

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tanaman Melon

Melon (*Cucumis melo L.*) merupakan tanaman buah termasuk famili *Cucurbitaceae*, buah melon dimanfaatkan sebagai makanan buah segar dengan kandungan vitamin C yang cukup tinggi, adapun alur masa tanam buah melon dan penyakit pada tanaman melon sebagai berikut: (Djojoseumarto, 2008; Trubus, 2011)

Tabel 2.1 Alur Pertumbuhan Tanaman Melon

	Perkembangan Tanaman Melon	Penyakit tanaman	Pestisida	Spesifikasi
I	a. Penggenangan lahan frekuensi 4 hari sekali atau menyiram tanah agar tetap lembab b. Pengocoran KNO <sub>3</sub> c. Pengocoran boron d. Penyemprotan insektisida	<i>Thrips</i> dan <i>Aphids</i> yang menyebabkan tepi daun keriting atau kutu anjing menyebabkan daun berlubang	<i>Regent 50 SC</i> berbahan aktif <i>Fipronil</i> atau <i>Decis 25EC</i> berbahan aktif <i>Deltamethri</i> ; <i>Agrimec 18 EC</i> berbahan aktif <i>Abamectin</i> . Pencegahan semprotkan <i>Confidor 70 WS</i>	<b><i>Deltamethrin</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insektisida non sistemik kuat</li> <li>• Racun kontak &amp; perut</li> <li>• NOEL pd tikus 1mg/kg BB</li> <li>• ADI 0,01 mg/kg BB</li> </ul> <b><i>Abamectin</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bersifat iritasi pada mata</li> <li>• ADI 0,002 mg/kg bb</li> <li>• Tidak bersifat mutagenik</li> <li>• Tidak bersifat bioakumulatif</li> <li>• Cepat terdegradasi oleh mikro organisme</li> </ul> <b><i>Imidacloprid</i></b> Dapat

	<b>Perkembangan Tanaman Melon</b>	<b>Penyakit tanaman</b>	<b>Pestisida</b>	<b>Spesifikasi</b>
II	a. Penggenangan lahan frekuensi 4 hari sekali atau siram 2 kali sehari b. Pengocoran NPK c. Pengocoran Boron d. Penyemprotan Pestisida	a. Penyakit layu b. Hama kutu anjing, ulat dan rebah kecambah	a. Bakterisida <i>Agrept 20 WP</i> berbahan aktif streptomisin b. Insektisida <i>Decis 25 EC</i> atau <i>Agrimec 18 EC</i> dan fungisida <i>Dithane M-45</i> berbahan aktif <i>Mancozeb</i>	menyebabkan keracunan mulut, kulit dan pernafasan <b><i>Streptomisin 20 %</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fungisida sistemik serta efek tambahan bakterisida</li> <li>NOEL 125 mg/kg bb</li> </ul> <b><i>Mancozeb</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fungisida non sistemik</li> <li>mata dan kulit</li> <li>ADI 0,003 mg/kg</li> </ul>
III	a. Penggenangan lahan 7 hari sekali atau menyiram tanah sekali sehari b. Ikatan tanaman, rambatkan dan rompes daun ketiak c. Semprot insektisida, fungisida dan bakterisida d. Pengocoran NPK	Serangan downy mildew yang disebabkan cendawan <i>Pseudoperonospora cubensis</i> , penanggulangan hama sama dengan minggu 2	Fungisida <i>Equation 52 WG</i> berbahan aktif <i>Famoxadone</i> 22,5% dan <i>Cymoxanil</i> 30%	<b><i>Famoxadone</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Protaktan dengan efek residu yang cukup lama</li> </ul>
IV	a. Penggenangan lahan 7 hari sekali atau menyiram tanah sekali sehari b. Pengocoran NPK 3 hari sekali dengan dosis setengahnya c. Semprot insektisida, fungisida dan bakterisida d. Rompes daun, rambatkan tanaman, gantung buah	Hama kutu anjing, lalat buah dan ulat. Cendawan mulai mewabah	<i>Antracol 70 WP</i> berbahan aktif propineb, <i>Dithane M-45</i> berbahan aktif difenokonazol	<b><i>Propineb 70 %</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bersifat non-sistemik</li> <li>Menghambat perkecambahan spora</li> <li>NOEL 50 mg/kg</li> <li>ADI 0,007 mg/kg bb</li> </ul> <b>Difenokonazol</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>NOEL 1 mg/kg</li> <li>ADI 0,01 mg/kg</li> </ul>
V	a. Topping daun (potong tunas)	Serangan hama menurun	Beberapa bahan aktif dapat	<b><i>Propineb</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>NOEL 50 mg/kg</li> </ul>

	<b>Perkembangan Tanaman Melon</b>	<b>Penyakit tanaman</b>	<b>Pestisida</b>	<b>Spesifikasi</b>
	apikal) pada awal minggu ke-5	perusakannya adalah cendawan	berseling seling <i>Nativo 75 WG</i>	• ADI 0,007 mg/kg bb
	b. Pengocoran NPK 3 hari sekali dengan dosis setengahnya		berbahan aktif <i>Trifloxystrobin</i> ;	
	c. Pengocoran kalsium		<i>Trivia 73 WP</i>	
	d. Pengaliran 7 hari sekali atau siram 1 kali per hari		berbahan aktif <i>Fluopikolid</i> dan <i>Propineb</i> .	
	e. Semprot fungisida, insektisida dan bakterisida			
VI	a. Pengairan 4 hari sekali atau siram 1 kali sehari	Serangan hama menurun	Beberapa bahan aktif dapat	<b><i>Propineb</i></b>
	b. Pengocoran NPK 3 hari sekali dengan dosis setengahnya	perusakannya adalah cendawan	berseling seling <i>Nativo 75 WG</i>	• NOEL 50 mg/kg
	c. Pengocoran kalsium, KNO <sub>3</sub>		berbahan aktif <i>Trifloxystrobin</i> ;	• ADI 0,007 mg/kg bb
	d. Pengocoran pukan fermentasi 10 hari sekali		<i>Trivia 73 WP</i>	
	e. Semprot insektisida bila ada hama		berbahan aktif <i>Fluopikolid</i> dan <i>Propineb</i> .	
	f. Semprotkan fungisida dan bakterisida			
VII	a. Pengairan 7 hari sekali atau siram 1 kali sehari	Serangan hama menurun	Beberapa bahan aktif dapat	<b><i>Propineb</i></b>
	b. Pengocoran NPK 3 kali sehari dengan dosis setengahnya	perusakannya adalah cendawan	berseling seling <i>Nativo 75 WG</i>	• NOEL 50 mg/kg
	c. Pengocoran KCL		berbahan aktif <i>Trifloxystrobin</i> ;	• ADI 0,007 mg/kg bb
	d. Penyemprotan fungisida dan bakerisida		<i>Trivia 73 WP</i>	
			berbahan aktif <i>Fluopikolid</i> dan <i>Propineb</i> .	
VIII	a. Hentikan pengairan	Serangan hama menurun	Beberapa bahan aktif dapat	<b><i>Propineb</i></b>
	b. Pengocoran KCL	perusakannya adalah cendawan	berseling seling <i>Nativo 75 WG</i>	• NOEL 50 mg/kg
	c. Hentikan			• ADI 0,007 mg/kg bb

