

Sumber Kontaminasi dan Mikroba Indikator

Prof. Dr. Ir. Betty S. L. Jenie, M.S.



PENDAHULUAN

Dalam modul ini akan dibahas mengenai keracunan makanan, sumber-sumber kontaminasi mikroba dalam pengolahan pangan dan mikroba yang dikenal sebagai indikator sanitasi. Pokok bahasan ini penting dikuasai sebagai dasar untuk dapat menerapkan Cara Pengolahan Makanan yang Baik (CPMB) atau yang dikenal juga dengan istilah GMP atau *Good Manufacturing Practices*. Tujuan dari penerapan CPMB adalah untuk memproduksi, mempersiapkan dan menyajikan makanan yang aman dan mempunyai masa simpan yang baik.

Pembahasan dalam modul ini, meliputi berikut ini.

1. Jenis-jenis cemaran.
2. Bakteri dan keracunan makanan.
3. Sumber kontaminasi bakteri pada makanan.
4. Bakteri dan air.
5. Bakteri dan makanan berbahaya.
6. Mikroba indikator sanitasi.

Dengan memahami materi di dalam modul ini memungkinkan Anda dapat mengetahui jenis-jenis cemaran pada makanan, bagaimana cara bakteri menimbulkan penyakit melalui makanan, serta mengetahui jenis-jenis mikroba yang dapat digunakan sebagai indikator sanitasi.

Setelah selesai mempelajari modul ini, diharapkan secara umum Anda dapat menjelaskan sumber kontaminasi dan mikroba indikator dengan tepat.

Secara khusus, Anda diharapkan dapat:

1. menyebutkan sifat-sifat bakteri sebagai salah satu sumber kontaminasi pangan;
2. menjelaskan mekanisme bakteri dalam menimbulkan penyakit pada manusia;

3. menjelaskan peranan air dalam menyokong kehidupan bakteri;
4. menyebutkan jenis-jenis makanan yang disukai bakteri (makanan berbahaya);
5. menjelaskan peranan koliform sebagai mikroba indikator pencemar pangan;
6. menjelaskan peranan enterokoki sebagai mikroba indikator pencemar pangan; dan
7. menjelaskan peranan enterobacteriaceae sebagai mikroba indikator pencemar pangan.

KEGIATAN BELAJAR 1**Sumber Kontaminasi**

Makanan harus bergizi dan menarik. Penampakan makanan harus bersih juga bebas dari bahan-bahan yang merugikan. Bahan yang merugikan ini mungkin berupa bahan kimia yang beracun yang masuk ke dalam makanan secara tidak sengaja selama pertumbuhan atau pembudidayaan di lapangan atau selama persiapan makanan, tertimbun dalam makanan selama penyimpanan wadah logam, terbentuk dalam makanan melalui interaksi komponen-komponen kimia atau terpekatkan dari senyawa-senyawa alamiah makanan. Mikroorganisme dapat masuk secara langsung dari bahan pangan yang berasal dari hewan terinfeksi atau dari pekerja, dari makanan lain atau dari lingkungan pertumbuhan bakteri dan kapang dalam makanan.

JENIS KONTAMINASI

Hampir setiap orang pernah menderita sakit perut sehabis mengonsumsi makanan yang terkontaminasi (tercemar). Keracunan makanan ini bisa hanya sakit perut ringan, bisa juga sampai menimbulkan kematian. Kelompok yang berisiko menderita keracunan makanan ini terutama adalah orang tua, orang sakit dan anak.

Kesulitannya adalah, makanan dapat terlihat baik dari segi penampakan, bau dan rasanya, tetapi tetap beracun. Keracunan makanan terjadi apabila makanan terkontaminasi yang dapat terjadi pada setiap tahap dalam rantai makanan, mulai dari pertanian sampai ke rumah.

Makanan yang terkontaminasi adalah makanan yang dipersiapkan di bawah kondisi yang tidak bersih. Hal ini berarti bahwa racun-racun, seperti insektisida (racun serangga), desinfektan (bahan kimia untuk membunuh mikroba) dan rodentisida (racun tikus) telah bercampur dengan makanan dalam jumlah yang cukup menimbulkan bahaya terhadap manusia bila makanan tersebut dikonsumsi. Kontaminasi juga dapat disebabkan oleh tikus, curut, kucing, anjing, lalat, kecoa, kutu atau serangga lain telah kontak dengan makanan, meninggalkan kotoran, bulu, serangga atau potongan serangga mati, dan sudah tentu meninggalkan sejumlah besar bakteri kapang mungkin virus pada makanan yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia.

Manusia dapat memindahkan bakteri dengan berbagai cara, contohnya, batuk di atas makanan, tidak mencuci tangan dengan baik sebelum mempersiapkan makanan setelah menggunakan kamar kecil, atau bekerja dengan orang sakit. Kontaminasi dapat terjadi oleh benda-benda, seperti logam, sekrup yang longgar, dan serpihan kayu yang dapat masuk ke dalam makanan pada saat pengolahan, pengangkutan atau penyimpanan.

Ringkasnya, kontaminan atau cemaran dapat bersifat seperti berikut ini.

1. Mikrobiologis (misalnya bakteri virus dan kapang).
2. Kimia (misalnya racun-racun, seperti timbal (Pb), arsen (Ar), Insektisida, rodentisida).
3. Fisik (misalnya benda-benda, kadang-kadang disebut kontaminasi "kasar" seperti logam, perhiasan, sekrup).
4. Alamiah (misalnya jamur, sebagian kerang "hijau").

Kontaminasi dapat berlangsung melalui berbagai cara selama pengolahan makanan. Oleh karena itu, untuk menghindari terjadinya kontaminasi ini perlu diterapkan berbagai metode sanitasi dan higiene di industri pengolahan makanan. Sanitasi adalah usaha pencegahan penyakit dengan cara menghilangkan atau mengatur faktor-faktor lingkungan yang berkaitan dengan rantai perpindahan penyakit tersebut

Sanitasi industri pangan meliputi kegiatan-kegiatan secara aseptik dalam:

1. persiapan, pengolahan dan pengemasan produk,
2. pembersihan dan sanitasi pabrik serta lingkungan pabrik, dan
3. higiene pekerja.

1. Kontaminasi Bakteri

Kontaminasi makanan yang menimbulkan penyakit yang berbahaya bagi kesehatan merupakan perhatian utama dari industri pangan. Penyebab utama dari kontaminasi ini adalah bakteri. Istilah umum untuk bakteri adalah "kuman".

