

**TOPIK 3**  
**XENOBIOTIK**  
**(Nayla Kamilia Fithri)**

**I. Pengertian Xenobiotik.**

Xenobiotik merupakan bahan kimia, baik alami maupun sintesis yang berasal dari lingkungan dan masuk ke dalam tubuh manusia atau binatang sebagai benda asing. Secara umum bahan xenobiotik yang bersifat lipofilik akan masuk ke dalam tubuh melalui kulit, paru maupun gastro intestinal. Bahan xenobiotik yang bersifat lipofilik tersebut akan terakumulasi di dalam organ dan diekskresi melalui urin, empedu, teses dan udara pemapasan. Dengan demikian maka bahan xenobiotik yang lipofilik tersebut akan mudah diabsorpsi akan tetapi sulit diekskresi (Mukono, 2005).

Xenobiotik berasal dari bahasa Yunani: Xenos yang artinya asing dan biotik berasal dari kata bio yang artinya hidup. Senyawa Xenobiotik adalah zat asing yang masuk atau dimasukkan ke dalam makhluk hidup. Dalam kesehatan xenobiotik disebut zat asing yang masuk dalam tubuh manusia sedangkan dalam lingkungan xenobiotik dikenal sebagai zat polutan yang masuk ke dalam lingkungan, baik tanah, air dan gas.

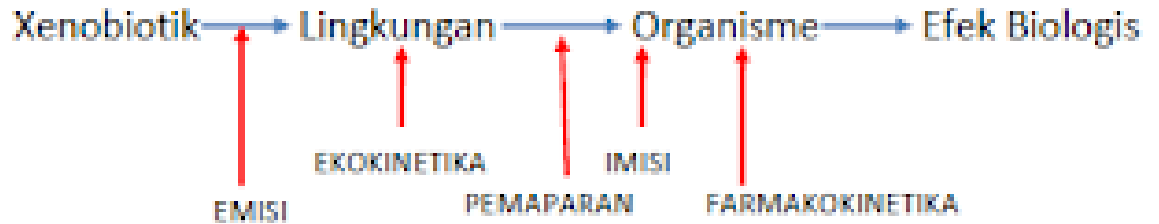
Sebagian besar senyawa ini terbentuk akibat kegiatan manusia, misalnya karet sintesis, PCB (Poly Chlorinated Biphenyl), dan pestisida. Menurut Atlas dan Bartha (1981) yang dikutip dari Marini (2003), senyawa lain seperti minyak dan logam berat juga termasuk ke dalam senyawa xenobiotik karena meskipun senyawa ini telah berada di alam secara alami, tetapi keberadaannya hingga menyebabkan terjadinya pencemaran di lingkungan merupakan tanggung jawab manusia.

Contoh dari senyawa xenobiotik berupa obat-obatan, insektisida, zat kimia tambahan pada makanan (pemanis, pewarna, pengawet) dan zat karsinogen lainnya. Bahan tambahan pangan, atau yang biasa kita kenal sebagai BTP merupakan salah satu contoh xenobiotik. Selain itu, kontaminan juga termasuk ke dalam golongan xenobiotik. Kontaminan dapat berasal dari industri dan lingkungan, sumber-sumber biologis, maupun ditambahkan pada proses pengolahan pangan.

Jika xenobiotik dikonsumsi oleh manusia, maka ia akan diserap, didistribusi, dan dimetabolisme mengikuti jalur metabolisme senyawa toksin endogenous (seperti formaldehid dan urea) yang meliputi sistem enzim fase I (monooksigenase) dan sistem enzim fase II (konjugasi). Artinya, tidak ada jalur metabolisme spesifik untuk xenobiotik. Pada kasus ini, satu substrat bisa dikatalisis oleh beberapa enzim dan sebaliknya, satu enzim mengkatalisis beberapa substrat. Oleh karena itu, tidak lengkap untuk masing-masing xenobiotik yang banyak jumlahnya. Akibatnya, enzim bisa bingung.

Metabolit yang dihasilkan senyawa xenobiotik dapat berupa senyawa tidak reaktif yang diekskresikan melalui urin, maupun senyawa reaktif. Senyawa yang reaktif dapat berikatan dengan DNA yang mengakibatkan kanker atau berikatan dengan protein yang mengakibatkan penyakit degeneratif.

Berikut adalah proses dari cara kerja xenobiotik memberikan dampak negatif bagi lingkungan :



Gambar 1. Alur Efek Xenobiotik

## II. Klasifikasi Racun/Xenobiotik

Xenobiotik atau racun dapat diklasifikasikan dengan berbagai hal diantaranya adalah seperti berikut :

1. Sumber
2. Berdasarkan wujudnya
3. Berdasarkan sifat kimiawi dan fisik
4. Berdasarkan bagaimana dan kapan terbentuknya
5. Berdasarkan efek yang dimiliki terhadap kesehatan
6. Berdasarkan kerusakan organ/ target organ
7. Berdasarkan hidup atau tidaknya racun

Berikut adalah penjelasannya :

### 1. Berdasarkan Sumbernya

Klasifikasi xenobiotik berdasarkan sumber dibedakan kedalam tiga kelompok sebagai berikut:

