

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pestisida

Secara harfiah, pestisida berarti pembunuh hama. Pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama dan *cide* yang berarti membunuh. Dalam bidang pertanian banyak digunakan senyawa kimia, antara lain sebagai pupuk tanaman dan pestisida.<sup>6</sup>

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

1. Pestisida merupakan semua zat atau campuran zat yang khusus digunakan untuk mengendalikan, mencegah atau menangkis gangguan serangga, binatang pengerat, nematoda, gulma, virus, bakteri, serta jasad renik yang dianggap hama; kecuali virus, bakteri, atau jasad renik lain yang terdapat pada hewan dan manusia.<sup>7</sup>
2. Pestisida merupakan semua zat atau campuran zat yang digunakan untuk mengatur pertumbuhan atau mengeringkan tanaman.<sup>7</sup>

Pestisida menurut Permenkes RI No.258/Menkes/Per/III/1992 adalah semua zat kimia / bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk :

- Memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil pertanian

- Memberantas gulma
- Mengatur / merangsang pertumbuhan tanaman tidak termasuk pupuk
- Mematikan dan mencegah hama-hama liar pada hewan piaraan dan ternak
- Mencegah / memberantas hama-hama air
- Memberantas / mencegah binatang-binatang dan jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan alat-alat angkutan
- Memberantas dan mencegah binatang-binatang termasuk serangga yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah dan air

## **2.2. Penggolongan Pestisida**

World Health Organization (WHO) mengklasifikasikan pestisida atas dasar toksisitas dalam bentuk formulasi padat dan cair (WHO, 1993).

1. Kelas IA : amat sangat berbahaya
2. Kelas IB : Amat Berbahaya
3. Kelas II : Cukup berbahaya
4. Kelas III : Agak Berbahaya

Penggunaan pestisida sintetis di seluruh dunia selalu meningkat dan penggunaan pestisida campuran juga sangat banyak ditemukan diareal pertanian. Berdasarkan toksisitas dan golongan, pestisida organik sintetik dapat digolongkan menjadi:

1. Organofosfat

Pestisida yang termasuk ke dalam golongan organofosfat antara lain : *Azinophosmethyl, Chloryfos, Demeton Methyl, Dichlorovos, Dimethoat, Disulfoton, Ethion, Palathion, Malathion, Parathion, Diazinon* dan *Chlorpyrifos*.

## 2. Karbamat

Insektisida karbamat berkembang setelah organofosfat. Insektisida ini biasanya daya toksisitasnya rendah terhadap mamalia dibandingkan dengan organofosfat, tetapi sangat efektif untuk membunuh insekta.

## 3. Organoklorin

Organoklorin atau disebut *Chlorinated hydrocarbon* terdiri dari beberapa kelompok yang diklasifikasi menurut bentuk kimianya. Yang paling populer dan pertama kali disintesis adalah *Dichloro-diphenyl-trichloroethan* atau disebut DDT.<sup>8,9</sup>

Klasifikasi tingkat bahaya pestisida menurut WHO ditampilkan pada tabel 2. di bawah ini

:

**Tabel 2.** Klasifikasi tingkat bahaya pestisida menurut WHO

Kelas		LD50 untuk tikus (mg/kgBB)			
		Oral		Dermal	
		Padat	Cair	Padat	Cair
IA	Sangat berbahaya	< 50	<20	<10	<10
IB.	Berbahaya	5-50	20-200	10-100	40-400
II	Cukup berbahaya	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III	Agak Berbahaya	>500	>2000	>1000	>4000

Sumber : WHO, 2005

### 2.3. Jalur Masuk Pestisida Ke Dalam Tubuh

Pestisida dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui berbagai rute, yakni<sup>10</sup>:

#### 1. Penetrasi lewat kulit

Pestisida yang menempel di permukaan kulit dapat meresap ke dalam tubuh dan menimbulkan keracunan. Kejadian kontaminasi pestisida lewat kulit merupakan kontaminasi yang paling sering terjadi.