Bakteri adalah suatu organisme (makhluk hidup) yang ukurannya sangat kecil sehingga hanya dapat dilihat di bawah mikroskop. Bakteri ini termasuk dalam suatu kelompok umum makhluk hidup yang disebut mikroorganisme (makhluk hidup yang hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop). Mikroorganisme lain yang dapat menimbulkan penyakit dan dalam beberapa hal juga dapat menimbulkan kerusakan makanan adalah kapang dan virus.

Ukuran bakteri sedemikian kecilnya sehingga satu juta bakteri dapat masuk dalam satu kepala (pentul) jarum. Anda tidak dapat melihatnya, tetapi mereka bisa terdapat di mana-mana, di seluruh tubuh Anda, seperti di hidung, di dalam mulut, telinga, di tangan dan rambut, di bawah kuku dan ketiak dalam jumlah yang cukup besar. Bakteri ini bisa terdapat di setiap benda yang Anda sentuh dan di setiap benda yang Anda lihat, misal makanan, mesin, peralatan, pegangan pintu, tempat duduk toilet dan lain. Dengan demikian, kita sebenarnya dikelilingi oleh bakteri. Terdapat ribuan jenis bakteri yang berbeda. Untungnya kebanyakan bakteri ini tidak berbahaya dan sebagian benar-benar sangat berguna, misalnya *Lactobacillus* yang dapat memproduksi yoghurt.

Akan tetapi, ditemui pula sejumlah kecil bakteri berbahaya terhadap kesehatan. Bakteri ini dikenal sebagai bakteri patogen (penyebab penyakit). Ini adalah kuman yang dapat menyebabkan keracunan makanan, yang mungkin Anda pernah mendengar, seperti *Salmonella*, hepatitis atau keracunan botulisme.

Bakteri-Bakteri patogen ini yang harus kita cegah:

- a. perpindahannya, antara lain dari tubuh kita, bahan baku, mesin atau lingkungan sekitar makanan yang sedang diolah;
- b. pertumbuhannya dalam jumlah yang besar.

Dengan mempelajari kondisi terbaik yang mendorong pertumbuhan bakteri dapat membantu kita memahami peraturan-peraturan higiene dan mengenali bahaya potensial di tempat kerja.

a. Asal bakteri

1) Makanan

Makanan mentah terutama daging sapi, unggas, ikan, kerang atau tiram, telur, susu, dan sayuran yang tertutup tanah.

2) Manusia

Kuman hidup di tubuh kita terutama di tangan kita, hidung, kulit, telinga, rambut, serta setiap luka atau bisul. Di dalam buangan tubuh manusia (kotoran dan air seni) juga banyak terdapat bakteri.

3) Hewan dan Burung

Hewan peliharaan, dan burung membawa bakteri di tubuhnya maupun di kotorannya.

4) Tikus dan Serangga

Tikus dan serangga membawa bakteri penyebab penyakit.

5) Peralatan dan permukaan meja atau alas

Semua perlengkapan ini dapat membawa bakteri apabila tidak dibersihkan dengan baik atau apabila retak atau pecah.

b. Pertumbuhan bakteri

Seperti manusia, bakteri adalah makhluk hidup, dan mempunyai kondisi optimum untuk pertumbuhannya. Bakteri dibentuk dari satu unit yang disebut sel, dan berkembang biak dengan membelah diri menjadi dua (*binary fission*).

Salah satu cara bakteri dapat bertahan hidup dalam suatu lingkungan yang tidak mendukung adalah dengan membentuk spora. Satu set bakteri baru akan diproduksi di dalam sel induk. Selanjutnya, dibentuk suatu lapisan luar pelindung. Sel yang dorman (inaktif) tersebut dapat pecah ke luar dan menjadi aktif bila kondisi mendukung. Spora-spora ini sangat tahan, bahkan terhadap panas dan dengan demikian pemasakan tidak sampai mematikan spora. Tidak semua bakteri mampu membentuk spora. Sebagian besar bakteri yang berbahaya terhadap kesehatan mampu membentuk spora.

c. Kondisi yang disukai

Kondisi ideal untuk pertumbuhan bakteri adalah:

- 1) lingkungan yang basah, lembab;
- 2) suplai makanan yang sesuai;
- 3) suhu optimum untuk organisme tertentu;
- 4) waktu yang cukup;
- 5) pH yang mendukung;
- 6) oksigen (untuk kebanyakan bakteri).

Di bawah kondisi ini, satu bakteri dapat memperbanyak diri sampai sebanyak dua juta bakteri dalam waktu sekitar 7 jam. Jumlah bakteri yang diperlukan untuk dapat menimbulkan penyakit bervariasi tergantung dari jenis organisme dan kesehatan orang yang menerima dosis tersebut. Contohnya, 100 sel disentri mungkin cukup untuk menimbulkan penyakit, sedangkan untuk *Salmonella* dan *Staphylococcus* mungkin diperlukan dosis yang lebih tinggi untuk dapat menimbulkan penyakit. Apabila seribu bakteri *Staphylococcus aureus* dipindahkan ke dalam makanan, seperti yang terjadi

apabila makanan terkena luka dari tangan pekerja yang tidak terlindung maka mungkin dosis keracunan makanan dari bakteri dapat dicapai dalam waktu dua jam, dalam kondisi tertentu yang mendukung. Ternyata hal ini merupakan masalah besar. Higiene di dalam ruang pengolahan makanan harus tidak hanya melibatkan penekanan perpindahan bakteri seminimum mungkin, tetapi juga menghilangkan kondisi ideal untuk pertumbuhannya.

d. *Cara bakteri menimbulkan penyakit*

Bakteri patogen (penyebab penyakit) menimbulkan penyakit melalui dua cara, yaitu:

- 1) infeksi, dan
- 2) intoksikasi.

Keracunan makanan melalui infeksi disebabkan oleh bakteri hidup di dalam makanan. Untuk dapat menimbulkan keracunan makanan ini, bakteri harus tertelan masuk ke dalam tubuh dalam keadaan hidup. Bakteri utama yang menyebabkan keracunan makanan infeksi adalah sebagai berikut.