- a) Sumber alamiah atau buatan  
Racun yang berasal dari alamiah atau buatan membedakan racun asli yang berasal dari flora dan fauna dan kontaminasi organisme dengan berbagai racun yang berasal dari bahan baku industri beracun ataupun buangan beracun dan bahan sintesis beracun.
- b) Sumber berbentuk titik, areadan gerak. Klasifikasi sumber seperti ini biasanya dipergunakan orang yang berminat melakukan pengendalian. Tentunya sumber titik lebih mudah dikendalikan daripada sumber area dan gerak.
- c) Sumber domestik, komersial, dan industri, yang lokasi sumbernya, sifat dan jenisnya berbeda.  
Sumber domestik biasanya berasal dari permukiman, kurang beracun kecuali bercampur dengan buangan pestisida, obat-obatan dll. Buangan

komersial dapat sangat beragam, demikian pula dengan buangan industri. Buangan dalam kategori ini bisa berwujud gas, cairan, maupun padatan. Klasifikasi ini tidak dapat dipisahkan secara sempurna, karena buangan domestik akan juga didapat dalam buangan komersil dan industri.

## 2. Berdasarkan Wujudnya

Klasifikasi racun berdasarkan wujud sangat bermanfaat dalam memahami efek yang mungkin terjadi serta pengendaliannya. Adapun beberapa klasifikasi racun berdasarkan wujud pencemaran adalah sebagai berikut:

### a) Padat

Padatan yang sangat halus dapat terbang bersama udara, disebut debu, fume (uap atau asap), mist (kabut), sehingga dampaknya dapat sangat luas. Contohnya : obat-obatan, zat kimia tambahan pada makanan.

### b) Cair

Cairan banyak dipergunakan dalam pertanian dan biasanya ditambah pengencer, tetapi dampaknya tidak secepat gas. Contohnya : pestisida cair, obat yang berupa injeksi.

### c) Gas

Gas dapat berdifusi sehingga menyebar lebih cepat dari pada cairan dan zat padat. Contohnya : asap rokok, asap cerobong pabrik, asap kendaraan, dan padatan yang sangat halus yang terbang bersama udara.

Ukuran pencemar bentuk, dan densitas, serta komposisi kimiawi dan fisiknya sangat erat dengan wujud. Hal ini akan memberikan petunjuk mudah tidaknya suatu pencemar memasuki tubuh host dan cepat tidaknya menimbulkan efek dan sampai seberapa jauh efeknya. Padatan halus dengan sifat-sifat tersebut aerodinamis, sehingga mudah masuk ke dalam paru-paru, sekalipun ukurannya relatif besar.

## 3. Klasifikasi atas dasar sifat fisik dan kimia (B3)

Klasifikasi atas dasar sifat fisik dan kimia (Bahan Berbahaya dan Beracun) diantaranya sebagai berikut:

### a) Korosif

Sifat suatu substansi yang menyebabkan benda lain hancur atau memperoleh dampak negatif, korosi dapat menyebabkan kerusakan padamata, kulit, sistem pernafasan, dan banyak lagi. Zat-zat korosif seperti asam dan basa kuat dapat merusak jaringan setempat dengan mengendapkan protein sel. Akibatnya akan muncul iritasi pada jaringan dibawahnya. Saluran ginjal dan empedu akan tersumbat akibat pengendapan toksikan atau metabolitnya yang relatif sukar larut.

Contoh bahan kimia yang bersifat korosif antara lain asam sulfat, asam setat, asam klorida. Sifat korosif ini dapat menyebabkan kerusakan padamata, kulit, dan system pernapasan.

b) Radioaktif

Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh debu radioaktif akibat terjadinya ledakan reaktor-reaktor atom serta bom atom.

Contoh bahan yang bersifat radioaktif adalah: sinar alfa yang merupakan inti dari helium. Zat radioaktif pencemar lingkungan yang biasa ditemukan adalah penyebab kanker tulang dan Polonium dan Radium. Besarnya dosis radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi tidak boleh melebihi 50 milisievert/tahun sedangkan besarnya dosis radiasi yang diterimaoleh masyarakat pada umumnya tidak boleh melebihi 5 milisievert /tahun.

c) Evaporatif

Proses pertukaran melalui molekul air di atmosfer atau peristiwa berubahnya air atau es menjadi uap di udara. Contohnya kasusnya adalah meningkatnya kadar sulfur di bumi menyebabkan ikut menguap sampai keudara uap berubah menjadi tetesan air dan jatuh kembali ke bumi dengan mengandung kadar sulfur yang teinggi menyebabkan hujan asam.

d) Eksplosif

Suatu zat yang karena suatu reaksi kimia dapat menghasilkan gas dalam jumlah dan tekanan yang besar serta suhu yang tinggi, sehingga menimbulkan kerusakan disekelilingnya (meledak). Contoh bahan yang bersifat eksplosif adalah: Bahan kimia bersifat dapat meledak dengan adanya panas, percikan bunga api, guncangan atau gesekan. Misal  $KClO_3$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ .

e) Reaktif

Pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik dari sumber radiasi. Contoh bahan reaktif terhadap air adalah yang mudah bereaksi terhadap air dengan mengeluarkan panas dan gas yang mudah terbakar (Natrium, Kalium dan Kalsium bereaksi dengan air menghasilkan  $H_2$  yang langsung terbakar oleh panas reaksi yang terbentuk).