	<b>Perkembangan Tanaman Melon</b>	<b>Penyakit tanaman</b>	<b>Pestisida</b>	<b>Spesifikasi</b>
	<p>penyemprotan pestisida</p> <p>d. Pangkas 10 daun terbawah</p>			<p>berbahan aktif <i>Trifloxystrobin</i>; <i>Trivia 73 WP</i></p> <p>berbahan aktif <i>Fluopikolid</i> dan <i>Propineb</i>.</p>
<b>Panen</b>	<p>Potong semua buah sebelum pukul 08.00. Letakkan melon di pinggir guludan dan tangkai menghadap ke bawah.</p>	<p>Serangan hama menurun, perusaknya adalah cendawan</p>		

## **2.2. Pestisida**

### **2.2.1. Pengertian 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 luas, 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.

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 (Sudarmo,1991;Sutikno,1992; Kardinan, 2000; WHO, 2006; Permentan, 2007).

Pestisida dikelompokkan dalam kelas kimia (insektisida, herbisida atau fungisida) serta dalam penggunaannya sering ditambahkan “bahan aktif” untuk menciptakan produk pestisida di pasaran. Penambahan bahan aktif menjadi rahasia bisnis dalam meningkatkan nilai jual dengan sedikit melihat dampak dari penggunaannya (Oluwole *et al.*, 2009; Permentan, 2011).

**2.2.2. Jenis Pestisida Menurut Jasad Sasaran** (Novisan, 2002; Djojoseumarto, 2008).

Berdasarkan jenis jasad yang menjadi sasaran penggunaan pestisida dapat dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain:

1. Akarisida bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk membunuh tungau atau caplak.
2. Algasida fungsinya untuk membunuh alga
3. Alvisida fungsinya sebagai pembunuh atau penolak burung
4. Bakterisida berfungsi untuk membunuh bakteri
5. Fungisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia dan bisa digunakan untuk memberantas dan mencegah fungi atau cendawan.
6. Herbisida berfungsi untuk membunuh gulma.
7. Insektisida berfungsi untuk membunuh serangga.
8. Molluskisida berfungsi membunuh siput.
9. Nematisida berfungsi membunuh nematoda.
10. Ovisida berfungsi untuk merusak telur.
11. Pedukullisida berfungsi untuk membunuh kutu.
12. Rodentisida berfungsi untuk membunuh binatang pengerat.
13. Termisida berfungsi untuk membunuh rayap.

Tabel 2.2 Perkembangan Jumlah Pestisida Yang Terdaftar di Indonesia Tahun 2006-2010

No	Jenis Pestisida	Jumlah Formulasi Pestisida Yang Terdaftar (Kumulatif)				
		2006	2007	2008	2009	2010
1.	PHL(Pestisida Higiene Lingkungan)	213	253	308	359	391
2.	Herbisida	386	444	507	586	631
3.	Insektisida	528	621	707	786	847
4.	Fungisida	228	274	320	354	389
5.	Rodentisida	23	26	31	38	45
6.	Akarisida	17	18	19	20	20
7.	Bakterisida	6	6	7	7	7
8.	ZPT(Zat Pengatur Tumbuh)	35	54	75	86	97
9.	Perata	26	28	31	31	31
10.	Pengawet	49	58	64	72	78
11.	Repelen	16	19	22	25	30
12.	Moluskisida	6	9	14	27	33
13.	Nematisida	7	10	6	6	6
14.	Lain-lain	2	3	16	20	23
		1.557	1.823	2.215	2.417	2.628

Keterangan: PHL (Pestisida Higiene Lingkungan) diambil dari Pedoman Penggunaan Pestisida Kementerian Pertanian 2011.

### 2.2.3. Pesticida Berdasarkan Struktur Kimia (Novisan, 2002; Djojoseumarto, 2008)

#### 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 senyawa organoklorin seperti DDT, BHC, Chlordane. Pesticida jenis 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 asetilkolin (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 antidot 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 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 (Novisan, 2002; Djojsumarto, 2008).

#### **2.2.4. 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 :

1. Dapat meningkatkan aktivitasnya sebagai pestisida.
2. Dapat tahan lama disimpan tanpa mudah rusak oleh pengaruh suhu atau cuaca.
3. 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. (Barlow, 1985; Novisan, 2002).

### 2.2.5. Karakteristik Pestisida

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

#### 1. Toksisitas Pestisida

Toksisitas atau daya racun pestisida adalah sifat bawaan pestisida yang menggambarkan potensi pestisida dalam menimbulkan kematian langsung pada hewan tingkat tinggi termasuk manusia. Daya racun terhadap organisme tertentu dinyatakan dalam nilai LD<sub>50</sub> (*Lethal Dose* atau takaran yang mematikan). LD<sub>50</sub> 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, per kilogram berat satu ekor binatang uji. Jadi semakin besar daya racunnya semakin besar dosis pemakaiannya (EnHealth, 2002; Djojsumarto, 2008).

## 2. Kategori toksisitas

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

### a. Kategori I

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<sub>50</sub> yang aktif dengan kisaran antara 0-50 mg per kg berat badan.

### b. Kategori II

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

### c. Kategori III

Kata kuncinya adalah "*Hati-Hati*" yang termasuk dalam kategori ini ialah semua pestisida yang daya racunnya rendah dengan LD<sub>50</sub> akut melalui mulut berkisar antara 500-5.000 mg per kg berat badan.

Berdasarkan klasifikasi EPA (*Environmental Protection Agency*) membagi bahaya pestisida menjadi 4 kelas yang terdiri antara lain:

- a. Kelas I : Oral LD<sub>50</sub> ≤ 50 mg/kg; dermal LD<sub>50</sub> ≤ 200 mg/kg; LC<sub>50</sub> inhalasi ≤ 0,2 mg/l; efek pada mata: korosif, gangguan kornea

tidak dapat pulih dalam 7 hari; efek pada kulit: korosif.

