

BAB III

PANGAN TERCEMAR

1. KERUSAKAN PANGAN

DEFINISI

Kerusakan pangan dapat diartikan penyimpangan yang melewati batas yang dapat diterima secara normal oleh panca indera atau parameter lain yang biasa. Contohnya adalah pembusukan buah dan sayuran, terpisahnya susu segar, penggembungan makanan kaleng, penggumpalan tepung, ketengikan minyak goreng, roti berjamur, beras berkutu, gigitan tikus pada karung makanan dan lain-lain.

Jenis Kerusakan

Ditinjau dari penyebabnya kerusakan pangan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu kerusakan fisik, mekanis, mikrobiologis, biologis dan kimia.

a. Kerusakan Fisik

Kerusakan pangan yang disebabkan perlakuan fisik contohnya adalah pengerasan lapisan luar (kulit) pangan yang dikeringkan; kesan kulit kering pada makanan beku dan kesan “gosong” pada makanan yang digoreng pada suhu tinggi. “Chilling injuries” atau kerusakan pangan yang disimpan pada suhu dingin (0-10°C) seperti yang ditemukan pada buah atau sayuran, disebabkan racun/toksin yang terdapat pada tenunan/sel hidup yang dikenal sebagai asam klorogenat. Pada kondisi normal, asam klorogenat dinetralkan / didetoksifikasi oleh asam askorbat. Pada suhu dingin, kecepatan reaksi detoksifikasi lambat sehingga sel buah dan sayur membusuk akibat akumulasi toksin pada jaringan / tenunan buah dan sayur.

Pada penyimpanan beku, “freezing injuries” atau kerusakan / memar beku lebih disebabkan oleh terbentuknya kristal es. Pembekuan lambat cenderung menyebabkan kristal es besar akibat air yang ada dalam sel keluar dari sel dan membeku bersama kristal es yang telah terbentuk sebelumnya. Sebaliknya, pembekuan cepat cenderung menghasilkan kristal es kecil / lembut sehingga tidak merusak jaringan / tenunan sel. Keluarnya air dari sel menyebabkan sel dehidrasi dan fungsi fisiologi protein dalam sel rusak, lebih lanjut sel kering, mati atau busuk. Kerusakan akibat penyimpanan pangan pada kelembaban tinggi (RH > 70%) dapat menyebabkan pangan menyerap air sehingga pada tepung kering dapat menggumpal yang memicu kerusakan mikrobiologis. Kerusakan akibat penyimpanan suhu tinggi (suhu >30°C) pada buah dan sayuran dapat menyebabkan dehidrasi dan keriput kulit akibat keluarnya air dari jaringan. Sedangkan pengeringan dengan suhu tinggi dapat menyebabkan “case hardening” atau pengerasan kulit luar pangan akibat kerusakan sel.

b. Kerusakan Mekanis

Kerusakan mekanis disebabkan adanya benturan-benturan mekanis selama pasca panen, pengemasan, pengangkutan dan penyimpanan pangan. Benturan mekanis dapat mengakibatkan memar pada permukaan kulit dan jaringan pangan, memicu kerusakan lebih lanjut akibat tumbuhnya mikroorganisme.

c. Kerusakan Biologis

Kerusakan biologis adalah kerusakan yang disebabkan oleh kerusakan fisiologis (jaringan / tenunan sel), serangga dan binatang pengerat / rodensia seperti tikus, bajing dan lain-lain. Kerusakan fisiologis umumnya terjadi akibat reaksi enzimatik pada sayur, buah, daging, ayam dan pangan. Laju kerusakan biologis dipengaruhi oleh kadar air, suhu penyimpanan, oksigen, cemaran mikroorganisme awal dan kandungan gizi pangan terutama protein dan lemak.