Contoh bahan reaktif terhadap asam yaitu yang mudah bereaksi denganasam menghasilkan panas dan gas yang mudah terbakar atau gas-gas beracun dan korosif (logam-logam alkali seperti Natrium, Kalium dan Kalsium reaktif dengan air dan juga terhadap asam, oksidator seperti kalium klorat atau perklorat, klaium premanganat dan asama kromat sangat reaktif terhadap asam sulfat dan asam asetat serta  $NaCN$  atau  $KCN$  jika bereaksi dengan asam akan menghasilkan gas asam sianida yang sangat beracun).

4. Klasifikasi berdasarkan terbentuknya pencemar / Xenobiotik

Klasifikasi berdasarkan terbentuknya pencemar/ xenobiotik dibagi kedalam tiga kelompok yaitu sebagai berikut:

a) Pencemar Primer

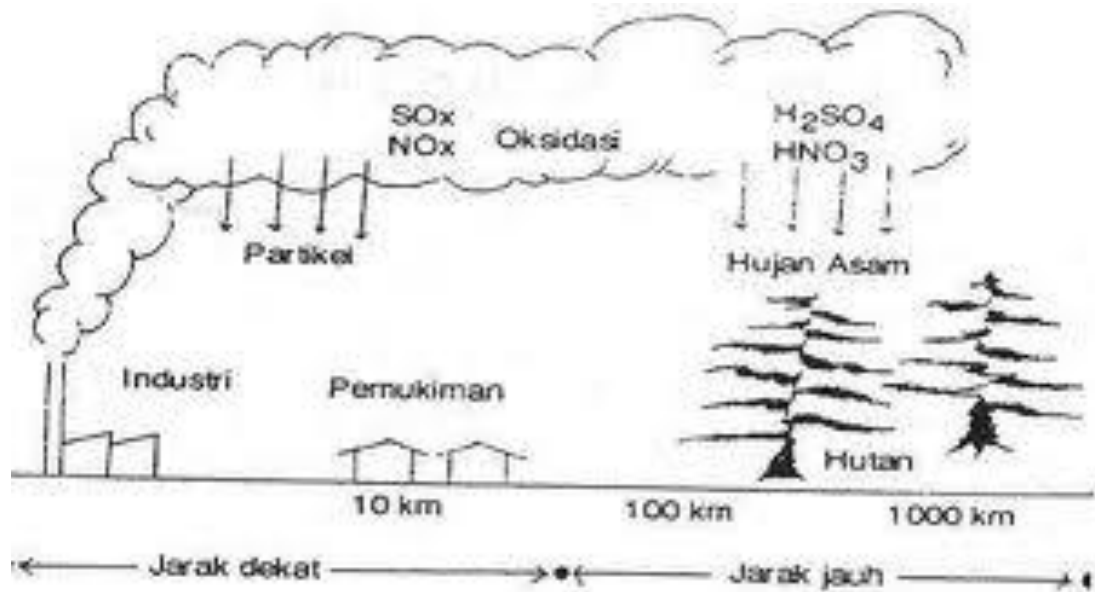
Pencemar primer adalah pencemar yang terbentuk dan keluar dari sumber. Contohnya adalah gas SO di udara.

b) Pencemar Sekunder

Pencemar sekunder adalah Pencemar yang sudah bereaksi dilingkungan. Contohnya gas SO diudara bereaksi dengan O<sub>2</sub> yang menghasilkan SO<sub>3</sub>.

c) Pencemar Tersier

Pencemar tersier adalah Pencemar sekunder yang bereaksi atau substansi pencemar yang terbentuk dari reaksi pencemar-pencemar primer di atmosfer. Contohnya SO<sub>3</sub> diudara bereaksi dengan H<sub>2</sub>S menghasilkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang disebut dengan hujan asam.



Gambar 2. Terjadinya Hujan Asam

5. Klasifikasi Xenobiotik Berdasarkan Efek Kesehatan yang ditimbulkan.

Klasifikasi atas dasar efek kesehatan atau lebih tepat atas dasar gejala yang timbul mengelompokkan pencemar sebagai penyebab gejala:

a) Fibrosis atau terbentuknya jaringan ikat secara berlebih

- b) Granuloma atau didapatnya jaringan radang yang kronis
- c) Demam atau temperatur badan melebihi normal
- d) Asfiksia atau keadaan kekurangan oksigen
- e) Alergi atau sensitivitas yang berlebih
- f) Kanker atau tumor ganas
- g) Mutan adalah generasi yang secara genetik berbeda dari induknya
- h) Cacat bawaan akibat teratogen
- i) Keracunan sistemik, yakni keracunan yang menyerang seluruh anggota tubuh.

#### 6. Klasifikasi atas dasar efek kesehatan

Klasifikasi atas dasar efek kesehatan atau lebih tepat atas dasar gejala yang timbul mengelompokkan pencemar sebagai penyebab gejala:

- a) Fibrosis atau terbentuknya jaringan ikat secara berlebih
- b) Granuloma atau didapatnya jaringan radang yang kronis
- c) Demam atau temperatur badan melebihi normal
- d) Asfiksia atau keadaan kekurangan oksigen
- e) Alergi atau sensitivitas yang berlebih
- f) Kanker atau tumor ganas
- g) Mutan adalah generasi yang secara genetik berbeda dari induknya
- h) Cacat bawaan akibat teratogen
- i) Keracunan sistemik, yakni keracunan yang menyerang seluruh anggota tubuh.

