

© 2004 Danik Dania Asadayanti
Makalah pribadi
Pengantar ke Falsafah Sains (PPS702)
Sekolah Pasca Sarjana / S3
Institut Pertanian Bogor

Posted , 20 December 2004

Dosen:
Prof. Dr. Ir. Rudy C. Tarumingkeng (penanggung jawab)
Prof. Dr. Ir. Zahrial Coto
Dr Ir Hardjanto. MS

KERACUNAN MAKANAN OLEH *Clostridium botulinum* DAN PENCEGAHANNYA

Oleh:

Danik Dania Asadayanti

F261040071/IPN

ddasadayanti@yahoo.com

I. Pendahuluan

Akhir-akhir ini kasus keracunan makanan merebak di masyarakat. Seringkali terdengar beberapa orang harus dirawat dirumah sakit, bahkan ada yang meninggal setelah mengkonsumsi makanan tertentu. Keracunan makanan kadang menghantui masyarakat, mengingat begitu banyak ragam makanan yang beredar di pasaran, yang terkadang sulit untuk memilih jenis makanan mana yang aman dikonsumsi.

Keracunan makanan dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu keracunan kimia, keracunan tanaman, dan keracunan oleh mikroba.

Keracunan makanan oleh kimia, biasanya disebabkan karena kurang hati-hati dalam cara persiapan makanan, pengolahan atau penyimpanan. Jenis keracunan makanan tersebut biasanya disebabkan karena bahan makanan tercemar oleh pestisida, parafin, deterjen atau senyawa kimia lain yang sering digunakan untuk mensterilkan makanan.

Keracunan oleh senyawa racun alami yang terdapat di dalam tanaman dapat mengganggu kesehatan konsumen, bila dikonsumsi dalam jumlah yang cukup banyak, misalnya dari beberapa jenis jamur yang menghasilkan racun

dan racun dari yang dihasilkan oleh tanaman-tanaman tertentu misalnya singkong yang mengandung HCN.

Keracunan oleh mikroba adalah jenis keracunan yang paling banyak dan sering ditemui di masyarakat. Makanan menjadi beracun karena telah terkontaminasi dengan jenis bakteri tertentu, yang karena dibiarkan tumbuh dan berkembang biak selama penyimpanan, sehingga dapat membahayakan konsumen. Cara terjadinya keracunan tersebut disebut intoksikasi. Beberapa jenis bakteri tertentu dapat menimbulkan keracunan makanan dengan cara infeksi.

Intoksikasi, pada umumnya dapat dibedakan dengan infeksi. Beberapa bakteri tertentu memproduksi toksin sewaktu mereka tumbuh dan berkembang biak di dalam makanan. Bila toksin tersebut diproduksi di luar sel bakteri, maka toksin tersebut disebut eksotoksin. Eksotoksin tersebut mampu bercampur secara bebas dengan lingkungan dan dapat dipisahkan dari bakterinya.

Eksotoksin bukan merupakan sel hidup tetapi merupakan suatu senyawa yang bersifat racun, senyawa tersebut dapat dirusak oleh panas tetapi kadang-kadang lebih banyak diperlukan panas untuk toksin daripada bakteri yang memproduksinya. Karena itu meskipun bahan pangan telah dipanaskan, sehingga cukup untuk memusnahkan bakteri, tetapi eksotoksinnya masih tetap ada dan aktif. Eksotoksin, sehingga bila termakan masih dapat menyebabkan keracunan. Sebagai contoh sel bakteri bentuk vegetatif biasanya mati pada pemanasan 2 menit pada suhu air mendidih, sedang eksotoksinnya baru rusak dan menjadi non-aktif setelah waktu 30 menit pada air mendidih.

Toksin yang diproduksi merangsang lambung secara cepat, dan kadang-kadang menyebabkan muntah-muntah hanya dalam waktu 2 jam setelah makan. Biasanya gejala muntah-muntah tersebut diikuti dengan rasa mulas, sakit perut dan mencret-mencret.

