

# Zat-zat Toksik yang Secara Alamiah Ada pada Bahan Makanan Nabati

Dra. Oey Kam Nio

Mantan Peneliti Ahli Unit Diponegoro — Pusat Penelitian Penyakit Menular  
Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan R.I., Jakarta

Makanan merupakan *supplier* zat-zat gizi untuk manusia, seperti karbohidrat, lemak, protein, vitamin, mineral dan *trace elements*, tetapi juga mempunyai zat-zat yang masih termasuk golongan zat gizi, di samping zat-zat lain yang fungsinya tidak selalu jelas, bahkan kadang-kadang merupakan suatu zat toksik. Umumnya zat-zat ini dibagi dalam beberapa golongan seperti:

- Zat yang sengaja ditambahkan selama pengolahan bahan makanan (*food additives*),
- *Contaminants* asal mikroba,
- *Contaminants* bukan asal mikroba,
- Zat-zat yang terbentuk selama pengolahan (*processing*) bahan makanan,
- Zat-zat yang memang secara alamiah ada di bahan makanan (diproduksi sendiri oleh tanaman).

Zat-zat toksin yang secara alamiah ada pada bahan makanan nabati, digolongkan menurut sifatnya sebagai zat gizi dan menurut peranannya dalam tubuh manusia, seperti berikut:

A. Menurut sifat gizinya:

- |                |            |
|----------------|------------|
| 1. Karbohidrat | 4. Vitamin |
| 2. Lemak       | 5. Mineral |
| 3. Protein     |            |

B. Menurut peranan dalam tubuh manusia:

1. Anti-vitamin
2. Anti enzim

## KARBOHIDRAT

### Glikosida

Glikosida adalah suatu senyawa antara karbohidrat dan zat lain yang dinamakan radikal aglikon. Radikal aglikon ini dapat melalui proses bersifat toksik dan dapat dibebaskan dari persenyawaan melalui proses hidrolisa yang dapat dikatalisa oleh enzim yang ada pada tumbuh-tumbuhan itu sendiri. Di laboratorium hidrolisa dapat dilaksanakan dengan penambahan asam encer. Cara lain untuk membebaskan aglikon ini adalah dengan penggilingan atau pemanasan.

### Glikosida yang mengandung sianida (cyanogenetic glucosides)

Sianida selalu ada dalam konsentrasi kecil (*trace*) pada banyak macam tumbuh-tumbuhan, terutama dalam bentuk *cyanogenetic glucosides*. Pada rumput, kacang-kacangan, umbi-umbian dan biji tertentu, diketemukan dalam kadar yang relatif tinggi. Tiga macam glukosida yang dapat menghasilkan sianida dan diketahui ada pada tumbuh-tumbuhan yang lazim dimakan (*edible*), ialah:

- Amygdalin pada *bitter almonds*, dan biji (*kernel*) buah-buah lain.
- Dhurrin pada sorghum, dan rumput-tumput lainnya.
- Linamarin atau Phaseolunatin pada kacang-kacangan, seperti koro dan *linseed*, dan akar berpati seperti singkong. Lebih terperinci, glikosida ini ada pada bahan-bahan makanan seperti berikut: singkong (pada daun dan akar), ubi jalar, "yam" (*dyoscoreaceae*) (pada umbi), jagung (pada butir), cantel (pada butir), rempah-rempah, tebu, kacang-kacangan (*peas & beans*), terutama koro krupuk, & *almonds*.

Pada buah diketemukan antara lain pada : jeruk, apel, *pear*, *cherry*, *apricot*, *prune*, *plum*.