#### 7. Klasifikasi atas dasar kerusakan/organ target

Racun dapat dikelompokkan atas dasar organ yang diserangnya. Klasifikasi ini digunakan oleh para ahli superspesialis organ target tersebut. Dalam klasifikasi ini, racun dinyatakan sebagai racun yang:

- a) Hepatotoksik atau beracun bagi hepar/hati
- b) Nefrotoksik atau beracun bagi nefron/ginjal
- c) Neurotoksik atau beracun bagi neuron/saraf
- d) Hermatotoksik atau beracun bagi darah/sistem pembentukan sel darah
- e) Pneumotoksik atau beracun bagi pneumon/paru-paru

Klasifikasi atas dasar organ target ini sering digunakan karena sifat kimia-fisika racun yang berbeda dengan racun biologis ataupun kuman patogen.

## 8. Klasifikasi atas dasar hidup/matinya racun

Klasifikasi atas dasar hidup/matinya racun atau yang bersifat biotis dan abiotis dibuat, karena bahaya yang terjadi akan beda. Zat yang hidup dapat berkembang biak bila lingkungannya mengizinkan, sedangkan yang abiotis dapat berubah menjadi berbagai senyawa. Dengan demikian, pengendaliannya akan berbeda pula.

### a) Biotik

Xenobiotik yang masuk golongan biotik adalah racun yang dihasilkan oleh makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan maupun mikroorganisme.

#### 1) Tumbuhan / tanaman.

Banyak spesies tumbuhan di dunia tidak dapat dimakan karena kandungan racun yang dihasilkannya. Proses domestikasi atau pembudidayaan secara berangsur-angsur dapat menurunkan kadar zat racun yang dikandung oleh suatu tanaman sehingga tanaman pangan yang kita konsumsi mengandung racun dengan kadar yang jauh lebih rendah daripada kerabatnya yang bertipe liar (wild type). Penurunan kadar senyawa racun pada tanaman yang telah dibudidayakan antara lain dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Karena racun yang dihasilkan oleh tanaman merupakan salah satu cara untuk melawan predator, maka tidak mengherankan bila tanaman pangan modern jauh lebih rentan terhadap penyakit. Beberapa kelompok racun yang ditemukan pada tanaman yang biasa kita konsumsi, ada beberapa yang larut lemak dan dapat bersifat bioakumulatif. Ini berarti bila tanaman tersebut dikonsumsi, maka racun tersebut akan tersimpan pada jaringan tubuh, misalnya solanin pada kentang. Kadar racun pada tanaman dapat sangat bervariasi. Hal itu dipengaruhi antara lain oleh keadaan lingkungan tempat tanaman itu tumbuh (kekeringan, suhu, kadar mineral, dll) serta penyakit. Varietas yang berbeda dari spesies tanaman yang sama juga mempengaruhi kadar racun dan nutrisi yang dikandungnya.

Tabel 1. Contoh Racun yang terkandung dalam Tanaman

| Racun                | Terdapat pada tanaman  | Gejala keracunan   |
|----------------------|--|--|
| Fitohemaglutinin     | Kacang merah   | Mual, muntah, nyeri perut, diare.                          |
| Glikosida sianogenik | Singkong, rebung, biji buah-buahan (apel, aprikot, pir, plum, ceri, peach) | Penyempitan saluran nafas, mual, muntah, sakit kepala.     |
| Glikoalkaloid        | Kentang, tomat hijau   | Rasa terbakar di mulut, sakit perut, mual, muntah.         |
| Kumarin              | <i>Parsnip</i> , seledri   | Sakit perut, nyeri pada kulit jika terkena sinar matahari. |
| Kukurbitasin         | <i>Zucchini</i>  | Muntah, kram perut, diare, pingsan.                        |
| Asam oksalat         | Bayam, <i>rhubarb</i> , teh  | Kram, mual, muntah, sakit kepala.                          |

## 2) Xenobiotik dari Hewan

Seperti racun tanaman, racun hewan terdiri dari beragam struktur dan modus tindakan (Gambar 10.2). Sebuah contoh sederhana dan terkenal adalah asam formiat yang ditemukan pada semut (nama ini berasal dari kata Latin, formika, untuk semut). Contoh lain adalah tetrodotoxin ditemukan dalam ikan puffer dan saxitoxin ditemukan pada kerang dan ikan yang telah dikonsumsi certain dinoflagellata. Racun hewan sering campuran protein kompleks. Sebagian besar dari kita menderita racun hewan di beberapa waktu dalam kehidupan kita bahkan jika itu hanya sengatan lebah waspor. Namun, di beberapa negara kematian dan penyakit akibat racun hewan merupakan proporsi penting kasus keracunan dan penyebab signifikan penyakit dan kematian. Struktur berbagai racun hewan. A: tetrodotoxin, B: Cantharidin, C: asam format, D: saxitoxin, E: urutan asam amino dari madu racun lebah fosfolipase A.

Dalam penggolongan permulaan ini meliputi bisa-bisa dan toxin-toxin yang dihasilkan didalam organ-organ khusus dari ular, laba-laba dan binatang-biatang laut. Penggolongan modern yang didasarkan atas pendekatan ini akan melibatkan organisme-organisme laut karena racun ikan seperti toxin ciguatera adalah sebanding dengan organisme-organisme



laut yang ada dalam makanan ikan itu dan menurut penelitian mutakhir bahwa zat toksis yang ada dalam organisme laut bisa dipekatkan dalam proses penyediaan makanan atau penyediaan sumber-sumber protein.

