknik In situ

Pengolahan tanah terkontaminasi di tempat, dengan konversi biologi atau konversi kimia, pemisahan kontaminan dan isolasi kontaminan agar tidak mendifusi sumber daya lingkungan lainnya.^{xxvi}

3. Tujuan Analisis Tanah

Tanah sebagai salah satu unsur habitat perlu diketahui kapasitas kemampuannya jika hendak melakukan pertanaman pada tanah, untuk mengetahui kapasitas kemampuan itu perlu dilakukan penelitian dengan cara analisis (pengurai) yang bertujuan untuk:

- a. Khuluk (*nature*) tanah
- b. Sifat-sifat (*properties*) tanah
- c. Perilaku (*behaviour*) tanah

Dengan diketahui khuluk, sifat-sifat dan perilaku tanah akan dapat diketahui pula tentang gejala-gejala yang mungkin ditimbulkannya untuk dipergunakan

sejenis tanaman tertentu dengan demikian dapat dilakukan diagnose sejenis tanaman lain yang cocok dikembangkan pada tanah tersebut. Diagnosa (penentuan, penetapan) ini bertujuan untuk:

- a. Menjamin perkembangan tanaman dengan baik.
- b. Memungkinkan jenis tanaman itu berproduksi sesuai dengan yang diharapkan.
- c. Mencegah kerugian besar (input dan waktu) bagi para pengusaha jenis tanaman yang tidak cocok.
- d. Mencegah kerusakan tanah akibat pertanaman yang tanamannya tidak cocok dengan kemampuan tanahnya.

Pengungkapan khuluk, sifat dan perilaku tanah dapat bersifat kuantitatif dan kualitatif.

a. Analisis kuantitatif

Analisis kuantitatif dapat diusahakan penyajian tentang watak tanah tertentu dalam bentuk seperangkat angka, pengungkapan perwatakan tanah dapat dilakukan secara kuantitatif terbatas antara lain ditetapkan batas-batas cair, gulung, lekat; secara kuantitatif buatan yaitu dengan penetapan angka atau skoring warna tanah dengan penetapan angka pada corak warna (*hue*), nilai warna (*value*) dan kesepuhan warna (*chrome*).

b. Analisis kualitatif

Beberapa perwatakan tanah ada yang hanya dapat diungkapkan secara kualitatif, misalnya unit struktur dan konsistensi. Beberapa contoh dalam hal ini misalnya:

- 1) Konsistensi diberikan dengan sebutan : tanah gembur, lunak, keras, tanah liat, lekat dan sebagainya.
- 2) Warna tanah diberikan menurut apa yang ditampakkannya misalnya tanah merah, kuning kemerahan, coklat, coklat kehitaman, abu-abu dan sebagainya.

Sistem penggolongan (klasifikasi) dan selingan (interval) yang penyajiannya masing-masing golongan dibuat berdasarkan pertimbangan teknis misalnya:

1) Tentang pH

4,5-5,0 keadaan tanah asam sekali

5,0-5,5 keadaan tanah adalah asam

5,5-6,0 keadaan tanah agak asam

6,0-6,5 keadaan tanah asam lemah

6,5-7,0 keadaan tanah netral

2) Tentang kandungan bahan pada tanah

Kalium (K) menurut hasil penelitian tersedianya $\geq 0,3$ mc % ini berarti tersedianya K dalam tanah cukup tinggi, sehingga pemupukan dengan K mungkin tidak diperlukan lagi.

3) Struktur dan agregat tanah

Susunan tanah yang terdiri dari agregat berukuran lebih kecil dari 5 mm, kalau struktur atau susunan tanahnya berbentuk gumpal dinyatakan sebagai sangat halus. ^{xxvii}

4) Klasifikasi Tanah.

Sistem klasifikasi tanah yang berasal dari PPTB dan telah banyak dikenal di Indonesia adalah sistem Dudal-Soeprahardjo (1957) antara lain sebagai berikut:

- a) Aluvial : Tanah berasal dari endapan baru, berlapis-lapis, kandungan bahan organik berubah secara tidak teratur terhadap kedalaman kandungan pasir kurang dari 60%
- b) Andosol : Tanah-tanah yang umumnya berwarna hitam, kerapatan limbak(bulk density) kurang dari $0,85 \text{ gr/cm}^3$, banyak mengandung bahan amorf, atau lebih dari 60% terdiri dari abu vulkanik vitrik, cinders atau bahan proklastik lain.
- c) Grumusol : Tanah dengan kadar liat lebih dari 30% bersifat mengembang dan mengerut. Kalau musim kering tanah keras dan retak-retak, dan pada kondisi basah lengket.
- d) Latosol : Tanah dengan kadar liat lebih dari 60%,

remah sampai gumpal, gembur warna tanah seragam, solum dalam >150 cm

- e) Litosol : Tanah mineral yang ketebalannya 20 cm atau kurang. Dibawahnya terdapat batuan keras yang padu.
- f) Mediteran : Tanah dengan horison penimbunan liat(horison argilik) dan kejenuhan basa lebih dari 50%
- g) Organosol : Tanah organik (gambut) yang ketebalannya lebih dari 50 cm
- h) Planosol : Tanah dengan horison albik yang terletak di atas horison argilik atau matrik yang mempunyai permeabilitas renda, dimana memperlihatkan perubahan tekstur yang nyata.
- i) Podsol : Tanah dengan horison penimbunan besi, aluminium oksida, dan bahan organik
- j) Podsolik : Tanah dengan horison penimbunan liat, dan kejenuhan basa kurang dari 50% tidak horison albik
- k) Regosol : Tanah bertekstur kasar dengan kadar pasir lebih dari 60%^{xxviii,xxix}

L. Usaha Tani

1. Pengertian Usaha tani

Usaha tani adalah ilmu yang mempelajari tentang cara petani mengelola input atau faktor-faktor produksi (tanah, tenaga kerja, modal, teknologi, pupuk, benih dan pestisida) dengan efektif, efisien dan kontinu untuk menghasilkan produksi yang tinggi sehingga pendapatan usaha tani meningkat.

2. Klasifikasi Usaha tani

a. Cara mengusahakan

Dari sudut pandang cara mengusahakannya, usahatani dapat dilihat dasar perbedaannya, yaitu organisasi atau lembaga dan pengusahaan faktor produksi. Pengusahaan dapat diartikan lebih luas, berasal dari milik sendiri, bagi hasil dan sewa.

1). Usaha tani Perorangan

Usaha tani perorangan dilakukan secara perorangan dan faktor produksi dimiliki secara perorangan. Kelebihannya dapat bebas mengembangkan kreasinya (menentukan jenis pupuk, bibit, pestisida dan sebagainya).

2). Usaha tani kolektif

Usaha tani kolektif merupakan usaha tani yang dilakukan bersama-sama atau kelompok dan faktor produksi seluruhnya dikuasai oleh kelompok dan faktor produksi seluruhnya dikuasai oleh kelompok sehingga dibagi oleh anggota kelompok tersebut

3). Usaha tani Kooperatif

Usaha tani kooperatif merupakan usaha tani yang dikelola secara kelompok dan tidak seluruh faktor produksi dikuasai oleh kelompok, hanya kegiatan yang dilakukan bersama-sama. Misalnya, setiap individu (petani) mempunyai faktor produksi dalam kelompok dan pekerjaannya dilakukan bersama-sama (pemberian pupuk, pemberantasan hama penyakit, dan sebagainya)

b. Sifat dan corak

Sifat dan corak usaha tani dapat dilihat sebagai usaha tani subsistem dan usahatani komersil. Usaha tani subsistem merupakan usahatani yang hasil panennya digunakan untuk memenuhi kebutuhan petani atau keluarganya sendiri tanpa melalui peredaran uang. Sedangkan usaha tani komersil merupakan yang keseluruhan hasil panennya dijual ke pasar melalui perantara (pengumpul, pedagang besar, dan pengecer) maupun langsung ke konsumen. Dalam kenyataan subsistem murni tidak ada, yang ada adalah transisi. Jika hasil yang dijual lebih dari 70%, dapat dikategorikan sebagai usaha tani komersil.

c. Pola

Usaha tani terdiri dari 3 macam pola, yaitu khusus, tidak khusus dan campuran. Pola usaha tani yang khusus merupakan usaha tani yang hanya mengusahakan satu cabang usahatani. Pola usaha tani tidak khusus merupakan usaha tani yang mengusahakan dua cabang atau lebih usaha tani, tetapi batasnya masih tegas, sedangkan pola usaha tani campuran merupakan usaha tani yang mengusahakan dua atau lebih cabang usaha tani yang batasnya tidak tegas.

d. Tipe

Tipe usaha tani atau usaha pertanian merupakan jenis komoditas pertanian yang akan ditanam atau diusahakan, misalnya usaha tani tanaman pangan (padi dan palawija); usaha tani hortikultura (untuk jenis buah-buahan seperti markisa, untuk jenis sayur sayuran seperti kubis, untuk jenis bunga-bunga seperti anggrek); usaha perkebunan (untuk tanaman semusim seperti tebu); usaha kehutanan.

3. Pengeluaran Usaha tani

Pengeluaran usaha tani sama artinya dengan biaya usaha tani. Biaya usaha tani merupakan pengorbanan yang dilakukan oleh produsen (petani, nelayan dan peternak) dalam mengelola usahanya mendapatkan hasil yang maksimal. Biaya usaha tani dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap (*variable cost*). Biaya tetap atau *fixed cost* umumnya diartikan sebagai biaya yang relatif tetap jumlahnya dan terus dikeluarkan walaupun output yang diperoleh banyak atau sedikit, misalnya pajak (*tax*). Biaya untuk pajak akan tetap dibayar walaupun hasil usahatani

itu gagal panen. Selain itu, biaya tetap dapat pula dikatakan biaya yang tidak dipengaruhi oleh besarnya produksi komoditas pertanian, misalnya penyusutan alat dan gaji karyawan. Jadi, biaya tetap tersebut bermacam-macam, tergantung memberlakukan variabel itu sebagai biaya tetap atau biaya tidak tetap. Contoh lain biaya tetap antara lain sewa tanah, alat pertanian dan sebagainya.

Biaya tidak tetap atau biaya variabel merupakan biaya yang besar-kecilnya dipengaruhi oleh produksi komoditas pertanian yang diperoleh. Misalnya biaya untuk sarana produksi komoditas pertanian. Jika menginginkan produksi komoditas yang tinggi faktor-faktor produksi seperti tenaga kerja perlu ditambah, pupuk juga ditambah dan sebagainya sehingga biaya itu sifatnya akan berubah-ubah karena tergantung dari besar-kecilnya produksi komoditas pertanian yang diinginkan. Penentuan biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya tidak tetap atau biaya variabel (*variable cost*) tergantung pada sifat dan waktu pengambilan keputusan tersebut. Cara menghitung biaya tetap adalah sebagai berikut:

$$FC = \sum_{i=1}^n X_i P_{X_i}$$

dimana :

X_i : banyaknya input ke-i

P_{X_i} : harga dari variabel X_i

Total biaya atau *total cost* (TC) adalah jumlah dari biaya tetap (FC) dan biaya tidak tetap (VC), dengan rumus sebagai berikut:

$$TC = FC + VC$$

4. Penerimaan Usaha tani

Penerimaan usahatani adalah perkalian antara produksi yang diperoleh dengan harga jual. Pernyataan tersebut dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$TR = Y \times P_y$$

Dimana:

TR : total penerimaan

Y : produksi yang diperoleh dalam suatu usahatani

P_y : harga y

Jika komoditas tanaman yang diusahakan adalah lebih dari satu, maka rumus dapat berubah menjadi sebagai berikut:

$$TR = \sum_{i=1}^n Y_i P_{x_i}$$

5. Pendapatan usaha tani

Pendapatan usahatani merupakan selisih antara penerimaan dan semua biaya, atau dengan kata lain pendapatan xx meliputi pendapatan kotor atau penerimaan total dan pendapatan bersih. Pendapatan kotor/penerimaan total adalah nilai produksi komoditas pertanian secara keseluruhan sebelum dikurangi biaya produksi. Pendapatan usahatani dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Pd = TR - TC$$

Dimana

Pd : Pendapatan usahatani

TR : Total penerimaan

TC : Total biaya

6. B/C ratio

Analisis *benefit cost* (B/C) ratio merupakan perbandingan (ratio atau nisbah) antara manfaat (benefit) dan biaya (*cost*). B/C ratio pada prinsipnya sama saja dengan analisis *Return Cost* (R/C), hanya saja pada analisis B/C yang dipentingkan adalah besarnya manfaat. Selain itu analisis B/C dapat digunakan membandingkan 2 (dua) usaha, pertanian seperti peternakan, perikanan, dan kehutanan. Hal itu dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{R/C ratio} &= \frac{\text{Penerimaan}}{\text{Biaya}} \\ \text{B/C ratio} &= \frac{\Delta \text{ manfaat}}{\Delta \text{ biaya}} \end{aligned}$$

Kriteria keputusan:

B/C > 1, usahatani menguntungkan (tambahan manfaat/penerimaan lebih besar dari tambahan biaya)

B/C < 1, usahatani rugi (tambahan biaya lebih besar dari tambahan penerimaan)

B/C = 1, usahatani impas (tambahan penerimaan sama dengan tambahan biaya)^{xxx,xxxi}

M. Dampak Penggunaan Pestisida Pertanian

Pestisida merupakan bahan kimia, campuran bahan kimia atau bahan-bahan lain yang bersifat bioaktif. Pada dasarnya, pestisida bersifat racun. Oleh sebab sifatnya sebagai racun itulah pestisida dibuat, dijual dan digunakan untuk meracuni OPT (Organisme Pengganggu Tanaman). Setiap racun berpotensi mengandung bahaya. Oleh karena itu, ketidakbijaksanaan dalam penggunaan pestisida pertanian bisa menimbulkan dampak negatif. Beberapa dampak negatif dari penggunaan pestisida antara lain sebagai berikut:

1. Dampak Bagi Kesehatan Petani

Penggunaan pestisida bisa mengontaminasi pengguna secara langsung sehingga mengakibatkan keracunan. Dalam hal ini, keracunan bisa dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keracunan akut ringan, keracunan 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 bernapas keluar air liur, pupil mata mengecil dan denyut nadi meningkat. Selanjutnya, 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 yang lama bisa menimbulkan gangguan kesehatan. Beberapa gangguan kesehatan yang sering dihubungkan dengan penggunaan pestisida diantaranya iritasi mata dan kulit,

kanker, keguguran, cacat pada bayi, serta gangguan saraf, hati, ginjal dan pernapasan.