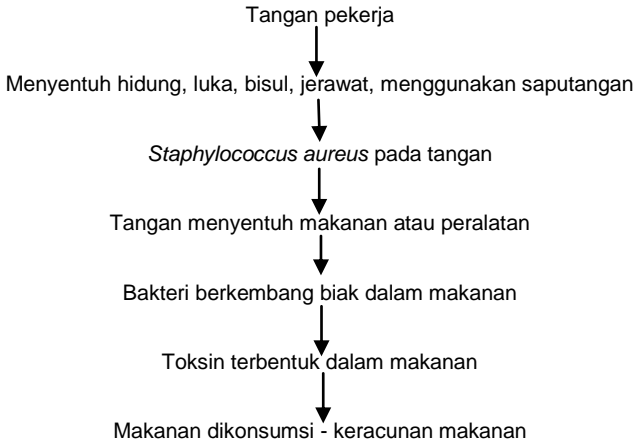
- 1) *Salmonella sp.*
- 2) *Eschericia coli.*

Keracunan makan melalui intoksikasi disebabkan oleh senyawa-senyawa, beracun (toksin) yang dihasilkan sebagai produk sampingan selama pertumbuhan bakteri. Dengan demikian, sel bakterinya sendiri tidak perlu ikut tertelan, toksinnya saja. Bakteri utama yang menyebabkan keracunan makanan intoksikasi adalah sebagai berikut.

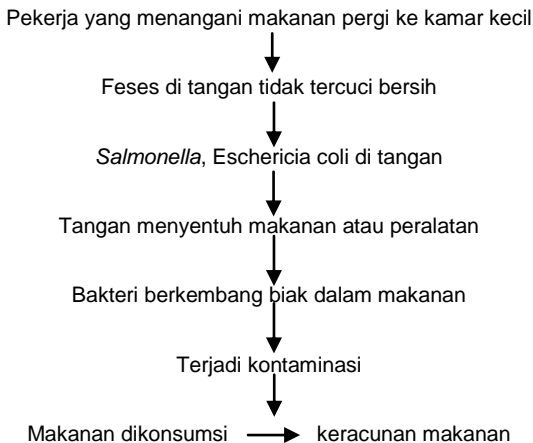
- 1) *Staphylococcus aureus* (luka, bisul, jerawat).
- 2) Spesies *Streptococci*.
- 3) *Clostridium botulinum*.

Bagaimana bakteri masuk ke dalam makanan?

Keracunan makanan intoksikasi



Keracunan makanan infeksi



2. Bakteri dan Air

Bakteri sendiri terdiri dari 90% air dan dengan demikian tidaklah heran apabila untuk membentuk sel-sel baru mereka membutuhkan air. Lingkungan yang basah dan lembab akan mendukung pertumbuhan bakteri. Hal ini bukan

berarti bahwa kondisi kering akan membunuh bakteri. Dalam kondisi kering, sebagian bakteri terutama jenis bakteri patogen, membentuk dirinya menjadi spora-spora dengan lapisan pelindung dan menunggu sampai tersedia air. Selanjutnya mereka akan memecahkan kulit pelindung dan mulai tumbuh.

Makanan kering dapat mengandung ribuan mikroba hidup, tetapi tidak tumbuh. Oleh karena mereka tidak aktif maka makanan tidak rusak. Dengan demikian, Anda dapat menyimpan makanan kering, seperti beras, semolina, ikan kering, untuk waktu yang sangat lama. Akan tetapi, pemasakan akan menambah air, yang menyebabkan bakteri mampu tumbuh. Apabila Anda membiarkan makanan masak untuk waktu yang cukup lama maka makanan tersebut akan rusak dan apabila dikonsumsi dapat menyebabkan keracunan makanan.

Sebagai contoh, apabila beras dalam jumlah besar dimasak, seperti yang dilakukan di restoran-restoran, pendinginan nasi memakan waktu lama terutama pada bagian tengah tumpukan. Apabila beras terkontaminasi oleh bakteri yang tidak terbunuh selama pemasakan, atau masuk setelah pemasakan melalui penanganan atau peralatan yang digunakan, air dalam nasi, protein, suhu, dan waktu pendinginan, semuanya akan menyediakan kondisi yang sempurna untuk pertumbuhan bakteri.

Tindakan terbaik yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut.

- a. Jaga pakaian pelindung tetap kering.
- b. Keringkan tangan baik-baik setelah dicuci.
- c. Pastikan tangan Anda dalam keadaan kering ketika menangani makanan.
- d. Tutup bahan mentah untuk mencegah penyerapan air.
- e. Lindungi seragam Anda dari air apabila melakukan pembersihan rutin.
- f. Gunakan setiap makanan yang telah dipersiapkan dengan penambahan air pada bahan kering secepat mungkin.
- g. Jangan biarkan air tergenang dan ditinggalkan lama sampai membentuk sup bakteri.
- h. Jangan tinggalkan kain lap, handuk basah, yang digunakan untuk membersihkan mesin, di setiap tempat yang dekat dengan makanan yang sedang dipersiapkan. Gunakan hanya kain lap kering untuk melap permukaan yang kontak dengan makanan.
- i. Jangan tinggalkan pakaian pelindung yang lembab bermalam di dalam lemari untuk digunakan hari berikutnya.

- j. Jangan gunakan terlalu banyak air untuk mencuci di dekat bahan-bahan kering yang disimpan.
- k. Hindarkan menyediakan air yang akan mendorong pertumbuhan bakteri.

3. Bakteri dan Makanan Berbahaya

Bakteri dapat tumbuh pada hampir semua makanan, tetapi mereka benar-benar menyenangi makanan berprotein tinggi yang dikenal sebagai MAKANAN BERBAHAYA. Gambaran penting dari makanan ini yang mendukung pertumbuhan adalah netral dan kandungan karbohidrat yang menyediakan energi. Mereka tidak menyukai makanan berlemak atau asam. Hal ini menjelaskan mengapa makanan, seperti telur susu, keju lunak, nasi dan pasta, serta makanan yang mengandung gelatin dalamnya lebih cepat rusak, sedangkan Anda dapat menyimpan mentega, dan sebotol minyak zaitun untuk waktu yang sangat lama. Satu hal yang membuat kebanyakan bakteri benar-benar hilang adalah asam. Makanan seperti acar yang direndam dalam cuka, contohnya bawang tidak rusak untuk waktu yang sangat lama. Konsentrasi garam dan gula yang tinggi juga menyediakan kondisi pertumbuhan yang buruk untuk bakteri. Hal ini menjelaskan mengapa daging yang diasin sebelum disimpan dalam lemari es dapat disimpan lama, dan buah ceri yang dilapisi dengan gula konsentrasi tinggi dapat awet. Anda dapat dengan mudah mencari sendiri berbagai contoh lain. Tabel di bawah ini mencantumkan beberapa makanan yang "disukai bakteri" atau "makanan berbahaya" dan beberapa "yang tidak disukai" oleh bakteri.