- b. Kelas II : Oral LD<sub>50</sub> 50-500 mg/kg; dermal LD<sub>50</sub> 200-2.000 mg/kg; LC<sub>50</sub> inhalasi ≤ 0,2-2 mg/l; efek pada mata : gangguan pada kornea bisa pulih dalam 7 hari, iritasi berlangsung untuk 7 hari; efek pada kulit; iritasi serius selama 72 jam.
- c. Kelas III : LD<sub>50</sub> 500-5.000 mg/kg; dermal LD<sub>50</sub> 2.000-20.000 mg/kg; LC<sub>50</sub> inhalasi 2-20 mg/l; efek pada mata : tidak ada gangguan kornea, iritasi pulih dalam 7 hari; efek pada kulit : iritasi sedang dalam 72 jam.
- d. Kelas IV : LD<sub>50</sub> ≥ 5.000 mg/kg; dermal LD<sub>50</sub> ≥ 20.000 mg/kg; LC<sub>50</sub> inhalasi ≥ 20 mg/l; efek pada mata : tidak ada iritasi, iritasi pulih dalam 7 hari; efek pada kulit : iritasi ringan 72 jam (Damalas, 2011)

3. *Acceptable Daily Intake (ADI)* dan *Maximum Permissible Level (MPL)*

*Acceptable Daily Intake (ADI)* menunjukkan jumlah senyawa pestisida yang jika dikonsumsi setiap hari tidak menimbulkan akibat negatif, dinyatakan dalam mg/kg berat badan. Jumlah pestisida yang boleh dikonsumsi per hari dinyatakan dalam *maximum permissible level (MPL)* atau *maximum permissible intake (MPI)* dinyatakan dalam mg/orang/hari. MPL atau MPI adalah ADI dikalikan berat badan orang yang bersangkutan.

4. *Maximum Residue Level (MRL) dan Theoretical Maximum Daily Intake (TMDI)*

*Maximum Residue Level (MRL)* atau tingkat residu maksimum adalah jumlah maksimum pestisida yang boleh ada dalam bahan makanan atau pakan tertentu yang dinyatakan dalam mg per kg bahan pangan/pakan. Jumlah pestisida yang dikonsumsi per orang per hari bisa dinyatakan dengan beberapa perkiraan, yaitu:

- a. Jumlah asupan harian maksimum teoritis atau *theoretical maximum daily intake* (TMDI; mg/orang per hari)
- b. Perkiraan jumlah asupan harian maksimum atau *estimated maximum daily intake* (EMDI; mg/orang per hari)
- c. Perkiraan asupan harian atau *Estimated Daily Intake* (EDI; mg/orang per hari) (Djojosemarto, 2008).

Standar baku mutu penggunaan pestisida berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (2005) untuk nilai ambang batas zat kimia di udara dan air (Price, and Han 2011) seperti tabel 2.3 dan 2.4

Tabel 2.3 Nilai Ambang Batas Zat Kimia di udara tempat kerja

Zat Kimia	NAB (mg/m <sup>3</sup> )	Zat Kimia	NAB(mg/m <sup>3</sup> )	Zat Kimia	NAB(mg/m <sup>3</sup> )
Aldrin	0,25	Endosulfan	0,1	Diazinon	0,1
Amitrol	0,2	Karbofuran	0,1	DDT	1
Atrazin	5	Klorpirifos	0,2	Dieldrin	0,25
Benomil	10	Malation	10	Piridin	16

Tabel 2.4 Standar Toksisitas kronik untuk bahan kimia di ukur pada permukaan air

Chemical	Dosis yang diijinkan	Sumber (Kode)	Chemical	Dosis yang diijinkan	Sumber (Kode)	Chemical	Dosis yang diijinkan	Sumber (Kode)
	mg/kg/hr			mg/kg/hr			mg/kg/hr	
2,4,5-T	0,01	1	Cyanazine	0,00026	5	Molinate	0,001	3
2,4,5-TP	0,008	1	Dacthal	0,01	2	Napropan	0,12	2
2,4-D	0,005	2	Dacthal monoacid	0,01	2	Norflurazon	0,015	2
2,4-DB	0,03	2	Diethyl atrazine	0,0018	2	Oryzalin	0,12	2
2,6 Diethylaniline	0,006	3	Diazinon	0,0002	2	Oxamyl	0,001	3
3- Hydroxycarbofuran	0,00006	2	Dicamba	0,45	2	p,p-DDE	0,0005	7
Acetoclor	0,02	3	Dichlobenil	0,015	2	Parathion	0,006	2
Acifluorfen	0,004	2	Dichlorprop	0,036	2	Parathion-methyl	0,00002	2
Alachlor	0,01	2	Dieldrin	0,0005	6	Pebulate	0,0007	2
Aldicarb	0,00027	3	Dinoseb	0,001	1	Pendimethalin	0,1	2
Aldicarb sulfone	0,00027	3	Dinitro-o-cresol	0,004	6	Phorate	0,00017	2
Aldicarb sulfoxide	0,00027	3	Disulfoton	0,0013	2	Picloram	0,2	2
Alpha-HCH	0,008	3	Diuron	0,003	2	Prometon	0,05	2
Atrazine	0,0019	2	EPTC	0,0025	2	Pronamide	0,027	2
Azinphos-methyl	0,00149	2	Ethalfuralin	0,04	2	Propaclor	0,054	2
Benfluralin	0,005	2	Ethoprop	0,0001	2	Propanil	0,009	2
Bentazon	0,03	2	Fluometuron	0,005	2	Propagite	0,004	2
Bromacil	0,1	2	Fonofos	0,002	2	Propham	0,02	1
Bromoxynil	0,015	2	γ-HCL	0,0003	1	Propoxur	0,005	2
Butylate	0,05	2	Linuron	0,0077	2	Simazine	0,0018	2
Carbaryl	0,01	2	Malathion	0,07	2	Tebuthiuron	0,07	2
Carbofuran	0,00006	2	MCPA	0,0044	2	Terbacil	0,013	2
Chloramben methyl ester	0,014	4	MCP3	0,015	2	Terbufos	0,00005	2
Chlorothalonil	0,02	2	Methiocarb	0,005	2	Thiobencrob	0,01	2
Chlorpyrifos	0,00003	2	Methomyl	0,008	2	Triallate	0,025	2
cis-Permethrin	0,25	2	Metolachlor	0,1	2	Tricloper	0,05	2
Clopyralid	0,15	3	Metribuzin	0,013	2	Trifluralin	0,024	2

Data diambil dari Price (2011) Kode pada sumber 1. USEPA Integrated Risk Information System <http://efpub.epa.gov/ncea/iris/index.efm?fuseaction=iris.showSubstanceList>; 2. USEPA Office of Pesticide Program Pesticide Reregistration Status <http://www.epa.gov/opp00001/reregistration/status.htm>  
3. Regulation.gov.<http://www.regulations.gov/#home>;  
4. [http://www.consumersunion.org/pdf/fqpa/ReportCard\\_appendix1.pdf](http://www.consumersunion.org/pdf/fqpa/ReportCard_appendix1.pdf)  
5. Health Risk Assessment Unit, Environment Health Division <http://www.health.state.mn.us/divs/eh/risk/guiance/gw/eyazine.pdf>  
6. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tpl.pdf>; 7. USEPA Drinking Water standards and Health Advisories table <http://www.epa.gov/region9/water/drinking/files/DWSHATv09.pdf>

## **2.3. Dampak Penggunaan Pestisida Pertanian**

Penggunaan pestisida di lahan pertanian oleh petani mempunyai berbagai macam dampak, di antaranya:

### **2.3.1. Dampak Bagi Kelestarian Lingkungan**

Dampak penggunaan pestisida bagi lingkungan bisa dikelompokkan menjadi dua kategori.