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 bisa dikelompokkan menjadi dua kategori.

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 keatas akan semakin tinggi (bioakumulasi).
- 6) Penyederhanaan rantai makanan alami.
- 7) Penyederhanaan keragaman hayati.

8) Menimbulkan efek negatif terhadap manusia secara tidak langsung melalui rantai makanan.

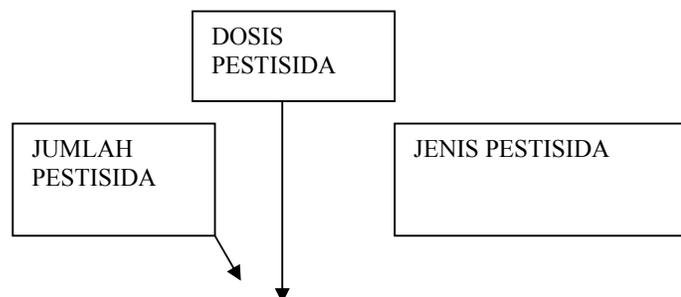
b. Bagi Lingkungan Pertanian

- 1) OPT menjadi kebal terhadap suatu pestisida (timbul resistensi OPT terhadap pestisida)
- 2) Meningkatnya populasi hama setelah penggunaan pestisida
- 3) Timbulnya hama baru, bisa hama yang selama ini dianggap tidak penting maupun hama yang sama sekali baru.
- 4) Terbunuhnya musuh alami hama.
- 5) Perubahan flora, khusus pada penggunaan herbisida.
- 6) Fitotoksik (meracuni tanaman)

4. Dampak Sosial Ekonomi

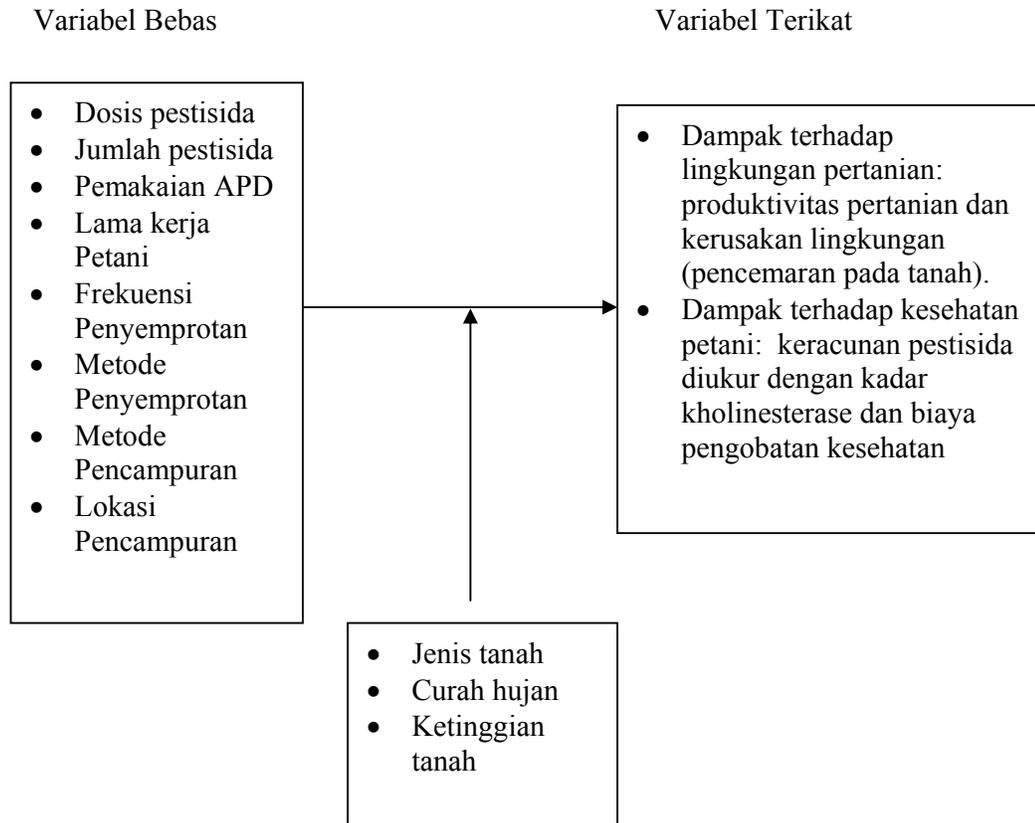
- a. Penggunaan pestisida yang tidak terkendali menyebabkan biaya produksi menjadi tinggi.
- b. Timbulnya biaya sosial, misalnya biaya pengobatan dan hilangnya hari kerja jika terjadi keracunan.
- c. Publikasi negatif di media massa.^{xviii}

N. Kerangka Teori



BAB III
METODE PENELITIAN

A. Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka konsep

B. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Ada hubungan antara dosis pestisida dengan produktivitas pertanian pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
2. Ada hubungan antara jumlah pestisida dengan produktivitas pertanian pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
3. Ada hubungan antara dosis pestisida dengan kerusakan lingkungan pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
4. Ada hubungan antara jumlah pestisida dengan Kerusakan lingkungan pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
5. Ada hubungan antara dosis pestisida dengan keracunan pestisida pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
6. Ada hubungan antara jumlah pestisida dengan keracunan pestisida pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
7. Ada hubungan antara pemakaian APD dengan keracunan pestisida pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
8. Ada hubungan antara lama kerja petani dengan keracunan pestisida pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
9. Ada hubungan antara frekuensi penyemprotan dengan keracunan pestisida pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
10. Ada hubungan antara metode penyemprotan dengan keracunan pestisida pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
11. Ada hubungan antara metode pencampuran dengan keracunan pestisida pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?

12. Ada hubungan antara lokasi pencampuran dengan keracunan pestisida pada petani hortikultura di kecamatan Ngablak Magelang Jawa Tengah?
13. Ada hubungan antara tingkat keracunan pestisida dengan biaya pengobatan pada kesehatan petani hortikultura desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang Jawa Tengah ?

C. Jenis dan Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional*, sehingga dalam penelitian ini faktor risiko dan dampak kesehatan pada petani diambil datanya pada waktu yang bersamaan.

xxxii,xxxiii

D. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah petani maupun buruh tani yang melakukan penyemprotan sayuran serta tergabung dalam kelompok tani desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang yang berumur 20-60 tahun, dalam kondisi sehat (tidak sedang sakit) dan berjenis kelamin laki-laki yang berjumlah 207 orang.

2. Sampel

Besaran sampel penelitian yang diambil untuk tingkat keracunan pestisida pada petani berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{\dots}$$

$$(1+N.E^2)$$

Dimana;

n = Ukuran sampel

N= Ukuran populasi

E= Nilai kritis (batas ketelitian)/ derajat ketepatan yang diinginkan yaitu sebesar 10 %.

Jika derajat ketepatan penelitian sebesar 10 % maka jumlah respon dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & 207 \\ n &= \frac{207}{(1+207.0,01)} \\ &= 67,42 = 68 \text{ responden} \end{aligned}$$

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik acak sederhana (*simple random sampling*).

Untuk pengambilan sampel lingkungan yaitu tanah penentuan lokasi disesuaikan dengan kondisi di Desa Sumber Rejo yaitu masing-masing dusun diambil 3 titik pengambilan residu tanah, pada penelitian ini terdapat 6 dusun sehingga terdapat 18 sampel tanah ditambah 2 untuk dusun Klabaran sehingga total sampel 20 sampel tanah.

E. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Variabel bebas pada penelitian ini adalah:

- a. Dosis pestisida
- b. Jumlah pestisida
- c. Pemakaian APD
- d. Lama kerja petani
- e. Frekuensi penyemprotan
- f. Metode penyemprotan
- g. Metode pencampuran
- h. Lokasi pencampuran

2. Variabel terikat

- a. Produktivitas Pertanian
- b. Kerusakan lingkungan
- c. Keracunan pestisida (kadar kholinesterase)
- d. Biaya pengobatan kesehatan

3. Variabel pengganggu

Variabel pengganggu pada penelitian ini adalah jenis tanah, curah hujan dan ketinggian tanah. Variabel pengganggu pada penelitian ini dikategorikan variabel pengganggu yang dikendalikan, karena diasumsikan jenis tanah, curah hujan serta ketinggian tanah hampir sama karena terletak di satu desa.

F. Definisi Operasional

Definisi operasional variabel penelitian sebagai berikut:

1. Dosis pestisida

Adalah banyaknya pestisida yang digunakan dalam satuan gram/cc yang dicampur dengan pelarut air setiap kali dipergunakan, metode pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner

Kategori : Tidak Sesuai anjuran; Sesuai anjuran

Skala : Nominal

2. Jumlah pestisida yang digunakan

Adalah jumlah dari jenis pestisida yang dipergunakan petani untuk sekali penyemprotan tanaman, metode pengumpulan data dengan menggunakan kuesioner

Kategori : Campuran ; Tunggal

Skala : Nominal.

3. Pemakaian APD

Adalah kebiasaan responden memakai alat untuk melindungi diri dari pengaruh pestisida sewaktu melakukan penyemprotan antara lain dengan memakai celana panjang, baju panjang (selain dari pakaian yang dikenakan), masker atau tutup hidung, topi atau penutup kepala lainnya, sarung tangan, sepatu boot dan kaca mata.

Dijabarkan ke dalam beberapa pertanyaan melalui wawancara menggunakan kuesioner dengan pengkategorian sebagai berikut: lengkap bila memakai lebih dari atau sama dengan 5 jenis APD dan tidak lengkap bila memakai APD kurang dari 5 jenis.

Skala: Nominal

4. Lama Kerja Petani

Adalah waktu dalam tahun sejak responden aktif menjadi petani sayuran hingga dilakukan penelitian ini. Hasil pengukuran lama kerja sebagai petani dinyatakan dalam satuan tahun.

Kategori : Lama apabila responden menjadi petani > 10 tahun dan baru apabila responden menjadi petani ≤ 10 tahun.

Skala : Nominal

5. Frekuensi penyemprotan pestisida

Adalah berapa kali banyaknya responden melakukan penyemprotan dalam setiap minggunya, metode pengumpulan data yang dilakukan dalam bentuk pertanyaan dengan menggunakan kuesioner.

Kategori : jarang apabila responden melakukan penyemprotan < 3 kali seminggu dan sering apabila responden melakukan penyemprotan ≥ 3 kali seminggu.

Skala : Nominal

6. Metode penyemprotan

Adalah tindakan penyemprotan terhadap arah angin yang bertiup saat melakukan penyemprotan.

Kategori :

Baik : Responden dalam setiap melakukan penyemprotan selalu mengikuti arah angin

Buruk : Responden tidak memperhatikan arah angin apabila dalam menyemprot.

Skala : Nominal

7. Metode Pencampuran

Adalah cara yang digunakan petani dalam melakukan pencampuran pestisida yaitu menggunakan pengaduk kayu atau tidak menggunakan pengaduk (biasanya slang pada alat penyemprotan).

Skala: Nominal

8. Lokasi Pencampuran

Adalah lokasi yang digunakan petani untuk melakukan pencampuran pestisida yaitu di rumah atau di lahan pertanian

Skala : Nominal

9. Produktivitas Petani

Adalah hasil pendapatan yang diterima petani dalam satu kali panen yang telah dikurangi dengan biaya produksi (operasional) dengan satuan rupiah.

Kategori: untung apabila pendapatan yang diterima dibagi biaya lebih dari satu sedangkan rugi apabila pendapatan yang diterima dibagi biaya kurang atau sama dengan satu.

Skala : Nominal

10. Kerusakan lingkungan

Adalah dampak yang merugikan akibat paparan atau penggunaan pestisida yang dapat mencemari tanah. Pada penelitian ini hanya mengetahui ada tidaknya pestisida golongan organofosfat dalam tanah.

Kategori: Positif apabila dalam tanah terdapat kandungan pestisida sedangkan negatif bila tidak terdapat kandungan pestisida dalam tanah.

Skala : Nominal

11. Keracunan Pestisida(kadar kolinesterase)

Adalah besarnya angka tingkat aktivitas *cholinesterase* dalam darah dinyatakan dalam prosentase (%), metode pengambilan sampel dengan pemeriksaan sediaan darah dengan menggunakan Tinto Meter kit.

Kategori: Tidak keracunan / Normal : 75 – 100% dan Keracunan : < 75 %

Skala : Nominal

12. Biaya Pengobatan Kesehatan

Adalah besarnya biaya yang dikeluarkan untuk berobat responden baik itu yang diperiksa di pelayanan kesehatan ataupun pembelian obat-obat tradisional selama 1 bulan terakhir.

Kategori: Murah bila biaya berobat kurang atau sama dengan Rp 5.000,- dalam satu bulan sedangkan mahal bila biaya berobat lebih dari Rp 5.000,-.

Skala : Nominal

13. Curah Hujan

Adalah ketinggian air hujan yang terkumpul pada tempat yang datar, tidak mudah menguap serta tidak mudah meresap dengan satuan mm.

Skala : Rasio

14. Ketinggian

Adalah letak suatu daerah yang diukur dari garis pantai, dalam penelitian ini dikendalikan dengan asumsi ketinggian di desa Sumber Rejo hampir sama antara lahan pertanian satu dengan yang lainnya.

Skala : m

15. Jenis tanah

Adalah macam tanah yang digunakan petani untuk menanam tanamannya di desa Sumber Rejo.

Skala : Nominal

16. Ekonomi lingkungan adalah kegiatan manusia dalam memanfaatkan lingkungan sehingga fungsi/peranan lingkungan dapat dipertahankan atau bahkan dapat ditingkatkan dalam penggunaannya untuk jangka panjang.