Keracunan makanan karena infeksi, disebabkan karena sel bakteri yang hidup. Bakteri-bakteri tumbuh dan berkembang biak di dalam makanan tetapi tidak memproduksi toksin di luar sel. Bakteri tersebut dapat menyebabkan makanan beracun karena di dalam sel bakteri terdapat toksin. Jenis racun

tersebut disebut endotoksin. Endotoksin tersebut tidak dapat dikeluarkan dari dalam sel, kecuali sel-sel bakteri tersebut mati. Jika makanan terkontaminasi dengan jenis bakteri tersebut dan kemudian dikonsumsi manusia dan masuk ke dalam saluran pencernaan tidak akan menyebabkan sakit sampai jumlah bakteri yang mati menjadi cukup jumlahnya sehingga dapat mengeluarkan toksin dalam jumlah yang cukup untuk merangsang lambung dan saluran usus besar. Gejala yang muncul berupa kepala pusing, demam, diare, dan muntah-muntah.

Keracunan yang ditimbulkan oleh mikroba cukup banyak. Berbagai jenis mikroba dapat memproduksi toksin yang dapat membahayakan konsumen bila dikonsumsi. Salah satu jenis mikroba yang mengandung toksin yang dapat menyebabkan kerusakan syaraf adalah *Clostridium botulinum*.

Keracunan yang ditimbulkan akibat memakan makanan yang mengandung neurotoksin yang diproduksi oleh *Clostridium botulinum* disebut "botulism". Toksin (racun) yang diproduksi sangat berbahaya terhadap manusia, dan dapat menyebabkan kematian. Gejala botulism biasanya dalam 12 hingga 36 jam. Gejala mula-mula timbul biasanya adalah gangguan pencernaan yang akut, diikuti dengan mual, muntah-muntah, diare, "fatig" (lemas fisik dan mental), pusing dan sakit kepala. Pandangan berubah menjadi dua, sulit menelan dan berbicara. Otot-otor menjadi lumpuh, dan paralisis menyebar pada sistem pernafasan dan jantung, dan kematian biasanya terjadi karena sulit bernafas. Pada kasus yang fatal, kematian biasanya terjadi dalam waktu 3 hingga 6 hari.

II. Karakteristik *Clostridium botulinum*

Clostridium botulinum adalah bakteri gram positif, membentuk endospora oval subterminal dibentuk pada fase stationar, berbentuk batang, membentuk spora, gas dan anaerobik. Ada 7 tipe bakteri ini yang berbeda berdasarkan spesifitas racun yang diproduksi, yaitu tipe A, B, C, D, E, F. Dan G. Tipe yang berbahaya bagi manusia adalah tipe A, B, E, dan F. Produksi toksin pada daging kering akan dicegah bila kadar air dikurangi hingga 30 persen. Toksin dari *Clostridium botulinum* adalah suatu protein yang daya toksisitasnya sangat kuat sehingga sejumlah kecil dari toksin ini sudah cukup menyebabkan kematian.

Toksin ini diserap dalam usus kecil dan melumpuhkan otot-otot tak sadar. Sifat toksin ini yang penting adalah labil terhadap panas. Toksin tipe A akan in aktif oleh pemanasan pada suhu 80 °C selama 6 menit, sedangkan tipe B pada suhu 90 °C selama 15 menit. Spesies *Clostridium botulinum* juga dibagi menjadi 4 grup didasarkan pada perbedaan fisiologi seperti terlihat pada tabel 1. Group I semua strain tipe A dan strain proteolitik tipe B dan F. Group II semua strain tipe E dan nonproteolitik strain tipe B dan F. Grup III strain tipe C dan D. Serta grup IV *C. Botulinum* tipe G yang telah diusulkan diberi nama baru *C. argentinense*. Pengelompokan ini menyetujui dengan hasil dari studi DNA homologi dan dari 16S dan 23S rRNA sequense studi (82, 83, 103, 149) yang memperlihatkan suatu tingkatan yang tinggi dari hubungan diantara strain-strain dalam tiap-tiap grup, tetapi hubungannya kecil diantara grup.