Pekerjaan yang menimbulkan resiko tinggi kontaminasi lewat kulit adalah:

- a. Penyemprotan dan aplikasi lainnya, termasuk pemaparan langsung oleh *droplet* atau *drift* pestisida dan menyeka wajah dengan tangan, lengan baju, atau sarung tangan yang terkontaminasi pestisida.<sup>11,12</sup>
- b. Pencampuran pestisida.
- c. Mencuci alat aplikasi.

## 2. Terhisap melalui saluran pernapasan

Keracunan pestisida karena partikel pestisida terhisap lewat hidung merupakan terbanyak kedua setelah kulit. Gas dan partikel semprotan yang sangat halus (kurang dari 10 mikron) dapat masuk ke paru-paru, sedangkan partikel yang lebih besar (lebih dari 50 mikron) akan menempel di selaput lendir atau kerongkongan.<sup>11,12</sup>

## 3. Masuk melalui saluran pencernaan

Pestisida keracunan lewat mulut sebenarnya tidak sering terjadi dibandingkan dengan kontaminasi lewat kulit.<sup>11,12</sup> Keracunan lewat mulut dapat terjadi karena :

- a. Makan dan minum saat berkerja dengan pestisida.
- b. Pestisida terbawa angin masuk ke mulut.
- c. Makanan terkontaminasi pestisida

## 2.4. Pengaruh Paparan Organofosfat

Gambaran klinis keracunan organofosfat dapat berupa keadaan sebagai berikut:

### 1. Sindroma muskarinik

Sindroma muskarinik menyebabkan beberapa gejala yaitu konstriksi bronkus, hipersekresi bronkus, edema paru, hipersalivasi, mual, muntah, nyeri abdomen, hiperhidrosis, bradikardi, polirua, diare, nyeri kepala, miosis, penglihatatan kabur, hiperemia konjungtiva.<sup>13</sup>

Onset terjadi segera setelah paparan akut dan dapat terjadi sampai beberapa hari tergantung beratnya tingkat keracunan.<sup>13</sup>

## 2. Sindroma nikotink

Sindroma nikotink pada umumnya terjadi setelah sindroma muskarinik yang akan mencetuskan terjadinya sindroma *intermediate* berupa *delayed neuropathy*. Hiperstimulasi *neuromuscular junction* akan menyebabkan fasikulasi yang diikuti dengan *neuromuscular paralysis* yang dapat berlangsung selama 2-18 hari. Paralisis biasanya juga mempengaruhi otot mata, bulbar, leher, tungkai dan otot pernafasan tergantung derajat berat keracunan.<sup>13</sup>

## 3. Sindroma sistem saraf pusat

Sindroma sistem saraf pusat terjadi akibat masuknya pestisida ke otak melalui sawar darah otak. Pada keracunan akut berat akan mengakibatkan terjadinya konvulsi.<sup>13</sup>

## 4. *Organofosfat-Induced Delayed Neuropathy*

*Organophosphaet-Induced Delayed Neuropathy* terjadi 2 – 4 minggu setelah keracunan.<sup>13</sup>

Monitoring untuk pemaparan organofosfat dilakukan dengan penilaian kadar AChE darah. Standar nilai penurunan AChE di Indonesia adalah sebagai berikut:

- |                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| 1. Normal bila kadar AChE           | > 75 %      |
| 2. Keracunan ringan bila kadar AChE | 75 % - 50 % |
| 3. Keracunan sedang bila kadar AChE | 50% – 25%   |
| 4. Keracunan berat bila kadar AChE  | < 25%       |

## 2.5. Mekanisme Kerja Organofosfat Dalam Tubuh

Organofosfat bekerja sebagai kolinesterase inhibitor. Kolinesterase merupakan enzim yang bertanggung jawab terhadap metabolisme asetilkolin (ACh) pada sinaps setelah ACh dilepaskan oleh neuron presinaptik. ACh berbeda dengan neurotransmitter lainnya dimana secara fisiologis aktivitasnya dihentikan melalui proses metabolisme menjadi produk yang tidak aktif yaitu kolin dan asetat. Adanya inhibisi kolinesterase akan menyebabkan ACh tertimbun di sinaps sehingga terjadi stimulasi yang terus menerus pada reseptor post sinaptik.<sup>14 15</sup>