17. Petani sayuran adalah petani dan buruh tani yang melakukan penyemprotan sayuran yang berada di desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.

Sumber Data Penelitian

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian langsung kepada responden yaitu hasil wawancara dengan menggunakan kuesioner sedangkan data sekunder diperoleh dari hasil dokumentasi atau arsip laporan data dari Dinas Pertanian serta data dari Puskesmas Ngablak, Dinas Kesehatan Kabupaten Magelang.

Alat dan Cara Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini dengan menggunakan:

1. Daftar pertanyaan serta kartu kesehatan untuk petani sayur di Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.
2. Mengukur residu pestisida dalam tanah menggunakan kromatografi lapis tipis.

Adapun peralatan dan cara pemeriksaan organofosfat sebagai berikut:

a. Peralatan

Penyaringan

- 1) Alat soklet lengkap terdiri dari:
- 2) Penangas air 95-100 °C.
- 3) Glass cool/mantel pemanas untuk labu soklet, kalau tidak ada dengan hot plate dengan asbes.
- 4) Kertas saring whatman no. 1 atau sejenis
- 5) Gelas pengaduk
- 6) Glas bead

7) Gelas arloji/aluminium foil.

Pemurnian

- 1) Erlemeyer dengan pompa vakum
- 2) Kolom kromatografi Ø1 cm
- 3) Glass bead
- 4) Glass wool
- 5) Penangas air

b. Reagensia

Penyaringan

- 1) Aseton
- 2) Heksan
- 3) Natrium sulfat anhidrat granular

Pemurnian

- 1) Dietil eter
- 2) Larutan dietil eter dalam petroleum eter konsentrasi: 6%, 15%, 50%
- 3) Florisil 60/100 mesh, disimpan dalam alat gelas ditempat gelap, diaktifkan 130 °C selama 16 jam sebelum dipakai.

c. Cara Kerja

Penyaringan

- 1) Letakkan tanah yang akan diperiksa diatas gelas arloji atau diatas aluminium foil secara merata dan tipis. Diamkan agar kelembaban tanah seimbang dengan kelembaban udara. Untuk tanah kering didiamkan selama 1 malam, untuk endapan yang basah selama 3 hari.

- 2) Timbang 10 g sampel masukkan dalam tabung soklet + 10 g Na₂SO₄ anhidrat granular campur menggunakan gelas pengaduk, sampel harus kering. Bila sampel masih basah + Na₂SO₄ anhidrat sampai kering.
- 3) Isi labu alas bulat dengan campuran aseton: heksan (1:1) sampai ½ labu, dan + 6 glass bead (batu didih).
- 4) Pasangkan pada mantel pemanas dan panaskan, atur sirkulasi 1 jam sama dengan sirkulasi
- 5) Ekstraksi selama 6 jam sirkulasi.
- 6) Kistakan ekstrak sampai ± 0,5 ml setelah dingin.
- 7) Dari hasil ini bisa langsung dilakukan penetapan secara KLT (kecuali untuk penetapan secara kromatografi gas atau bila hasil KLT tidak baik harus dilanjutkan pemurnian)

Pemurnian

- 1) Sedikit glass wool masukkan ke dalam kolom kromatografi guna menahan florisil.
- 2) Masukkan heksan setinggi ± 12 cm, masukkan florisil ± 3 gram sedikit-sedikit kemudian tambahkan Na₂SO₄ anhidrat granular diatas florisil setinggi 1 cm (Na₂SO₄ anhidrat granular harus ditambahkan untuk menjaga agar florisil tetap kering) Pada waktu memasukkan florisil dan Na₂SO₄ keran pada kolom dibuka dan heksan yang keluar ditampung dalam erlenmeyer, heksan ini dapat dimasukkan lagi ke dalam kolom. Waktu mengalirkan heksan harus dijaga agar florisil dan Na₂SO₄ tetap terendam heksan.

- 3) Pengaliran heksan dilakukan 5 kali sehingga kepadatan kolom tidak berubah. Pada pengaliran yang terakhir lapisan heksan sampai diatas lapisan Na_2SO_4 keran ditutup.
- 4) Siapkan penampung (erlenmeyer 50 ml) dibawah kolom. Masukkan sampel yang sudah disari dan dikisatkan kedalam kolom, hati-hati buka keran biarkan sampel turun sampai tepat dipermukaan atas Na_2SO_4 keran ditutup.
- 5) Masukkan ke dalam kolom 5 ml eluen I, keran dibuka larutan ini biarkan turun sampai tepat dipermukaan atas Na_2SO_4 kemudian tambahkan 15 ml sisanya. Apabila eluen I ini sudah sampai pada permukaan atas Na_2SO_4 keran ditutup.
- 6) Penampung (erlenmeyer 50 ml) diganti, masukkan ke dalam kolom eluen II, elusi seperti nomor 5.
- 7) Penampung diganti, masukkan eluen III elusi sampai larutan didalam kolom habis (tidak ada yang menetes lagi)
- 8) Hasil elusi I, II, III dikisatkan sampai 1 ml.
- 9) Kemudian dilakukan analisa lebih lanjut dengan KLT atau kromatografi gas.

3. Tintometer Kit Lovibond 2000 untuk pemeriksaan kadar kholinesterse

Adapun cara pemeriksaan kadar kholinesterase sebagai berikut:

Tata cara pemeriksaan darah kholinesterase dalam buku Pemeriksaan kholinesterase darah dengan Tintometer Kit oleh Depkes RI adalah sebagai berikut :

- a. Didihkan aquadest sampai keluar gelembung-gelembung besar kira-kira 10 menit. Erlenmeyer tempat air ditutup dengan kapas kemudian di dinginkan hingga pH kira-kira 6. Apabila tidak dapat aquadest bebas CO₂ ini tersedia di apotik.
- b. Membersihkan alat-alat
 1. Prop karet dipanaskan (2x) atau sampai air pembilas pH kira-kira 6
 2. Membersihkan alat-alat gelas maupun polyethylene (tabung reaksi, botol-botol reagen, cuvet, pipet darah) dengan menggunakan aquades bebas CO₂ (3x).
 3. Tabung reaksi langsung ditutup dengan prop karet
- c. Membuat larutan ragen

1. Pembuatan larutan indikator

Larutan terdiri dari BTB (Brom Timol Blue) 112 miligram dan 250 cc aquadest bebas CO₂ (aquadestilata).

Cara membuat yaitu :

Semua isi BTB dituang dari tabung BTB ke dalam tabung volumetrik (yang terbuat dari plastik) , tambahkan aquadest bebas CO₂ sampai kira-kira setengah tabung volumetrik tersebut. Tabung BTB dibilas hingga bersih dengan aquadest bebas CO₂, bilasannya juga dimasukkan ke dalam tabung volume tadi.

Kemudian diputar-putar tabung volume ini agar BTB didalamnya tercampur secara merata, diamkan kira-kira ½ menit.

Tambahkan aquadest bebas CO₂ sampai mencapai tanda 250 ml (lingkaran biru pada leher botol volume). Kemudian bolak-balikan botol tersebut agar larutan tercampur merata.

Botol-botol tabung dan toples-toples dengan stoppernya setelah digunakan harus selalu ditutup.

2. Membuat larutan subtrat

Larutan ini terdiri dari *Acetylcholine Perchlorat* 0,25 gr dan Aquadest bebas CO₂ (aquadestilata) 50 ml.

Cara membuatnya :

Dengan spatula yang telah tersedia, masukkan subtrat bubuk tersebut kedalam botol yang berlabel “subtrat/ACP”.

50 ml aquadestilata ditambahkan dari gelas ukur yang tersedia. Tutup dengan stoppernya dan kocok-kocok agar subtrat tercampur secara merata. Larutan subtrat ini harus disiapkan secara segar setiap hari.

3. Aquadest bebas CO₂ disiapkan yang fresh sebanyak 60 cc pada botol berlabel “*Distilled Water*” kemudian segera ditutup dengan stoppernya.

d. Pengambilan sampel darah

Syarat-syarat :

1. Jari yang boleh ditusuk adalah salah satu diantara 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 kuman.

3. Selanjutnya jari ditusuk dengan pen steril (autoclick)
- e. Penentuan Kholinesterase darah
1. Tabung reaksi yang akan digunakan disesuaikan dengan jumlah orang yang akan diambil sampel darahnya.
 2. Tabung pertama diisi aquadest bebas CO₂ sebanyak 1 cc. Tabung kedua diisi dengan larutan BTB 0,5 cc.
 3. Temperatur dicatat saat pemeriksaan pada kartu atau form pencatat hasil yang telah disiapkan. Siapkan juga tabel time out yang dibutuhkan.
 4. Membuat *blood blank* (blanko darah). Caranya dengan menambahkan 0,01 cc darah kedalam tabung pertama yang berisi 1 cc aquadest bebas CO₂. Darah ini dimasukkan ke dalam kuvet 2,5mm. Tempatkan kuvet ini, tuangkan sebelah kiri pada komparator.
 5. Tes reagen
 - Ambil satu tes tube (test tube urutan kedua). Isikan kedalamnya 0,5 cc larutan indikator (BTB). Segera tutup kembali tabung itu.
 - Ambil 0,01 cc darah dari kontrol (orang yang diperkirakan normal/tidak terkontaminasi pestisida). Tambahkan darah ini ke dalam indikator dalam tabung kedua (tabung kontrol) tadi. Kocok perlahan jangan sampai berbuih.
 - Tambahkan pada campuran tersebut 0,5 cc larutan substrat (ACP). Catat waktu pada saat menambahkan larutan substrat tersebut (yaitu waktu 0.00/time zero). Secepatnya pindahkan

campuran larutan tersebut pada kuvet 2,5mm dan perhatikan warnanya dalam komparator. Hasilnya tidak boleh lebih dari 12,5%. Jika ternyata hasilnya melebihi 12,5% berarti reagen tersebut mempunyai pH yang lebih besar dari 6,5 yang disebabkan karena banyak CO₂ dari udara yang terlarut kedalamnya. Untuk mengatasi hal tersebut, larutan BTB perlu dipanaskan dengan api kecil sampai CO₂ terlepas dan pH kembali antara 5,5 – 6,5. Tes reagen perlu diulang sampai diperoleh hasil antara 0 s/d 12,5%.

6. Penentuan Kholinesterase darah

Tabung ketiga yang berisi 0,5 cc larutan indikator ditambah 0,01 cc darah dari kontrol, kocok-kocok kemudian ditambahkan larutan substrat 0,5 cc. Pada saat larutan substrat ini dimasukkan kedalam tabung, tombol stop watch ditekan, catatan waktunya. Kemudian pindahkan pada kuvet dan masukkan ke komparator sebelah kanan. Dengan menghadap ke arah sinar matahari, putar-putar disk dari komparator sampai diperoleh warna yang sama antara warna cairan yang diperiksa dengan warna dari kaca pembanding dalam disk (biasanya memerlukan waktu 15-20 menit, sangat tergantung pada suhu diruangan tersebut. Segera setelah 100% dicapai, catat waktunya, ini adalah time out yaitu penentuan waktu yang dibutuhkan pada proses perubahan warna yang nantinya digunakan sebagai pedoman pada pemeriksaan sampel darah responden. Selanjutnya buanglah campuran dalam kuvet kontrol tersebut.

7. Siapkan tabung-tabung reaksi bulat lengkap dengan sumbat karetinya sejumlah orang yang diperiksa. Selanjutnya tempatkan tabung-tabung tersebut pada rak yang tersedia.
 8. Isap dengan pipet 0,5 cc larutan indikator dan masukkan kedalam seluruh tabung reaksi yang telah disiapkan tadi dan segera tutup kembali.
 9. Ambil sampel darah sebanyak 0,01 cc dari tiap orang yang akan diuji dan masukkan sampel darah tersebut kedalam masing-masing tabung secara berurutan sesuai dengan urutan nama dalam daftar nama yang tersedia. Setiap mengambil sampel darah, gunakan tip yang baru agar tidak terjadi kontaminasi.
 10. Mulailah dari tabung untuk responden pertama, tambahkan larutan substrat 0,5 cc kealamnya dengan selang waktu 1 menit. Catat time in. Baca hasilnya pada saat time out.
- f. Analisa hasil :
1. Normal bila hasilnya 75% - 100%
 2. Keracunan bila hasilnya kurang dari 75%

Teknik Pengolahan dan Analisis Data

1. Pengolahan data

Data yang telah terkumpul dalam tahap pengumpulan data, perlu diolah dahulu dengan tujuan adalah menyederhanakan seluruh data yang terkumpul, menyajikannya dalam susunan yang baik dan rapi, untuk pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

a. Editing Data

Editing data adalah menyunting data yang telah terkumpul dilakukan dengan cara memeriksa kelengkapan, kesalahan pengisian dan konsistensi dari setiap jawaban pertanyaan.

b. Koding data

Setelah data diedit, selanjutnya adalah koding jawaban agar proses pengolahan lebih mudah.

c. Tabulasi data

Tabulasi data merupakan kelanjutan dari koding data pada proses pengolahan. Dalam hal ini setelah data tersebut dikoding kemudian ditabulasi agar lebih mempermudah penyajian data dalam bentuk distribusi frekuensi.

d. Entri data

Masukkan data yang telah dilakukan koding kedalam variabel sheet SPSS versi 11.5 windows^{xxxiv}

2. Analisis data

a. Analisis univariat

Digunakan untuk menggambarkan variabel-variabel deskriptif seperti dosis dan jumlah pestisida yang digunakan, APD yang digunakan, lama kerja petani, frekuensi penyemprotan, metode penyemprotan, metode pencampuran, lokasi pencampuran, tingkat keracunan yang diukur dengan kadar kolinestrase, produktivitas, biaya pengobatan kesehatan pada petani sayuran di Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.

b. Analisis bivariat

Untuk melihat hubungan masing-masing variabel terhadap variabel terikat dengan menggunakan uji *Chi-Square*, untuk menganalisis hubungan antara variabel bebas (dosis, jumlah pestisida yang digunakan, APD yang digunakan, lama kerja petani, frekuensi penyemprotan, metode penyemprotan, metode pencampuran, lokasi pencampuran) dengan kadar kolinesterase, produktivitas serta kerusakan lingkungan.