Tabel 1. Jenis makanan yang disukai dan tidak disukai bakteri

MAKANAN DISUKAI BAKTERI	MAKANAN TIDAK DISUKAI BAKTERI
<i>Makanan Berprotein Tinggi</i> (MAKANAN BERBAHAYA) Produk susu Produk Telur Keju lunak Krim Kelapa Gelatin Daging Unggas Ikan Es krim	Makanan berlemak Mentega Margarin Minyak masak Makanan asam - pH rendah < 4,5 Buah jeruk Pikel dengan cuka

MAKANAN DISUKAI BAKTERI	MAKANAN TIDAK DISUKAI BAKTERI
Produk sereal masak - beras - pasta - pastries Makanan Berasam Rendah pH antar 4,5 7,00 Makanan yang didaftarkan di atas semuanya adalah contoh makanan berasam rendah	Makanan sangat asin - ikan asin Makanan sangat manis - Loli - Selai (jem) manis - Lemonade dan kola

Tindakan terbaik yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut.

- Perhatian tambahan perlu diberikan apabila menangani makanan berbahaya.
- Pekerjaan pembersihan sehari-hari harus mempertimbangkan sifat alamiah dari makanan yang sedang diolah. Contohnya, pekerjaan rutin di industri susu, daging, dan unggas harus lebih teliti daripada di industri pembotolan minuman ringan.
- Setelah pembagian dan pencampuran, produk yang mengandung makanan berbahaya harus dilanjutkan sampai akhir proses secepat mungkin, dengan kontak yang seminimum mungkin dengan permukaan atau penanganan.
- Penyelesaian (*finishing*) produk olah yang mengandung makanan berbahaya harus sesedikit mungkin menggunakan tangan.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- Kapan kontaminan (cemaran) masuk ke dalam makanan?
- Bagaimana cara kita mencegah terjadinya kontaminasi bakteri patogen pada makanan?
- Mengapa bakteri patogen pembentuk spora menimbulkan masalah dalam keamanan pangan?
- Mengapa makanan kering lebih awet dibandingkan dengan makanan yang banyak mengandung air?

- 5) Pada label susu bubuk tercantum petunjuk "simpan di tempat sejuk dan kering dan gunakan segera setelah dicampur dengan air". Jelaskan arti higienis dari petunjuk ini!
- 6) Nasi goreng yang dipersiapkan oleh industri jasa boga (katering) dalam jumlah besar untuk makan siang pekerja pabrik sepatu, ternyata setelah dikonsumsi menyebabkan keracunan makanan pada puluhan pekerja yang mengkonsumsinya. Dapatkah Anda menjelaskan mengapa hal ini terjadi?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab soal-soal dalam latihan ini, Anda harus mempelajari kembali materi Kegiatan Belajar 1 tentang kontaminasi bakteri, pertumbuhan bakteri, Cara bakteri menimbulkan penyakit, serta bakteri dan air.



RANGKUMAN

Kontaminasi masuk ke dalam makanan secara tidak sengaja sejak pertumbuhan atau pembudidayaan tanaman di lapangan atau peternakan, selama persiapan dan pengolahan makanan, dan selama penyimpanan makanan. Kontaminasi bakteri patogen pada makanan dapat dihindarkan dengan mencegah perpindahannya, antara lain dari tubuh kita, bahan baku, mesin atau lingkungan sekitar makanan yang sedang diolah, dan mencegah pertumbuhannya dalam jumlah yang besar.

Spora bakteri mempunyai sifat tahan panas sehingga setelah pemasakan makanan, spora masih tetap hidup. Sebagian besar bakteri patogen mampu membentuk spora walaupun makanan telah dimasak sehingga masih mungkin menimbulkan keracunan makanan terutama bila kondisi pendinginan dan penyimpanan makanan setelah dimasak tidak dikendalikan dengan baik sehingga mendukung pertumbuhan bakteri.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan bakteri patogen menimbulkan penyakit melalui makanan adalah jenis mikrobanya, jumlah bakteri, dan kesehatan atau daya tahan tubuh orang yang mengonsumsi makanan tersebut. Pada jenis keracunan infeksi bakteri masuk ke dalam tubuh dalam keadaan hidup, sedangkan keracunan makanan intoksikasi ditimbulkan oleh masuknya toksin (racun) yang dihasilkan oleh mikroba ke dalam tubuh. Untuk pertumbuhannya, bakteri membutuhkan air. Oleh karena itu, makanan kering tidak mendukung

pertumbuhan bakteri sehingga makanan akan tetap awet karena tidak dirusak oleh mikroba.

Petunjuk pada label susu bubuk menyarankan tindakan higienis yang perlu dilakukan oleh konsumen untuk mencegah kemungkinan terjadinya keracunan makanan. Segera setelah susu bubuk ditambah air maka kondisi susu bubuk menjadi ideal untuk pertumbuhan mikroba. Oleh karena itu, disarankan untuk segera digunakan atau dikonsumsi.

Beras yang dimasak dalam jumlah besar memerlukan waktu pendinginan yang lama. Keracunan makanan yang timbul mungkin disebabkan karena beras terkontaminasi oleh bakteri pembentuk spora yang tidak mati selama pemasakan atau bakteri masuk ke dalam nasi setelah pemasakan melalui penanganan atau peralatan yang digunakan. Kandungan air dan nutrien pada nasi serta suhu dan waktu pendinginan yang cukup lama akan menyediakan kondisi yang ideal bagi pertumbuhan bakteri.



TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Racun serangga dan tikus termasuk kontaminan yang bersifat
 - A. mikrobiologis
 - B. kimia
 - C. fisik
 - D. alamiah

- 2) Sanitasi pada industri pangan meliputi kegiatan-kegiatan aseptik dalam
 - A. pengolahan pangan
 - B. pembersihan dan sanitasi pabrik
 - C. higiene pekerja
 - D. semua jawaban benar

- 3) Bakteri dapat berasal dari salah satu sumber berikut ini, *kecuali*
 - A. makanan
 - B. manusia
 - C. sarung tangan steril
 - D. pisau

- 4) Bakteri utama yang menyebabkan keracunan makanan intoksikasi adalah sebagai berikut, *kecuali*
 - A. *Staphylococcus aureus*
 - B. *Salmonella*
 - C. *Streptococci*
 - D. *Clostridium botulinum*

- 5) Kondisi yang tidak mendukung pertumbuhan mikroba adalah sebagai berikut, *kecuali*
 - A. mengandung cuka
 - B. konsentrasi garam tinggi
 - C. konsentrasi gula tinggi
 - D. konsentrasi karbohidrat tinggi

- 6) Pilih kelompok makanan yang termasuk "makanan berbahaya"
 - A. susu, ikan, selai (jem)
 - B. es krim, telur, daging
 - C. jeruk, pickel, dendeng
 - D. mayones, abon, kerupuk

- 7) Kondisi ideal untuk pertumbuhan bakteri adalah
 - A. tanpa oksigen, pH, dan suhu optimum
 - B. lingkungan kering, suplai makanan terbatas
 - C. oksigen dan air tidak terbatas,
 - D. keasaman tinggi

- 8) Di bawah kondisi ideal, satu bakteri dapat memperbanyak diri sampai sebanyak dua juta dalam waktu
 - A. 7 jam
 - B. 7 menit
 - C. 2 jam
 - D. 20 menit

- 9) Tindakan terbaik yang perlu dilakukan untuk mengurangi pengaruh bakteri adalah sebagai berikut, *kecuali*....
 - A. mengeringkan tangan dengan baik setelah dicuci
 - B. menjaga pakaian pelindung tetap kering
 - C. menutup bahan makanan mentah agar tidak menyerap air
 - D. merendam bahan makanan

- 10) Penanganan makanan berbahaya harus mendapat perhatian khusus, seperti
- A. penanganan produk boleh ditunda tidak lebih dari dua jam
 - B. kontak produk dengan permukaan atau tangan diusahakan seminim mungkin
 - C. frekuensi sanitasi yang diterapkan kurang lebih sama dengan untuk industri minimum ringan
 - D. penanganan makanan olah diperkenankan menggunakan tangan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Mikroba Indikator

Mikroorganisme yang cocok sebagai komponen kriteria mikrobiologis dibagi dalam dua kelompok, yaitu mikroba patogen dan mikroba indikator. Patogen yang cocok untuk tujuan ini adalah yang mungkin ditemukan dalam makanan atau bahan-bahan makanan sehingga dengan demikian menjadi wahana potensial untuk perpindahan organisme atau toksinnya pada konsumen. Organisme indikator adalah organisme yang keberadaannya dalam bahan pangan menunjukkan bahwa:

1. mungkin terdapat suatu patogen atau toksinnya,
2. persiapan makanan di bawah kondisi yang tidak saniter sehingga menimbulkan kerugian terhadap keamanan atau masa simpan produk, atau
3. makanan atau bahan-bahan makanan tidak cocok untuk penggunaan yang dimaksud.

Hanya setelah penilaian yang teliti maka dapat dipilih mikroorganisme yang cocok untuk kriteria mikrobiologis.

A. TUJUAN PEMERIKSAAN

Bahan pangan dapat berubah menjadi tidak aman untuk konsumsi manusia oleh faktor-faktor berikut ini.

1. Penggunaan bahan-bahan yang tercemar.
2. Kondisi yang tidak saniter dalam industri.
3. Kontaminasi pasca-olah, termasuk penanganan yang salah selama transportasi.
4. Perlakuan yang tidak selayaknya di tingkat pengecer dan konsumen.

Untuk mengetahui apakah suatu bahan pangan aman dikonsumsi, dapat dilakukan pengujian langsung terhadap mikroba patogen. Akan tetapi hal ini memakan waktu dan biaya. Oleh karena itu, selama ini pengujian hanya dilakukan untuk beberapa kelompok mikroba tertentu saja, yang dikenal sebagai mikroba indikator. Adanya mikroba indikator pada produk makanan

dalam batas tertentu akan mencerminkan baik mutu maupun kondisi saniter yang akan memungkinkan masuk dan berkembang biaknya mikroba patogen.

Kelompok mikroba utama yang umumnya digunakan sebagai indikator adalah koliform, enterokoki, dan akhir-akhir ini Enterobacteriaceae. Jumlah total mikroba dapat menunjukkan indikasi mutu sanitasi dari bahan pangan, yang dapat ditentukan dengan metode hitungan cawan dari total mikroba hidup dan metode hitungan slaid langsung secara mikroskopis.

B. KOLIFORM

Grup bakteri koliform adalah anggota dari famili Enterobacteriaceae. Termasuk dalam famili ini adalah grup patogenik, seperti *Salmonella*, *Shigella* dan *Yersinia*. Grup koliform berbeda dari kebanyakan anggota lain dalam famili yang sama, yaitu mampu memfermentasi laktosa dengan memproduksi asam dan gas dalam waktu 48 jam. Kedua jenis koliform adalah *Eschericia* dan *Enterobacter* (dahulu *Aerobact*).

Eschericia coli berbentuk batang, tidak membentuk spora. Habitat alamiah dari *Eschericia coli* adalah dalam saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah hangat. Oleh karena terdapat dalam jumlah besar pada kotoran manusia dan hewan maka bakteri tersebut telah lama digunakan sebagai indikator polusi fekal sanitasi dari sumber air alam.

Interpretasi adanya *E. coli* pada batas tertentu sebagai indikasi polusi fekal dalam air telah diperluas pada produk makanan. Bakteri ini umumnya terdapat dalam produk hewani mentah dan alamiah terdapat dalam tanah dan air serta permukaan tanaman. Dalam bahan pangan, seperti susu, krim, keju lunak (yang menyediakan medium yang baik untuk perkembangbiakan mikroba ini), hipotesis ini dapat menghasilkan kesimpulan yang kurang tepat. Adanya organisme ini dalam jumlah besar dalam makanan olahan bukan berarti bahwa kontaminasi kotor terjadi karena makanan baru saja kontak dengan kotoran. Akan tetapi, hal ini menunjukkan bahwa adanya praktik pengolahan yang buruk, seperti:

1. bahan mentah yang terkontaminasi;
2. pengolahan yang tidak cukup (penggunaan waktu dan suhu yang tidak tepat);
3. kontaminasi personalia;
4. pembersihan dan sanitasi peralatan atau permukaan-permukaan yang kontak dengan makanan yang tidak tepat.