ACh dibentuk pada seluruh bagian sistem saraf. ACh juga dapat dijumpai di otak khususnya sistem saraf otonom. ACh berperan sebagai neurotransmitter pada ganglion simpatis maupun parasimpatis. Inhibisi kolinesterase pada ganglion simpatis akan meningkatkan rangsangan simpatis dengan manifestasi klinis midriasis, hipertensi dan takikardia. Inhibisi kolinesterase pada ganglion parasimpatis akan menghasilkan peningkatan rangsangan saraf parasimpatis dengan manifestasi klinis miosis, hipersalivasi dan bradikardi. Besarnya rangsangan pada masing-masing saraf simpatis dan parasimpatis akan berpengaruh pada manifestasi klinis yang muncul. ACh juga berperan sebagai neurotransmitter neuron parasimpatis yang secara langsung menyinari jantung melalui saraf vagus, kelenjar dan otot polos bronkus. Berbeda dengan pada ganglion, reseptor kolinergik pada daerah ini termasuk sub tipe muskarinik. Inhibisi kolinesterase secara langsung pada

pada organ-organ ini menjelaskan manifestasi klinis yang dominan parasimpatik pada keracunan organofosfat, dimana daerah tersebut merupakan target utama organofosfat.<sup>15</sup>

Organofosfat merupakan pestisida yang memiliki efek *irreversible* dalam menghambat kolinesterase, *acetylcholine-esterase* dan *neuropathy target esterase* (NTE) pada binatang dan manusia. Paparan terhadap organofosfat akan mengakibatkan adanya hiperstimulasi muskarinik dan stimulasi reseptor nikotinik. Organofosfat akan menghambat AChE dengan membentuk *phosphorilated enzyme (enzyme-OP complex)*. AChE ini sangat penting untuk ujung saraf muskarinik dan nikotinik dan pada sinaps sistem saraf pusat. Inhibisi AChE akan menyebabkan *prolonged action* dan asetilkolin yang berlebihan pada sinaps saraf autonom, neuromuskular dan SSP.<sup>16</sup>

## 2.6. Gejala Keracunan Organofosfat

Pestisida golongan organofosfat dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, tertelan melalui mulut maupun diserap oleh tubuh. Masuknya pestisida golongan organofosfat segera diikuti oleh gejala-gejala khas yang tidak terdapat pada gejala keracunan pestisida golongan lain. Gejala keracunan pestisida yang muncul setelah enam jam dari paparan pestisida yang terakhir, dipastikan bukan keracunan golongan organofasfat.<sup>17</sup>

Gejala keracunan organofosfat akan berkembang selama pemaparan atau 12 jam kontak. Pestisida yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami perubahan secara hidrolisa di dalam hati dan jaringan-jaringan lain. Hasil dari perubahan / pembentukan ini mempunyai toksisitas rendah dan akan keluar melalui urine.

Adapun gejala keracunan pestisida golongan organofosfat adalah sebagai berikut:<sup>18</sup>

1. Gejala awal

Gejala awal akan timbul : mual / rasa penuh di perut, muntah, rasa lemas, sakit kepala dan gangguan penglihatan.

## 2. Gejala Lanjutan

Gejala lanjutan yang ditimbulkan adalah keluar ludah yang berlebihan, pengeluaran lendir dari hidung (terutama pada keracunan melalui hidung), kejang usus dan diare, keringat berlebihan, air mata yang berlebihan, kelemahan yang disertai sesak nafas, akhirnya kelumpuhan otot rangka.

## 3. Gejala Sentral

Gejala sentral yang ditimbulkan adalah sukar bicara, kebingungan, hilangnya reflek, kejang dan koma.

## 4. Kematian

Apabila tidak segera di beri pertolongan berakibat kematian dikarenakan kelumpuhan otot pernafasan.