c. Analisa Multivariat

Untuk melihat pengaruh masing-masing variabel secara bersama-sama (dosis, jumlah pestisida yang digunakan, APD yang digunakan, lama kerja petani, frekuensi penyemprotan, metode penyemprotan, metode pencampuran, lokasi pencampuran) terhadap efek kronis keracunan pestisida. Dengan menggunakan uji statistik *logistic regression*.^{xxxv,xxxvi}

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Keadaan Umum Daerah Penelitian

Wilayah kecamatan Ngablak secara geografis sebagian besar terletak di lereng gunung Merbabu yang termasuk dalam wilayah administratif kabupaten Magelang, mempunyai luas wilayah 43,8 km². Wilayah kecamatan Ngablak mempunyai batas-batas wilayah sebagai berikut: sebelah selatan berbatasan dengan kecamatan Pakis, sebelah barat berbatasan dengan kecamatan Grabag dan sebelah timur dan utara berbatasan dengan kecamatan Getasan kabupaten Semarang. Letak geografis kecamatan Ngablak berada pada 110°20'30" – 110°26'20" BT dan 07°20'34" - 07°26'30" LS dengan ketinggian berkisar antara 1000 – 3000 m dpl. Curah hujan per tahun berkisar 181 mm dan suhu udara berkisar antara 20 – 25°C. Batas-batas administratif Desa Sumber Rejo dengan wilayah sekitarnya adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara	: Desa Girirejo
Sebelah Selatan	: Desa Tejo Sari
Sebelah Timur	: Desa Ngablak dan
Sebelah Barat	: Desa Madyogondo

Wilayah Desa Sumber Rejo terbagi menjadi 6 dusun yaitu dusun Klabaran, Banaran, Kenteng, Dukuh, Kragon Wetan dan Kledokan dengan luas wilayah 209 ha, terbagi dalam lahan pekarangan seluas 18,4 ha, lahan tegalan 168,3 ha dan tanah lain seluas 22,3 ha. Ketinggian lahan antara 1.234 – 1.432 mdpl,

dengan kemiringan lahan 35%, kedalaman lapisan atas antara 30-40 cm dan jenis tanahnya adalah Andosol coklat.

Desa Sumberejo memiliki jumlah penduduk 2.373 jiwa, dan 688 KK. Mata pencaharian penduduknya sebagian besar adalah petani sebanyak 1.045 jiwa, penghasilan rata-rata petani perhari antara Rp. 25.000 s/d Rp. 30.000,-, tingkat pendidikannya sebagian besar adalah tamat Sekolah Dasar sebanyak 1277 jiwa. Gambaran lebih rinci seperti pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1. Data administratif desa Sumberejo Kecamatan Ngablak Tahun 2007

No	Kondisi Geografis dan Kependudukan	Jumlah
1	Luas Wilayah	209 Hektar
2	Jumlah Penduduk	2.373 jiwa
	Laki-laki	1.213 jiwa
	Perempuan	1.160 jiwa
3	Tingkat Pendidikan	
	Tidak Tamat SD	41 jiwa
	Tamat SD	1.277 jiwa
	SLTP	247 jiwa
	SLTA	69 jiwa
	Akademi/PT	9 jiwa
	Lain-lain	730 jiwa
4	Mata Pencaharian	
	Petani	1.045 jiwa
	Pedagang	73 jiwa
	Swasta lainnya	211 jiwa
	PNS/ABRI	27 jiwa
	Pensiunan	7 jiwa
	Lain-lain	1.010 jiwa

Sumber : Desa Sumber Rejo. 2007

B. Jenis Tanaman dan Perilaku Petani

Desa Sumberejo merupakan daerah pertanian mempunyai prospek ekonomi yang sangat potensial dan didukung oleh keberadaan pasar yang cukup dekat dengan desa. Komoditas untuk tanaman pangan didominasi oleh tanaman jagung, komoditas sayuran meliputi kobis, kentang, wortel, kol bunga, brokoli, cabe, onclang, sledri, tomat dan lain-lain. Pola tanam yang banyak diterapkan adalah sebagai berikut :

1. Pola tanam pertama

- Tanaman kobis : Bulan Januari s/d Maret
- Tanaman wortel : Bulan Januari s/d April
- Tanaman tembakau : Bulan Maret s/d Agustus
- Tanaman jagung : Bulan September s/d Januari

2. Pola tanam kedua

- Tanaman kobis : Bulan Nopember s/d Maret
- Tanaman wortel : Bulan Februari s/d April
- Tanaman tembakau : Bulan April s/d Agustus
- Tanaman jagung : Bulan Juli s/d Desember

3. Pola tanam ketiga

- Tanaman kobis : Bulan Januari s/d Maret
- Tanaman tembakau : Bulan Februari s/d Juli
- Tanaman kentang : Bulan Maret s/d Juni
- Tanaman wortel : Bulan Juni s/d September
- Tanaman jagung : Bulan Juli s/d Desember

Data kelompok tani di desa Sumber Rejo adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data kelompok tani desa Sumber Rejo Tahun 2008

Nama Dusun	Nama Kelompok Tani	Jumlah Anggota	Jenis Usahatani Pokok
Klabaran	Sumber makmur	40	Hortikultura, kelinci
Kragon wetan	Sumber waras	20	Hortikultura
Banaran	Usaha makmur	55	Pemasaran
	Sido makmur	25	Hortikultura
	Spot indah	23	Kelinci
Kledokan	Sumber sari	15	Hortikultura
Dukuh	Bumi lestari	26	Hortikultura
	Ngesti subur	22	Hortikultura
Kenteng	Sumber Rerjeki	20	Hortikultura

Sumber: Data Sekunder BPPK Ngablak 2008

C. Pestisida dan Penggunaanya

Petani hortikultura desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak dalam mengendalikan hama menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida sering tidak proporsional terutama bila terjadi serangan hama atau setelah hujan, petani akan segera melakukan kegiatan penyemprotan setelah turun hujan, kondisi ini sering diperparah dengan ketidakpedulian mereka tentang bahaya pestisida yang dapat meracuni petani, keluarga dan lingkungannya.

Berdasarkan hasil survey pada petani Sumber Rejo umumnya pestisida yang digunakan antara lain: Daconil 75 WP, Dion-M dan Metindo 25 WP, Antracol 70 WP, Dupont 200, manzate 200, sedangkan untuk jenis insektisida antara lain: sniper 50 EC, Agrimec 18 EC, Bestox 50 EC, Curacron 500 EC, Dursban 200 EC, Reagen 50 SC, Winder 25 WP, Furadan 3G, Decis 2,5 EC, Kresban 200 EC dan Spontan 400 SL. Berikut ini adalah daftar jenis pestisida yang tersedia di beberapa toko pertanian yang ada di wilayah kecamatan Ngablak dan digunakan oleh petani setempat.

Tabel 4.3. Daftar jenis pestisida di toko pertanian yang digunakan oleh petani di Ngablak Tahun 2009

Nama	Jenis Pestisida	Bentuk	Bahan Aktif
<i>Agrimec 18 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Abamektin</i> 18,4 g/lt
<i>Sidamec 20 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Abamektin</i> 18,4 g/lt
<i>Spontan 400 SL</i>	Insektisida	Cair	<i>Dimehipo</i> 400 g/lt
<i>Dursban 200 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Klorpirifos</i> 200 g/lt
<i>Bestox 50 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Sipermetrin</i> 100 g/lt
<i>Marshal 200 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Karbosulfan</i> 200,11 g/lt
<i>Matarin 50 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Lambda sihalothrin</i> 50 g/lt
<i>Sniper 50 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Siflotrin</i> 50 g/lt
<i>Decis 2,5 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Detametrin</i> 2,5 g/lt
<i>Elsan 60 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Fentoat</i> 600 g/lt
<i>Manuver 400 WSC</i>	Insektisida	Cair	<i>Dimehipo</i> 400 g/lt
<i>Reagen 50 SC</i>	Insektisida	Cair	<i>Fipronil</i> 50 g/lt
<i>Kresban</i>	Insektisida	Cair	<i>Klorpirifos</i> 200 g/lt
<i>Furadan</i>	Insektisida	Butiran	<i>Karbofuran</i> 3%
<i>Winder 25 WP</i>	Insektisida	Bubuk	<i>Imedacloprit</i> 25%
<i>Matador</i>	Insektisida	cair	<i>Lambda sihalothrin</i> 50 g/lt
<i>Callicron 500 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Profenofos</i> 500 g/lt
<i>Pentracon 500 EC</i>	Insektisida	Cair	<i>Profenofos</i> 500 g/lt
<i>Antracol 70 WP</i>	Fungisida	Cair	<i>Propineb</i> 70 %
<i>Tracer 120 SC</i>	Insektisida	Cair	<i>Spinozad</i> 120 g/lt
<i>Dupont 200</i>	Fungisida	Bubuk	<i>Mankozeb</i> 83%
<i>Manzate 200</i>	Fungisida	Bubuk	<i>Mankozeb</i> 83%
<i>Daconil 75 WP</i>	Fungisida	Bubuk	<i>Klorotalonel</i> 75%
<i>Dion-M</i>	Fungisida	Bubuk	<i>Mankozeb</i> 83%
<i>Metindo 25 WP</i>	Fungisida	Bubuk	<i>Metomil</i> 25%
<i>Acrobat 50 WP</i>	Fungisida	Bubuk	<i>Dimetomort</i> 50%
<i>Dithane M-45</i>	Fungisida	Bubuk	<i>Mankozeb</i> 80%

Sumber: Data Sekunder BPPK Ngablak 2008

D. Gambaran Karakteristik Responden

Subjek penelitian adalah petani sayuran yang berhubungan langsung dengan penyemprotan dengan menggunakan pestisida organofosfat seperti Curacron, Profil, Antracol, Campion, Daconil, Akrobat, Protonik dan sebagainya dengan jenis kelamin laki-laki. Jumlah sampel dalam penelitian ini berdasarkan rumus sebanyak 68 orang

Berikut ini adalah karakteristik responden yang meliputi:

1. Umur Responden

Tabel.4.4. Distribusi frekuensi umur responden petani hortikultura di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang

No	Umur Responden (Thn)	Frekuensi	%
1	20-30	14	21
2	31-40	23	34
3	41-50	19	28
4	51-60	12	17
	Total	68	100

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa 34% responden berumur 31-40 tahun dan yang terbanyak kedua yaitu 28% responden berumur 41-50 tahun, berarti petani di desa Sumber Rejo sebagian besar berusia produktif.

2. Tingkat Pendidikan

Tabel 4.5. Distribusi frekuensi tingkat pendidikan responden petani hortikultura di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

No	Pendidikan	Frekuensi	%
1	Tamat SD	45	66
2	SLTP	16	24
3	SLTA	7	10
	Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 66% responden berpendidikan tamat SD sedangkan hanya 10% yang berpendidikan tamat SLTA.

3. Dosis

Dosis pestisida dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 yaitu penggunaan dosis sesuai aturan dan tidak sesuai aturan. Dosis sesuai aturan dalam penelitian ini adalah responden memperhatikan penggunaan pestisida sesuai dengan prosedur yang tertera pada bungkus atau kemasan pestisida sedangkan yang tidak sesuai aturan bila responden tidak memperhatikan prosedur yang tertera pada bungkus atau kemasan. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.6 Distribusi frekuensi responden menurut dosis yang digunakan dalam menyemprot di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang

Dosis Pestisida Yang Digunakan	Frekuensi	%
Tidak sesuai anjuran	60	88
Sesuai anjuran	8	12
Total	68	100

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa 88% responden dalam menggunakan pestisida tidak memperhatikan cara penggunaan yang tertera pada kemasan pestisida. Responden dalam menggunakan dosis pestisida cenderung dilebihkan karena dengan banyak dosisnya OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) akan cepat mati sehingga tidak mengganggu tanaman.

4. Jumlah Pestisida

Jumlah dari jenis pestisida yang digunakan petani untuk sekali penyemprotan tanaman. Pemakaian jenis pestisida terendah adalah 1 jenis dan terbanyak 5 jenis dalam setiap penyemprotan. Jumlah pestisida ini dikategorikan menjadi 2 yaitu tunggal bila responden dalam melakukan penyemprotan menggunakan kurang atau sama dengan 2 jenis pestisida, sedangkan kategori campuran bila setiap kali penyemprotan responden menggunakan lebih dari dua jenis pestisida. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.7 Distribusi frekuensi responden menurut jumlah pestisida yang digunakan dalam menyemprot di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Jumlah Pestisida Yang Digunakan	Frekuensi	%
Campuran	44	65
Tunggal	24	35
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa 65 % responden dalam menggunakan pestisida cenderung mencampur beberapa jenis pestisida dalam satu kali penyemprotan. Pencampuran pestisida dengan berbagai macam jenis bahan aktif maupun bahan tambahan seperti perekat dalam satu kali penyemprotan diharapkan tanaman responden terhindar dari hama dan dapat menghemat biaya untuk tenaga penyemprot.

5. APD yang digunakan

Pemakaian APD (Alat Pelindung Diri) yang dipakai petani saat menyemprot ada 7 macam jenis antara lain baju lengan panjang, celana panjang, masker atau penutup hidung, topi, kaca mata, kaos tangan dan sepatu. Distribusi pemakaian APD pada subyek penelitian dikategorikan menjadi 2, yaitu lengkap apabila saat melakukan penyemprotan petani memakai 5 atau lebih APD dan tidak lengkap apabila petani memakai kurang dari 5 APD. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.8 Distribusi frekuensi responden menurut penggunaan APD di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Penggunaan APD	Frekuensi	%
Tidak Lengkap	55	81
Lengkap	13	19
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 81% responden dalam memakai APD (Alat Pelindung Diri) tidak lengkap, responden memakai jenis APD kurang dari 5 macam. Tujuh jenis alat pelindung diri yang ditanyakan dalam penelitian ini semua responden tidak ada yang memakai kacamata dan yang kedua adalah topi, salah satu alasan responden tidak menggunakan kacamata karena responden menganggap memakai kacamata hanya sebagai *action*(gaya) bukan sebagai alat pelindung diri.