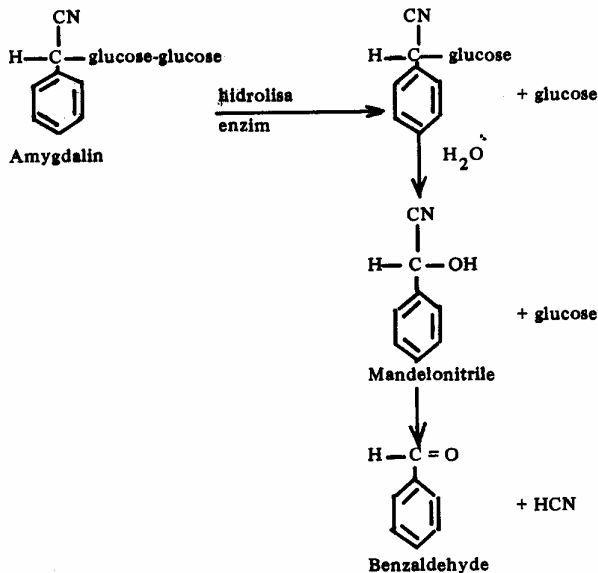
Pada rumput dan tebu, kadar tertinggi glikosida toksik tersebut terutama ada di pucuk muda tanaman yang tumbuh di tanah subur. Pada koro krupuk kadar tertinggi ada pada varietas hitam. Penanaman secara sistematis dari varietas putih dapat banyak mengurangi kadar linamarin, tetapi mungkin varietas tanpa linamarin tidak dapat diperoleh. Pada singkong, kadar sianida yang tinggi hanya ada pada varietas pahit, tetapi tidak ada perbedaan jelas antara varietas pahit dan manis. Seluruh tanaman mengandung sianida, kadarnya paling tinggi di kulit umbi. Mungkin sianida diperlukan oleh tanaman untuk perlindungan terhadap serangga.

### Amygdalin

Amygdalin merupakan suatu glikosida dari *benzaldehyde cyanohydrin* (mandelonitrile) bila dihidrolisa lengkap menghasilkan glukosa, benzaldehid dan hidrogenianida (HCN).

Ceramah di Puslit Penyakit Tidak Menular, Jakarta 25 Februari 1988.

Hidrolisa dengan alkali atau asam pekat menghasilkan *amygdalinic acid*. Hidrolisa dengan enzim berjalan dalam dua tahap sebagai berikut :

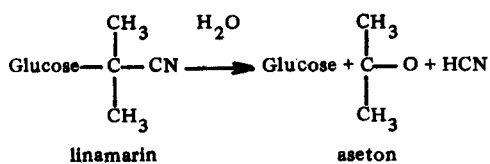


### Dhurrin

Dhurrin adalah glikosida dari *p-hydroxy benzaldehyde cyanohydrin*, yang bila dihidrolisa menghasilkan *glucose p-hydroxy benzaldehyde*, dan hidrogenianida (HCN).

### Linamarin

Linamarin yang antara lain ada pada Koro krupuk (*Lima bean, Phaseolus lunatus*) dan singkong (*Cassava*) adalah glikosida dari *acetone cyanohydrin*. Bila dihidrolisa dengan enzim B-glukosidase, menghasilkan glukosa dan 2-cyano-2-propanol. Hidrolisa lebih lanjut dari 2-cyano-2-propanol dengan enzim oxynitrilase menghasilkan aseton dan asam sianida (*Hydrocyanic acid, HCN*).



Zat-zat tersebut di atas termasuk golongan B-glukosida, sukar larut dalam air, sehingga tepat sebagai pembawa zat-zat toksik seperti sianida, sampai zat toksin ini diperlukan untuk suatu fungsi biologik.

Pengeluaran spontan HCN (autohidrolisa) dari tanaman dapat terjadi, bila ada enzim glukosidase khusus dan air. Enzim ini adalah enzim ekstraseluler, sehingga bila sel rusak dapat bereaksi dengan glukosida. Sifat lain dari enzim ini adalah dapat bereaksi dalam suasana dingin tapi mudah rusak dengan pemanasan. Autohidrolisa dapat diperbesar bila sudah sel-sel rusak, tanaman direndam.

Sianida cepat diabsorpsi di saluran pencernaan bagian atas, juga langsung dapat melalui kulit. Gas HCN cepat diabsorpsi oleh paru-paru. Sebetulnya manusia secara terus menerus mendapatkan sianida dalam konsentrasi kecil, tidak

hanya dari makanan tetapi juga dari polusi udara, terutama asap rokok. Adanya jumlah yang kecil sekali dalam tubuh mungkin dapat dianggap fisiologis dan mungkin berfungsi menghambat proses oksidasi sel.

Untuk menghilangkan HCN dari makanan, caranya adalah dengan merebus dan membuang air perebus. Misalnya, singkong harus dimakan bila masih segar dan tidak rusak sel-selnya, atau dikupas dan dicuci dengan air mengalir. Tanaman lain yang mengandung HCN tidak boleh disimpan lama, dan tidak boleh rusak (*bruised*) selama panen, penjualan dan persiapan untuk dimakan. Dan yang telah direbus tidak boleh dicampur dengan yang segar. Saran lain, singkong yang pahit, yang berarti mengandung banyak HCN sebaiknya tidak dimakan.