#### **1. Bagi Lingkungan Umum**

##### **a. Pencemaran lingkungan (air, tanah dan udara).**

Di beberapa perairan Indonesia pestisida organoklorin sudah tergolong tinggi terutama di perairan Jakarta dan Teluk Bangka. Hasil penelitian di Jakarta kadar pestisida total organoklorin di bagian barat yaitu Stasiun 1,4,5,8 dan 30 berkisar antara tidak terdeteksi (tt) - 20,276 ppt dengan rata-rata 12,509 ppt. Tertinggi ditemukan pada Stasiun 5 sebesar 20,276 ppt, yang terdiri dari tiga belas jenis senyawa yaitu alfa-BHC, beta-BHC, gamma-BHC, delta-BHC. *Heptaklor, aldrin, hepox (heptaklorepoxyd), endosulfan I. pp-DDT, pp-DDD, pp-DDE, endrin aldehyd dan metoxyklor, dan terendah di Stasiun 8 sebesar 8,634 ppt (Munawir, 2005; 2010). Pencemaran akibat penggunaan pupuk dan pestisida juga terjadi di negara lain, menurut Fang et al., (2007) di China telah membuktikan bahwa tanah pertanian yang sudah tidak digunakan lahan pertanian selama 20 tahun ternyata masih terdapat kandungan pestisida jenis DDT. Pestisida*

organophosphat terdeteksi di udara pada rumah penitipan anak yang dekat dengan lahan pertanian sehingga dapat mempengaruhi pajanan inhalasi pada anak-anak (Kawahara *et al.*, 2005).

b. Penyederhanaan keragaman hayati

Tanah yang terpapar pestisida terbukti ada kandungan pestisida sedangkan tanah kontrol tidak ada kandungan pestisida. Hal ini sangat berbahaya bagi keanekaragaman hayati karena dari hasil pemeriksaan *microbiological* terdapat penurunan jumlah mikroba di lahan pertanian India (Bishnu A *et al.*, 2008).

c. Pestisida yang persisten (bertahan lama), konsentrasi pestisida dalam tingkat trofik rantai makanan semakin keatas akan semakin tinggi (bioakumulasi). Karena peristiwa akumulasi tersebut melalui rantai makanan, pestisida cenderung untuk lebih terkonsentrasi pada organisme yang menempati piramida makanan yang lebih tinggi. Hal ini menyebabkan manusia rawan teracuni oleh pestisida (Sinulingga, 2006).

d. Menumpuknya pestisida dalam jaringan tubuh organisme melalui rantai makanan (bioakumulasi). Pencemaran lingkungan dari DDT pada danau menyebabkan moluska yang terdapat didalam mengandung DDT dan telah melebihi batas yang diijinkan. Pencemaran DDT di *Crassostrea Virginia* ini disebabkan karena penggunaan DDT untuk program malaria. Masyarakat yang hidup disekitar teluk yang terkontaminasi DDT mempunyai risiko tinggi

terhadap kesehatan apabila mengkonsumsi kerang yang dapat mempengaruhi perubahan sistem saraf estrogenik (Castaneda *et al.*,2011). Temperatur yang berbeda juga mempengaruhi pajanan pestisida terutama makhluk di perairan ada tiga hal yang mendasari perbedaan antara lain iklim, sensitivitas ekosistem serta praktik di lahan pertanian (Daam dan Van, 2009).

- e. Terbunuhnya organisme non target karena terpapar secara langsung. Pestisida yang masuk ke aliran air mengancam habitat ikan salmon dengan semakin banyaknya jenis pestisida semakin terancam kehidupan ikan di air yang terkena limbah (Cathy A.laetz, *et al*, 2009). Insektisida golongan organofosfat, karbamat dan piretroid sintetis berpengaruh terhadap musuh alami wereng dan penggerek batang yaitu laba-laba (*Lycosa sp*), *cyrtorhinus sp*, *Coccinella sp*, *Paederus sp*, *ophionea*. Penggunaan insektisida pada tanaman kubis dapat mempengaruhi aktivitas perkembangan dan peran parasitoid hama *plutella xylostella*. Insektisida golongan karbamat, organofosfat dan sintetis piretroid dapat menurunkan populasi serangga serbuk pada tanaman kelapa sawit. Fention berpengaruh negatif terhadap parasitoid pengisap buah lada. Pestisida berspektrum luas dapat membunuh hama sasaran, parasitoid, predator, hiperparasit serta makhluk bukan sasaran seperti lebah, serangga penyerbuk, cacing dan serangga (Laba, 2010).

## 2. Bagi Lingkungan Pertanian

- a. OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) menjadi kebal terhadap suatu pestisida timbul resistensi OPT terhadap pestisida.
- b. Meningkatnya populasi hama setelah penggunaan pestisida.
- c. Timbulnya hama baru, bisa hama yang selama ini dianggap tidak penting maupun hama yang sama sekali baru.
- d. Terbunuhnya musuh alami hama  
Menurunkan populasi predator dari golongan serangga, burung, maupun ikan yang sebenarnya bukan sasaran.  
Menurunkan populasi organisme-organisme yang berperan penting dalam menjaga kesuburan tanah (cacing tanah, jamur-jamur, serangga tanah).
- e. Perubahan flora, khusus pada penggunaan herbisida.  
Menghambat aktivitas fiksasi nitrogen pada kacang-kacangan menghambat aktivitas bakteri nitrat ( Sinulingga, 2006).

### **2.3.2. Dampak Pada Kesehatan**

#### 1. Dampak Pada Kesehatan Petani

Penggunaan pestisida dapat 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 (Quijano, *et al*, 1999). 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. Berdasarkan studi litelatur bahwa dampak dari pajanan pestisida dapat menyebabkan multiple myeloma, sarkoma, kanker prostat dan pankreas, kanker rahim, pankreas serta hodgkin (Arcury dan Quandt, 2003; Alavanja *et al.*, 2004; Rich, 2006). Pemakaian pestisida mempunyai risiko meningkatnya penyakit diabetes millitus gestasional pada istri pemakai pestisida di trisemester pertama (Saldana *et al.*, 2007).