d. Kerusakan Mikrobiologis

Kerusakan mikrobiologis dapat terjadi pada bahan baku, produk setengah jadi atau produk jadi. Penyebab utama kerusakan mikrobiologis adalah bakteri, kapang dan khamir. Cara perusakannya adalah dengan cara menghidrolisis atau merusak jaringan atau makromolekul penyusun bahan menjadi molekul-molekul kecil misal karbohidrat menjadi gula sederhana atau asam organik; protein menjadi peptida, asam amino dan gas amonia; lemak menjadi gliserol dan asam lemak. Terurainya makromolekul ini menyebabkan penurunan pH, penyimpangan bau dan rasa bahkan dapat menghasilkan toksin / racun yang berbahaya bagi manusia seperti racun yang dihasilkan mikroba patogen antara lain Salmonella, Clostridium botulinum, Listeria dan lain-lain.

i) Bakteri

Tumbuh kembang bakteri memerlukan aktivitas air (A_w) lebih tinggi dari pada kapang dan khamir (ragi) yaitu 0,86 sampai mendekati 1. Bakteri dapat tumbuh pada konsentrasi gula 1% dan garam 0,85%. Pada konsentrasi gula 3-4% dan garam 1-2%, pertumbuhan bakteri dapat dihambat.

Tabel 1. A_w terendah untuk beberapa bakteri

Jenis Bakteri	A_w terendah
PSEUDOMONAS	0,97
Eschericia colli	0,96
Staphylococcus aureus	0,86
Bacillus cereus	0,92
Clostridium botulinum	0,95
Clostridium perfringens	0,97
Salmonella	0,96

ii) Kapang

Pertumbuhan kapang memerlukan aktivitas air (A_w) optimum dan kisaran A_w untuk spora-spora bergerminasi adalah berbeda untuk setiap jenis kapang. A_w berkorelasi dengan kadar air, oleh sebab itu dengan pengeringan tertentu dan pengaturan A_w , pangan dapat terhindar dari pertumbuhan kapang

Tabel 2. Aw germinasi spora&pertumbuhan kapang

Jenis Kapang	Aw germinasi	Aw Pertumbuhan
Aspergillus sp	0,93	0,98
Rhizopus sp	0,93	0,96
Penicillium sp	0,93	0,99

Aw di bawah 0,62, kapang tidak tumbuh

iii) Khamir / Ragi

Pertumbuhan khamir / ragi umumnya membutuhkan Aw sekitar 0,88 sampai 0,94. Selain itu khamir relatif dapat tumbuh pada konsentrasi gula (40 – 60%) dan garam lebih tinggi (20 – 26,5%) dari pada bakteri. Beberapa khamir dapat tumbuh pada susu kental manis yaitu pada Aw 0,9; atau roti pada Aw 0,91; bahkan ada yang dapat tumbuh pada sirup yang mempunyai Aw 0,78. Bebarapa jenis ragi penyebab kerusakan antara lain *Torulla*, *Rhodotorulla* dan *Hansenulla* yang dapat mengakibatkan perubahan warna.

e. Kerusakan Kimia


Kerusakan pangan yang disebabkan perlakuan kimia biasanya saling terkait dengan jenis kerusakan lainnya. Pencetus kerusakan pangan yang menyebabkan perubahan kimia pangan dapat dipengaruhi suhu selama reaksi berlangsung; oksigen yang mempercepat reaksi oksidasi; reaksi biologis seperti enzimatik; pH yang mempengaruhi denaturasi protein atau perubahan warna dan adanya logam yang menjadi prekursor reaksi.

Cara Mencegah Kerusakan

- a. Pencegahan kerusakan mikrobiologis dapat ditempuh dengan jalan
 - i. mencegah terjadinya kontaminasi dengan menjalankan Cara Produksi Pangan yang Baik (CPPB);
 - ii. mencegah pertumbuhan mikroba dengan kontrol suhu, kadar air, pH, kontrol oksigen dan penggunaan BTP pengawet;
 - iii. Eliminasi mikroba dengan sterilisasi uap panas, filtrasi mikroba, iradiasi.
 - iv. Lima kunci keamanan pangan dari WHO (terlampir)
- b. Pencegahan kerusakan mekanis Dapat ditempuh dengan jalan penerapan cara pasca panen yang baik, sortasi, penggunaan “cushioning” atau bantalan serta wadah yang tepat dan mampu memberi perlindungan yang baik selama distribusi dan transportasi.
- c. Pencegahan kerusakan fisik-kimia Dapat ditempuh dengan jalan penerapan CPPB yang tepat agar proses pengawetan tidak merusak warna, cita rasa dan perubahan tekstur pangan.
- d. Pencegahan kerusakan biologis Dapat ditempuh dengan jalan penerapan cara penyimpanan yang baik dan higienis, penggunaan fumigasi yang tepat, kontrol atmosfer untuk memperlambat laju respirasi (pernafasan) produk pangan segar dan penggunaan BTP antioksidan dan pengawet yang benar.