6. Lama sebagai petani

Distribusi lama menjadi petani dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 yaitu kurang atau lebih dari 10 tahun dan kategori lebih dari 10 tahun. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.9 Distribusi frekuensi responden menurut lama menjadi Petani Sayuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang

Lama Menjadi Petani	Frekuensi	%
> 10 Tahun	51	75
≤10 Tahun	17	25
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 75% responden telah 10 tahun lebih menjadi petani, dari data penelitian bahwa rata-rata lama menjadi petani

adalah 18,76 tahun dengan data terendah 2 tahun sedangkan bekerja menjadi petani paling lama 40 tahun.

7. Frekuensi Penyemprotan

Frekuensi menyemprot adalah berapa kali banyaknya responden melakukan penyemprotan dengan menggunakan pestisida dalam setiap minggunya. Distribusi subyek penelitian berdasarkan frekuensi menyemprot dalam satu minggu dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu yang menyemprot ≥ 3 kali (sering) dalam satu minggu dan kelompok yang menyemprot < 3 kali (jarang) dalam 1 minggu. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.10 Distribusi frekuensi responden menurut frekuensi penyemprotan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang

Frekuensi Penyemprotan	Frekuensi	%
≥ 3 kali (sering)	15	22
< 3 kali (jarang)	53	78
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 78% responden jarang melakukan penyemprotan, dalam penelitian ini kategori jarang diasumsikan kurang dari 3 kali dalam satu minggu melakukan penyemprotan.

8. Metode Penyemprotan

Metode penyemprotan adalah tindakan petani saat menyemprot tanaman dengan menggunakan pestisida dengan memperhatikan arah angin yang bertiup. Metode penyemprotan dengan arah angin dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu penyemprotan tidak memperhatikan arah angin dan penyemprotan memperhatikan arah angin. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.11 Distribusi frekuensi responden menurut metode penyemprotan dengan arah angin di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Metode Penyemprotan	Frekuensi	%
Tidak memperhatikan arah angin (Buruk)	49	72
Memperhatikan arah angin (Baik)	19	28
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 72% responden dalam melakukan penyemprotan tidak memperhatikan arah angin. Hal ini karena responden belum mengetahui bahaya pemakaian pestisida serta cara penggunaan pestisida yang aman dan benar.

9. Metode Pencampuran Pestisida

Metode pencampuran pestisida adalah cara yang digunakan petani dalam melakukan pencampuran pestisida dalam hal ini adalah menggunakan pengaduk atau tidak menggunakan pengaduk. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.12 Distribusi frekuensi responden menurut metode pencampuran pestisida di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Metode Pencampuran	Frekuensi	%
Tidak memakai pengaduk	43	63
Memakai Pengaduk kayu	25	37
D_{Total}	68	100

ari tabel di atas dapat diketahui bahwa 63% responden dalam melakukan pencampuran tidak memakai pengaduk kayu, dari hasil penelitian bahwa responden dalam melakukan pencampuran menggunakan pengaduk dari slang yang ada pada tangki penyemprotan.

10. Lokasi Pencampuran

Lokasi pencampuran adalah lokasi yang digunakan petani untuk melakukan pencampuran pestisida yaitu di rumah atau di lahan pertanian. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.13 Distribusi frekuensi responden menurut lokasi pencampuran pestisida di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Lokasi Pencampuran	Frekuensi	%
Di rumah	26	38
Di lahan Pertanian	42	62
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 62% responden dalam melakukan pencampuran di lahan pertanian.

11. Kejadian Keracunan

Kejadian keracunan pestisida dapat diketahui dari hasil pemeriksaan kolinesterase darah pada petani. Kejadian keracunan pestisida digolongkan menjadi 2 kategori yaitu keracunan apabila tingkat aktifitas kolinesterase dalam darah $< 75\%$ dan tidak keracunan atau normal apabila aktifitas kolinesterase dalam darah $\geq 75\%$. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.14 Distribusi frekuensi responden menurut kejadian keracunan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Kejadian Keracunan	Frekuensi	%
Keracunan ($< 75\%$)	52	76,5
Tidak Keracunan ($\geq 75\%$)	16	23,5
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 76,5% responden keracunan pestisida, hasil pemeriksaan kolinesterase darah pada petani yang dilakukan pemeriksaan oleh laboratorium kesehatan Magelang bahwa tingkat keracunan pestisida pada petani ada yang kategori keracunan ringan bila kadar kolinesterase antara 50% - $<75\%$, sedang bila hasilnya 25% - $<50\%$ dan berat dengan kadar kolinesterase 12,5%.

12. Produktivitas Pertanian

Adalah hasil pendapatan yang diterima petani dalam satu kali panen yang telah dikurangi dengan biaya produksi (operasional) dengan satuan rupiah. Produktivitas ini dikategorikan menjadi 2 yaitu untung apabila pendapatan yang diterima dibagi biaya pengeluaran hasilnya lebih dari satu

sedangkan rugi apabila pendapatan yang diterima dibagi biaya kurang atau sama dengan satu. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Distribusi frekuensi responden menurut produktivitas di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Produktifitas	Frekuensi	%
Rugi	27	40
Untung	41	60
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 60% responden yang bekerja sebagai petani merasakan untung. Biaya yang dikeluarkan untuk operasional mulai dari membeli bibit, pupuk, pestisida, biaya menggarap lahan dan mulsa dan lain sebagainya sesuai dengan jenis tanamannya, dapat ditutup dari hasil penjual pertanian sehingga petani masih memperoleh keuntungan.

13. Biaya Pengobatan

Biaya pengobatan adalah besarnya biaya yang dikeluarkan untuk berobat responden baik itu yang diperiksa di pelayanan kesehatan ataupun pembelian obat-obat tradisional selama 1 bulan terakhir. Biaya pengobatan pada penelitian ini dikategorikan menjadi 2 yaitu murah bila biaya berobat kurang atau sama dengan Rp 5.000,- dalam satu bulan sedangkan mahal bila biaya berobat lebih dari Rp 5.000,- dalam satu bulan. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.16 Distribusi frekuensi responden menurut biaya pengobatan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Biaya Berobat	Frekuensi	%
Mahal	35	51.5
Murah	33	48.5
Total	68	100

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa 51,5% responden dalam membiayai pengobatan akibat sakit yang diderita oleh responden termasuk kategori mahal.

14. Kerusakan Lingkungan

Kerusakan lingkungan adalah dampak yang merugikan akibat paparan atau penggunaan pestisida yang dapat mencemari tanah. Pada penelitian ini terdapat 2 kategori yaitu positif apabila dalam tanah terdapat kandungan pestisida sedangkan negatif bila tidak terdapat kandungan pestisida dalam tanah yang dilakukan dengan pemeriksaan kromatografi lapis tipis di Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.

Tabel 4.17 Distribusi frekuensi responden menurut kerusakan lingkungan dilihat dari kadar residu Pestisida dalam tanah di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Kerusakan Lingkungan	Frekuensi	%
Positif	0	0
Negatif	68	100
Total	68	100

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa 100% kadar residu pestisida dalam tanah responden adalah negatif.

15. Karakteristik Lahan pertanian

Karakteristik lahan pertanian di desa Sumber Rejo pada penelitian ini adalah curah hujan, ketinggian serta jenis tanah pada masing-masing responden diasumsikan sama karena masih dalam satu desa. Adapun datanya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.18 Distribusi frekuensi responden menurut karakteristik lahan pertanian di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

Curah hujan (mm per tahun)	Ketinggian (m dpl)	Kemiringan (%)	Kedalaman lapisan tanah(cm)	Jenis tanah
181,6	1500	40	40	Andosol coklat

Sumber: Data Sekunder BPPK Ngablak 2008

E. Analisis Bivariat

1. Hubungan dosis pestisida dengan produktivitas pertanian

Tabel 4.19 Produktivitas pertanian menurut dosis pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.

Dosis Pestisida	Produktivitas				Total
	Rugi	%	Untung	%	
Tidak sesuai anjuran	25	42	35	58	60
Sesuai anjuran	2	25	6	75	8
Total	27		41		68

Hasil $X^2 = 0,271$ dan $p = 0,603$

RP (95% CI) = 1,667 (0,484-5,742)

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang menggunakan dosis pestisida tidak sesuai anjuran sebanyak 60 orang. Mereka yang menggunakan pestisida tidak sesuai anjuran dengan hasil produktivitas

mengalami kerugian sebanyak 42% dan yang mendapatkan keuntungan sebanyak 58%. Sedangkan responden yang menggunakan dosis pestisida sesuai anjuran sebanyak 8 orang dan yang mengalami kerugian sebanyak 25% dan yang memperoleh keuntungan sebanyak 75%.

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* (nilai $p = 0,603$) dapat diketahui bahwa tidak ada hubungan antara dosis pestisida dengan produktivitas. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara dosis pestisida dengan produktivitas ditolak.

2. Hubungan jumlah pestisida dengan produktivitas pertanian

Tabel 4.20 Produktivitas pertanian menurut jumlah pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009

Jumlah Pestisida	Produktivitas				Total
	Rugi	%	Untung	%	
Campuran	19	43	25	57	44
Tunggal	8	33	16	67	24
Total	27		41		68

Hasil $X^2 = 0,285$ dan $p = 0,593$ RP (95% CI) = 1,295(0,67-2.505)

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang menggunakan pestisida campuran sebanyak 44 orang. Mereka yang menggunakan pestisida campuran dengan hasil produktivitas mengalami kerugian sebanyak 43% dan yang mendapatkan keuntungan sebanyak 57%. Sedangkan responden yang menggunakan pestisida tunggal sebanyak 8 orang dan yang mengalami kerugian sebanyak 33% dan yang memperoleh keuntungan sebanyak 67%.

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* (nilai $p = 0,593$) dapat diketahui bahwa tidak ada hubungan antara jumlah pestisida dengan produktivitas.

Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara jumlah pestisida dengan produktivitas ditolak.

3. Hubungan dosis pestisida dengan kerusakan lingkungan

Tabel 4.21 Kerusakan lingkungan menurut dosis pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.

Dosis Pestisida	Kerusakan Lingkungan				Total
	Positif	%	Negatif	%	
Tidak sesuai anjuran	0	0	60	100	60
Sesuai anjuran	0	0	8	100	8
Total	0		68		68

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang menggunakan dosis pestisida tidak sesuai anjuran maupun yang sesuai anjuran residu pestisida dalam tanah hasilnya negatif semua sehingga tidak ada variasi dalam variabel kerusakan lingkungan.

4. Hubungan jumlah pestisida dengan kerusakan lingkungan

Tabel 4.22 Kerusakan lingkungan menurut jumlah pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.

Jumlah Pestisida	Kerusakan Lingkungan				Total
	Positif	%	Negatif	%	
Campuran	0	0	44	100	44
Tunggal	0	0	24	100	24
Total	0		68		68

Tabel diatas menunjukkan bahwa responden yang menggunakan jumlah pestisida campuran maupun tunggal residu pestisida dalam tanah hasilnya negatif semua sehingga tidak ada variasi dalam variabel kerusakan lingkungan

5. Hubungan dosis dengan keracunan pestisida

Tabel 4.23 Kadar kolinesterase darah menurut dosis pestisida di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009

Dosis pestisida	Hasil Pemeriksaan Kolinesterase				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Tidak sesuai anjuran	50	83,33	10	16,67	60
Sesuai aturan	2	25,00	6	75,00	8
Total	52		16		68

Hasil : $X^2 = 10,304$ dan $p = 0,001$ RP (95% CI)=3,33 (0,998-11,129)

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang menggunakan dosis pestisida tidak sesuai anjuran sebanyak 60 orang. Mereka yang menggunakan dosis pestisida tidak sesuai anjuran dengan angka kejadian keracunan pestisida sebanyak 50 orang (83,33%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 10 orang (16,67%). Sedangkan responden yang menggunakan dosis pestisida sesuai anjuran yang mengalami keracunan sebanyak 2 orang (25%) dan yang tidak mengalami keracunan

sebanyak 6 orang (75%). Berdasarkan hasil tersebut diatas dapat diketahui pula bahwa angka kejadian keracunan pestisida lebih tinggi responden yang memakai dosis tidak sesuai anjuran sebanyak 50 orang dibandingkan responden yang menyemprot memakai dosis sesuai aturan sebanyak 2 orang.

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* (nilai $p = 0,001$) dapat diketahui bahwa ada hubungan antara dosis pestisida dengan keracunan pestisida. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara dosis pestisida dengan kejadian keracunan pestisida diterima. Pemakaian dosis yang tidak sesuai anjuran akan memberikan risiko sebesar 3,33 terhadap kejadian keracunan pada petani sayuran di Desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

6. Hubungan jumlah pestisida dengan keracunan pestisida

Tabel 4.24 Kadar kholinesterase darah menurut jumlah pestisida yang digunakan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009

Jumlah Pestisida	Hasil Pemeriksaan Kholinesterase				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Tunggal	18	75	6	25	24
Campuran	34	77,27	10	22,73	44
Total	52		16		68

Hasil : $X^2 = 0,000$ dan $p = 1,00$ RP (95% CI)=1,030(0,778-1,365)

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang menyemprot menggunakan kurang atau sama dengan 2 jenis pestisida sebanyak 24 orang, dengan angka kejadian keracunan sebanyak 18 orang (75%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 6 orang (25%). Sedangkan yang menggunakan beberapa jenis pestisida atau campuran sebanyak 44

orang dengan angka kejadian keracunan sebanyak 34 orang (77,27%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 10 orang (23,73%).

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* (nilai $p = 1,00$) dapat diketahui bahwa tidak ada hubungan antara jumlah pestisida yang digunakan dengan keracunan pestisida. Berdasarkan uji diatas dapat dikatakan bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara jumlah pestisida dengan kejadian keracunan pestisida ditolak.

7. Hubungan pemakaian APD dengan keracunan pestisida

Tabel 4.25 Kadar kholinesterase darah menurut penggunaan APD di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.