Semuanya ini menunjukkan bahwa patogen enterik (usus) mungkin telah masuk ke dalam produk makanan melalui rute yang sama.

Hal yang lebih penting dari ada atau tidaknya organisme ini adalah:

1. jumlah relatif dari koliform yang ada, dan
2. apakah koliform ini berasal dari kotoran atau bukan kotoran.

C. ISOLASI DAN PENGHITUNGAN

Di antara teknik-teknik yang dapat diterapkan untuk mengisolasi dan menghitung jumlah koliform adalah metode penaburan secara langsung, teknik dan *Most Probable Number* (MPN) filter membran. Dalam metode penaburan secara langsung dapat digunakan *violet red bile* (VRB) astar, deoksikolat laktosa agar atau media lain yang serupa. Apabila digunakan agar VRB, koliform nampak sebagai kolonikolont.

Untuk membedakan *E. coli* yang umumnya ditetapkan berasal dari kotoran (koliform fekal) dan *E. aerogenes* (nonfekal), pola IMViC (Indol Metil VogesProkaner Citrat) dari isolat koliform harus ditentukan. Dengan formula ini, kedua organisme dapat diidentifikasi sebagai berikut.

Koliform	I (Produksi Indol)	M (Reaksi Merah Metil)	V (Reaksi Voges- Proskauer)	C (Penggunaan Sitrat)
<i>E. Coli</i>	+	+	-	-
<i>E. Aerogenes</i>	-	-	+	+

Penentuan adanya koliform fekal dalam produk makanan lebih bernilai sebagai indeks sanitasi daripada jumlah total koliform saja. Koliform fekal ditentukan dengan menggunakan suhu inkubasi yang ditingkatkan dengan menggunakan ketiga teknik berikut ini.

1. Metode MPN menggunakan EC Broth.
2. Teknik filter membran, menggunakan bantalan yang dicelup dengan media cair MFC.
3. Inkubasi cawan atau kantong agar.

D. ENTEROKOKI

Enterokoki adalah anggota genus *Streptococcus*. Streptokoki adalah bakteri gram positif, koki katalase negatif yang membentuk rantai-rantai panjang atau pendek. Enterokoki ini termasuk Streptokoki grup D serologis Lancefield yang diklasifikasikan sebagai berikut.

Enterokoki	Lain-lain
<i>S. faecalis</i> <i>var. liquefaciens</i> <i>var. zymogenes</i> <i>S. faecium</i> <i>var. durans</i> atau <i>S. durans</i>	<i>S. bovis</i> <i>S. equinus</i>

Enterokoki berbeda dari Streptokoki grup D lainnya, yaitu mempunyai kemampuan tumbuh:

1. dengan adanya NaCl 6,5 ‰,
2. pada pH 9,6,
3. pada suhu 10°C dan 45°C, dan
4. dapat tahan pada suhu 60°C selama 30 menit.

Habitat alamiah dari Streptokoki grup D adalah saluran usus manusia dan hewan. Selain berasal dari kotoran, organisme ini tersebar luas di alam pada tanaman dan tanah, dan penyebarannya dibantu oleh serangga, angin, dan hujan.

Sebagian besar prosedur untuk isolasi dan penghitungan jumlah Enterokoki menggunakan media penduga yang diikuti oleh uji penguat, seperti dalam uji koliform. Azida, telurit, asam empedu, neomisin, taurokolat, Tween 80, selenit, NaC feniletil alkohol, dan Talium digunakan dalam media sebagai senyawa selektif utama.

E. KANDUNGAN DALAM MAKANAN

Organisme ini secara alamiah terdapat dalam berbagai makanan, seperti produk hasil laut beku, telur, susu segar dan pasteurisasi, buah beku, jus buah, sayuran. Akan tetapi, telah didemonstrasikan bahwa adanya Enterokoki ini dalam daging olah tidak selalu merupakan indikasi kontaminasi fekal.

Enterokoki diusulkan merupakan indeks mutu sanitasi makanan yang lebih baik dari koliform karena organisme ini lebih resisten terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah. Enterokoki mampu beradaptasi dengan baik terhadap kondisi lingkungan yang berbeda-beda, seperti pengeringan, pembekuan, dan konsentrasi garam.

F. ENTEROBACTERIACEAE

Pengujian secara kolektif seluruh anggota famili Enterobacteriaceae sebagai pengujian kontaminasi fekal pada makanan diusulkan untuk digunakan. Pendekatan ini mempunyai keuntungan lebih besar dengan pertimbangan bahwa grup koliform dapat dihancurkan, tetapi anggota lain dari famili ini tidak. Organisme ini dideteksi dan dihitung dengan prosedur MPN menggunakan media cair Enterobacteriaceae yang diperkaya (EE broth) dengan uji penguat pada cawan VRB glukosa agar bila diperlukan.

Pemeriksaan terhadap keju Camembert import yang menyebabkan keracunan makanan oleh *E. coli* enteropatogenik menunjukkan bahwa produk ini mengandung koliform $10^3 - 10^5$ /gram, sedangkan Enterobacteriaceae sebanyak $10^6 - 10^7$ /g. Apabila berdasarkan kandungan koliform yang lebih rendah (10^3 /g), kemungkinan produk dapat dinyatakan aman. Akan tetapi, dengan melihat jumlah Enterobacteriaceae yang lebih tinggi, mungkin produk tidak akan diterima.

G. JUMLAH TOTAL MIKROBA (*TOTAL COUNTS*)

Jumlah total mikroba (*total counts*) umumnya mengukur semua atau sejumlah flora dalam produk makanan tanpa menetapkan suatu jenis mikroba spesifik. Apabila ditentukan dengan metode mikroskopis secara langsung, baik sel-sel yang hidup maupun mati akan turut terhitung. Apabila penentuan jumlah total mikroba dilakukan dengan metode penaburan (*plating*) maka yang terhitung hanya sel-sel hidup saja yang mampu membentuk koloni di bawah kondisi spesifik, seperti pH, suhu inkubasi.

Jumlah total mikroba paling baik mencerminkan mutu sanitasi dari makanan yang masa simpannya stabil (awet); makanan, seperti produk-produk beku atau kering yang tidak mendukung pertumbuhan mikroba. Dalam produk-produk ini, hitungan total digunakan sebagai alat pengukur bagaimana makanan dikelola selama pembuatannya. Jumlah total mikroba

yang tinggi dalam makanan di mana proses produksinya menggunakan pemanasan terminal atau perlakuan mematikan lainnya, harus ditangani secara hati-hati. Dengan perlakuan ini, produk akhir dengan jumlah mikroba hidup yang rendah dapat dihasilkan walaupun digunakan bahan mentah dengan jumlah mikroba yang tinggi. Penyimpanan yang lama, baik dalam keadaan beku atau kering, juga dapat mereduksi jumlah total mikroba hidup.

Pada mulanya, jumlah total mikroba digunakan untuk mengevaluasi mutu sanitasi dari susu dan telah terbukti sangat bermanfaat dalam menduga masa simpannya. Kriteria yang digunakan dalam hal ini tidak dapat diterapkan pada semua makanan olah lainnya.

Mikroba memegang peranan penting dalam kerusakan makanan. Jenis kerusakan yang berbeda disebabkan oleh organisme yang berbeda, tergantung kondisi perlakuan dan penyimpanan. Jumlah total mikroba memperkirakan flora total tanpa menyebutkan jenis mikroba. Pada kerusakan makanan, pola pertumbuhan organisme spesifik lebih penting daripada pengukuran jumlah total mikroba.

Sejumlah kecil bakteri *Pseudomonas psikrofilik* dapat menyebabkan cita rasa yang menyimpang pada daging ayam beku yang sudah dilelehkan, sebelum pertumbuhan sejumlah psikrofil lain yang lebih banyak. Demikian pula pada ikan busuk ternyata 10% *Pseudomonas* yang diisolasi mampu menimbulkan bau khas pada ikan busuk tersebut. Total mikroorganisme hidup yang ditentukan dengan menginkubasi cawan pada kisaran suhu 0°-5°C, lebih dapat meramalkan masa simpan makanan yang disimpan dalam lemari es daripada menggunakan suhu inkubasi yang lebih tinggi.

H. HITUNGAN CAWAN (*PLATE COUNTS*)

Hitungan cawan aerobik mempunyai nilai yang terbatas dalam menduga keamanan makanan olah dari mikroba patogen atau toksin. Jumlah total mikroba yang rendah tidak mendukung dugaan bahwa produk makanan tersebut aman dari patogen. Kesimpulan seperti ini dapat berbahaya karena jumlah yang rendah tidak selalu berarti aman. Contohnya, *Salmonella* dapat diisolasi dari telur beku dengan jumlah mikroba yang hanya serendah 380/g pada satu contoh dan di bawah 5000/g dalam contoh lain. Dalam tahun 1968, suatu lot susu bubuk dengan jumlah total mikro hanya 50/g menyebabkan keracunan *salmonella* di Kanada. Pada contoh lain, susu bubuk dengan jumlah mikroba hanya beberapa ratus/g menyebabkan keracunan makanan oleh

stafilokokus. Pada produk-produk, seperti *sauerkraut*, susu asam, keju, bakteri memegang peranan utama dalam pembentukan *flavor*, oleh karena itu jumlah total bakterinya akan tinggi.

Teknik cawan penaburan menggunakan suhu inkubasi 30°- 37°C selama 48 sampai 72 jam umumnya disarankan untuk mengukur jumlah mesofilik. Metode yang umum diterapkan untuk mengukur jumlah total mikroba dalam susu atau air tidak dapat diterapkan pada semua makanan karena makanan bervariasi dalam sifat-sifat fisik, kimia, dan mikroflora.

Untuk mengukur jumlah total mikroba dapat digunakan metode cepat, di mana sel-sel dibilas dari makanan atau permukaan alat dengan larutan pengencer steril dan dipekatkan pada permukaan filter membran. Filter selanjutnya diinkubasi selama 4 jam pada medium yang sesuai dan kemudian diperiksa secara mikroskopis. Hasil yang diperoleh ternyata sebanding dengan teknik hitungan cawan standar.

I. HITUNGAN MIKROSKOPIS SECARA LANGSUNG

Metode ini digunakan untuk menentukan mutu bahan pangan segar sebelum pengolahan. Contohnya, jumlah mikroba yang tinggi pada susu segar dan susu, bubuk, makanan beku mentah dan pra-olah, telur bubuk dan produk-produk sejenis. Metode ini terdiri dari pemeriksaan lapisan bakteri/ml. Sejumlah bidang pandang yang telah ditentukan dihitung jumlah mikrobanya. Pewarna, seperti metilen biru atau pewarna khusus lain dapat digunakan. Metode ini terbukti sangat bermanfaat untuk menghitung jumlah mikroba yang tinggi dari susu segar. Akan tetapi, metode ini mempunyai kelemahan, yaitu menghitung baik mikroba hidup maupun mati dan organismenya mungkin tidak jelas terlihat atau karena tertutup oleh komponen-komponen bahan. Keuntungan dari metode ini adalah cepat dan murah. Hitungan mikroskopis yang rendah menunjukkan bahwa makanan tidak tercemar berat.



LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Mengapa pemeriksaan keamanan bahan pangan hanya dilakukan pada mikroba indikator saja?
- 2) Dengan pertimbangan apa *E. coli* dipilih untuk digunakan sebagai indikator sanitasi?
- 3) Apa manfaat pengukuran jumlah total mikroba (*Total counts*)?
- 4) Bagaimana pendapat Anda tentang pengukuran jumlah total mikroba untuk pemeriksaan kerusakan, makanan?
- 5) Hasil pengukuran hitungan cawan (*plate counts*) dari produk telur bubuk menunjukkan jumlah sebanyak 250/g, sedangkan produk seperti yoghurt mengandung sebanyak 108/g. Berdasarkan data ini bagaimana kesimpulan Anda mengenai keamanan dari kedua produk ini?
- 6) Apa tujuan pengukuran hitungan mikroskopis secara langsung dari aspek keamanan pangan?

Petunjuk Jawaban Latihan

Untuk menjawab soal-soal dalam latihan ini, Anda harus mempelajari kembali materi Kegiatan Belajar 2 tentang tujuan pemeriksaan, koliform, jumlah total mikroba, hitungan cawan, dan hitungan mikroskopis.