Tabel 1. Pengelompokan dan karakteristik dari strain *Clostridium botulinum*

Karakteristik	Group			
	I	II	III	IV
Tipe neurotoksin	A, B, F	B, E, F	C, D	G
Temperatur minimum untuk pertumbuhan	10 °C	3°C	15°C	ND*
Temperatur optimum untuk pertumbuhan	35-40°C	18-25°C	40°C	37°C
pH minimum untuk pertumbuhan	4,6	Ca. 5	ND	ND
Penghambat (NaCl)	10 %	5 %	ND	ND
A _w minimum untuk pertumbuhan	0,94	0,97	ND	ND
D _{100°C} dari spora	25 min	<0,1 min	0,1-0,9 min	0,8-1,12 min
D _{121°C} dari spora	0,1-0,2 min	<0,001 min	ND	ND

* ND, not determined; Sumber : Doyle, M.P. dkk, 2001

Grup I merupakan strain yang bersifat proteolitik dan strain yang memproduksi neurotoxin tipe A. Temperatur optimum untuk pertumbuhan adalah 37°C . Level-level tinggi neurotoxin (10⁶ mouse LD₅₀/ml) (1 LD₅₀ adalah jumlah neurotoxin yang dibutuhkan untuk membunuh 50 % mice yang diinjeksikan dalam waktu 4 hari) diproduksi secara tipikal di dalam kultur. Spora-

sporanya mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap panas, dengan nilai $D_{100^{\circ}\text{C}}$ sekitar 25 menit (nilai D adalah waktu yang dibutuhkan untuk menginaktivasi 90% dari populasi pada temperatur yang diberikan). Untuk menghambat pertumbuhan, pH harus dibawah 4,6, konsentrasi gram di atas 10%, atau aktivitas air (a_w) dibawah 0,94.

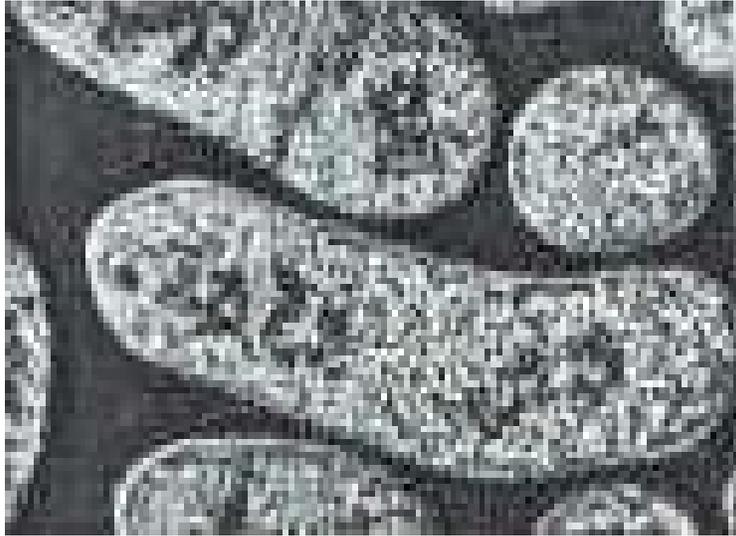
Grup II merupakan strain nonproteolitik, mempunyai temperatur optimum pertumbuhan yang lebih rendah (30°C), dan mampu tumbuh pada temperatur pada rendah sekitar 3°C . Spora-sporanya mempunyai ketahanan terhadap panas yang lebih rendah, dengan nilai $D_{100^{\circ}\text{C}}$ kurang dari 0,1 menit. Strain grup II dihambat dengan pH dibawah 5,0, konsentrasi garam di atas 5%, atau a_w kultur bakteri ini biasanya ditingkatkan dengan treatment menggunakan tripsin, yang mengaktifkan neurotoksin.