## 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.

### **2.3.3. Cara Masuknya Pestisida Ke Dalam Tubuh Manusia**

Pestisida dapat masuk ke tubuh manusia atau hewan melalui cara: (Djojsumarto, 2008; Kementerian Pertanian, 2011)

#### **1. Kontaminasi melalui kulit**

Pestisida yang menempel dipermukaan kulit dapat meresap kedalam tubuh dan menimbulkan keracunan. Kejadian kontaminasi pestisida lewat kulit merupakan kontaminasi yang paling sering terjadi. Pekerjaan yang menimbulkan risiko tinggi kontaminasi lewat kulit adalah penyemprotan, pencampuran pestisida dan mencuci alat-alat aplikasi.

#### **2. Terhirup melalui hidung**

Pestisida terhirup melalui hidung merupakan yang terbanyak kedua sesudah kontaminasi kulit. Gas dan partikel semprotan yang sangat halus dapat masuk ke paru-paru, sedangkan partikel yang lebih besar akan menempel ke selaput lendir hidung atau kerongkongan. Pekerjaan-pekerjaan yang menyebabkan terjadinya kontaminasi lewat saluran pernapasan adalah bekerja dengan pestisida contohnya menimbang dan mencampur akan lebih besar risikonya bila di ruangan tertutup atau ventilasinya yang buruk. Disamping itu bila

aplikasi pestisida berbentuk gas atau yang akan membentuk gas seperti fumigasi. Aplikasi pestisida berbentuk tepung juga mempunyai risiko tinggi.

### 3. Masuk ke dalam sistem pencernaan makanan

Peristiwa keracunan lewat mulut sebenarnya tidak sering terjadi dibandingkan dengan kontaminasi kulit. Keracunan lewat mulut dapat terjadi karena kasus bunuh diri, makan, minum dan merokok ketika bekerja dengan pestisida, drift pestisida terbawa angin masuk ke mulut, meniup nozel yang tersumbat langsung ke mulut, makanan dan minuman terkontaminasi pestisida.

Pekerjaan petani yang dapat menimbulkan kontaminasi dalam penggunaan pestisida antara lain:

- a. Membawa, menyimpan, dan memindahkan konsentrat pestisida (produk pestisida yang belum diencerkan)
- b. Mencampur pestisida sebelum diaplikasikan atau disemprotkan
- c. Mengaplikasikan atau menyemprot pestisida
- d. Mencuci alat-alat aplikasi sesudah selesai.

Di antara keempat pekerjaan tersebut yang paling sering menimbulkan kontaminasi adalah pekerjaan mengaplikasikan terutama menyemprotkan pestisida. Namun yang paling berbahaya adalah pekerjaan mencampur pestisida. Hal ini dikarenakan ketika mencampur pestisida bekerja dengan pestisida kadar tinggi (Kementerian Pertanian, 2011).

#### **2.3.4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Keracunan Pesticida**

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

##### 1. Faktor di luar tubuh meliputi

###### a. Suhu lingkungan

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

###### b. 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 per menit. Pada waktu penyemprotan tidak memperhatikan arah angin mempunyai risiko kejadian penyakit tipoid 3,07 kali dibandingkan yang memperhatikan arah angin (Sungkawo, 2008).

###### c. Daya racun dan konsentrasi pestisida

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

###### d. Lama pemaparan

Semakin lama seseorang kontak dengan pestisida akan semakin besar risiko keracunan, penyemprotan hendaknya tidak melebihi 4-5 jam secara terus-menerus dalam sehari. Lama paparan pestisida yang lebih dari 6 jam dalam satu hari mempunyai risiko

2,47 terkena penyakit goiter dibanding yang kurang dari 6 jam sehari (Sungkowo, 2008).

e. Masa kerja menyemprot

Merupakan masa waktu berapa lama petani melakukan pekerjaannya, sehingga semakin lama ia menjadi petani maka semakin banyak pula kemungkinan untuk kontak dengan pestisida. Petani yang mempunyai masa kerja lebih dari 10 tahun mempunyai risiko untuk terkena kejadian goiter 12,79 kali lebih dibandingkan dengan petani yang mempunyai masa kerja kurang dari atau sama dengan 10 tahun.

f. Tinggi tanaman yang disemprot

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

g. 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.

h. Jenis pestisida

Penggunaan pestisida campuran lebih berbahaya dari pada penggunaan dalam bentuk tunggal, hal ini berkaitan dengan kandungan zat aktif yang ada dalam pestisida. Petani yang menggunakan jenis pestisida campuran mempunyai risiko untuk terkena kejadian goiter 5,86 kali lebih dibandingkan dengan

petani yang menggunakan jenis pestisida tunggal.

i. Frekuensi menyemprot

Semakin sering petani melakukan penyemprotan dengan petugas akan lebih besar risiko keracunan. Petani yang melakukan kegiatan penyemprotan lebih dari 1 kali per minggu mempunyai risiko untuk terkena kejadian goiter 4,69 kali lebih dibandingkan dengan petani yang melakukan kegiatan penyemprotan kurang dari atau sama dengan 1 kali per minggu.

2. Faktor didalam tubuh

Beberapa faktor didalam tubuh yang mempengaruhi terjadinya keracunan antara lain :

a. Umur petani

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

b. 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.

c. 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 bahan dasarnya adalah protein.

d. 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* (Djojsumarto, 2008).

### **2.3.5. Perilaku Kesehatan Lingkungan**

Perilaku kesehatan lingkungan adalah bagaimana seseorang merespon lingkungan baik lingkungan fisik maupun sosial budaya dan sebagainya, sehingga lingkungan tersebut tidak mempengaruhi kesehatan diri sendiri, keluarga ataupun masyarakat (Sudarma, 2008).

Salah satu penyebab timbulnya penyakit atau penyakit akibat kerja adalah perilaku yang kurang sehat. Untuk mencapai tingkat kesehatan

yang lebih baik dapat dengan mengembangkan strategi perilaku sehat yang terurai secara jelas dalam Model Kepercayaan Kesehatan (*Health Belief Model*). Tiga faktor penting dalam *Health Belief Model* adalah sebagai berikut :

1. Kesiapan individu untuk merubah perilaku dalam rangka menghindari suatu penyakit atau memperkecil risiko kesehatan.
2. Adanya dorongan dalam lingkungan individu yang membuatnya merubah perilaku.
3. Perilaku itu sendiri.

*Health belief model* memiliki enam komponen yaitu:

**1. *Perceived Susceptibility* (Persepsi Kerentanan)**

*Perceived susceptibility* adalah kepercayaan seseorang dengan menganggap menderita penyakit adalah hasil melakukan perilaku tertentu. Jika persepsi kerentanan terhadap penyakit tinggi maka perilaku sehat yang dilakukan seseorang juga tinggi.

**2. *Perceived Severity* (Persepsi Keparahan)**

*Perceived severity* adalah kepercayaan subyektif individu dalam menyebarnya penyakit disebabkan oleh perilaku atau percaya seberapa berbahayanya penyakit sehingga menghindari perilaku tidak sehat agar tidak sakit. Hal ini berarti *perceived severity* berprinsip pada persepsi keparahan yang akan diterima individu. *Perceived severity* juga memiliki hubungan yang positif dengan perilaku sehat.

Jika persepsi keparahan individu tinggi maka ia akan berperilaku sehat.

**3. *Perceived Benefits* (Persepsi Manfaat/Keuntungan)**

*Perceived benefits* adalah kepercayaan terhadap keuntungan dari metode yang disarankan untuk mengurangi risiko penyakit. *Perceived benefits* secara ringkas berarti persepsi keuntungan yang memiliki hubungan positif dengan perilaku sehat. Individu yang sadar akan keuntungan deteksi dini penyakit akan terus melakukan perilaku sehat.

**4. *Perceived Barriers* (Persepsi hambatan)**

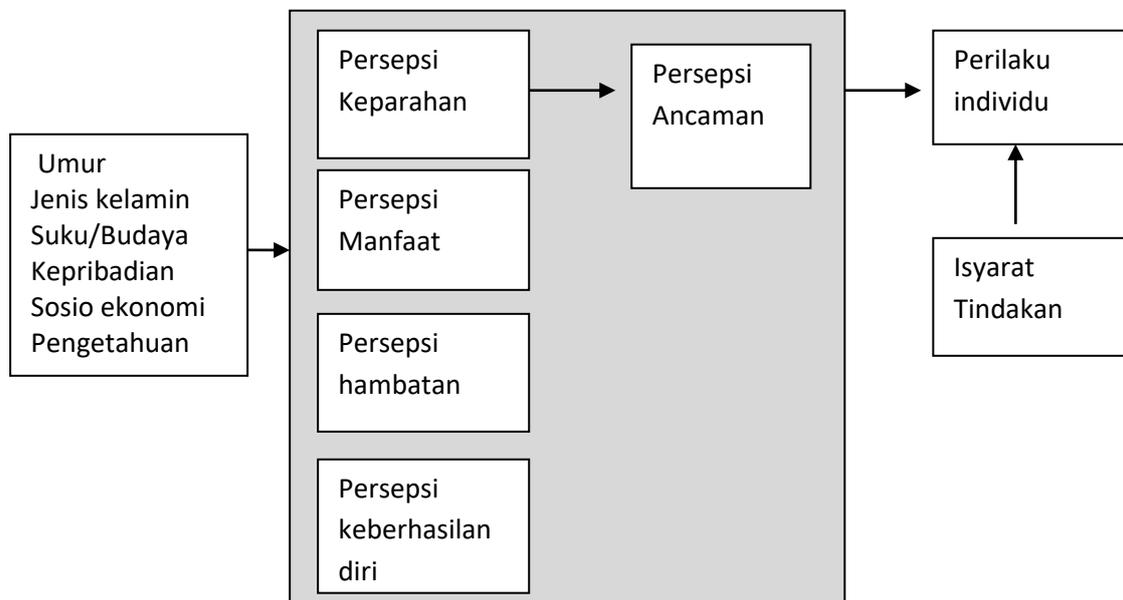
*Perceived barriers* adalah kepercayaan mengenai harga dari perilaku yang dilakukan. *Perceived barriers* dapat berarti persepsi hambatan atau persepsi menurunnya kenyamanan saat meninggalkan perilaku tidak sehat. Hubungan *perceived barriers* dengan perilaku sehat adalah negatif. Jika persepsi hambatan terhadap perilaku sehat tinggi maka perilaku sehat tidak akan dilakukan.

**5. *Cues to Action* (Isyarat Tindakan)**

*Cues to action* adalah mempercepat tindakan yang membuat seseorang merasa butuh mengambil tindakan atau melakukan tindakan nyata untuk melakukan perilaku sehat. *Cues to action* dapat berarti dukungan atau dorongan dari lingkungan terhadap individu yang melakukan perilaku sehat.

## 6. *Self Efficacy* (Keberhasilan diri)

*Self efficacy* adalah kepercayaan seseorang mengenai kemampuannya untuk mempersuasi keadaan atau merasa percaya diri dengan perilaku sehat yang dilakukan. *Self efficacy* dibagi menjadi dua yaitu *outcome expectancy* seperti menerima respon yang baik dan *outcome value* seperti menerima nilai sosial (Glanz K., et al., 2008).



Bagan 2.1. *Health Belief Model*

## 2.4. Analisis Risiko

Analisis risiko adalah suatu proses ilmiah yang digunakan untuk memperkirakan kemungkinan dampak negatif dari kesehatan karena hasil dari pajanan bahan kimia berbahaya. Analisis risiko terdiri dari 3 komponen yaitu penilaian risiko (*risk assessment*), manajemen risiko (*risk*

*management*) serta komunikasi risiko (*risk communication*). (EnHealth, 2002; Division of Air Quality, 2009).

#### **2.4.1. Penilaian Risiko**

Risiko telah menjadi bagian dalam kehidupan setiap manusia, dari mulai dilahirkan manusia sudah mempunyai risiko. Secara umum risiko dapat diartikan sebagai kemungkinan bahwa dalam jangka waktu tertentu hasil yang merugikan akan terjadi pada orang, sekelompok orang, hewan, tanaman, dan atau ekologi daerah tertentu yang terkena dosis tertentu atau konsentrasi bahan berbahaya tergantung pada tingkat toksisitas dari agen dan tingkat eksposur (EnHealth Council, 2002).

Penilaian risiko terdapat empat tahapan yang harus dipenuhi untuk mengetahui besarnya risiko adalah sebagai berikut: (EnHealth, 2002; Oberg and Bergback, 2005; UU No. 32 Tahun 2009; Ramli, 2010).

##### *1. Hazard Identification*

Identifikasi bahaya merupakan identifikasi keberadaan bahan berbahaya pada sumbernya beserta karakteristiknya. Identifikasi bahaya memberikan manfaat, yang pertama adalah mengurangi peluang pajanan/kecelakaan, hal ini diasumsikan bila sumber bahaya yang merupakan pemicu penyebab sumber penyakit maka ada upaya untuk menghilangkan sumber tersebut atau meminimalisasi bahaya tersebut. Manfaat yang kedua adalah untuk memberikan pemahaman bagi semua pihak (pekerja, manajemen pemerintahan dan pihak-pihak terkait

lainnya) mengenai potensi bahaya sehingga meningkatkan kewaspadaan dalam bekerja. Manfaat yang ketiga yaitu sebagai landasan sekaligus masukan untuk menentukan strategi pencegahan dan pengamanan yang tepat dan efektif. Manfaat yang keempat adalah memberikan informasi yang terdokumentasi mengenai sumber bahaya dalam suatu kegiatan kepada semua pihak khususnya pemangku kepentingan. Identifikasi bahaya merupakan landasan manajemen risiko.