Lampiran Kunci Keamanan Pangan WHO


Lima kunci untuk keamanan pangan



Jagalah kebersihan

- ✓ Cucilah tangan sebelum mengolah pangan dan sesering mungkin selama pengolahan pangan.
- ✓ Cucilah tangan sesudah permukaan yang kontak dengan pangan dan alat untuk pengolahan pangan.
- ✓ Cuci dan sanitasi seluruh permukaan yang kontak dengan pangan dan alat untuk pengolahan pangan.
- ✓ Jagalah area dapur dan pangan dari serangga, hama dan binatang lainnya.


Mengapa?
Walaupun kebanyakan mikroba tidak menyebabkan gangguan kesehatan, namun mikroba patogen tersebar luas di tanah, air, hewan dan manusia. Mikroba ini terbawa oleh pangan, serbet dan peralatan terutama pada talenan yang dapat mencemari pangan dan menyebabkan penyakit.



Pisahkan Pangan Mentah dari Pangan Matang

- ✓ Pisahkan daging sapi, daging unggas, dan pangan hasil laut dari pangan lain.
- ✓ Gunakan peralatan yang terpisah, seperti pisau dan talenan untuk mengolah pangan mentah.
- ✓ Simpan pangan dalam wadah untuk menghindari kontak antara pangan mentah dan pangan matang.

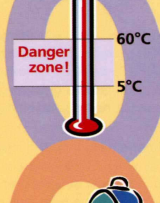
Mengapa?
Pangan mentah, terutama daging sapi, daging unggas, pangan hasil laut dan cairan yang ditimbulkannya dapat mengandung mikroba patogen yang dapat mencemari pangan lainnya selama pengolahan dan penyimpanan.



Masaklah dengan Benar

- ✓ Masaklah pangan dengan benar terutama daging sapi, daging unggas, telur dan pangan hasil laut
- ✓ Rebuslah pangan, seperti sup sampai mendidih dan usahakan agar suhu internalnya mencapai 70°C. Untuk daging, usahakan cairannya bening, tidak berwarna merah muda. Agar lebih yakin, gunakan termometer.
- ✓ Panaskan kembali pangan secara benar.


Mengapa?
Memasak pangan dengan tepat dapat membunuh mikroba patogen. Pangan yang dimasak dengan suhu internal 70°C dapat memberi kepastian pangan aman untuk dikonsumsi. Pangan yang benar-benar harus diperhatikan adalah daging, terutama daging cincang, daging panggang utuh, dan potongan daging besar.



Jagalah pangan pada suhu aman

- ✓ Jangan membiarkan pangan matang pada suhu ruang lebih dari 2 jam.
- ✓ Simpan segera semua pangan yang cepat rusak dalam lemari pendingin (sebaiknya disimpan di bawah suhu 5°C).
- ✓ Pertahankan suhu makanan lebih dari 60°C sebelum disajikan.
- ✓ Jangan menyimpan makanan terlalu lama dalam lemari pendingin.
- ✓ Jangan biarkan makanan beku mencair pada suhu ruang.

Mengapa?
Mikroba dapat berkembang biak dengan cepat pada suhu ruang. Dengan menjaga suhu di bawah 5°C atau di atas 60°C, pertumbuhan mikroba lebih lambat atau terhenti. Beberapa mikroba patogen dapat tumbuh pada suhu di bawah 5°C.