Giardia, Cryptosporidium, Balantidium, Entamoeba dan protozoa lainnya serta parasit seperti cacing pita, dapat menginfeksi melalui air dan makanan. Beberapa spesies dapat bertahan pada lingkungan untuk beberapa minggu dan dapat klorinasi. Gejala-gejala yang ditimbulkan dapat sama dengan gejala gangguan perut yang ditimbulkan oleh bakteri dan penularannya melalui rute fekal-oral.

### 3) Xenobiotik dari mikroorganisme yaitu bakteri

Makanan tidak menunjang pertumbuhan patogen tersebut, misalnya, patogen penyebab tuberkulosis (*Mycobacterium bovis* dan *M. tuberculosis*), brucellosis (*Brucella abortus*, *B. melitensis*), difteri (*Corynebacterium diphtheriae*), disentri oleh *Campylobacter*, demam tifus, kolera, hepatitis, dan lain-lain; dan (2) infeksi dimana makanan berfungsi sebagai medium kultur untuk pertumbuhan patogen hingga mencapai jumlah yang memadai untuk menimbulkan infeksi bagi pengonsumsi makanan tersebut; infeksi ini mencakup *Salmonella* spp, *Listeria*, *Vibrio parahaemolyticus*, dan *Escherichia coli* enteropatogenik. Penularan infeksi jenis kedua ini lebih mewabah dari pada jenis-jenis gangguan perut yang lain. Gejalagejala yang disebabkan infeksi mulai terlihat setelah 12-24 jam dan ditandai dengan sakit perut bagian bawah (abdominal pains), pusing, diare, muntah-muntah, demam dan sakit kepala. Pada tabel 2 disajikan gejala-gejala penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri patogen dan waktu inkubasi yang diperlukan untuk menimbulkan gejala. Beberapa peneliti menyarankan penyakit yang disebabkan oleh *Clostridium perfringens* dan *Bacillus cereus* dikategorikan sebagai intoksikasi karena kedua jenis bakteri dapat memproduksi toksin. Akan tetapi untuk menimbulkan efek keracunan, sejumlah besar sel hidup harus dikonsumsi. Demikian juga *Salmonella* dapat menghasilkan enterotoksin dan sitotoksin didalam saluran pencernaan. Sebaliknya *S. aureus* yang tergolong ke dalam intoksikasi, dapat mengkolonisasi mukosa dalam saluran pencernaan dan menyebabkan diare kronis. Dengan demikian klasifikasi keracunan makanan ini harus digunakan secara hati-hati.

Beberapa bakteri patogen yang dapat mengakibatkan keracunan pangan melalui intoksikasi adalah:

- *Bacillus cereus*

*Bacillus cereus* merupakan bakteri yang berbentuk batang, tergolong bakteri Gram-positif, bersifat aerobik, dan dapat membentuk endospora. Keracunan akan timbul jika seseorang menelan bakteri atau bentuk spora, kemudian bakteri bereproduksi dan menghasilkan toksin di dalam usus, atau seseorang mengonsumsi pangan yang telah mengandung toksin tersebut.

Ada dua tipe toksin yang dihasilkan oleh *Bacillus cereus*, yaitu toksin yang menyebabkan diare dan toksin yang menyebabkan muntah (emesis).

Gejala keracunan:

- Bila seseorang mengalami keracunan yang disebabkan oleh toksin penyebab diare, maka gejala yang timbul berhubungan dengan saluran pencernaan bagian bawah berupa mual, nyeri perut seperti kram, diare berair, yang terjadi 8-16 jam setelah mengkonsumsi pangan.
- Bila seseorang mengalami keracunan yang disebabkan oleh toksin penyebab muntah, gejala yang timbul akan bersifat lebih parah dan akut serta berhubungan dengan saluran pencernaan bagian atas, berupa mual dan muntah yang dimulai 1-6 jam setelah mengkonsumsi pangan yang tercemar.

Bakteri penghasil toksin penyebab muntah bisa mencemari pangan berbahan beras, kentang tumbuk, pangan yang mengandung pati, dan tunas sayuran. Sedangkan bakteri penghasil toksin penyebab diare bisa mencemari sayuran dan daging.

Tindakan pengendalian khusus bagi rumah tangga atau penjual makanan terkait bakteri ini adalah pengendalian suhu yang efektif untuk mencegah pertunasan dan pertumbuhan spora. Bila tidak tersedia lemari pendingin, disarankan untuk memasak pangan dalam jumlah yang sesuai untuk segera dikonsumsi. Toksin yang berkaitan dengan sindrom muntah bersifat resisten terhadap panas dan pemanasan berulang, proses penggorengan pangan juga tidak akan menghancurkan toksin tersebut.

- **Clostridium botulinum**

*Clostridium botulinum* merupakan bakteri Gram-positif yang dapat membentuk spora tahan panas, bersifat anaerobik, dan tidak tahan asam tinggi. Toksin yang dihasilkan dinamakan botulinum, bersifat meracuni saraf (neurotoksik) yang dapat menyebabkan paralisis. Toksin botulinum bersifat termolabil. Pemanasan pangan sampai suhu 800 C selama 30 menit cukup untuk merusak toksin. Sedangkan spora bersifat resisten terhadap suhu pemanasan normal dan dapat bertahan hidup dalam pengeringan dan pembekuan.