## 2. *Dose Response Assessment*

Penentuan hubungan antara besarnya dosis atau tingkat paparan untuk bahan kimia dan timbulnya dampak negatif yang terkait. Dalam menentukan *dose response assessment* dengan mengumpulkan dan analisis data yang relevan dengan mencari literatur.

## 3. *Exposure Assessment*

*Exposure assesment* adalah kegiatan untuk mengetahui bagaimana zat berbahaya (contohnya pestisida) berpindah ke reseptor dan jumlah pajanannya (analisis jalur perpindahan). Dalam menentukan estimasi *exposure assesment* dapat dilakukan secara langsung dengan *personal monitoring* dan *biological marker* dan tidak langsung dengan cara monitoring lingkungan, permodelan, kuesioner dan pencatatan harian. (EnHealth Council, 2002). Data dan informasi yang dapat digunakan untuk menghitung asupan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{C \times R \times t \times f \times Dt}{Wb \times t_{avg}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

I = asupan, jumlah risk agent yg masuk dalam tubuh manusia (mg/kg x hari)

C = konsentrasi risk agent (mg/m<sup>3</sup>) untuk medium udara, mg/L untuk air minum, mg/kg untuk makanan atau pangan

R = Laju asupan (m<sup>3</sup>/jam)

t = waktu paparan (jam/hari)

f = frekuensi paparan (hari/tahun)

Dt = durasi paparan, lama tinggal (tahun)

Wb = berat badan (kg)

t<sub>avg</sub> = periode waktu rata-rata (30 tahun x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogen, 70 th x 365 hari/tahun karsinogen)

Toksisitas dinyatakan sebagai dosis referensi (reference dose, RfD) untuk efek-efek nonkarsinogenik dan *Cancer Slope Factor* (CSF) efek-efek karsinogenik. Dosis referensi oral (RfD) adalah toksisitas kuantitatif non karsinogenik, menyatakan estimasi dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek merugikan kesehatan meskipun pajanan berlanjut sepanjang hayat (IRIS, 1993; IPCS, 2004). Dosis referensi dibedakan untuk pajanan oral atau tertelan disebut RfD dan untuk pajanan inhalasi RfC. Dosis yang digunakan untuk menetapkan RfD adalah yang menyebabkan efek paling rendah yang disebut NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*) atau LOAEL

(*Lowest Observed Adverse Effect Level*). NOAEL adalah dosis tertinggi suatu zat pada studi toksisitas kronik atau subkronik yang secara statistik atau biologis tidak menunjukkan efek merugikan pada hewan uji atau pada manusia sedangkan LOAEL berarti dosis terendah yang masih menimbulkan efek. RfD atau RfC diturunkan dari NOAEL atau LOAEL dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{RfD/RfC} = \frac{\text{NOAEL atau LOAEL}}{\text{UF}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

RfC : *Reference Concentration*  
NOAEL : *No Observed Adverse Effect Level*  
UF : *Uncertainty Factor*

#### 4. *Risk characterization* (Penetapan tingkat risiko)

Penentuan jumlah risiko secara numerik dan ketidakpastian dari perkiraan. Tujuan dari analisis risiko adalah melakukan analisis dampak dan kemungkinan semua risiko yang dapat menghambat tercapainya sasaran serta semua kemungkinan yang dihadapi. Oleh karena itu sangat dibutuhkan manajemen risiko, yang dapat digunakan untuk mengurangi pengeluaran, mencegah dari kegagalan, menaikkan keuntungan, menekan biaya produksi dan sebagainya. Karakteristik risiko kesehatan dinyatakan sebagai *Risk Quotient* untuk efek-efek non karsinogenik dan *Excess Cancer Risk* (ECR) untuk efek-efek karsinogenik. RQ dihitung dengan membagi asupan nonkarsinogenik

( $I_{nk}$ ) risk agent dengan RfD atau RfC dengan persamaan sebagai berikut: (EnHealth Council, 2002; OECD, 2002; IPCS, 2004; EPA, 2009).

$$\text{Risk Quotient (RQ)} = \frac{\text{Intake (mg/kg hari)}}{\text{RfD (mg/kg hari)}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- RQ : *Risk Quotient*; Bila  $RQ \leq 1$  menunjukkan paparan masih berada dibawah batas normal sedangkan  $RQ > 1$  paparan berada diatas batas normal
- Intake : asupan, jumlah risk agent yg masuk dalam tubuh manusia (mg/kg x hari)
- RfD : *Reference Dose*; Estimasi dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek merugikan kesehatan meskipun pajanan berlanjut sepanjang hayat.

#### 2.4.2. Manajemen Risiko

Risiko yang telah diidentifikasi dan diketahui potensi bahayanya harus dikelola dengan bijak sesuai dengan kemampuan dan kondisi. Terdapat beberapa cara dalam pengendalian risiko, antara lain:

##### 1. Pengendalian Teknis

###### a. Eliminasi

Bila sumber bahaya dihilangkan maka risiko yang akan timbul dapat dihindari, contohnya dalam penggunaan pestisida tidak

menggunakan pestisida yang telah dilarang oleh pemerintah seperti DDT.

b. Substitusi

Substitusi dilakukan dengan cara mengganti bahan, alat atau cara kerja dengan yang lain sehingga kemungkinan kecelakaan/keracunan dapat ditekan. Sebagai contoh penggunaan bahan pelarut yang bersifat beracun diganti dengan bahan lain yang lebih aman dan tidak berbahaya.

c. Isolasi

Bila kejadian kecelakaan/keracunan atau kejadian yang tidak diinginkan dapat dikurangi dengan menggunakan cara isolasi yaitu sumber bahaya dengan penerima diisolir dengan penghalang atau pelindung diri.

d. Pengendalian jarak pajanan

Kemungkinan kecelakaan atau risiko dapat dikurangi dengan melakukan pengendalian jarak antara sumber bahaya dengan penerima. Semakin jauh manusia dari sumber bahaya semakin kecil kemungkinan terkena bahaya.

2. Pengendalian Administrasi

Pengendalian administrasi dapat berupa regulasi, peringatan tanda bahaya, penggunaan alat pelindung diri. Peraturan yang mengatur tentang penggunaan pestisida telah dikeluarkan oleh pemerintah seperti Peraturan Menteri Pertanian Nomor

24/Permentan/SR.140/4/2011 tentang Syarat dan Tatacara Pendaftaran Pestisida. Setiap kemasan pestisida selalu memuat petunjuk yang harus dipenuhi oleh pengguna baik dari cara penggunaan, penyimpanan, penggunaan alat pelindung diri hingga petunjuk penanganan bila keracunan.