RANGKUMAN

Pengujian keamanan pangan sebenarnya dapat dilakukan secara langsung terhadap mikroba patogen yang dicurigai terdapat dalam bahan pangan. Akan tetapi, pengujian seperti ini akan memakan waktu yang lebih lama dan biaya yang lebih besar. Oleh karena itu, untuk menghemat biaya, pengujian hanya dilakukan terhadap mikroba indikator saja. Apabila benar-benar diperlukan saja, baru dilakukan pengujian terhadap mikroba patogen secara langsung.

E. coli digunakan sebagai mikroba indikator karena bakteri ini mempunyai habitat alamiah di dalam saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah hangat. Oleh karena itu, ditemukannya bakteri ini dalam

makanan dapat memberikan petunjuk bahwa makanan telah diolah secara tidak saniter.

Pengukuran jumlah total mikroba bermanfaat dalam mencerminkan mutu sanitasi dari makanan yang masa simpannya stabil (tahan lama), seperti makanan kering atau produk beku. Jumlah total mikroba hanya memperkirakan flora total mikroba tanpa menyebutkan jenis mikrobanya, sedangkan kerusakan makanan umumnya disebabkan oleh mikroba spesifik. Oleh karena itu, pemeriksaan pertumbuhan organisme spesifik akan lebih penting artinya daripada pengukuran jumlah total mikroba.

Jumlah total mikroba yang rendah dalam suatu produk pangan tidak selalu berarti lebih aman daripada jumlah mikroba yang lebih tinggi. Beberapa kasus keracunan makanan oleh *Salmonella* dan *Staphylococcus* telah dilaporkan terjadi walaupun jumlah mikrobanya rendah. Pada produk fermentasi, seperti yoghurt, jumlah bakteri yang tinggi memang diinginkan dengan sengaja mengatur kondisi optimum bagi pertumbuhan bakteri agar cita rasa khas dari yoghurt dapat terbentuk dengan baik.

Dari aspek keamanan pangan, pengukuran hitungan mikroskopis secara langsung dapat membantu menentukan mutu bahan pangan segar sebelum pengolahan. Hitungan mikroskopis yang rendah menunjukkan bahwa makanan tidak tercemar berat.



TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Adanya mikroba indikator dalam bahan pangan dapat menunjukkan bahwa
 - A. persiapan makanan tidak saniter
 - B. makanan tidak aman
 - C. makanan tidak tahan lama atau masa simpan pendek
 - D. semua jawaban benar

- 2) Faktor-faktor yang dapat menyebabkan makanan tidak aman untuk konsumsi manusia, *kecuali*
 - A. menggunakan bahan-bahan yang bersih
 - B. terjadi kontaminasi setelah pengolahan
 - C. penanganan yang salah selama transportasi
 - D. kondisi yang tidak saniter

- 3) Kelompok mikroba utama yang umumnya digunakan sebagai indikator adalah
 - A. Streptococcus
 - B. Koliform
 - C. Streptokoki grup D
 - D. semua jawaban benar

- 4) Adanya *Eschericia coli* dalam makanan menunjukkan bahwa telah terjadi praktik pengolahan yang buruk berikut ini, *kecuali*
 - A. higiene pekerja buruk
 - B. sanitasi peralatan kurang tepat
 - C. bahan mentah tercemar berat
 - D. waktu dan suhu pengolahan yang tepat

- 5) Koliform fekal dapat dibedakan dari nonfekal dengan pola IMViC sebagai berikut
 - A. ++ -- dengan -- ++
 - B. ++ -- dengan - ++ -
 - C. -- ++ dengan ++
 - D. -- -- dengan +++++

- 6) Koliform fekal dalam makanan dapat ditentukan dengan menggunakan teknik
 - A. hitungan mikroskopis secara langsung
 - B. metode MPN
 - C. teknik filter membran
 - D. jawaban B dan C benar

- 7) Enterokoki berbeda dari streptokoki grup D lainnya karena mampu tumbuh dalam kondisi
 - A. pH 9,6
 - B. tanpa NaCl 6,5‰
 - C. suhu 55° C
 - D. tahan sterilisasi

- 8) Enterkoki diusulkan sebagai indeks mutu sanitasi makanan yang lebih baik dari koliform karena bakteri ini lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang berubah-ubah, seperti
 - A. pengeringan
 - B. pembekuan
 - C. penggaraman
 - D. semua jawaban benar

- 9) Untuk meramalkan masa simpan makanan yang disimpan dalam lemari es, sebaiknya penentuan jumlah mikroba hidup dilakukan dengan menginkubasinya pada suhu
- A. 20 - 37° C
 - B. 37 - 55° C
 - C. 0 - 5° C
 - D. 5 - 20° C
- 10) Kelemahan dari metode pengukuran jumlah mikroba secara langsung dengan mikroskop adalah
- A. hanya menghitung jumlah mikroba yang hidup saja
 - B. jumlah mikroba yang hidup tidak diketahui
 - C. metode cepat dan murah
 - D. hanya menghitung jumlah mikroba yang mati

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

- 1) B
- 2) D
- 3) C
- 4) B
- 5) D
- 6) B
- 7) C
- 8) A
- 9) D
- 10) B

Tes Formatif 2

- 1) D
- 2) A
- 3) B
- 4) D
- 5) A
- 6) D
- 7) A
- 8) D
- 9) C
- 10) B

Daftar Pustaka

- Anonymous. (1996). *Sanitation and Hygiene*. Quality Technology. Moorabbin Collage of TAFE.
- de Figuciredo, M.P. And J. M. Jay. (1980). *Coliforms, Enterococci and Other Microbial Indicators*. dalam deFigueiredo, M.P. and Splittstoesser, D. F. Food Microbiology: Public Health and Spoilage Aspects. Westport, Connecticut: The AVI Book Publ. Co., Inc.
- Jenie, B. S. L. (1988). *Sanitasi dalam Industri Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Jenie, B. S. L. (1992). *Mikrobiologi Pengendalian Mutu Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Jenie, B. S. L. dan S. Fardiaz. (1990). *Uji Sanitasi*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Guthrie, R. K. (1980). *Food Sanitation*. Westport, Connecticut: The AVI Publ. Co., Inc.
- Hobbs, B. C. and R. J. Gilbert. (1978). *Food Poisoning & Food Hygiene*. Westport, Connecticut. USA: Food Nutrition Press, Inc.
- Katsuyama, A. M. and J. P. Strachan. (1980). *Principles of Food Processing Sanitation*. Washington, D.C: The Food Processors Institute.
- Longree, K. (1980). *Quantity Food Sanitation*. New York: John Willey and Sons, Inc.