Gunakan air dan bahan baku yang aman

- ✓ Gunakan air yang aman atau beri perlakuan agar air aman.
- ✓ Pilihlah pangan segar dan bermutu.
- ✓ Pilihlah cara pengolahan yang menghasilkan pangan aman, seperti susu yang sudah dipasteurisasi
- ✓ Cucilah buah-buahan atau sayuran, terutama yang dimakan mentah.
- ✓ Jangan mengonsumsi pangan yang sudah kadaluwarsa.

Mengapa?
Bahan baku, termasuk air dan es dapat terkontaminasi oleh mikroba patogen dan bahan kimia berbahaya. Racun dapat terbentuk dari pangan yang rusak dan berjamur. Memilih bahan baku dan perlakuan sederhana seperti mencuci dan mengupas kulitnya, dapat mengurangi risiko.

Food Safety World Health Organization

Pengetahuan = Pencegahan

WHO/102/104/105/111
Kerjasama dengan
Departemen Kesehatan
Provinsi Jawa Tengah
Terjemahan: Dr. Ruy Savitri, Semarang, Indonesia

2. KERACUNAN PANGAN

DEFINISI

Keracunan pangan adalah peristiwa tercemarnya pangan oleh zat-zat yang berbahaya. Yaitu mikroba berbahaya, zat kimia atau bahan pangan yang secara alami mengandung zat yang beracun (contohnya adalah Singkong racun). Bakteri penyebab keracunan pangan tergolong bakteri patogen antara lain *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Salmonella* dan *Streptococcus*. Sedangkan kapang penghasil racun antara lain *Aspergillus flavus* penghasil aflatoksin; *Fusarium sporotrichiodes* penghasil ATA; *Aspergillus ochraceus* dan *Penicillium viridicatum* penghasil ochratoksin.

A. INTOKSIKASI

Istilah intoksikasi adalah pangan yang tercemar oleh racun yang dihasilkan mikroba yang tumbuh pada pangan tersebut.

a. *Clostridium botulinum*

Botulism adalah keracunan pangan oleh racun yang dihasilkan oleh *Clostridium botulinum*. Racun yang dihasilkan disebut botulinin, sangat mematikan. Umumnya ada pada makanan daging / ikan dalam kaleng yang mempunyai pH lebih dari 4,5 dan mengalami proses sterilisasi kurang sempurna. Gejala keracunan umumnya menyerang syaraf, mata buram dan pandangan menjadi 2, lidah bengkak, sulit menelan dan berbicara, kematian setelah 1-3 hari.

b. *Staphylococcus aureus*

Keracunan oleh *Staphylococcus* disebabkan racun yang mengakibatkan peradangan selaput lendir, lambung dan usus kecil sehingga dikenal dengan enterotoksin. Penyakitnya disebut gastroenteritis. Racun diproduksi *Staphylococcus* dan menyebabkan keracunan bila jumlah mikroba sekitar 10⁴ - 10⁸ koloni/g. Gejala keracunan seperti mual hebat, muntah, kejang perut setelah intoksikasi 2 sampai 12 jam. Racun *Staphylococcus* jarang mematikan.

c. *Bacillus cereus*

Keracunan oleh *Bacillus cereus* disebabkan oleh racun enterotoksin yang menimbulkan gejala akut pusing dan muntah setelah 8 – 16 jam intoksikasi. Ditemukan banyak pada daging yang diawetkan dengan rempah dan nasi goreng berempah yang tercemar.

d. *Vibrio parahaemolyticus*

Keracunan oleh gram positif bakteri ini disebabkan oleh racun haemolysin. Umumnya merupakan cemaran produk marine seperti ikan dan udang yang dapat menimbulkan gejala keracunan setelah 1-4 hari intoksikasi. Jumlah mikroba yang dapat menyebabkan keracunan bila melebihi 10⁴ koloni/g. Gejalanya adalah akut pusing, muntah, mulas perut dan diare.