### 3. Pendekatan Manusia

Pengendalian risiko melalui pendekatan manusia dapat dilakukan dengan pendidikan dan pelatihan. Pengguna pestisida perlu dibekali informasi yang memadai tentang seluk beluk pestisida dan cara penggunaan yang legal, benar dan bijaksana. Pelatihan penggunaan pestisida dapat melalui sekolah lapang pengendalian hama terpadu atau pada penyuluhan-penyuluhan. (Ramli, 2010; Kementerian Pertanian, 2011; OHS and Injury Management, 2012).

#### **2.4.3. Komunikasi Risiko**

Hasil manajemen risiko harus dikomunikasikan sehingga dapat dilakukan oleh semua pihak. Komunikasi risiko adalah proses berkomunikasi bertanggung jawab dan efektif tentang faktor risiko terkait dengan teknologi industri, bencana alam, dan kegiatan manusia (Leiss, 2004). Komunikasi yang digunakan dapat berupa edaran praktis, forum komunikasi, buku panduan atau pedoman kerja. Komunikasi harus mudah dipakai oleh semua pihak sehingga perlu dirancang sesuai dengan kemampuan sasarannya (Ramli, 2010). Penerapan manajemen risiko

sangat dibutuhkan partisipasi semua pihak dalam pengembangan dan penerapannya. Tanpa partisipasi aktif manajemen risiko tidak akan dapat berhasil dengan baik.

Dalam menerapkan manajemen risiko, perlu membentuk tim implementasi yang harus dilakukan secara terencana dan terpadu dengan melibatkan banyak pihak. Komunikasi risiko harus dipromosikan dan berdialog dengan stakeholder dalam menentukan strategi manajemen risiko yang dapat diterima. Untuk itu harus dilakukan tugas sebagai berikut: (1) menginterpretasikan hasil ilmiah penilaian risiko dalam istilah yang sesuai untuk sasaran, (2) memahami secara mendasar pemahaman masyarakat mengenai persepsi risiko, (3) bekerja dengan pihak yang berkepentingan menuju pemahaman bersama tentang faktor risiko (Leiss, 2004).

Komunikasi kesehatan adalah usaha yang sistematis untuk mempengaruhi secara positif perilaku kesehatan masyarakat dengan menggunakan berbagai prinsip dan metode komunikasi, baik menggunakan komunikasi interpersonal maupun komunikasi massa. (Notoatmodjo, 2007) Strategi global dalam melaksanakan suatu program kesehatan dalam masyarakat adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pendekatan atau *lobbying* dengan para pembuat keputusan setempat, agar mereka menerima dan akhirnya bersedia mengeluarkan kebijaksanaan untuk mendukung program tersebut.
2. Melakukan pendekatan dan pelatihan kepada tokoh masyarakat setempat, baik tokoh masyarakat formal maupun informal. Harapannya

tokoh masyarakat dapat ikut membantu menyebarkan informasi dan berperilaku positif yang dapat dicontoh oleh masyarakat.

3. Petugas kesehatan bersama-sama dengan tokoh masyarakat melakukan penyuluhan atau konseling untuk meningkatkan pengetahuan, sikap dan perilaku masyarakat untuk hidup sehat (Notoatmodjo, 2007).

## 2.5. HACCP

*Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) merupakan suatu konsep dengan pendekatan yang sistematis untuk mengidentifikasi bahaya dan melakukan penilaian selama proses pembuatan, distribusi dan penggunaan produk pangan serta mendefinisikan di tiap-tiap langkah sebagai tindakan pengawasan.

Tujuh prinsip dari HACCP menurut *Codex Alimentarius* :

Prinsip 1. Melakukan analisis bahaya.

Prinsip 2. Menentukan Titik Kendali Kritis (CCP).

Prinsip 3. Menetapkan batas kritis.

Prinsip 4. Menetapkan sistem untuk memantau pengendalian titik kendali kritis (CCP).

Prinsip 5. Menetapkan tindakan perbaikan untuk dilakukan jika hasil pemantauan menunjukkan bahwa suatu titik kendali kritis tertentu tidak dalam kendali.

Prinsip 6. Menetapkan prosedur verifikasi untuk memastikan bahwa sistem HACCP.

Prinsip 7. Menetapkan dokumentasi mengenai semua prosedur dan catatan yang sesuai dengan prinsip-prinsip sistem HACCP dan penerapannya.

Beberapa pengertian yang terdapat dalam HACCP antara lain :

Analisis bahaya : Proses pengumpulan dan penilaian informasi mengenai bahaya dan keadaan sampai dapat terjadinya bahaya, untuk menentukan yang mana berdampak nyata terhadap terhadap keamanan pangan, dan harus ditangani dalam rencana HACCP.

Titik kendali kritis (CCP) : Merupakan suatu langkah dimana pengendalian dapat dilakukan dan mutlak diterapkan untuk mencegah atau meniadakan bahaya atau menguranginya sampai pada tingkat yang dapat diterima. Titik kendali kritis merupakan pendekatan secara sistematis untuk identifikasi, penilaian serta pengawasan bahaya. Titik kendali kritis dapat dilihat dari bahan baku, lokasi, praktek, formulasi atau proses di mana tindakan dapat diterapkan untuk mencegah atau meminimalkan kemungkinan dari hadirnya bahaya pada tingkat yang tidak dapat diterima (diluar kendali). Titik kendali kritis dapat

diterapkan pada pekerja pertanian serta hasil pertanian dengan mengukur RQ yang merupakan perbandingan antara nilai kontaminasi dengan nilai maksimum residu yang diperbolehkan.

**Batas kritis** : Adalah nilai atau karakteristik fisik, kimia, atau sifat biologis yang dapat digunakan sebagai tanda antara penerimaan atau tidak dapat diterima dengan memperhatikan aspek keamanan suatu produk.

**Monitoring** : Adalah tindakan melakukan serentetan pengamatan atau pengukuran terencana mengenai parameter pengendali untuk menilai apakah Titik Kendali Kritis (CCP) dalam kendali.

**Tindakan Perbaikan (Corrective Action-CA)** : Setiap tindakan yang harus diambil apabila hasil pemantauan pada titik kendali kritis menunjukkan kehilangan kendali.

**Verifikasi (verification)** : Penerapan metoda, prosedur, pengujian dan cara penilaian lainnya disamping pemantauan untuk menentukan kesesuaian dengan rencana HACCP.

Pencatatan (*Record Keeping*) : Bahwa informasi yang dihasilkan dari studi HACCP dan implementasi yang tersedia untuk dapat diverifikasi, review, inspeksi, audit atau tujuan lain.

(ILSI, 2004; Mortimore and Carol, 2004; Ropkins *et al.*, 2002, 2003; SNI 01-4852-1998).