APD	Hasil Pemeriksaan Kholinesterase				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Tidak lengkap	50	91	5	9	55
Lengkap	2	15	11	85	13
Total	52		16		68

Hasil : $X^2 = 29,267$ dan $p = 0,001$ RP (95% CI)=5,909(1,647-21,202)

Tabel di atas menunjukkan bahwa sebagian besar responden mempunyai kebiasaan tidak memakai alat pelindung diri secara lengkap disaat melakukan penyemprotan sebanyak 55 orang. Responden yang kurang lengkap pemakaian APD angka kejadian keracunan pestisida sebanyak 50 orang (91%) dan yang tidak keracunan 5 orang (9%). Sedangkan responden yang lengkap dalam penggunaan APD angka kejadian keracunan sebanyak 2 orang (15%) dan tidak keracunan pestisida sebanyak 11 orang (85%). Berdasarkan hasil tersebut di atas dapat diketahui pula bahwa angka kejadian keracunan pestisida lebih tinggi responden yang tidak lengkap dalam penggunaan APD sebanyak 50 orang

dibandingkan responden yang lengkap dalam penggunaan APD sebanyak 2 orang.

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* (nilai $p = 0,001$) dapat diketahui bahwa ada hubungan antara penggunaan alat pelindung diri sewaktu menyemprot dengan keracunan pestisida. Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara pemakaian alat pelindung diri dengan kejadian keracunan diterima. Penggunaan alat pelindung diri yang tidak lengkap akan memberikan risiko 5,9 terhadap kejadian keracunan pestisida pada petani sayuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

8. Hubungan lama kerja petani dengan keracunan pestisida

Tabel 4.26 Kadar kholinesterase darah menurut lama bertani di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.

Lama Bertani	Hasil Pemeriksaan Kholinesterase				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Lama (> 10 th)	37	72.5	14	27.5	51
Baru (\leq 10 th)	15	88	2	12	17
Total	52		16		68

Hasil : $X^2 = 0,981$ dan $p = 0,322$ RP (95% CI)=0,822(0,645-1,047)

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang mempunyai masa kerja menjadi petani lebih dari 10 tahun sebanyak 51 orang, dengan angka kejadian keracunan sebanyak 37 orang (72,5%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 14 orang (27,5%). Sedangkan yang mempunyai masa kerja kurang dari 10 tahun sebanyak 17 orang dengan angka kejadian keracunan sebanyak 15 orang (88%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 2 orang (12%).

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* (nilai $p = 0,322$) dapat diketahui bahwa tidak ada hubungan antara lama menjadi petani dengan keracunan pestisida. Berdasarkan uji di atas dapat dikatakan bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara lama menjadi petani dengan kejadian keracunan pestisida ditolak.

9. Hubungan frekuensi penyemprotan dengan keracunan pestisida

Tabel 4.27 Kadar kolinesterase darah menurut frekuensi penyemprotan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009

Frekuensi Penyemprotan	Hasil Pemeriksaan Kolinesterase				Total
	Keracunan	%	Norma	%	
Sering (≥ 3 kali seminggu)	13	86,67	2	13,33	15
Jarang (< 3 kali seminggu)	39	73,58	14	26,42	53
Total	52		16		68
Hasil : $X^2 = 0,504$ dan $p = 0,478$		RP (95% CI)=1,178(0,912-1,521)			

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang melakukan penyemprotan ≥ 3 kali seminggu sebanyak 15 orang, dengan angka kejadian keracunan sebanyak 13 orang (86,67%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 2 orang (13,33%). Sedangkan yang melakukan penyemprotan < 3 kali seminggu sebanyak 53 orang dengan angka kejadian keracunan sebanyak 39 orang (73,58%) dan yang tidak mengalami keracunan sebanyak 14 orang (26,42%)

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* (nilai $p = 0,478$) dapat diketahui bahwa tidak ada hubungan antara frekuensi penyemprotan dengan keracunan pestisida. Berdasarkan uji diatas dapat dikatakan bahwa

hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara frekuensi penyemprotan dengan kejadian keracunan ditolak.

10. Hubungan metode penyemprotan dengan keracunan pestisida

Tabel 4.28 Kadar kolinesterase darah menurut metode penyemprotan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009

Metode Penyemprotan	Hasil Pemeriksaan Kolinesterase				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Tidak memperhatikan arah angin	47	95,9	2	4,1	49
Memperhatikan arah angin	5	26,3	14	73,7	19
Total	52		16		68
Hasil : $X^2 = 33,09$ dan $p = 0,001$		RP (95% CI)=3,645(1,714-7,752)			

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden mempunyai kebiasaan dalam melakukan penyemprotan tidak memperhatikan arah angin sebanyak 49 orang. Mereka yang tidak memperhatikan arah angin angka kejadian keracunan pestisida sebanyak 47 orang (95,9%) dan yang tidak keracunan sebanyak 2 orang (4,1%). Sedangkan mereka yang memperhatikan arah angin angka kejadian keracunan sebanyak 5 orang (26,3%) dan tidak keracunan pestisida sebanyak 14 orang (73,7%). Berdasarkan hasil tersebut diatas dapat diketahui pula bahwa angka kejadian keacunan pestisida lebih tinggi responden yang kurang memperhatikan arah angin pada saat melakukan penyemprotan sebanyak 47 orang (95,92%) dibandingkan responden yang memperhatikan arah angin sebanyak 5 orang (26,32%).

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* dapat diketahui bahwa ada hubungan antara metode penyemprotan yaitu arah angin dengan keracunan pestisida (nilai $p = 0,001$). Hal ini berarti bahwa hipotesis yang

menunjukkan adanya hubungan antara metode penyemprotan dengan kejadian keracunan diterima. Penyemprotan yang tidak memperhatikan arah angin akan memberikan risiko 3,645 terhadap kejadian keracunan pestisida pada petani sayuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

11. Hubungan metode pencampuran dengan keracunan pestisida

Tabel 4.29 Kadar kholinesterase darah menurut metode pencampuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.

Metode Pencampuran	Hasil Pemeriksaan Kholinesterase				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Tidak menggunakan Pengaduk	37	86	6	14	43
Memakai Pengaduk	15	60	10	40	25
Total	52		16		68

Hasil : $X^2 = 4,601$ dan $p = 0,032$ RP (95% CI)= 1,434(1,019-2,019)

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden dalam melakukan pencampuran pestisida tidak menggunakan pengaduk sebanyak 43 orang. Mereka yang tidak menggunakan pengaduk khusus angka kejadian keracunan pestisida sebanyak 37 orang (86%) dan yang tidak keracunan sebanyak 6 orang (14%). Sedangkan mereka yang menggunakan pengaduk angka kejadian keracunan sebanyak 15 orang (60%) dan tidak keracunan pestisida sebanyak 10 orang (40%). Berdasarkan hasil tersebut diatas dapat diketahui pula bahwa angka kejadian keacunan pestisida lebih tinggi responden yang tidak menggunakan pengaduk khusus pada saat melakukan pencampuran sebanyak 37 orang dibandingkan responden yang menggunakan pengaduk khusus sebanyak 15 orang.

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* dapat diketahui bahwa ada hubungan antara metode pencampuran yaitu menggunakan pengaduk dengan keracunan pestisida (nilai $p = 0,032$). Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara metode pencampuran dengan kejadian keracunan diterima. Pencampuran pestisida yang tidak menggunakan pengaduk khusus akan memberikan risiko 1,434 terhadap kejadian keracunan pestisida pada petani sayuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang

12. Hubungan lokasi pencampuran dengan keracunan pestisida

Tabel 4.30 Kadar kolinesterase darah menurut lokasi pencampuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009.

Lokasi Pencampuran	Hasil Pemeriksaan Kolinesterase				Total
	Keracunan	%	Normal	%	
Di Rumah	14	54	12	46	26
Lahan Pertanian	38	90	4	10	42
Total	52		16		68

Hasil : $X^2 = 10,026$ dan $p = 0,002$ RP (95% CI)=0,595(0,411-0,861)

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden dalam melakukan pencampuran pestisida dikerjakan di rumah sebanyak 26 orang. Mereka yang melakukan pencampuran pestisida di rumah angka kejadian keracunan pestisida sebanyak 14 orang (54%) dan yang tidak keracunan sebanyak 12 orang (46%). Sedangkan mereka yang melakukan pencampuran di lahan pertanian kejadian keracunan sebanyak 38 orang (90%) dan tidak keracunan pestisida sebanyak 4 orang (10%). Berdasarkan hasil tersebut di atas dapat diketahui pula bahwa angka kejadian keacunan pestisida lebih tinggi responden melakukan pencampuran di lahan

pertanian sebanyak 38 orang dibandingkan responden yang melakukan pencampuran di rumah sebanyak 14 orang.

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* dapat diketahui bahwa ada hubungan antara lokasi pencampuran dengan keracunan pestisida (nilai $p = 0,002$). Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya hubungan antara lokasi pencampuran dengan kejadian keracunan diterima. Pencampuran pestisida yang dilakukan di lahan pertanian akan memberikan risiko 0,595 terhadap kejadian keracunan pestisida pada petani sayuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang

13. Hubungan tingkat keracunan pestisida dengan biaya pengobatan

Tabel 4.31 Kejadian Keracunan dengan Biaya Pengobatan di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009

Kejadian Keracunan	Biaya Pengobatan				Total
	Mahal	%	Murah	%	
Keracunan	33	63,5	19	36,5	52
Tidak Keracunan	2	12,5	14	87,5	16
Total	35		33		68

Hasil : $X^2 = 10,76$ dan $p = 0,001$ RP (95% CI)=5,077 (1,366-18,867)

Tabel di atas menunjukkan bahwa responden yang keracunan ada 52 orang untuk biaya pengobatan ketika sakit dalam satu bulan sebelum dilakukan penelitian 63,5% dalam kategori mahal sedangkan responden yang tidak keracunan ada 16 orang, responden menyatakan bahwa biaya untuk pengobatan murah sebanyak 87,5%

Berdasarkan hasil uji *Chi-square* dapat diketahui bahwa ada hubungan antara tingkat keracunan pestisida dengan biaya pengobatan (nilai $p = 0,001$). Hal ini berarti bahwa hipotesis yang menunjukkan adanya

hubungan antara kejadian keracunan dengan biaya pengobatan diterima. Bila Keracunan pestisida akan memberikan risiko 5,077 terhadap biaya pengobatan pada petani sayuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang.

F. Rangkuman Hasil Analisa Bivariat

Tabel 4.32 Rangkuman hasil analisis *Chi-square* antara dosis dan jumlah pestisida dengan Produktivitas di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 2009

No	Variabel	Nilai p	RP	95% C I	Keterangan
1	Dosis	0,603	1,667	0.484-5,742	Tidak Signifikan
2	Jumlah pestisida	0,593	1,295	0,67-2.505	Tidak Signifikan

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa analisis *Chi-square* antara dosis dan jumlah pestisida dengan produktivitas tidak signifikan, berarti tidak ada hubungan antara hubungan antara dosis dan jumlah pestisida dengan produktivitas.

Tabel 4.33 Rangkuman hasil analisis *Chi-square* antara faktor-faktor risiko dengan kejadian keracunan pestisida di Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak 2009

No	Variabel	Nilai p	RP	95% C I	Keterangan
1	Dosis	0,001	3,33	0,998-11,129	Signifikan
2	Jumlah Pestisida	1,000	1,030	0,778-1,365	Tidak Signifikan
3	Penggunaan APD	0,001	5,909	1,647-21,202	Signifikan
4	Lama Kerja Petani	0,322	0,822	0,645-1,047	Tidak signifikan
5	Frekuensi penyemprotan	0,478	1,178	0,912-1,521	Tidak signifikan
6	Metode Penyemprotan	0,001	3,645	1,714-7,752	Signifikan
7	Metode Pencampuran	0,032	1,434	1,019-2,019	Signifikan
8	Lokasi Pencampuran	0,002	0,595	0,411-0,86	Signifikan

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian keracunan pada petani sayuran adalah faktor dosis (nilai $p = 0,001$), penggunaan APD (nilai $p = 0,001$), metode penyemprotan (nilai $p = 0,001$), metode pencampuran (nilai $p = 0,032$) dan lokasi pencampuran (nilai $p=0,002$).

G. Hasil Analisis Multivariat

Untuk mengetahui hubungan yang paling dominan secara bersama-sama dari beberapa variabel yang berhubungan seperti : dosis, penggunaan APD, metode penyemprotan, metode pencampuran dan lokasi pencampuran terhadap kejadian keracunan pestisida, digunakan uji statistik regresi logistik dengan metode enter. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.34 Hasil analisis regresi logistik antara faktor yang berhubungan dengan kejadian keracunan pestisida di desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak 2009

No	Variabel	B	Nilai p	Exp (B)	95% C I	Keterangan
1	Dosis	2,271	0,224	9,692	0,250-375,714	Tidak Signifikan
2	Penggunaan APD	2,935	0,055	18.8824	0,939-377,236	Tidak Signifikan
3	Metode Penyemprotan	2,650	0,048	14,160	1,020-196,586	Signifikan
4	Metode pencampuran	2,228	0,094	9,285	0,683-126,192	Tidak Signifikan
5	Lokasi Pencampuran	-2,262	0,096	0,104	0,007-1,492	Tidak Signifikan

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian keracunan pada petani sayuran adalah faktor metode penyemprotan dengan nilai $p = 0,048$ dan RP 95% CI 1,020-196,586.

BAB V

PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan penelitian mengenai dampak ekonomi lingkungan akibat penggunaan pestisida pada kesehatan petani di desa Sumber Rejo, diperoleh data primer pada penelitian antara lain data hasil observasi di lapangan, pemeriksaan laboratorium kesehatan untuk kadar kholinesterase serta pemeriksaan residu pestisida dalam tanah yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Laboratorium Kesehatan kota Semarang.