### Saponin

Saponin adalah suatu glikosida yang mungkin ada pada banyak macam tanaman. Saponin ada pada seluruh tanaman dengan konsentrasi tinggi pada bagian-bagian tertentu, dan dipengaruhi oleh varietas tanaman dan tahap pertumbuhan. Fungsi dalam tumbuh-tumbuhan tidak diketahui, mungkin sebagai bentuk penyimpanan karbohidrat, atau merupakan *waste product* dari metabolisme tumbuh-tumbuhan. Kemungkinan lain adalah sebagai pelindung terhadap serangan serangga.

Sifat-sifat Saponin adalah:

- 1) Mempunyai rasa pahit
- 2) Dalam larutan air membentuk busa yang stabil
- 3) Menghemolisa eritrosit
- 4) Merupakan racun kuat untuk ikan dan amfibi
- 5) Membentuk persenyawaan dengan kolesterol dan hidrokosteroid lainnya
- 6) Sulit untuk dimurnikan dan diidentifikasi
- 7) Berat molekul relatif tinggi, dan analisis hanya menghasilkan formula empiris yang mendekati.

Toksitasnya mungkin karena dapat merendahkan tegangan permukaan (*surface tension*). Dengan hidrolisa lengkap akan dihasilkan saponenin (aglikon) dan karbohidrat (hexose, pentose dan saccharic acid).

Berdasarkan atas sifat kimiawinya, saponin dapat dibagi dalam dua kelompok:

- 1) Steroids dengan 27 C - atom.
- 2) Triterpenoids, dengan 30 C - atom.

Macam-macam saponin berbeda sekali komposisinya, yaitu berbeda pada aglikon (saponenin) dan juga karbohidratnya, sehingga tumbuh-tumbuhan tertentu dapat mempunyai macam-macam saponin yang berlainan, seperti:

- *Quillage saponin* : campuran dari 3 atau 4 saponin
- *Alfalfa saponin* : campuran dari paling sedikit 5 saponin
- *Soy bean saponin* : terdiri dari 5 fraksi yang berbeda dalam saponenin, atau karbohidratnya, atau dalam kedua-duanya.

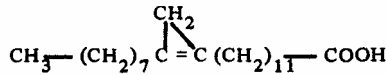
Kematian pada ikan, mungkin disebabkan oleh gangguan pernafasan. Ikan yang mati karena racun saponin, tidak toksik untuk manusia bila dimakan. Tidak toksiknya untuk manusia dapat diketahui dari minuman seperti bir yang busanya disebabkan oleh saponin.

Contoh glikosida lain adalah tioglikosida dan bensiltioglikosida. Bila dihidrolisa dengan enzim menghasilkan tiosianat, isotiosianat dan bensilsianat yang merupakan racun dan mempunyai sifat antitiroid. Zat-zat toksik tersebut ada pada

bawang, selada air, kacang-kacangan seperti kacang tanah, kacang kedele dan juga pada macam-macam kol.

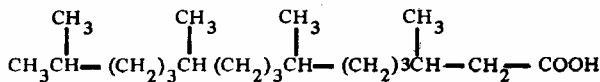
**LEMAK**

**Asam lemak "cyclopropene"**



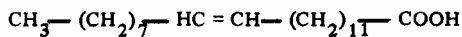
Ada pada beberapa macam minyak tumbuh-tumbuhan, misalnya minyak *cottonseed*. Percobaan dengan ayam menunjukkan asam lemak ini dapat menyebabkan hepatomegali, telurnya menjadi berwarna merah muda. Percobaan dengan tikus menunjukkan, bahwa makanan mengandung *cottonseed* 5%, dapat memperlambat pertumbuhan.

**Phytanic acid**



Dapat merupakan zat toksik pada penderita yang dapat memetabolisir asam-asam lemak dengan rantai C — atom bercabang.

**Erucic acid**



*Erucic acid* terdapat di dalam *rape oil*.

Makanan tikus dan itik, yang mengandung 10% *rape oil* dapat menyebabkan miokarditis dan pelemakan hati. Minyak *rape seed* (RSO) dan minyak *mustard* mengandung 40—50% *erucic acid*.