e. *Pseudomonas cocovenenans*

Keracunan mikroba *Pseudomonas cocovenenans* biasanya terjadi pada tempe bongrek yang berbahan baku ampas kelapa yang diproses tidak higienis. Mikroba ini mampu mendegradasi atau menguraikan minyak kelapa pada ampas menjadi gliserol dan asam lemak

yang selanjutnya diubah menjadi toksoflavin yang berwarna kuning dan asam bongkrek yang tidak berwarna. Metabolisme glikogen dan menurunkan tekanan darah, lebih lanjut gagal fungsi hati. Penderita meninggal setelah 4 hari keracunan dan tidak tertolong segera.

f. Mikroba Lain

Keracunan dapat pula disebabkan mikroba lain penghasil toksin seperti :

- 1) *Escherichia coli* penghasil sitotoksin penyebab penyakit kolitis dan disentri yang sering diiringi dengan demam dan darah pada pada feses / kotoran.
- 2) *Yersinia enterocolitica* penghasil toksin tahan panas, banyak ditemukan pada karkas yang diproduksi tidak higienis dan susu, penyebab gastroenteritis dengan mulas perut dan diare.
- 3) *Clostridium perfringens* penghasil enterotoksin, dapat mengakibatkan keracunan setelah 6-22 jam intoksikasi. Ditemukan pada daging dan unggas yang tidak higienis dan kasus catering yang tidak higienis.

g. Aspergillus Flavus

Keracunan pangan disebabkan oleh tercemarnya makanan oleh *Aspergillus flavus*. Racun yang dihasilkan dikenal dengan nama aflatoksin. Jenis aflatoksin yang berbahaya dan mematikan adalah B1 dan G1, sedangkan B2 dan G2 tidak seaneh B1 dan G1. Aflatoksin termasuk grup hepatotoksin yaitu racun yang menyerang hati manusia. Umumnya kapang *Aspergillus flavus* tumbuh pada jagung, kacang-kacang tanah dan bungkil kacang yang umum digunakan untuk oncom. Kadar aflatoksin yang diizinkan di Indonesia adalah 20 mikrogram per kg, sedangkan masyarakat Eropa 10 mikrogram per kg.

h. Fusarium sporotrichiodes

Keracunan pangan disebabkan oleh tercemarnya sereal oleh sporofusarin, racun yang dihasilkan oleh fusarium Gejala keracunan adalah peradangan, sulit menelan, lesi tenggorokan dan mulut, berakhir dengan angina dan leukemia.

i. Aspergillus ochraceus dan Penicillium viridicatum

Keracunan pangan yang disebabkan kapang ini karena ochratoxin yang dihasilkan. Umum dijumpai pada sereal yang berjamur (jagung & barley). Racun mengakibatkan kerusakan ginjal.

B. INFEKSI

a. Salmonellosis

Keracunan pangan yang disebabkan oleh tercemarnya makanan oleh bakteri *Salmonella sp.*, yang umum adalah *S. typhimurium* dan *S. enteritidis*. Infeksi bakteri *Salmonella* baru akan menyebabkan serangan akut apabila jumlahnya signifikan sekitar 10⁶ koloni/g atau lebih. Sumber infeksi terjadi akibat kontaminasi silang missal pencemaran makanan oleh tikus, kecoa, lalat dan serangga lainnya. Salmonellosis dicirikan oleh diare hebat disertai darah setelah 12 – 24 jam masa inkubasi dan dapat membawa kematian.

b. Streptococcus

Infeksi *Streptococcus* terjadi akibat kontaminasi silang pada makanan. Seperti halnya *Salmonellosis*, infeksi *Streptococcus* menunjukkan buruknya sanitasi dan higienis proses. Gejala

keracunan antara lain mual, muntah, mulas perut dan diare. Berbeda dengan *Salmonellosis*, keracunan *Streptococcus* tidak mematikan.

c. Listeriosis

Keracunan pangan yang disebabkan oleh tercemarnya susu dan produk turunan susu oleh *Listeria monocytogenes*. Penderita yang rentan terhadap kecarunan listeria ini umumnya bayi, lansia dan ibu hamil karena dapat menyebabkan keguguran dan kelahiran prematur. Keracunan *listeria* tergolong ringan bagi manusia normal dan terjadi setelah 4-21 hari infeksi.