Gejala-gejala tersebut akan muncul kurang dari 6 jam, bila lebih dari itu maka dipastikan penyebabnya bukan golongan organofosfat. Pestisida organofosfat dan karbamat dapat menimbulkan keracunan yang bersifat akut dengan gejala sebagai berikut : leher seperti tercekik, pusing-pusing, badan terasa sangat lemah, sempoyongan, pupil atau celah iris mata menyempit, pandangan kabur, tremor, terkadang kejang pada otot, gelisah dan menurunnya kesadaran, mual, muntah, kejang pada perut, mencret, mengeluarkan keringat yang berlebihan, sesak dan rasa penuh di dada, pilek, batuk yang disertai dahak, mengeluarkan air liur berlebihan. Denyut jantung menjadi lambat dan ketidakmampuan mengendalikan buang air kecil maupun besar biasanya terjadi 12 jam setelah keracunan.

## 2.7. Disfungsi Otonom

Disfungsi Otonom atau neuropati otonom didefinisikan sebagai perubahan fungsi sistem saraf otonom yang dapat mengganggu kesehatan. Perubahan dapat bersifat sementara sampai dengan penyakit neurodegenatif yang bersifat progresif. Manifestasi klinis dapat berupa gangguan beberapa sistem tubuh atau kombinasi beberapa kelainan sistem tubuh seperti kardiovaskuler, respirasi, gastrointestinal, urogenital, sudomotor dan pupilomotor.<sup>19</sup>

Disfungsi otonom pada paparan kronis organofosfat disebabkan oleh efek neurotoksik organofosfat terhadap sistem saraf.

Diagnosis disfungsi otonom ditentukan dengan macam pemeriksaan. *American Academy of Neurology* mengategorikan pemeriksaan fungsi saraf otonom sebagai berikut:<sup>20</sup>

1. Kardiovagal (saraf parasimpatis): Perubahan denyut jantung saat bernafas atau bernafas dalam, Rasio Valsava, dan perubahan denyut jantung saat berdiri (Rasio 30:15)
2. Adrenergik: Perubahan tekanan darah sesuai denyut jantung dari saat berbaring ke posisi berdiri (tilt-up) atau saat berdiri.
3. Sudomotor: *Quantitative Sudomotor Axon Reflex Test* (QSART), *thermoregulatory sweat test* (TST), *sympathetic skin response* (SSR) dan *Silastic sweat imprint*.

Derajat berat disfungsi otonom diukur dengan *Autonomic Dysfunction Score*.<sup>21</sup>

Komponen *Autonomic Dysfunction Score* (ADS) adalah sebagai berikut:

- a. Reaksi ortostatik
- b. Gangguan buang air kemih
- c. Konstipasi
- d. Gangguan fungsi seksual
- e. Gangguan merasakan suhu

- f. Gangguan kulit seborrhea (kulit pada kepala, wajah atau tubuh bersisik, kemerahan dan gatal)
- g. Gangguan berkeringat
- h. Hipersalivasi / mulut kering
- i. Gangguan persarafan pupil mata

## **2.8. Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Keracunan**

Pemeriksaan yang dapat digunakan sebagai penegas terjadinya keracunan pestisida pada seseorang adalah kadar aktivitas asetilkolinesterase dara. Sehingga dengan demikian dapat dinyatakan pula bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya keracunan juga merupakan faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya aktivitas kolinesterase darah. Faktor yang berpengaruh terhadap kejadian keracunan pestisida adalah faktor dalam tubuh (internal) dan faktor dari luar tubuh (eksternal), faktor-faktor tersebut adalah<sup>22</sup>:

- Faktor dari dalam tubuh antara lain :

### a. Usia

Semakin bertambahnya usia seseorang maka kadar rata-rata kolinesterase dalam darah akan semakin rendah sehingga akan mempermudah terjadinya keracunan pestisida.

### b. Status gizi

Keadaan gizi seseorang yang buruk akan berakibat menurunnya daya tahan dan meningkatnya kepekaan terhadap infeksi. Kondisi gizi yang buruk, protein yang ada tubuh sangat terbatas sehingga pembentukan enzim kolinesterase akan terganggu.