Pada tikus RSO menyebabkan keterlambatan pertumbuhan, berkurangnya jumlah makanan yang dimakan dan bertambahnya lemak tinja, tetapi tinja total tidak berbeda banyaknya dengan kelompok kontrol. Ternyata bila ada asam-asam lemak lainnya, terutama asam palmitat, maka efek merugikan asam *erucic*, tidak diketemukan. Jadi mungkin dalam makanan biasa, efek menekan pertumbuhan dari asam *erucic* dapat dinetralkan oleh adanya asam-asam lemak lain.

**Residu tung oil**

Minyak *tung* diperoleh dari *tung oil tree* (*Aleuritis fordii* atau *Aleuritis montana*) suatu minyak cepat menguap yang dipakai untuk pembuatan cat. Tidak termasuk minyak yang dapat dimakan. Residunya, *tung meal*, yang sangat beracun sering menyebabkan keracunan ternak sapi (*cattle*) di USA, maka hanya dapat dipakai sebagai pupuk. Biji *tung tree* macamnya menarik, rasanya enak dengan kadar protein tinggi sekali (25—30%), sehingga banyak usaha dilakukan untuk mengetahui zat-zat toksik yang ada, agar dapat dihilangkan dan dengan demikian dapat dipakai sebagai makanan hewan. Ternyata dengan pemanasan zat-zat toksik ini tidak dapat dirusak seluruhnya, sehingga harus di ekstraksi lebih dulu dengan pelarut organik seperti alkohol, eter atau aseton. Dari hasil penelitian ini ditarik kesimpulan bahwa ada dua macam zat toksik yaitu yang stabil terhadap pemanasan, larut dalam pelarut organik; dan yang labil terhadap pemanasan, tidak larut dalam pelarut organik.

Bagian yang stabil terhadap pemanasan, telah diselidiki

oleh Holmes dan O'Connor (1961), dan sebagian rumus bangunnya diketahui. Bagian ini terdiri dari dua zat toksik, yang merupakan dua macam di-ester.

Bagian yang labil terhadap pemanasan, dulu dianggap saponin. Tetapi berdasarkan beratnya diperkirakan suatu protein. Protein yang di-isolir dari *tung meal* sifatnya toksik, tetapi tidak dihilangkan dengan tripsin atau reagens yang dapat mendenaturasi protein.

**PROTEIN**

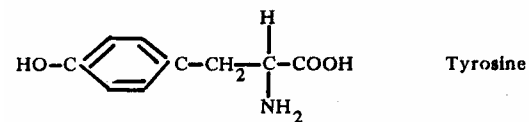
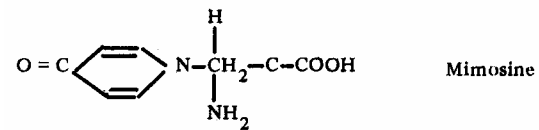
Protein toksik, yang dapat menyebabkan aglutinasi eritrosit, menghambat pertumbuhan, merusak vitamin, mengurangi aktivitas enzim, dan gejala-gejala lain diketemukan pada macam-macam bahan makanan, misalnya hemagglutinin pada kacang kedele (Liener, 1983). Tetapi umumnya tidak merupakan masalah, karena dengan pemanasan protein akan mengalami denaturasi. Lain halnya bila protein-protein ini ada pada bahan makanan yang dimakan mentah, seperti macam-macam buah, atau bila pemanasan terlalu singkat.

**Peptida**

Peptida, yang merupakan bagian dari protein, ada yang toksik, misalnya yang dihasilkan oleh cendawan tertentu. Protein terdiri dari asam-asam amino, yang satu sama lain berikatan sehingga membentuk peptida. Di antara asam-asam amino ini ada juga yang toksik, seperti *Mimosine*.

**Mimosine**

Mimosine suatu asam amino yang mempunyai rumus bangun mirip dengan tirosin.



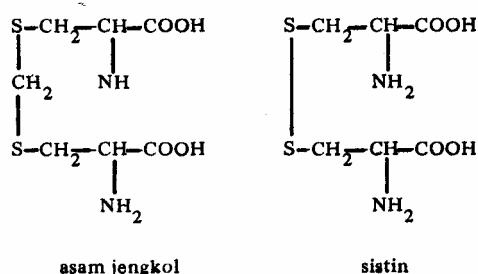
Mimosine merupakan asam amino dari protein lamtoro kemlandingan, (*Leucaena glauca*) yang menyebabkan lamtoro menjadi suatu bahan makanan yang toksik. Kadar proteinnya tinggi dan rasanya enak, tetapi bila diberikan pada hewan seperti kuda, sapi, kambing, babi dan binatang laboratorium lainnya dapat mengakibatkan pertumbuhan berkurang, kondisi umum jelek dengan gejala khas, yaitu rontoknya bulu.