Hasil pemeriksaan residu pestisida digunakan sebagai data untuk mengetahui kerusakan lingkungan yaitu tanah di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak dari data yang diperoleh hasilnya negatif hal ini kemungkinan disebabkan oleh sensitivitas alat kurang baik, sedangkan kadar kholinesterase darah digunakan sebagai data untuk mengetahui kejadian keracunan pestisida pada seorang petani akibat penggunaan pestisida. Sedangkan faktor yang mempengaruhi kesehatan petani akibat penggunaan pestisida antara lain dosis pestisida yang dipakai, jumlah pestisida yang digunakan, lama kerja sebagai petani, frekuensi penyemprotan, metode penyemprotan, metode pencampuran serta lokasi pencampuran.

Berdasarkan hasil uji statistik antara dosis pestisida dan jumlah pestisida terhadap produktivitas petani tidak ada hubungan, namun demikian penggunaan dosis yang berlebihan atau tidak sesuai anjuran dari segi ekonomi akan terasa memberatkan petani karena harga pestisida yang cukup mahal ditambah lagi bila penggunaannya tidak sesuai dengan target sasaran, maka hama akan bersifat resisten sehingga diperlukan jenis pestisida yang lain untuk menanggulangi hama tersebut.

Hal ini dapat dilihat dari hasil prediksi perhitungan analisis perkiraan usaha tani

kubis seluas 1 ha permusim sebagai berikut:^{xxxvii}

1	Sewa lahan per musim	Rp	300000	
2	Benih 10 pak @ 20 gr 12.000,-	Rp	120000	
3	Pengolahan lahan			
	membajak borongan	Rp	100000	
	membuat bedengan 100 HKP	Rp	300000	
	Jumlah			820000
4	Pesemaian			
	Polybag semai 12 kg @ Rp 4000	Rp	48000	
	Pupuk kandang 1 kuintal	Rp	6000	
	TSP 1,5 kg + furudan 1 kg	Rp	2500	
	Bambu 4 batang	Rp	4000	
	Plastik transparan 40 m	Rp	20000	
	Tenaga kerja menyemai & menyapih 40 HKW	Rp	80000	
	Jumlah			160500
5	Pupuk dan kapur pertanian			
	Pupuk kandang 20 ton	Rp	400000	
	Urea 500 kg	Rp	135000	
	TSP 200 kg	Rp	70000	
	KCL 200 kg	Rp	80000	
	Jumlah			685000
6	Penanaman			
	Pemasangan pupuk dasar & luang tanam 50 HKP dan 10 HKW	Rp	170000	
	Pindah tanam 100 HKW	Rp	200000	
	Jumlah			370000
7	Pemeliharaan tanaman			
	Penyiangan & pemupukan susulan 2x 10HKW & 50 HKW	Rp	260000	
	Pestisida ± 24 liter (kg)	Rp	400000	
	Tenaga semprot 20 HKW	Rp	60000	
	Jumlah			720000
8	Panen dan pasca panen			
	Tenaga kerja 10 HKP & 30 HKW	Rp	90000	
9	Tenaga tetap 3 bulan	Rp	180000	
10	Biaya lain-lain	Rp	250000	
	Jumlah			520000
	Total biaya			3275500
B	Produksi dan Keuntungan			
1	Produksi rata-rata 30000 kg @ Rp 150	Rp	4500000	
2	Total biaya produksi	Rp	3275500	
	Keuntungan	Rp	1224500	
3	Output/Input ratio		1.37	
	HKP (Hari Kerja Pria)			
	HKW (Hari Kerja Wanita)			

Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa biaya pengolahan lahan serta pembelian pestisida lebih banyak dibanding upah tenaga kerja petani.

Walaupun dari hasil perhitungan masih terdapat keuntungan, namun belum dihitung biaya berobat bila petani sakit akibat dari beban bekerja, hilangnya hari kerja. Peningkatan produktivitas pertanian bila diikuti dengan peningkatan pembelian bibit, pupuk, pestisida akhirnya keuntungan yang didapat akan sama saja, sehingga untuk menghitung produktivitas seharusnya diperlukan perhitungan pengeluaran dan pendapatan secara rinci dari tahun ke tahun.

Pemakaian dosis pestisida adalah banyaknya insektisida yang digunakan persatuan luas areal. Dengan satuan g/m² atau kg/ha. l/ha. Pada penelitian ini dosis dikategorikan menjadi dua yaitu sesuai anjuran atau tidak sesuai anjuran. Hasil uji statistik dalam penelitian ini bahwa petani yang menggunakan pestisida melebihi dosis dalam penyemprotan akan mempunyai resiko terjadinya keracunan pestisida 3,33 kali lebih besar dibandingkan petani yang menyemprot menggunakan dosis sesuai anjuran. Hasil ini sama dengan peneliti sebelumnya yang dilakukan oleh Farikhun, yaitu penggunaan dosis pestisida semakin besar mempunyai risiko 8 kali lebih besar bila dibandingkan dengan pemakaian dosis yang lebih rendah atau sesuai dosis.^{xxxviii} Dosis pestisida yang berlebihan tidak berpengaruh nyata terhadap produktivitas, tetapi dampak negatif yang ditimbulkannya dapat berbeda-beda terutama residu pestisida, percepatan resistensi, pemborosan dan pencemaran lingkungan hidup.^{xxxix}

Pada hasil penelitian petani yang kurang lengkap penggunaan APD sewaktu melakukan penyemprotan akan mempunyai risiko terjadi keracunan pestisida 5,9 kali lebih besar dibandingkan petani yang menggunakan APD secara lengkap dan benar. Penelitian ini sesuai dengan peneliti sebelumnya yang dilakukan oleh Miinudin bahwa petani yang kurang lengkap penggunaan APD

sewaktu menyemprot akan mendapat risiko terganggunya aktivitas enzim *cholinesterase* 10 kali lebih besar dibandingkan dengan petani yang memakai alat pelindung diri secara lengkap dan benar.

Keracunan pestisida terjadi bila ada bahan pestisida yang mengenai tubuh atau masuk ke dalam tubuh dalam jumlah tertentu. Jalan masuk pestisida dalam tubuh dapat melalui mulut, pernapasan serta kulit, untuk mencegah terjadinya keracunan adalah memberikan perlindungan bagian tubuh dari paparan pestisida pada saat melakukan penyemprotan.

Pemakaian alat pelindung diri secara lengkap, baik dan benar akan terhindar dari paparan pestisida, seperti: pemakaian pakaian pelindung yang terdiri dari kemeja/kaos lengan panjang dan celana panjang, apron disarankan digunakan untuk semua jenis penyemprotan dan harus digunakan ketika menyemprot tanaman yang tinggi (misalnya pohon, kacang panjang, jagung, buncis), penutup kepala/topi, pelindung mulut dan hidung misalnya berupa masker digunakan ketika menyemprot dengan ukuran butiran semprot yang sangat halus (seperti: fogging, aerosol, mist blower dan penyemprotan dari udara), kaca mata digunakan terutama mencegah butiran semprot serta percikan pestisida agar tidak mengenai muka dan mata yang dilakukan pada waktu mencampur pestisida atau mempersiapkan larutan semprot, sarung tangan digunakan terutama saat mencampur pestisida serta menggunakan sepatu boot. Penggunaan APD pada petani khususnya di desa Sumber Rejo untuk kategori lengkap tidak semua APD yang seharusnya digunakan terpenuhi hal ini karena mahalnya alat pelindung diri yang sesuai standar, untuk kategori lengkap pada penelitian ini bila responden telah menggunakan lebih dari 5 jenis APD yang

digunakan. Pestisida umumnya racun kontak, oleh sebab itu masuknya kedalam tubuh melalui kulit adalah amat efektif apalagi bersama keringat. Oleh karena itu penggunaan alat pelindung diri pada petani sayuran pada saat melakukan penyemprotan sangat penting.

Hasil pengujian statistik pada penelitian ini menunjukkan bahwa petani yang tidak memperhatikan arah angin saat melakukan penyemprotan akan mempunyai risiko terjadinya keracunan pestisida 1,178 kali lebih besar dibandingkan dengan petani yang menyemprot mengikuti tiupan arah angin.

Hal ini disebabkan karena petani yang melakukan penyemprotan melawan arah angin akan mendapat paparan lebih banyak, sehingga lebih mudah terjadi keracunan. Arah angin akan berpengaruh terhadap keracunan pestisida, apalagi petani pada saat menyemprot tidak menggunakan pelindung diri yang lengkap terutama tidak memakai masker dan tanaman yang disemprot adalah tanaman yang lebih tinggi.

Metode pencampuran pada penelitian ini adalah metode yang dilakukan responden pada saat melakukan pencampuran yaitu menggunakan pengaduk kayu atau tidak (sling penyemprot). Hasil pengujian statistik pada penelitian ini menunjukkan bahwa petani yang tidak menggunakan pengaduk kayu pada saat melakukan pencampuran mempunyai risiko terjadinya keracunan pestisida 1,434 kali lebih besar dibanding petani yang melakukan pencampuran pestisida menggunakan pengaduk kayu. Metode pencampuran pestisida yang dilakukan petani sayuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak Magelang 86% responden tidak menggunakan pengaduk kayu dan mereka keracunan pestisida, dalam melakukan pengadukan responden menggunakan sling yang terdapat

dalam alat penyemprot. Pada slang alat penyemprot terdapat sisa pestisida yang dipakai sebelumnya disamping itu petani tidak menggunakan sarung tangan sehingga mempermudah masuknya pestisida melalui kulit. Berdasarkan penelitian Enny dan Joko bahwa bagian tubuh yang paling banyak terpajan pestisida urutan pertama tangan (100%), punggung (79%) dan pinggang (56%). Dalam melakukan pencampuran responden tidak merasa pestisida yang digunakan merupakan racun yang cukup berbahaya terhadap kesehatan karena responden atau petani secara umum menganggap pestisida adalah obat yang dapat membasmi hama yang dapat mendatangkan keuntungan kepada petani bila hasil panennya tidak diganggu oleh hama.

Hasil pengujian statistik pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara lokasi pestisida dengan kejadian keracunan pestisida, petani yang melakukan pencampuran di lahan pertanian sebanyak 38 orang mengalami keracunan pestisida. Hal ini berkaitan pula dengan masuknya pestisida melalui kulit semakin besar, bila pencampuran dilakukan di rumah responden dapat mencuci tangan setelah melakukan pencampuran tetapi bila dilakukan di lahan pertanian air yang digunakan cukup hanya untuk penyemprotan.

Hasil pengujian statistik pada penelitian ini menunjukkan bahwa petani yang keracunan pestisida akan mempunyai risiko 5,077 kali lebih mahal biaya pengobatannya dibanding responden yang tidak keracunan. Dari hasil penelitian biaya yang digunakan untuk berobat sekitar Rp 5000- Rp 15.000 rupiah untuk sekali periksa. Biaya tersebut untuk hidup di daerah pedesaan sangatlah besar

karena bila dilihat penghasilan petani sangat sedikit sekali belum bila terjadi gagal panen.

Hasil penelitian residu pestisida pada tanah dari pemeriksaan laboratorium Kesehatan Kota Semarang negatif, namun bila dikaji secara teori, kemungkinan masih terdapat residu pestisida dalam tanah, bila dilihat berdasarkan sifat fisika kimianya ada pestisida yang tidak mudah rusak di alam, sehingga tetap berada di alam dalam jangka waktu panjang (disebut persisten). Sebaliknya, ada pestisida yang mudah rusak/berubah menjadi senyawa lain di alam sehingga keberadaannya di alam hanya dalam waktu pendek (disebut non persisten). Untuk mengukur mudah tidaknya suatu pestisida rusak/terurai di alam, digunakan parameter waktu paruh (Decomposition Time-50 disingkat DT-50) atau senyawa tersebut terurai di alam (dalam hal ini, unsur alam yang sering digunakan adalah tanah, air, udara). DT-50 pestisida sangat beragam, dari jangka waktu jam sampai dengan jangka waktu tahun. Decomposition Time-50 suatu jenis pestisida dapat berbeda dengan DT-50 pestisida lainnya, tetapi secara umum DT-50 pestisida adalah sebagai berikut: kelompok organo klor lebih lama daripada organo fosfat, lebih lama daripada organo karbamat, lebih lama dari piretroid sintetik. Makin besar angka DT-50, artinya pestisida makin sulit terurai, makin lama berada di alam. Sebaliknya, makin kecil angkanya, pestisida tersebut makin mudah terurai di alam, sehingga residunya akan cepat berkurang.