Grup III termasuk strain-strain tipe C dan D, yang tidak dikategorikan sebagai botulism manusia tetapi menyebabkan botulism pada hewan. Konsekuensinya grup ini tidak dipelajari secara detail. Strain ini merupakan strain nonproteolitik dan tumbuh optimal pada suhu 40°C dan hanya pada temperatur sekitar 15°C .

Grup IV merupakan strain yang memproduksi neurotoksin tipe G, tumbuh optimal pada suhu 37°C dan mempunyai temperatur minimal pertumbuhan pada 10°C . Spora-spora jarang terlihat dan mempunyai ketahanan terhadap panas yang lebih baik, dengan nilai $D_{104^{\circ}\text{C}}$ adalah 0,8 sampai 1,12 menit.



Gambar Clostridium botulinum Grup I



Gambar Clostridium botulinum Grup II

Kemampuan *Clostridium botulinum* dalam membentuk spora

Clostridium botulinum mempunyai kemampuan untuk membentuk endospora, suatu bentuk dari struktur sel yang mempunyai sifat dorman, tidak mengadakan aktifitas pertumbuhan atau reproduksi, dan sangat penting adalah survive pada kondisi nutrisi dan lingkungan minim yang untuk jenis mikroba lain sudah mengalami kematian. Juga menunjukkan resistensi terhadap perlakuan-perlakuan pengolahan/pengawetan msalnya perlakuan suhu tinggi, irradiasi dan sebagainya. Endospora merupakan bentuk kehidupan suatu sel yang paling resiten dari suatu kehidupan

C. Metode Menghambat Pertumbuhan *Clostridium botulinum*

Mengingat karakteristik *Clostridium botulinum* yang sangat berbahaya dalam menimbulkan kasus keracunan makanan, maka perlu dicari metode-metode penghambatan terhadap pertumbuhan *Clostridium botulinum*. Pada prinsipnya ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menghambat

pertumbuhan *Clostridium botulinum*, antara lain beberapa metode yang didiskripsikan berikut ini.

a. Penggunaan Temperatur rendah

Penyimpanan di refrigerasi digunakan untuk mencegah pertumbuhan *Clostridium botulinum*. Minimum temperatur untuk pertumbuhan telah diteliti. Batas temperatur Bawah sekitar 10°C ditetapkan sebagai temperatur batas bawah untuk *Clostridium botulinum* grup I dan 3,0°C untuk grup II. Namun demikian, aplikasi temperatur batas bawah ini untuk beberapa strain saja dan tergantung pada kondisi optimal untuk pertumbuhan. Kidakresponen dari temperatur minimum pertumbuhan yang nyata, produksi neurotoxin secara umum membuthkan beberapa minggu pada batas temperatur yang lebih rendah untuk clostridia grup I dan grup II. Temperatur optimum untuk perumbuhan berkisar antara 35 dan 45°C untuk clostridia grup I dan 25 dan 30°C untuk clostridia grup II.

b. Inaktivasi dengan perlakuan suhu

Proses panas digunakan untuk inaktivasi spora *Clostridium botulinum* dan merupakan metode yang paling sering digunakan untuk produksi bahan pangan dengan daya simpan yang stabil. Spora *Clostridium botulinum* dari grup I, yang sangat resisten terhadap panas, merupakan target paling utama untuk proses-proses panas. Nilai D bervariasi diantara strain-strain *Clostridium botulinum*. Nilai D tergantung pada bagaimana spora-spora diproduksi dan diberi perlakuan., panas lingkungan, dan recovery sistem. Spora-spora dari strain grup I adalah yang paling resisten terhadap panas., mempunyai nilai $D_{121^{\circ}\text{C}}$ antara 0,1 dan 0,2 menit. Spora-spora ini khusus diperuntukkan dalam sterilisasi komersial dari produk-produk pangan kaleng dengan keasaman rendah. Industri-industri pengalengan telah mengadopsi suatu nilai D 0,2 menit pada suhu 121°C°C sebagai standar untuk kalkulasi proses panas. Nilai Z untuk strain-stain yang paling resisten diperkirakan 10°C, yang juga telah diadopsi sebagai standard. Meskipun variasi-variasi dalam nilai D dan Z, adopsi dari suatu