Menurut penelitian Lin dkk. (1964), efek makanan eksperimen yang mengandung 0,5% lamtoro yaitu lambatnya pertumbuhan dapat dihilangkan sebagian dengan penambahan fenilalanin, dan dapat dihilangkan samasekali dengan penambahan tirosin *in-vitro*. Kadar mimosine dalam biji daun lamtoro menjadi berkurang bila disimpan pada temperatur lebih tinggi dari 70°C dan pada keadaan lembab. (Mitsumoto, 1951). Sedangkan hasil penelitian Yoshida (1944) menunjukkan bahwa penambahan garam FeSO<sub>4</sub> pada makanan tikus yang mengandung lamtoro mengurangi aktivitas mimosine karena absorpsi mimosine dari saluran pencernaan berkurang.

### Jengkolic acid

Biji jengkol (*Pithecolobium lobatum*) merupakan makanan yang digemari oleh sebagian masyarakat Indonesia. Sayangnya sering terdengar keluhan keracunan atau kejengkolan. Keracunan ini disebabkan oleh suatu asam amino, yaitu *djengkolic acid* (asam jengkol).

Rumus bangun asam jengkol mirip dengan rumus bangun asam amino sistin, tetapi sistin bukan merupakan pengganti (*substitute*) ataupun antagonis untuk asam jengkol.



Anggapan Van Veen (1966) adalah, bila asam jengkol dalam bentuk tidak berikatan dengan zat lain, maka kadarnya adalah 1–2%. Pada varietas hitam kadar asam jengkol dapat mencapai sampai 3–4%. Kejengkolan dapat terjadi bila reaksi air seni pemakan (*consumer*) adalah asam, sehingga asam jengkol mengendap dalam bentuk jarum halus yang dapat merusak ginjal. Untuk mengatasi hal ini dapat diminum air abu dari macam-macam tumbuh-tumbuhan yang bereaksi alkalis. Menurut Heyne, keripik jengkol kurang beracun dibandingkan dengan bahan semula.

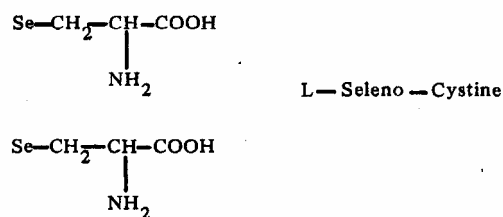
### Lathyrogen

*Lathyrogen* adalah suatu asam amino yang tidak umum, yang ada pada protein dari biji tanaman jenis *Lathyrus*. Biji ini banyak dimakan antara lain di India. Gejala dari *lathyrism* ini adalah kerusakan jaringan saraf, rangka dan pembuluh darah.

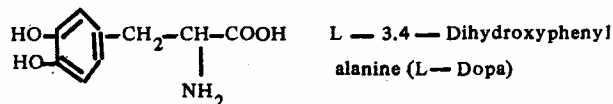
Ini disebabkan karena zat toksik tersebut merusak ikatan *cross-link* antara rantai-rantai polipeptida pada kolagen dan elastin, sehingga tulang dan dinding pembuluh darah menjadi lemah. Zat toksik ini adalah suatu asam amino, yaitu B-amino-propionitrile (*lathyrogen*).

### Asam-asam amino-Selenium

Asam amino ini *L-Seleno-cystine* mempunyai unsur Se, sebagai pengganti unsur S. Tanaman yang mempunyai asam-asam amino-Se in, adalah yang tumbuh di tanah kaya akan Se. Pada beberapa tanaman kadar Se dapat mencapai 15.000 ppm, sedangkan 10 ppm dalam makanan sudah menunjukkan toksisitas.



### L-Dopa.



Asam amino L-Dopa mungkin memegang peranan pada penyakit *favism*, suatu penyakit akut anemia hemolitik yang disebabkan oleh konsumsi *broad beans* (*fava beans*) atau inhalasi *pollen* dari kacang babi (*Vicia faba*). Dalam tubuh manusia Dopa dapat dibentuk dari tirosin dan dapat dipakai untuk sintesa hormon epinefrin.