Gejala keracunan:

Gejala botulism berupa mual, muntah, pening, sakit kepala, pandangan berganda, tenggorokan dan hidung terasa kering, nyeri perut, letih, lemah otot, paralisis, dan pada beberapa kasus dapat menimbulkan kematian. Gejala dapat timbul 12-36 jam setelah toksin tertelan. Masa sakit dapat berlangsung selama 2 jam sampai 14 hari.

Penanganan:

Tidak ada penanganan spesifik untuk keracunan ini, kecuali mengganti cairan tubuh yang hilang. Kebanyakan keracunan dapat terjadi akibat cara pengawetan pangan yang keliru (khususnya di rumah atau industri rumah

tangga), misalnya pengalengan, fermentasi, pengawetan dengan garam, pengasapan, pengawetan dengan asam atau minyak.

Bakteri ini dapat mencemari produk pangan dalam kaleng yang berkadar asam rendah, ikan asap, kentang matang yang kurang baik penyimpanannya, pie beku, telur ikan fermentasi, seafood, dan madu.

Tindakan pengendalian khusus bagi industri terkait bakteri ini adalah penerapan sterilisasi panas dan penggunaan nitrit pada daging yang dipasteurisasi. Sedangkan bagi rumah tangga atau pusat penjualan makanan antara lain dengan memasak pangan kaleng dengan seksama (rebus dan aduk selama 15 menit), simpan pangan dalam lemari pendingin terutama untuk pangan yang dikemas hampa udara dan pangan segar atau yang diasap. Hindari pula mengkonsumsi pangan kaleng yang kemasannya telah menggelembung.

- **Staphylococcus aureus**

Terdapat 23 spesies *Staphylococcus*, tetapi *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang paling banyak menyebabkan keracunan pangan. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri berbentuk kokus/bulat, tergolong dalam bakteri Gram-positif, bersifat aerobik fakultatif, dan tidak membentuk spora. Toksin yang dihasilkan bakteri ini bersifat tahan panas sehingga tidak mudah rusak pada suhu memasak normal. Bakteri dapat mati, tetapi toksin akan tetap tertinggal. Toksin dapat rusak secara bertahap saat pendidihan minimal selama 30 menit. Pangan yang dapat tercemar bakteri ini adalah produk pangan yang kaya protein, misalnya daging, ikan, susu, dan daging unggas; produk pangan matang yang ditujukan dikonsumsi dalam keadaan dingin, seperti salad, puding, dan sandwich; produk pangan yang terpapar pada suhu hangat selama beberapa jam; pangan yang disimpan pada lemari pendingin yang terlalu penuh atau yang suhunya kurang rendah; serta pangan yang tidak habis dikonsumsi dan disimpan pada suhu ruang.

**Gejala keracunan:**

Gejala keracunan dapat terjadi dalam jangka waktu 4-6 jam, berupa mual, muntah (lebih dari 24 jam), diare, hilangnya nafsu makan, kram perut hebat, distensi abdominal, demam ringan. Pada beberapa kasus yang berat dapat timbul sakit kepala, kram otot, dan perubahan tekanan darah.

**Penanganan:**

Penanganan keracunannya adalah dengan mengganti cairan dan elektrolit yang hilang akibat muntah atau diare. Pengobatan antidiare biasanya tidak diperlukan. Untuk menghindari dehidrasi pada korban, berikan air minum dan larutan elektrolit yang banyak dijual sebagai minuman elektrolit dalam kemasan. Untuk penanganan lebih lanjut, hubungi puskesmas atau rumah sakit terdekat.

Beberapa bakteri patogen yang dapat menginfeksi tubuh melalui pangan sehingga menimbulkan sakit adalah:

- **Salmonella**

Salmonella merupakan bakteri Gram-negatif, bersifat anaerob fakultatif, motil, dan tidak menghasilkan spora. Salmonella bisa terdapat pada bahan pangan mentah, seperti telur dan daging ayam mentah serta akan bereproduksi bila proses pemasakan tidak sempurna. Sakit yang diakibatkan oleh bakteri Salmonella dinamakan salmonellosis. Cara penularan yang utama adalah dengan menelan bakteri dalam pangan yang berasal dari pangan hewani yang terinfeksi. Pangan juga dapat terkontaminasi oleh penjamah yang terinfeksi, binatang peliharaan dan hama, atau melalui kontaminasi silang akibat higiene yang buruk. Penularan dari satu orang ke orang lain juga dapat terjadi selama infeksi.

Gejala keracunan:

Pada kebanyakan orang yang terinfeksi Salmonella, gejala yang terjadi adalah diare, kram perut, dan demam yang timbul 8-72 jam setelah mengkonsumsi pangan yang tercemar. Gejala lainnya adalah menggigil, sakit kepala, mual, dan muntah. Gejala dapat berlangsung selama lebih dari 7 hari. Banyak orang dapat pulih tanpa pengobatan, tetapi infeksi Salmonella ini juga dapat membahayakan jiwa terutama pada anak-anak, orang lanjut usia, serta orang yang mengalami gangguan sistem kekebalan tubuh.

Penanganan:

Untuk pertolongan dapat diberikan cairan untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang. Lalu segera bawa korban ke puskesmas atau rumah sakit terdekat.