Dari hasil penelitian ini ada beberapa responden yang menggunakan pestisida Dursban yang sudah dilarang penggunaannya oleh pemerintah, bahan aktif yang ada di Dursban adalah klorpirifos dengan DT-50 dalam tanah 60-120 hari dan petani biasanya melakukan penyemprotan 2 kali dalam seminggu

sehingga hasil penyemprotan yang pertama belum terurai sudah ditambah bahan pestisida lagi sehingga kemungkinan residu pestisida dalam tanah masih ada, hal ini dibuktikan hasil penelitian Rosliana, tanah di daerah Lembang dan di Gambung-Bandung mengandung residu jenis pestisida Klorpirifos dengan konsentrasi antara 0,136 ppm dalam tanah Lembang dan 0,699 ppm dalam tanah Gambung-Bandung. Hal ini diperkuat dengan penelitian I Gde Suranaya Pandit hasil penelitiannya menunjukkan bahwa keragaman populasi mikroorganisme tanah pada lahan pertanian kubis ditentukan oleh intensitas penggunaan pestisida. Tanah dengan aplikasi tiga jenis pestisida (insektisida, fungisida, dan herbisida) mempunyai jumlah bakteri terendah ($221,68 \times 10^7$ koloni g^{-1} tanah). Jumlah bakteri tertinggi ($635,01 \times 10^7$ koloni g^{-1} tanah) terdapat pada tipe lahan dengan aplikasi satu jenis pestisida (insektisida). Semakin intensif aplikasi pestisida pada suatu lahan berpengaruh nyata terhadap kandungan C-organik dan N-total tanah. Tanah dengan aplikasi tiga jenis pestisida (insektisida, fungisida, dan herbisida) mempunyai kandungan C-organik (2,81%) dan N-total (0,19%) terendah. Sedangkan kandungan C-organik (9,11%) dan N-total (1,22%) tertinggi terdapat pada tipe lahan hutan.^{x1}

Pemberian tambahan pestisida pada suatu lahan, merupakan aplikasi dari suatu teknologi yang pada saat itu, diharapkan teknologi ini dapat membantu meningkatkan produktivitas, membuat pertanian lebih efisien dan ekonomis. Namun, pestisida dengan intensitas pemakaian yang tinggi, dan dilakukan secara terus-menerus pada setiap musim tanam akan menyebabkan beberapa kerugian, antara lain residu pestisida akan terakumulasi pada produk-produk pertanian dan perairan, pencemaran pada lingkungan pertanian, penurunan produktivitas,

keracunan pada hewan, keracunan pada manusia, berdampak buruk terhadap kesehatan manusia. Manusia akan mengalami keracunan, baik akut maupun kronis yang berdampak pada kematian. Untuk memperkecil dampak negatif penggunaan pestisida, dalam hal ini memperkecil residu pestisida pada hasil pertanian, dapat ditempuh langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pemilihan Pestisida

a. Memilih Pestisida yang Tepat Jenis

Agar penggunaannya efektif, jenis pestisida yang akan digunakan harus tepat, yaitu disesuaikan dengan OPT (hama, penyakit, dan gulma) sasaran yang menyerang tanaman. Kesalahan dalam memilih jenis pestisida berakibat tidak efektifnya pestisida tersebut, misalnya OPT tidak terkendali dan tanaman tidak "sembuh". Hal ini mendorong pengulangan aplikasi pestisida berkali-kali dalam jangka waktu pendek yang dampaknya antara lain residunya tinggi. Sebaliknya, apabila jenis yang dipilih benar dan efektif maka tidak diperlukan aplikasi ulangan lagi sehingga residunya rendah.

b. Memilih Pestisida yang Mudah Terurai (Tidak Persisten)

Suatu pestisida tertentu mempunyai sifat fisiko kimia yang berbeda dengan yang lainnya, walaupun kelompoknya sama. Ada jenis pestisida yang mudah teroksidasi, tereduksi, terhidrolisa dan mengalami reaksi lain sehingga akan rusak atau bahkan menjadi senyawa lain yang tidak berbahaya.

2. Pengaturan Cara Aplikasi Pestisida

Aplikasi pestisida seharusnya hanya dilakukan pada waktu populasi atau intensitas serangan OPT telah melampaui ambang ekonomi atau ambang pengendalian. Jangan mengaplikasikan pestisida pada saat populasi atau intensitas serangan OPT masih di bawah ambang ekonomi, atau secara reguler tanpa memperhatikan populasi/intensitas serangan OPT, apalagi tidak ada serangan OPT. Hal ini dimaksudkan agar aplikasi pestisida hanya pada waktu yang diperlukan dan tidak berlebihan.^{xviii}

Penelitian ini terdapat beberapa kelemahan antara lain:

1. Hasil pemeriksaan residu pestisida pada laboratorium kesehatan negatif semua kemungkinan karena sensitivitas alat kurang baik atau cara pengambilan sampel tanah dimungkinkan kurang tepat karena jeda waktu penyemprotan dengan pengambilan sampel tanah terlalu lama sehingga kandungan pestisida sudah terdegradasi.
2. Kuesioner mengenai biaya pengobatan kurang mendalam karena tidak spesifik diketahui secara pasti biaya pengobatan tersebut akibat keracunan pestisida.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik serta pembahasan yang telah dilakukan pada petani sayuran di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak, maka dapat disimpulkan, bahwa :

1. Karakteristik responden antara lain umur 34% berumur antara 31-40 tahun, tingkat pendidikan 66% tamat SD, lama sebagai petani 75% responden lebih dari 10 tahun sebagai petani.
2. Hasil pemeriksaan residu pestisida pada tanah di lahan pertanian Desa Sumber Rejo negatif, hasil pemeriksaan kadar kholinesterase darah petani sayuran di Desa Sumberejo yang mengalami keracunan sebesar 76,5% dan hasil perhitungan produktivitas petani 60 % responden sebagai petani untung serta 51,5% responden merasa mahal untuk biaya pengobatan.
3. Ada hubungan antara pemakaian dosis ($p=0,001$), penggunaan APD ($p=0,001$), metode penyemprotan ($p=0,001$), metode pencampuran ($p=0,032$) dan lokasi pencampuran ($p= 0,002$) dengan kejadian keracunan pestisida organofosfat pada petani sayuran di Desa Sumberejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang.
4. Tidak terdapat hubungan antara jumlah pestisida ($p = 0, 83$), lama menjadi petani sayuran ($p = 0,322$), frekuensi penyemprotan ($p = 0,478$) dengan kejadian keracunan pestisida organofosfat pada petani sayuran di Desa Sumberejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang.
5. Tidak ada hubungan antara dosis pestisida ($p=0,603$) dan jumlah pestisida dengan produktivitas petani di desa Sumber Rejo kecamatan Ngablak kabupaten Magelang.
6. Ada hubungan antara keracunan pestisida terhadap biaya pengobatan dengan hasil pengujian statistik ($p = 0,001$)

B. Saran

Berdasarkan simpulan diatas, maka saran yang dikemukakan adalah :

1. Dinas Pertanian dan Dinas Kesehatan

- a. Sebaiknya program kerja Dinas Pertanian dengan Dinas Kesehatan mengenai kesehatan petani dalam penggunaan pestisida saling terkait dimana Dinas Pertanian menggalakkan penyuluhan tentang bagaimana mengaplikasikan pestisida yang tepat dan aman serta bahaya-bahaya apa yang dapat ditimbulkan oleh pestisida. Sedangkan Dinas Kesehatan memantau kesehatan petani terutama diwaspadai mengenai gejala dan tanda-tanda keracunan pestisida. Penekanan materi penyuluhan meliputi: Pengetahuan pestisida dan bahayanya, penggunaan dosis sesuai aturan, praktek penanganan pestisida dari mulai mencampur sampai menyimpan sisa pestisida, penanganan sisa kemasan, waktu yang tepat untuk melakukan penyemprotan , pemakaian APD, arah angin serta penyakit kronis akibat dari keracunan pestisida.
- b. Perlu dilakukan evaluasi dan monitoring di lapangan dari hasil penyuluhan yang telah dilakukan selama ini.
- c. Dinas Pertanian perlu melakukan pemeriksaan residu pestisida pada tanah, air serta sayuran untuk mendapatkan hasil pertanian yang baik serta layak dikonsumsi.

2. Kelompok Tani

Mengaktifkan kelompok tani yang telah terbentuk dalam menjalankan program Dinas Pertanian dan Dinas Kesehatan dalam meningkatkan

penggunaan pestisida yang benar dan tepat serta mencegah kerusakan lingkungan akibat penggunaan pestisida.

3. Petani sayuran

- a. Memperhatikan label pestisida yang akan digunakan baik itu informasi teknis, cara penggunaan, peringatan berupa petunjuk tindakan keselamatan bila tidak tahu meminta informasi Dinas Pertanian atau Ketua kelompok tani.
- b. Pada saat melakukan penyemprotan harus mengikuti arah tiupan angin
- c. Tidak meningkatkan dosis dan konsentrasi pestisida lebih tinggi dari kisaran yang tercantum pada label kemasan. Pemakaian dosis yang lebih tinggi dari kisaran tidak akan meningkatkan efektivitas pengendalian melainkan dapat membahayakan lingkungan dan manusia.
- d. Setiap melakukan penyemprotan harus memakai alat pelindung diri yang lengkap dan benar.
- e. Memperhatikan tentang praktek penanganan pestisida dari mulai pencampuran pestisida menggunakan pengaduk sampai menyimpan sisa pestisida, penanganan sisa kemasan dengan baik dan benar.

DAFTAR PUSTAKA

-
- ⁱ Sulistono, Astrid., Penyakit Akibat Kerja dan Penyakit Yang berhubungan dengan Pekerjaan, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, 2000.
- ⁱⁱ Umar Fahmi Achmadi, Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah, PT. Kompoas Media Nuswantoro, Jakarta, 2005.
- ⁱⁱⁱ Novisan., Kiat mengatasi Permasalahan Praktis Petunjuk Pemakaian Pestisida, Argomedia Pustaka, Jakarta, 2002
- ^{iv} Soeprpto, A., Suatu Upaya Pengendalian Penggunaan Pestisida melalui Pendekatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Erlangga, Surabaya, 1999.
- ^v Enny S Purwukir, Joko, Hubungan antara penggunaan pestisida dan dampak kesehatan: Studi Kasus di Dataran Tinggi Sumatra, Manusia dan Lingkungan, vol IX No. 3 November 2002 hal 126-136, Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2002.
- ^{vi} Anonim, LabkesMas. Kabupaten Magelang, Hasil Pemeriksaan sampel cholinesterase di Kabupaten Magelang, Magelang 2006.
- ^{vii} Setiani O, PPS UNDIP serta Puskesmas Ngablak Kabupaten Magelang, Laporan hasil rapiy survey, Magelang, 2007
- ^{viii} Yayasan Duta Awan, Pestisida Berbahaya Bagi Kesehatan. <http://www.rri-online.com/modules.php?name=Artikel&sid=32666>
- ^{ix} Prihadi, Faktor-faktor yang berhubungan dengan efek kronis keracunan pestisida organofosfat pada petani sayuran di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang, 2007

-
- ^x Sudarmo, S., *Pestisida*, Kanisius, Yogyakarta, 1991.
- ^{xi} Sutikno, S., *Dasar – Dasar Pestisida dan Dampak Penggunaannya*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992
- ^{xii} Kardinan, A., *Pestisida Ramuan Nabati dan Aplikasi*, PT. Penebar Swadaya, Jakarta, 2000.
- ^{xiii} Oka, Ida Nyoman, *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, Cetakan pertama, 1995.
- ^{xiv} Subdit Pengamanan Pestisida, *Pengenalan dan Pelaksanaan Keracunan Pestisida (terjemahan)* DepKes RI Direktorat Jendral PPM dan PLP, Jakarta, 1992
- ^{xv} Rini Wudianto. *Petunjuk Penggunaan Pestisida*, PT. Penebar Swadaya, Jakarta, 1997.
- ^{xvi} Juan Antonio Legaspi, Carl enz, *Occupational Health Aspect of Pesticides*, editor O. Bruce, The United States of America, 1994.
- ^{xvii} Ahmadi, F, U, *Aspek Kesehatan Kerja Pengguna Pestisida Pada Sektor Pertanian Dan Perkebunan*, Direktorat Bina Peran , Direktorat Bina Peran Serta Masyarakat Direktorat Jendral Bina Kesehatan DepKes RI, Jakarta, 1990
- ^{xviii} Panut Djojosumarto, *Pestisida dan aplikasinya*, Agromedia Pustaka, Jakarta, 2008
- ^{xix} Subiyanto Sudarmo, *Pestisida*, Kanisius, Yogyakarta, 1991
- ^{xx} Dorothy, E, S., *Intisari Biokimia*, Binarupa Aksara, Jakarta, 1993
- ^{xxi} Natawigana, H, *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman Triganda Karya*, Bandung, 1993
- ^{xxii} Sri Sutarni, *Sari Neurotoksikologi*, Pustaka Cendekia Press, Yogyakarta, 2007

-
- ^{xxiii} Suparmoko, Maria Suparmoko, *Ekonomika Lingkungan*, BPFE, Yogyakarta, 2000.
- ^{xxiv} TA Grigalunas and R Congar, *Environmental Economics for Integrated Coastal area management: Valuatin Methods and Policy Instrumen*, UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 164, 1995
- ^{xxv} Pedoman Umum, *Diklat Teknis Pengelolaan Lingkungan Hidup Di Daerah, Enviromental Assesment And Management; Sustainable Capacity Building For Decentralization Project*, Desember, 2007.
- ^{xxvi} Ricki M Mulia, *Kesehatan lingkungan*, Penerbit Graha Mulia Ilmu, Yogyakarta, 2005
- ^{xxvii} Mul Mulyani Sutedjo, *Analisis Tanah, Air dan Jaringan Tanaman*, Rineka Cipta, Jakarta, 2004
- ^{xxviii} Suripin, *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Andi Offset, Yogyakarta, 2005.
- ^{xxix} Triarko Nurlambang, *Pendekatan Tinjauan Sosial Ekonomi Dalam Kajian Kerusakan Lahan/Tanah*, www.geografiana.com
- ^{xxx} ABD Rahim, Diah Retno Dwi Hastuti, *Pengantar, teori dan kasus Ekonomika Pertanian*, Penebar Swadaya, Jakarta, 2007
- ^{xxxi} James M Roshetto, Mulawarman, I Nyoman Ok, *Wanatani Di Nusa Tenggara*, International centre for Research in Agroforestry, Bali, 2002.
- ^{xxxii} Notoatmodjo, Soekidjo, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta, 2002

-
- ^{xxxiii} Iqbal Hasan, Metodologi Penelitian Dan Aplikasinya, Ghalia Indonesia, Bogor, 2002.
- ^{xxxiv} Sopiudin Dahlan, Statistika untuk Kedokteran dan Kesehatan, Arkans, Jakarta, 2004.
- ^{xxxv} Sugiyono, Statistik NonParametris untuk Penelitian, Alfabeta, Bandung, 2008
- ^{xxxvi} Stanislaus s. Uyanto, Pedoman Analisis Data dengan SPSS, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2009
- ^{xxxvii} Rahmat Rukmana, Seri Budi Daya Kubis, Kanisius, Yogyakarta, 1994.
- ^{xxxviii} Farikhun Asror, Faktor Risiko Kejadian Keracunan Pestisida Organofosfat Pada Petani Hortikultura di Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang, 2007.
- ^{xxxix} <http://dizzproperty.blogspot.com>, Penggunaan Pestisida Yang Baik dan Benar dengan Residu Minimum. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2008.
- ^{xl} <http://www.balipost.co.id>, I Gde Suranaya Pandit, Risiko Pestisida Pertanian, Diakses pada tanggal 3 Februari, 2009