d. Penyakit akibat infeksi Virus

Penyakit yang disebabkan infeksi Virus melalui makanan antara lain Hepatitis A virus; Poliovirus penyebab poliomyelitis; enterovirus dan parvoviruses penyebab gastroenteritis dan Scrapie, seperti virus yang ada pada sapi dan domba penyebab penyakit sapi gila. Pencemaran makanan oleh virus yang akhirnya dimakan manusia umumnya sulit terdeteksi cepat.

e. Penyakit akibat infeksi parasit

Penyakit yang disebabkan oleh infeksi parasit melalui makanan yang tercemar oleh: protozoa (*Entamoeba histolytica*); toxoplasma gondii penyebab toxoplasmosis; trematoda, cacing pada daging sapi dan kambing; cecir atau cacing pita pada daging babi dan sapi; nematoda, cacing penyebab *trichinosis* akibat infeksi daging mentah.

C. KERACUNAN KIMIA

Keracunan pangan yang disebabkan oleh senyawa kimia yang terdapat secara alami antara lain :

a. Glikosida sianogenetika

Keracunan glikosida sianogenetika umum terjadi pada kacang-kacangan seperti *Phaseolus lunatus* dan singkong / ubikayu. Pada kacang-kacangan, senyawa glikosida disebut amygdalin yang secara enzimatis akan dihasilkan asam sianida yang beracun. Dengan pemanasan atau perebusan kacang, enzim menjadi tidak aktif dan racun yang terbentuk dapat hilang dengan merendam dalam air mengalir atau dipanaskan pada suhu di atas 27°C karena sianida akan menguap. Lebih efektif gabungan pemanasan dengan pengaturan pH sekitar 4 – 4,5, dapat menghilangkan racun ini.

b. Hemaglutinin

Hemaglutinin adalah racun alami yang terdapat pada kacang-kacangan seperti koro, kedelai dan *Phaseolus*. Pada tikus dan ayam, hemaglutinin mematikan karena dapat menggumpalkan sel darah merah. Dengan fermentasi, hemaglutinin pada kacang kedelai dapat dieliminasi.

c. Asam Jengkolat

Asam jengkolat terdapat pada biji jengkol (*Phitecolobium lobatum*), merupakan asam amino yang mengandung sulfur. Asam jengkolat dapat mengendap / mengkristal di dalam ginjal jika pH urin di bawah 6,0. Dengan fermentasi, asam jengkolat berkurang signifikan

d. Mimosin atau Leukonin

Umum terdapat pada biji lamtoro atau petai cina (*Leucaena glauca*). Racun mimosin dapat merontokan rambut hewan dan manusia. Dengan zat besi, membentuk kompleks berwarna merah.

e. Nitrit

Keracunan nitrit biasanya pada sayur bayam yang dipanaskan berulang. Pada manusia, keracunan nitrit menyebabkan kapasitas hemoglobin darah untuk membawa oksigen menurun, kadar CO₂ meningkat sehingga terjadi sianosis atau bibir biru. Lebih lanjut dapat mengakibatkan hipoksia atau kekurangan oksigen pada jaringan tubuh, muntah dan kasus terparah menyebabkan kematian. Nitrat direduksi menjadi nitrit di dalam alat pencernaan, terutama bayi karena pH usus bayi relatif tinggi.

f. Anti tripsin

Anti tripsin adalah enzim yang menghambat kerja tripsin dalam pencernaan protein. Hal ini menyebabkan kontra produktif pada manusia karena tripsin diperlukan oleh tubuh. Dengan pemanasan 200 – 250° Fahrenheit, anti tripsin dapat diinaktifkan sehingga dapat meningkatkan mutu protein kacang-kacangan.

g. Keracunan Logam Berat

Keracunan pangan yang disebabkan pencemaran logam berat dapat terjadi akibat penyerapan cemaran logam oleh akar tanaman dan akhirnya mengendap pada jaringan sayursayuran dan buah-buahan. Dapat pula karena cemaran melalui pestisida atau peralatan produksi yang bukan *food grade*. Logam berat yang umum mencemari pangan adalah timbale hitam, raksa, kromium, arsenik, mangan, kadmium dan lain-lain.