- **Clostridium perfringens**

Clostridium perfringens merupakan bakteri Gram-positif yang dapat membentuk endospora serta bersifat anaerobik. Bakteri ini terdapat di tanah, usus manusia dan hewan, daging mentah, unggas, dan bahan pangan kering. Clostridium perfringens dapat menghasilkan enterotoksin yang tidak dihasilkan pada makanan sebelum dikonsumsi, tetapi dihasilkan oleh bakteri di dalam usus.

Gejala keracunan:

Gejala keracunan dapat terjadi sekitar 8-24 jam setelah mengkonsumsi pangan yang tercemar bentuk vegetatif bakteri dalam jumlah besar. Di dalam usus, sel-sel vegetatif bakteri akan menghasilkan enterotoksin yang tahan panas dan dapat menyebabkan sakit. Gejala yang timbul berupa nyeri perut, diare, mual, dan jarang disertai muntah. Gejala dapat berlanjut selama 12-48 jam, tetapi pada kasus yang lebih berat dapat berlangsung selama 1-2 minggu (terutama pada anak-anak dan orang lanjut usia).

Penanganan:

Tidak ada penanganan spesifik, kecuali mengganti cairan tubuh yang hilang. Tindakan pengendalian khusus terkait keracunan pangan akibat bakteri ini bagi rumah tangga atau pusat penjual makanan antara lain dengan melakukan pendinginan dan penyimpanan dingin produk pangan matang yang cukup dan pemanasan ulang yang benar dari masakan yang disimpan sebelum dikonsumsi.

- **Escherichia coli**

Bakteri *Escherichia coli* merupakan mikroflora normal pada usus kebanyakan hewan berdarah panas. Bakteri ini tergolong bakteri Gram-negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, kebanyakan bersifat motil (dapat bergerak) menggunakan flagela, ada yang mempunyai kapsul, dapat menghasilkan gas dari glukosa, dan dapat memfermentasi laktosa. Kebanyakan strain tidak bersifat membahayakan, tetapi ada pula yang bersifat patogen terhadap manusia, seperti Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC). *Escherichia coli* O157:H7 merupakan tipe EHEC yang terpenting dan berbahaya terkait dengan kesehatan masyarakat. *E. coli* dapat masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui konsumsi pangan yang tercemar, misalnya daging mentah, daging yang dimasak setengah matang, susu mentah, dan cemaran fekal pada air dan pangan.

Gejala keracunan:

Gejala penyakit yang disebabkan oleh EHEC adalah kram perut, diare (pada beberapa kasus dapat timbul diare berdarah), demam, mual, dan muntah. Masa inkubasi berkisar 3-8 hari, sedangkan pada kasus sedang berkisar antara 3-4 hari.

b) **Abiotik**

Racun abiotik adalah racun dibuat atau antropogenik, dan sudah tertera didalam lampiran peraturan menteri perindustrian no. 148/M/SK/1985 tentang bahaya B3. Racun abiotis dapat dibagi ke dalam racun logam dan dan racun non logam.

LAMPIRAN

Keputusan Menteri Perindustrian No : 148/M/SK/4/1985

Tanggal : 23 April 1985

**DAFTAR BAHAN BERACUN DAN BERBAHAYA**

| NO. | NAMA BAHAN/BARANG                             | SIFAT BERBAHAYA                                   |
|-----|---|---|
| 1.  | Air raksa . . . . .                           | Sifat Berbahaya                                   |
| 2.  | Amoniak . . . . .                             | Gas Bertekanan, iritasi pada mata, mudah terbakar |
| 3.  | Asam klorida . . . . .                        | Korosif, beracun, iritasi                         |
| 4.  | Asam Nitrat . . . . .                         | Oksidator, korosif, iritasi                       |
| 5.  | Asam sulfat . . . . .                         | Korosif, beracun, iritasi                         |
| 6.  | Asetilen . . . . .                            | Gas bertekanan, mudah terbakar                    |
| 7.  | Ammonium Nitrat . . . . .                     | Mudah terbakar                                    |
| 8.  | Arsen trioksida . . . . .                     | Beracun, iritasi                                  |
| 9.  | Asetat Arhidrida . . . . .                    | Korosif   |
| 10. | Asam florida . . . . .                        | Korosif, beracun, iritasi                         |
| 11. | Asam forminat . . . . .                       | Korosif, iritasi                                  |
| 12. | Asam Asetat . . . . .                         | Beracun, sangat korosif, iritasi                  |
| 13. | Asam fosfat. . . . .                          | Korosif, beracun, iritasi                         |
| 14. | Asam Metakrilat. . . . .                      | Sangat korosif, iritasi                           |
| 15. | Asam Tereptalat (TPA) . . . . .               | Mudah terbakar, toksisitas rendah                 |
| 16. | Aluminium Florida . . . . .                   | Beracun, iritasi                                  |
| 17. | Berbagai macam bahan aktif Pestisida. . . . . | Sangat beracun                                    |
| 18. | Berbagai macam Pestisida . . . . .            | Beracun   |
| 19. | Benzena . . . . .                             | Beracun, mudah terbakar, iritasi                  |
| 20. | Blasting gelatin . . . . .                    | Mudah meledak                                     |
| 21. | Bubuk belerang . . . . .                      | Mudah terbakar, mudah meledak                     |
| 22. | Sikloheksana . . . . .                        | Mudah terbakar, racun, iritasi                    |
| 23. | Sikloheksamida . . . . .                      | Beracun   |
| 24. | Dioktil Ptalat . . . . .                      | Mudah terbakar, iritasi                           |
| 25. | Dinamit (TNT) . . . . .                       | Meledak, iritasi                                  |
| 26. | Diklono Bensena . . . . .                     | Beracun, iritasi                                  |
| 27. | Dinitroluena. . . . .                         | Sangat beracun, mudah terbakar                    |
| 28. | Etanol . . . . .                              | Mudah terbakar, iritasi                           |
| 29. | Epiklorohidrin . . . . .                      | Mudah terbakar, beracun, iritasi                  |
| 30. | Etilen glikol . . . . .                       | Mudah terbakar, beracun                           |
| 31. | 2-etil heksil Alkohol . . . . .               | Beracun, mudah terbakar                           |
| 32. | Formaldehid . . . . .                         | Sangat beracun, iritasi                           |