### Mineral

Ada *trace elements* yang termasuk toksik. Dalam jumlah yang kecil sekali *trace elements* seperti Mo dan Se diperlukan oleh manusia. Mo sebagai aktivator untuk bekerjanya enzim-enzim tertentu dan Se sebagai pengganti vitamin E dalam beberapa fungsi-fungsinya. Besarnya toksisitas oleh *trace elements* ini tergantung dari banyaknya yang dimakan, sifat dan macamnya, dan juga jenis binatang yang memakannya. Pada umumnya *trace elements* yang ada pada hasil makanan (*food products*) adalah dari tanah di mana tanaman itu tumbuh dan dari polusi, terutama polusi industri, jadi bukan yang diproduksi sendiri oleh tanaman-tanaman itu.

### PENGGOLONGAN ZAT-ZAT TOKSIK ALAMIAH BERDASARKAN PERANANNYA DALAM TUBUH MANUSIA.

#### Anti-vitamin.

Ada zat-zat yang ada pada bahan makanan asal hewan dan nabati yang dapat bekerja sebagai anti-vitamin. Sifat ini disebabkan karena rumus bangun kimiawi yang hampir sama, sehingga ada kompetisi antara vitamin dan anti-vitaminnya, atau karena anti-vitamin bereaksi dengan vitamin itu.

Beberapa contoh dari anti-vitamin adalah sebagai berikut:

#### Antagonis untuk vitamin: Diketemukan pada bahan makanan:

- |                   |   |
|-------------------|---|
| — tiamin          | — ikan segar, kerang, khamir, linseed, mustard (antagonis: thiaminase)  |
| — riboflavi       | — ackee ( <i>Blighia sapida</i> )                                       |
| — niasin          | — jagung, cantel ( <i>millet</i> ) (antagonis: niasinogen)              |
| — biotin          | — putih telur mentah (antagonis: avidin)                                |
| — piridoksin      | — linseed ( <i>Limun usitatissimum</i> ) (antagonis: linatine)          |
| — asam pantotenat | — Khamir  |
| — vitamin D       | — rumput kering (antagonis: B-karotin)                                  |
| — vitamin K       | — sweet clover ( <i>Melilotus officinalis</i> ) (antagonis: dicoumarol) |

Antagonis tiamin (thiaminase) dapat merusak molekul tiamin, diketemukan pada banyak macam ikan, terutama di limpa, hati, jantung dan usus. Juga pada tumbuh-tumbuhan seperti *bracken fern* (*Pteridium aquillinum*).

Antagonis niasin diperkirakan ada pada jagung, karena manusia dan binatang yang makannya terdiri dari jagung, menderita defisiensi niasin.

Avidin, antagonis biotin yang ada dalam putih telur mentah, membentuk kompleks dengan biotin, yang tidak dapat dipakai tubuh.

Antagonis piridoksin (*linatine*) yang ada pada *linseed* dapat bereaksi dengan vitamin B<sub>6</sub> (piridoksin-fosfat), menghasilkan kompleks yang tahan terhadap pemanasan dan dapat larut dalam air. Antagonis piridoksin ini adalah *L-amino-D-proline* yang ada dalam persenyawaan dengan asam glutamat (*linatine*).

Antagonis asam pantotenat ditemukan pada tunas kacang-kacangan.

Antagonis vitamin D adalah B-karotin, yang juga merupakan provitamin A. B-karotin ada pada sayuran daun hijau dan buah berwarna jingga (*orange*).

Antagonis vitamin K adalah dikumarol yang ada pada tanaman *sweet clover*. Dikumarol dapat, dipakai sebagai antikoagulan dalam ilmu kedokteran.

#### **Anti-enzim.**

Dalam bahan makanan ada zat-zat yang dapat menghalangi atau mencegah bekerjanya suatu enzim. Zat ini dinamakan anti-enzim. *Inhibitors* ini tidak hanya mengurangi penyerapan proten makanan yang dicerna, tetapi juga komponen lain dari makanan. Tetapi ada juga anti-enzim yang mempunyai fungsi penting dalam tubuh, misalnya pada penggumpalan darah. Sebagian besar anti-enzim ini akan hilang aktivitasnya dengan pemanasan.