Dikatakan bahwa orang yang memiliki tingkat gizi baik cenderung memiliki kadar rata-rata kolinesterase lebih besar.

c. Jenis Kelamin

Kadar kolin bebas dalam plasma darah laki-laki normal rata-rata 4,4 µg/ml. Jenis kelamin sangat mempengaruhi aktivitas enzim kolinesterase, jenis kelamin laki-laki lebih rendah dibandingkan jenis kelamin perempuan karena pada perempuan lebih banyak kandungan enzim kolinesterase, meskipun demikian tidak dianjurkan wanita menyemprot dengan menggunakan pestisida, karena pada saat kehamilan kadar rata-rata kolinesterase cenderung turun.

d. Tingkat Pendidikan dan Pengetahuan

Tingkat pendidikan yang lebih tinggi diharapkan memiliki pengetahuan mengenai pestisida dan bahayanya lebih baik di bandingkan dengan tingkat pendidikan yang rendah, sehingga dalam pengelolaan pestisida, tingkat pendidikan tinggi akan lebih baik.

- Faktor dari luar tubuh antara lain :

a. Dosis

Dosis semakin besar semakin mempermudah terjadinya keracunan pada petani pengguna pestisida. Dosis pestisida berpengaruh langsung terhadap bahaya keracunan pestisida. Dosis penyemprotan di lapangan khususnya golongan organofosfat dosis yang dianjurkan 0,5 – 1,5 kg/ha.

b. Lama Kerja

Semakin lama bekerja menjadi petani akan semakin sering kontak dengan pestisida sehingga risiko keracunan pestisida semakin tinggi. Penurunan aktivitas kolinesterase dalam plasma darah karena keracunan pestisida akan berlangsung mulai seseorang terpapar hingga 2 minggu setelah melakukan penyemprotan.

c. Arah Angin

Arah angin harus diperhatikan oleh penyemprot saat melakukan penyemprotan. Penyemprotan yang baik bila searah dengan arah angin dengan kecepatan tidak boleh melebihi 750 meter per menit. Petani yang melawan arah angin pada saat penyemprotan akan mempunyai risiko lebih besar bila dibanding dengan petani yang saat menyemprot tanaman searah dengan arah angin.

d. Waktu Penyemprotan

Hal ini berkaitan dengan suhu lingkungan yang dapat menyebabkan keluarnya keringat lebih banyak terutama pada siang hari. Sehingga waktu penyemprotan semakin siang akan mudah terjadi keracunan pestisida terutama penyerapan melalui kulit.

e. Frekuensi Penyemprotan

Semakin sering melakukan penyemprotan, maka semakin tinggi pula risiko keracunannya. Penyemprotan sebaiknya dilakukan sesuai dengan ketentuan. Waktu yang dibutuhkan untuk dapat kontak dengan pestisida maksimal 5 jam perhari.

f. Jumlah Jenis Pestisida yang Digunakan

Jumlah jenis pestisida yang digunakan dalam waktu penyemprotan akan menimbulkan efek keracunan lebih besar bila dibanding dengan penggunaan satu jenis pestisida karena daya racun atau konsentrasi pestisida akan semakin kuat sehingga memberikan efek samping yang semakin besar.

g. Penggunaan Alat Pelindung Diri

Penggunaan alat pelindung diri dalam melakukan pekerjaan bertujuan untuk melindungi dirinya dari sumber bahaya tertentu, baik yang berasal dari pekerjaan maupun lingkungan kerja. Alat pelindung diri berguna dalam mencegah atau mengurangi sakit atau cedera. Pestisida umumnya adalah racun bersifat kontak, oleh sebab itu penggunaan alat pelindung diri pada petani waktu menyemprot sangat penting untuk menghindari kontak langsung dengan pestisida. Jenis-jenis alat pelindung diri adalah sebagai berikut:

- 1) Alat pelindung kepala dengan topi atau helm kepala
- 2) Alat pelindung mata
- 3) Alat pelindung pernafasan
- 4) Pakaian pelindung
- 5) Alat pelindung tangan
- 6) Alat pelindung kaki

Ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam pemakaian alat pelindung diri, yaitu:

- 1) Perlengkapan pelindung diri tersebut harus terbuat dari bahan-bahan yang memenuhi kriteria teknis perlindungan pestisida.

- 2) Setiap perlengkapan pelindung diri yang akan digunakan harus dalam keadaan bersih dan tidak rusak.
- 3) Jenis perlengkapan yang digunakan minimal sesuai dengan petunjuk pengamanan yang tertera pada label/brosur pestisida tersebut.
- 4) Setiap kali selesai digunakan perlengkapan pelindung diri harus dicuci dan disimpan di tempat khusus dan bersih.<sup>23,24</sup>

## **2.9. Hipotensi Ortostatik**

Hipotensi ortostatik didefinisikan sebagai penurunan tekanan darah sistolik paling sedikit 20 mm Hg atau tekanan darah diastolik penurunan minimal 10 mm Hg dalam waktu tiga menit berdiri.<sup>25</sup>

Ketika seseorang berdiri dari duduk atau berbaring, tubuh harus bekerja untuk menyesuaikan dengan perubahan posisi. Hal ini terutama penting bagi tubuh untuk mendorong darah ke atas dan memasok otak dengan oksigen. Jika tubuh gagal untuk melakukan hal ini secara memadai, tekanan darah turun, dan seseorang dapat merasa pusing atau bahkan pingsan. Hipotensi ortostatik adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan penurunan dalam tekanan darah ketika seseorang berdiri. Gejala yang umumnya terjadi pada hipotensi ortostatik yaitu pusing, penglihatan kabur, dan dapat kehilangan kesadaran sementara.<sup>26</sup>

Suplai darah ke organ bergantung pada tiga faktor yaitu:

1. Kekuatan jantung untuk memompa.
2. Pembuluh darah yang mampu berkonstriksi dan dilatasi.
3. Cukup darah dan cairan dalam pembuluh.

Ketika tubuh bergerak ke posisi berdiri, baroreseptor yang terletak di arteri karotis dan arcus aorta menurun dalam tekanan darah karena gravitasi, yang menyebabkan darah mengalir ke arah kaki. Seseberapa mungkin sistem simpatik dirangsang, menyebabkan detak jantung meningkat, otot jantung berkontraksi atau menekan lebih kuat, dan pembuluh darah menyempit.<sup>27</sup>

Semua tindakan ini berfungsi untuk meningkatkan tekanan darah sehingga jumlah darah yang cukup masih dapat dipompa ke otak dan organ lainnya. Tanpa perubahan ini, gravitasi akan menyebabkan darah untuk tetap berada di bagian terendah dari tubuh dan jauh dari otak, menyebabkan gejala pusing ringan atau bahkan pingsan.

Hipotensi ortostatik dapat di sebabkan oleh beberapa penyebab yaitu diantaranya adalah.<sup>28-30</sup>

#### 1. Penyakit Addison

Penyakit addison merupakan penyakit dengan gangguan endokrin atau hormon. Penyakit Addison terjadi ketika kelenjar adrenal tidak cukup menghasilkan hormon kortisol. Salah satu fungsi hormon kortisol adalah membantu mempertahankan tekanan darah, jika fungsi ini terganggu maka dapat terjadi hipotensi ortostatik.

#### 2. Vasovagal syncope

Pada situasi ini, keseimbangan antara kimia-kimia adrenaline dan acetylcholine terganggu. Adrenaline menstimulasi tubuh termasuk membuat jantung berdenyut lebih cepat dan pembuluh-pembuluh darah menyempit. Acetylcholine melakukan sebaliknya. Ketika saraf vagus distimulasi, acetylcholine yang berlebihan

dilepas, denyut jantung melambat dan pembuluh-pembuluh darah melebar, membuat darah lebih sulit untuk mengalahkan gaya berat (gravitasi) dan dipompa ke otak.

### 3. Dehidrasi

Dehidrasi terjadi ketika asupan cairan tidak bisa sesuai dengan jumlah cairan yang hilang oleh tubuh. Muntah, diare, demam, dan panas-penyakit yang berhubungan (misalnya, panas kelelahan atau heat stroke) adalah alasan umum seseorang kehilangan sejumlah besar cairan. Diuretik yang digunakan untuk mengontrol tekanan darah tinggi juga penyebab lain dari penurunan jumlah cairan dalam tubuh.

### 5. Diabetes mellitus

Diabetes mellitus dapat menyebabkan adanya komplikasi berupa neuropati akibat adanya ketidakseimbangan antara radikal bebas dan anti oksidan dalam tubuh. Radikal bebas akan menyerang dan merusak protein, lipid dan asam nukleat sehingga menyebabkan kerusakan jaringan atau endotel. Menurunnya kemampuan degenerasi sel pada diabetes mellitus juga memperburuk adanya gangguan sistem saraf yang dapat mengembangkan hipotensi ortostatik.

### 6. Pasien dengan stenosis aorta.

Pada stenosis aorta, jantung tidak mampu meningkatkan output untuk mengkompensasi penurunan tekanan darah. Oleh karena itu, aliran darah ke otak berkurang, menyebabkan gejala hipotensi ortostatik. Pingsan juga dapat terjadi ketika curah jantung berkurang oleh detak jantung tidak teratur (aritmia).

### 7. Penggunaan obat golongan beta blocker

Obat beta blocker seperti metoprolol memblokir beta-adrenergik reseptor dalam tubuh, mencegah jantung dari mempercepat, mencegah jantung berkontraksi kuat, dan melebarkan pembuluh darah. Ketiga efek mempengaruhi kemampuan tubuh untuk bereaksi terhadap perubahan posisi.

#### 8. Penggunaan obat lainnya

Sildenafil (Viagra), vardenafil (Levitra), dan tadalafil (Cialis) melebarkan pembuluh darah, dan jenis ini obat dapat menyebabkan hipotensi ortostatik.

### **2.10. Faktor Resiko Hipotensi Ortostatik**

Ada beberapa faktor yang membuat seseorang menjadi lebih rentan terserang hipotensi ortostatik, antara lain:<sup>31</sup>

#### 1. Umur

Hipotensi ortostatik yang paling sering terjadi pada orang tua. Pengerasan pembuluh darah atau atherosclerosis yang berkembang ketika kita menua membuat lebih sulit bagi pembuluh darah untuk beradaptasi dengan cepat bila diperlukan.

#### 2. Pasien yang mengalami hipertensi dan mengonsumsi obat penurun tekanan darah seperti diuretik.

#### 3. Kehamilan

Pada saat kehamilan, hormon progesteron meningkat dan menyebabkan pembuluh darah menjadi melebar, sehingga tekanan darah pun turun. Hal ini bisa

dipicu oleh adanya tekanan pada pembuluh nadi besar (aorta) serta vena cava inferior (pembuluh darah balik)

### **2.11. Pencegahan Hipotensi Ortostatik**

Beberapa langkah mudah untuk menghindari serangan hipotensi ortostatik seperti:<sup>5</sup>

- Mengonsumsi lebih banyak garam yaitu Intake garam harus dipertahankan antara 150 dan 250 mmol sodium (10 sampai 20 g garam) per hari. (namun ini tentu saja harus didiskusikan terlebih dahulu dengan dokter untuk mencegah resiko timbulnya hipertensi)
- Konsumsi cairan yang cukup untuk mencegah dehidrasi
- Olahraga
- Gunakan stocking yang ketat untuk membantu memompa darah yang berasal dari kaki kembali ke jantung
- Ketika akan bangun dari tempat tidur, jangan langsung berdiri. Tarik napas dalam-dalam dahulu lalu berdirilah pelan-pelan
- Jika saat berdiri merasa gejala-gejala seperti yang sudah disebutkan di atas, silangkan kaki membentuk posisi kaki seperti gunting atau letakkan kaki di tepian kursi untuk membantu mendorong darah kembali ke jantung