|     |                                    |   |
|-----|------------------------------------|---|
| 33. | Fenil Merkuri asetat . . . . .     | Sangat beracun, korosif, iritasi                                    |
| 34. | Fosfor tri/penta oksida . . . . .  | Beracun   |
| 35. | Fosgen . . . . .                   | Beracun, iritasi  |
| 36. | Fenol . . . . .                    | Beracun, korosif, iritasi   |
| 37. | Garam-garam Azo . . . . .          | Racun, mudah terbakar   |
| 38. | Garam-garam Naptol . . . . .       | Racun, iritasi  |
| 39. | Gas Hidrogen . . . . .             | Mudah terbakar, mudah meledak                                       |
| 40. | Glioksal . . . . .                 | Beracun, korosif  |
| 41. | Gas Alam . . . . .                 | Mudah terbakar  |
| 42. | Hidrogen Sulfida . . . . .         | Beracun, iritasi  |
| 43. | Hidrogen Peroksida . . . . .       | Korosif, oksidator, reduktor, iritasi                               |
| 44. | Kalium Hidroksida . . . . .        | Korosif   |
| 45. | Kalsium hipoklorit . . . . .       | Oksidator, korosif  |
| 46. | Klorin . . . . .                   | Gas bertekanan, beracun, korosif, iritasi                           |
| 47. | Kobalt Oksida . . . . .            | Beracun   |
| 48. | Kresol . . . . .                   | Beracun, korosif, iritasi   |
| 49. | Karbon Dioksida . . . . .          | Korosif   |
| 50. | Karbon Monoksida . . . . .         | Sangat beracun, mudah terbakar                                      |
| 51. | Kaporit (Ca(OC1)2) . . . . .       | Korosif, oksidator  |
| 52. | Karbid . . . . .                   | Korosif, mudah terbakar bila terkena air                            |
| 53. | Kaprolaktam . . . . .              | Beracun   |
| 54. | Litarge (pb304) . . . . .          | Beracun   |
| 55. | Larutan Resin dalam cair . . . . . | Mudah terbakar  |
| 56. | Maleat Anhidrida . . . . .         | Korosif, iritasi  |
| 57. | Mono Etanol Amina . . . . .        | Racun, korosif, iritasi   |
| 58. | Metil Metakrilat Monomer . . . . . | Mudah terbakar, mudah meledak                                       |
| 59. | Metanol . . . . .                  | Mudah terbakar, racun, iritasi                                      |
| 60. | Natrium Hidroksida . . . . .       | Korosif, iritasi  |
| 61. | Natrium Silikat . . . . .          | Korosif, iritasi  |
| 62. | Natrium/Kalium Peroksida . . . . . | Korosif, beracun, oksidator, mudah meledak, mudah terbakar, iritasi |
| 63. | Natrium Oksida . . . . .           | Racun, iritasi  |
| 64. | Natrium hipoklorit . . . . .       | Oksidator, korosif, iritasi   |
| 65. | Natrium Sulfida . . . . .          | Beracun, mudah terbakar, korosif, iritasi                           |
| 66. | Natrium Karbonat . . . . .         | Korosif, iritasi  |
| 67. | Nitroselulosa . . . . .            | Mudah terbakar, mudah meledak                                       |

Berikut adalah efek dari racun abiotis yaitu dari logam dan non logam :

| <b>Efek</b> | <b>Logam</b>                                | <b>Non-logam</b>  |
|-------------|---|---|
| Fibrosis    | Ba,Co,Fe,Mn,Zn                              | SiO <sub>2</sub> ,Asbestos  |
| Granuloma   | Be  | M.tbc, M.Leparae,<br>Fungi, Parasit   |
| Demam       | Co,Mn,Pb,Zn                                 | Mikroba patogen   |
| Asfiksia    | -   | CO,CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub> ,<br>NH <sub>3</sub> CH <sub>4</sub> |
| Kanker      | Cr,<br>(Be,Cd,Cu,Fe,Pb,Ni,S<br>e,Ti,Tel,Va) | Asbestos, Benzidin,<br>Radiasi Pengion  |
| Sistemik    | Pb,Hg,Cd,Se,Ti,Tel,V<br>a                   | Bo,F,P  |
| Ekonomik    | As,Hg,Zn,Na                                 | Pestisida organik   |
| Alergi      | Cr,Mg,Ni                                    | Macam-macam zat<br>organik/anorganik  |

---



## DAFTAR PUSTAKA

Mukono H. J. (2005). *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.

Soemirat Juli. 2009. *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press