Beberapa contoh dari anti-enzim ini adalah sebagai berikut:

- Pada kacang kedelai mentah ada suatu globulin dengan berat molekul besar, yang dapat berikatan dengan tripsin, sehingga menjadi suatu kompleks yang tidak mempunyai kekuatan sebagai enzim. Anti-enzim ini dinamakan *trypsin inhibitor*. Inhibitor ini juga ditemukan pada kacang-kacangan lain, kentang dan putih telur.
- Pada ubi jalar ada *trypsin inhibitor* pada umbi dan daun, terutama daun muda.
- Pada kentang ada *chymotrypsin inhibitor* dan *trypsin inhibitor* di umbi dan daun muda. Juga diketahui adanya *inhibitor* untuk *cholineesterase*.
- Pada kacang hijau ada *trypsin inhibitor* dan *chymotrypsin inhibitor*, juga pada daunnya. *Chymotrypsin inhibitor* juga ditemukan pada kacang-kacangan lain, seperti kacang kedelai.
- Pada gandum, kacang-kacangan, pisang mentah dan mangga ada *inhibitor* untuk amilase
- Pada pisang mentah dan mangga, di samping *amylase inhibitor*, juga mengandung *catalase inhibitor*.

Di antara enzim-inhibitors ini, protease inhibitors memegang peranan penting. *Protease inhibitors*, yang terutama ada pada kacang-kacangan (leguminosa) menghalangi bekerjanya enzim-enzim proteolitik. *Protease inhibitors* ini juga

suatu protein, sehingga akan rusak pada pemanasan (denaturasi). Efek ini umumnya diikuti oleh kenaikan nilai gizi protein. Pada kacang kedelai, perebusan (pemanasan) menghalangi atau mencegah aktivitas *trypsin-inhibitor*, yang besarnya tergantung dari temperatur dan lamanya pemanasan. Di antara *protease inhibitors* ini, yang paling penting adalah anti-tripsin. Ada juga anti-enzim yang dapat menghalangi bekerjanya tidak hanya satu enzim, tetapi beberapa enzim sekaligus.

Solanine adalah suatu glikosida anti-enzim cholinesterase Solanine ditemukan pada banyak macam sayuran dan buah, misalnya pada kentang, terong dan tomat. Walaupun telah diketahui adanya beberapa keracunan oleh karena makan kentang, tetapi belum tentu keracunan itu disebabkan oleh solanine, atau gliko-alkaloida lainnya. Solanine tidak terlalu toksis, tidak rusak oleh pemanasan dan tidak larut dalam air.

#### **PERANAN ANTI-ENZIM**

Ada penyelidik yang menganggap peranan ini sebagai suatu mekanisme pertahanan dan suatu cara perlindungan dari zat-zat tertentu. Hipotesis mengenai peranan pelindung ini dapat dimengerti, bila dipertimbangkan, bahwa sebagian besar *enzyme-inhibitor* yang aktif ditemukan pada bagian yang mengandung unsur reproduksi pada telur atau biji. Aktivitas anti-enzim dapat juga dianggap sebagai pertahanan terhadap serangga dan jamur.

#### **KESIMPULAN**

Walaupun zat-zat toksik ada dalam bahan makanan, belum tentu merupakan racun dalam tubuh manusia karena:

- 1) Kemungkinan dapat dihilangkan atau menjadi non-aktif dengan pengolahan. Sebagian adalah protein yang akan mengalami denaturasi selama pemanasan pada pengolahan.
- 2) Kemungkinan dalam tubuh ada mekanisme untuk detoksifikasi, misalnya dengan direaksikan dengan zat tertentu, sehingga aktivitas toksik hilang.
- 3) Kemungkinan adanya zat-zat lain dalam makanan yang dapat menekan atau menetralkan aktivitas toksin.
- 4) Yang memegang peranan penting adalah banyaknya zat toksik yang ikut dikonsumsi bersama makanan. Bila jumlahnya kecil, mungkin tidak berarti.

#### **KEPUSTAKAAN**

1. Liener IE. (ed). Toxic constituents of plant foodstuffs. Academic Press, New York, 1969.
2. Ferrando R. Traditional and non-traditional foods. FAO, Rome, 1981.
3. De Groot AP. Toxische stoffen die van nature in voedingsmiddelen voorkomen. Literatuuroverzicht. Report No. V 85.074/350445. CIVO Instituten—TNO, The Netherlands.

Untuk segala surat-surat, penggunaan alamat :  
**Redaksi Majalah Cermin Dunia Kedokteran**  
**P.O. Box 3105, Jakarta 10002**