12-D proses sebagai minimum proses panas yang diaplikasikan untuk pengalengan komersial pada bahan makanan dengan keasaman rendah oleh industri pengalengan telah memberikan jaminan produksi produk-produk yang aman.

Strain dari grup II dipertimbangkan sebagai kurang resisten ($D_{100^{\circ}\text{C}} < 0,1$ menit) dari pada grup I. Spora-spora dari grup II dapat diinaktifkan pada temperatur-temperatur moderat (40 sampai 50°C) ketika panas dikombinasi dengan tekanan tinggi diatas 827 mPa. Bagaimanapun, ketahanan spora-spora ***Clostridium botulinum*** grup II dalam pasteurisasi, produk-produk yang direfrigerasi diutamakan karena kemampuannya untuk tumbuh pada temperatur refrigerasi. Nilai $D_{82^{\circ}\text{C}}$ dari tipe E di dalam buffer phosphat netral umumnya dalam range 0,2 sampai 1,0 menit. Nilai kisaran dari 0,15 sampai yang lebih tinggi dari 4,5 menit telah dilaporkan untuk strain tipe E, tergantung pada menstruum panas, strain, recovery medium dan adanya enzim lysosim. Peraturan peraturan dan petunjuk untuk produksi, distribusi, dan pemasaran yang aman dari produk-produk pangan yang didinginkan (refrigerasi) dari range penyimpanan yang ditingkatkan telah dipublikasikan. Federasi masyarakat-masyarakat yang konsen terhadap makanan yang didinginkan dalam bentuk grup yang aktif terhadap botulinum telah memproduksi petunjuk-petunjuk untuk makanan-makanan yang dikemas vakum tergantung pada daya simpan spesifik dari makanan. Untuk produk-produk yang mempunyai daya simpan pendek (kira-kira kurang dari 5 hari) keamanannya dapat dijamin dengan suatu proses panas minimum dan penyimpanan pada suhu dingin yang dikontrol cukup ketat. Untuk produk-produk yang mempunyai daya simpan lebih dari 5 hari, jaminan proses termal dengan pengurangan 6-D dalam jumlah dari spora-spora psikrotropik strain ***Clostridium botulinum*** dibutuhkan, temperatur dijaga dibawah 10°C untuk mencegah pertumbuhan dari strain-strain ***Clostridium botulinum*** proteolitik yang mempunyai ketahanan panas yang lebih. Jika suatu proses panas menghasilkan kurang dari pengurangan 6-D dari spora-spora non proteolitik diaplikasikan untuk produk pangan dengan peningkatan daya simpan lebih dari 5 hari, bukti harus disediakan bahwa faktor-faktor pengawetan lain (misalnya pH rendah atau a_w

kontrol temperatur dibawah 3°C harus dilakukan secara ketat) efektif dalam pengontrolan pertumbuhan ***Clostridium botulinum*** nonproteolitik menggunakan model atau inoculated pack/challenge test. Rekomendasi masyarakat Amerika dari The National Advisory Committee on Microbiological Criteria untuk Foods merekomendasikan studi-studi inoculated pack dengan ***Clostridium botulinum*** untuk menentukan daya simpan.

c. pH

Minimum pH dari pertumbuhan ***Clostridium botulinum*** grup I adalah 4,6; untuk grup II kira-kira pH 5. Beberapa buah-buahan dan sayuran cocok pada pH asam untuk menghambat ***Clostridium botulinum*** dari pH alami mereka sendiri, dimana pengasaman digunakan untuk pengawetan produk-produk lainnya. Substrat, temperatur, keasaman alami, adanya pengawet, a_w , dan E_h merupakan semua faktor yang mempengaruhi toleransi ***Clostridium botulinum*** terhadap asam. Mikroorganisme yang toleran terhadap asam, seperti yeast dan mold, dapat tumbuh pada produk-produk asam dan meningkat pH di dalam immediate mereka vicinity pada level yang ***Clostridium botulinum*** dapat tumbuh. ***Clostridium botulinum*** dapat juga tumbuh di dalam makanan-makanan asam jika slow excessively keseimbangan pH terjadi.

d. Garam dan a_w

Natrium clorida adalah satu dari faktor-faktor yang paling penting yang digunakan untuk mengontrol ***Clostridium botulinum*** di dalam makanan. Aktivitas utamanya dengan menurunkan a_w . Konsekuensinya, konsentrasi didalam fase air, dikenal sebagai konsentrasi larutan garam (% larutan garam = $\frac{\%NaCl \times 100}{\%H_2O + \%NaCl}$) adalah kritis. Pertumbuhan dengan konsentrasi larutan garam yang dibatasi sekitar 10% untuk grup I dan 5% untuk grup II dibawah kondisi optimal. Konsentrasi-konsentrasi ini respon yang baik a_w yang terbatas sekitar 0,94 untuk grup I dan 0,97 untuk grup II di dalam makanan yang NaCl merupakan depressant a_w yang utama. Komponen terlarut digunakan untuk mengontrol a_w dapat mempengaruhi keterbatasan ini. Secara umum NaCl, KCl,

glukosa dan sukrosa memperlihatkan efek-efek yang sama, dimana pertumbuhan terjadi di dalam gliserol pada a_w rendah. A_w yang terbatas dapat ditingkatkan secara substansi oleh faktor-faktor lain, seperti keasaman yang ditingkatkan atau penggunaan preservatives.

e. Inaktivasi menggunakan Irradiasi

Spora-spora *C. botulinum* kemungkinan paling resiten terhadap radiasi. Nilai D (dosis radiasi yang dibutuhkan untuk menginaktifkan 90% populasi) dari strain grup I pada suhu antara -50 °C sampai dengan -10°C adalah 2,0 dan 4,5 kGy di dalam buffer netral dan di dalam makanan. Spora-spora tipe E lebih sensitif, mempunyai nilai D antara 1 dan 2 kGy. Radappertisasi didesain untuk mengurangi jumlah spora-spora yang nampak dari strain-strain *C. botulinum* yang paling resiten terhadap radiasi dengan 12 log cycles. Perbedaan kondisi lingkungan seperti adanya O_2 , perubahan temperatur radiasi, lingkungan irradiasi dan recovery, dapat mempengaruhi nilai D dari spora-spora. Pada umumnya, spora-spora oleh adanya O_2 atau bahan-bahan pengawet dan pada temperatur di atas 20°C lebih tinggi sensitivitasnya dibandingkan terhadap irradiasi.

DAFTAR PUSTAKA

Doyle M.P. , Beuchat L.R. , Montville T.J. , 2001, *Food Microbiology Fundamentals and Frontiers 2 nd Edition*, ASM Press Washington, D.C.

Larry McKane, Judy Kandel,, *Microbiology Essential and Aplications*, McGraw-Hill, Inc, New York

Thomas D.B , Miadigan M.T., 1991, *Biology Of Microorganisms*, Sixth edition, Prentice-Hall international Editions

Winarno F.G., 1983, *Pencemaran Mikroba Dalam Makanan dan Makanan Kaleng*, Kumpulan Pikiran dan Gagasan Tertulis, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor.