

KERACUNAN MAKANAN OLEH MIKROBA

Johnly Alfreds Rorong)*¹ Wiesje Fenny Wilar)*²

rorongjohnly@yahoo.co.id

*1). Guru Besar Kimia Analitik Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Unsrat Manado

*2). Dosen Ilmu Politik Jurusan Ilmu Pemerintahan FISIP Unsrat Manado

ABSTRAK

Kasus keracunan makanan sering terjadi diberbagai lingkungan karena tidak terjamin kebersihan. Alat dan bahan yang digunakan tidak higienis, paparan debu jalanan karena lalu lintas yang padat. Mikroorganisme yang tersebar luas di alam menyebabkan produk pangan yang tidak steril. Pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan dapat mengakibatkan perubahan fisik dan kimia yang tidak diinginkan, sehingga bahan pangan menjadi tidak layak dikonsumsi. Keracunan makanan dapat disebabkan oleh kapang, khamir dan bakteri, dari ketiga mikroba tersebut, kerusakan makanan didominasi oleh bakteri. Sehubungan dengan mengglobalnya wabah Pandemi Covid-19, harus diperhatikan hidup bersih dan sehat, termasuk dalam penyiapan makanan sebagai antisipasi dari bahaya keracunan oleh mikroba. Perlu diperhatikan juga protokol kesehatan; cuci tangan, gunakan masker, jaga jarak, hindari kerumunan, jaga imun dan jaga iman. Pengawetan pangan merupakan usaha untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme pada bahan pangan. Untuk dapat tumbuh dan berfungsi secara normal, mikroorganisme membutuhkan sumber energi, sumber nitrogen, vitamin, mineral dan faktor pertumbuhan lainnya, sehingga makanan menjadi rusak atau mengalami keracunan makanan. Gejala keracunan makanan oleh mikroba, tampak dari mulut kering dan sulit menelan. Kelemahan otot karena infeksi botulisme ini membuat mulut sulit bicara, karena lemahnya otot di sekitar mulut. Pada saluran pencernaan, gejala yang muncul adalah mual, muntah, dan sakit perut. Oleh karena itu, harus memastikan bahwa semua makanan yang hendak dikonsumsi telah benar-benar bersih dan higienis, dipilih dari bahan yang terjamin kualitasnya, dan perlu dimasak sampai matang. Sebelum dikonsumsi buah dan sayuran harus direndam dan dicuci sampai bersih, mengingat bahaya pestisida yang menempel pada buah dan sayur agar dapat menghindari keracunan makanan dan dengan mengurangi bahkan menghindari konsumsi makanan yang diawetkan dalam kemasan

Kata kunci: Keracunan, Makanan, Mikroba, Penyakit.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi bahan pangan dapat mempengaruhi beragam kemasan produk bahan makanan. Kemasan produk pangan mempunyai arti penting untuk tiap produk bahan pangan. Pengemasan suatu produk pangan dilakukan untuk membatasi antara bahan pangan dengan keadaan normal sekelilingnya, dengan demikian pengemasan berperan yang utama dalam mempertahankan bahan pangan dalam keadaan bersih dan higienis (Supardi dan Sukamto, 1999).

Mikroorganisme tersebar luas di alam dan sebagai akibatnya produk pangan jarang sekali yang steril, tetapi umumnya tercemar oleh berbagai jenis mikroorganisme. Pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan dapat mengakibatkan perubahan fisik atau kimia yang tidak diinginkan, sehingga bahan pangan tersebut tidak layak dikonsumsi. Pengawetan pangan merupakan usaha untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme pada bahan pangan. Untuk dapat tumbuh dan berfungsi secara normal, mikroorganisme

membutuhkan sumber energi, sumber nitrogen, vitamin, mineral dan faktor pertumbuhan lainnya. Komponen-komponen tersebut diperoleh mikroba dari bahan pangan, sehingga makanan menjadi rusak. Untuk pertumbuhannya, kapang mempunyai kebutuhan zat gizi yang paling minimal, diikuti dengan khamir, kemudian bakteri gram negatif, sedangkan bakteri gram positif mempunyai kebutuhan zat gizi yang paling lengkap.

Pengolahan/pengawetan dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya dengan pendinginan, penggaraman, pengeringan, pengasapan, fermentasi, dan pengalengan/pengemasan. Pengemasan bahan pangan adalah suatu cara pengolahan/pengawetan dengan memasukkan bahan pangan ke dalam suatu wadah berupa kemasan yang ditutup rapat untuk menyelamatkan bahan makanan dari proses pembusukan oleh mikroba. Wadah dipilih untuk kemasan makanan karena sifatnya yang kedap udara, relative ringan, mudah dibentuk, digunakan sebagai pengemas pada produk aseptik (bebas infeksi). Dasar pengawetan/pengolahan bahan pangan adalah mempertahankan kesegaran, tekstur dan mutu bahan pangan. Pengawetan/pengolahan bahan pangan bertujuan untuk menghambat atau membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan pembusukan dan kerusakan. Kemasan dapat mencegah bahan pangan yang ada di dalamnya bebas dari kontaminan mikroba, serangga atau bahan asing lain karena dikemas secara *hermetis*, dapat mencegah perubahan kadar air bahan pangan yang tidak diinginkan kemasan dapat mencegah penyerapan oksigen, gas-gas lain, bau-bauan dan partikel- partikel radioaktif yang terdapat di atmosfer. Bahan pangan kemasan dapat mencegah perubahan warna oleh karena reaksi fotokimia dari cahaya.

Pada makalah ini akan dibahas mengenai aspek mikrobiologi pada produk makanan. Artinya aspek-aspek yang mempengaruhi keberadaan mikroba, tanda-tanda kerusakan yang diakibatkan oleh mikroba kontaminan, jenis-jenis mikroba kontaminan, yang berhubungan dengan akibat yang ditimbulkan oleh karena keberadaan mikroba dalam suatu produk bahan makanan serta tingkat resiko yang ditimbulkan bagi kesehatan manusia.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1. Penyebab Keberadaan Mikroba Dalam Kemasan.

Kasus keracunan makanan sering terjadi di berbagai lingkungan. Peralatan dan bahan yang akan digunakan harus higienis dan terhindar dari paparan debu dari jalan yang padat lalu lintas. Sebagian besar keracunan makanan terjadi karena bakteri yang masuk dan menginfeksi tubuh.

2.2. Gejala Keracunan Makanan kemasan

Gejala keracunan makanan kemasan beberapa di antaranya:

- **Masalah Penglihatan**

Gejala botulisme yang umum dan dapat dikenali dengan mudah adalah terjadinya masalah penglihatan, terlebih bila mengalami penglihatan buram atau berbayang, gejala lain dari mata, yaitu kelopak mata yang tampak menurun.

- **Perubahan yang Signifikan pada Sistem Saraf**

Kelemahan otot, berbicara cadel, dan kesulitan menelan terjadi karena racun dari bakteri penyebab botulisme telah menginfeksi sistem saraf. Ketika botulisme menyerang saraf, akan melemahkan tonus otot di seluruh tubuh, dimulai dari bahu, lengan, paha, betis, dan berakhir di kaki. Apabila kelemahan otot ini diabaikan dan botulisme tidak diobati, dapat mengalami kelumpuhan.

- **Mulut dan Saluran Pencernaan**

Pada saluran pencernaan, gejala yang muncul adalah mual, muntah, dan sakit perut. Oleh karena itu, harus memastikan bahwa semua makanan yang hendak dikonsumsi telah benar-benar bersih, dipilih dari bahan yang terjamin kualitasnya, dan dimasak sampai matang.

2.3. Kerusakan Mikrobiologis Makanan Kemasan

Kerusakan mikrobiologis makanan kemasan disebabkan oleh bakteri aerob dan anaerob pembentuk gas. Bakteri anaerob pada makanan dalam kemasan adalah *Clostridium* (Volk 1988). Bakteri *Clostridium* adalah bakteri yang dapat hidup pada ruang hampa tanpa oksigen karena bakteri ini bersifat anaerob, sehingga dapat bertahan pada kemasan yang tertutup rapat tanpa udara. Selain itu, bakteri *Clostridium* ini juga dapat bertahan pada suhu tinggi dan tidak mati pada saat proses pemanasan (sterilisasi). Pengkontaminasian bakteri pada ikan-ikan dalam kemasan dapat terjadi karena kurangnya kesempurnaan dalam pengolahan. Kurangnya suhu dan waktu pemanasan dapat memberi peluang bagi pertumbuhan mikroba. Namun keberadaan bakteri pada ikan dalam kemasan dapat ditekan dengan mematikan atau menghambat pertumbuhan bakteri. Seperti suhu dan waktu pemanasan yang pas, memberikan pengasaman di bawah 4,6 karena germinasi spora *Clostridium botulinum* dapat dihambat pada pH di bawah 4,6. Selain itu, pengurangan kadar air ikan juga dapat menghambat germinasi spora, pengisian kemasan dengan ukuran yang pas, serta penggaraman dapat menghambat germinasi spora *Clostridium botulinum* (Hariyadi, P, F. Kusnandar, dan N. Wulandari 2006)

Proses *exhausting* ini merupakan proses untuk membuang udara yang terdapat pada *head space* (ruang antar tutup botol dengan permukaan isi), sehingga dapat mencegah terjadinya perubahan warna dan kontaminasi mikroba aerob. *Exhausting* juga bertujuan untuk memperkecil terjadinya korosi pada kemasan dan menghilangkan kontaminasi. Proses *exhausting* yaitu memanaskan botol beserta isinya sehingga mencapai *cold point*, yaitu titik menerima panas mencapai 70°C. Selain itu, botol langsung ditutup rapat, pentupan kemasan dilakukan secara hermetis udara dari luar tidak dapat masuk ke dalam kemasan sehingga terbentuk keadaan yang semakin tidak nyaman untuk pertumbuhan bakteri anaerob tersebut.

2.4. Bakteri Penyebab Busuk pada Produk Makanan Berasam

Kerusakan mikrobiologi makanan kemasan dapat dibedakan atas dua kelompok, yaitu (1) tidak terbentuk gas, dan (2) terbentuk gas. Salah satu contoh kerusakan makanan kemasan yang disebabkan oleh mikroba yang tidak membentuk gas misalnya kerusakan “*flat sour*” (busuk asam tanpa gas), kemasan terlihat normal tetapi produk di dalamnya menjadi asam. Bakteri penyebab kerusakan ini misalnya *Bacillus stearothermophilus* yang dapat tumbuh pada makanan berasam rendah seperti produk sosis, bakso, kornet, opor ayam, tuna kemasan dan *Bacillus coagulans* pada makanan asam seperti pickle.

Kerusakan makanan kemasan berasam tinggi dengan pH < 4 biasanya disebabkan mikroba jenis mikrokoki, bakteri batang tidak berspora, kapang dan khamir. Mikroba tersebut biasanya tidak tahan panas, kontaminasi biasanya disebabkan kebocoran kemasan. Menurut Fardiaz (1993) bahwa bahan makanan dalam bentuk kemasan yang sudah *expire* dan belum *expire* perlu dilakukan analisis mikrobiologi untuk mengetahui bahan makanan tersebut apakah masih layak dikonsumsi atau tidak. Bau busuk asam yang disebabkan oleh pembentukan asam oleh beberapa bakteri pembentuk spora yang tergolong *Bacillus*. Tanda-tanda kerusakan makanan kemasan rendah (pH > 4,0). Bau busuk asam (*flat sour*), disebabkan oleh bakteri termofil (*Bacillus stearothermophilus*) yang ditandai dengan kemasan datar, kemungkinan kehilangan vakum selama penyimpanan kenampakan tidak berubah, pH menurun (asam), bau agak menyimpang, kadang-kadang cairan menjadi keruh. Kerusakan makanan kemasan asam (pH 3,7 – 4,0) busuk asam misalnya pada sari buah tomat, disebabkan oleh golongan termofil (*Bacillus thermoacidurans*, *Bacillus coagulans*) kemasan datar, sedikit perubahan vakum sedikit perubahan pH, bau dan *flavor* menyimpang.

2.5. Bakteri Penyebab Kebusukan Sulfida

Kerusakan mikrobiologi yang tergolong akibat bakteri tanpa menghasilkan gas ditandai dengan adanya pembentukan warna hitam. Warna ini disebabkan oleh tumbuhnya

bakteri pembentuk spora yang bersifat termofilik, misalnya *Clostridium nigrificans* (anaerobic) dan *Bacillus betanigrificans* (anaerobic fakultatif). Kedua bakteri tersebut bersifat proteolitik dan memproduksi H₂S sehingga makanan kemasan menjadi busuk dan berwarna hitam. Warna ini sebagai hasil reaksi antara sulfida dengan besi. Hydrogen sulfida dapat larut dalam produk, oleh karena itu biasanya tidak terjadi penggembungan kemasan.

Secara kimia, perubahan warna bisa disebabkan oleh pecahnya senyawa protein (pada makanan dengan kandungan protein tinggi, seperti kornet) dalam proses sterilisasi, kemudian bereaksi dengan logam kemasan dan membentuk senyawa besi anorganik. . Bakteri ini paling tahan panas dan dapat hidup pada kondisi anorganik (tanpa oksigen). Botulinin, sang racun dilaporkan sangat mematikan. Tanda-tanda keracunan botulinin antara lain tenggorokan menjadi kaku, mata berkunang-kunang, dan kejang-kejang yang membawa kematian karena sukar bernafas. Untungnya racun botulinin peka terhadap pemanasan. Biasanya bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik pada produk pH rendah seperti pada buah, sari buah, buah, dan sayuran. Tetapi Pemanasan produk ber-pH tinggi seperti pada produk daging ikan, pemanasan ringan sebelum dikonsumsi membantu pencegahan keracunan botulinin.

Pada produk kemasan patogen, semua mikroba patogen (penyebab penyakit) dan perusak (penyebab pembusukan) dihilangkan. Produk selanjutnya ditutup dengan teknologi khusus yakni penutupan sempurna hingga tidak dapat dilalui oleh udara, gas, dan uap air. Pada kondisi tertutup rapat seperti ini mikroba tak dapat masuk ke dalam produk. Kondisi kedap juga membuat perusakan oleh oksidasi dan sinar dapat dihindari. Ingatlah sinar dan oksidasi bisa mempercepat kerusakan produk. Itulah sebabnya walau tanpa penambahan pengawet, tidak disimpan di tempat dingin, atau perlakuan khusus lainnya, produk dapat disimpan dalam jangka waktu lama tanpa mengalami kerusakan (awet).

3. METODE

Metode penulisan adalah metode deskriptif yaitu penelusuran pustaka/studi literatur melalui berbagai media yaitu pengumpulan berbagai buku dan jurnal yang berhubungan dengan pembahasan serta melakukan download dari internet. Penyuluhan kepada responden dalam bentuk ceramah terbuka dan diskusi/sharing materi yang membahas tentang keracunan makanan oleh mikroba, aspek penyebab, cara pencegahan dan bahaya yang ditimbulkan akibat keracunan makanan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.1. Mikrobiologi Pangan

Mikrobiologi pangan terdiri dari bakteri dan jamur. Bakteri terdiri dari bakteri yang menguntungkan dan bakteri yang merugikan sedangkan jamur terdiri dari kapang dan khamir.

4.1.a. Bakteri Menguntungkan

Sejauh ini kita selalu beranggapan jika bakteri itu merupakan penyebab penyakit yang sangat berbahaya. Disamping dapat menyebabkan penyakit, bakteri juga dapat dimanfaatkan untuk kehidupan. Bakteri *Escherichia coli* berperan untuk pembusukan makanan, *Rhizobium leguminosarum* berfungsi mengikat nitrogen, *Lactobacillus bulgaricus* bermanfaat untuk pembuatan Yogurt, *Acetobacter Xilinum* bermanfaat untuk pembuatan nata de coco, *Lactobacillus casei* bermanfaat untuk pembuatan keju, *Methanobacterium* bermanfaat pembuatan biogas dan *Streptomyces griceus* bermanfaat untuk pembuatan antibiotik Streptomisin.

4.1.b. Bakteri yang bermanfaat dalam bidang Pangan, Pertanian dan Perkebunan:

Sebagian besar bakteri bermanfaat bagi manusia. Bakteri pemurni nitrogen memungkinkan tanaman mendapatkan nitrat yang perlu untuk sintesis protein. Bakteri pengurai melepaskan amonia dan nitrat dari materi organik yang mati ke tanah. Bakteri yang hidup di usus manusia mensintesis beberapa vitamin dan membantu sintesis enzim

pencernaan tertentu. Pabrik cuka, aseton, butanol, asam laktat, dan vitamin tertentu tergantung pada bakteri dalam proses produksi produk ini. Pembuatan lena dan rami adalah proses dimana bakteri dipakai untuk mencerna senyawa pektin yang mengikat serabut selulosa dapat dibuat sebagai linen, kain dan tali. Bakteri juga bermanfaat dalam penyiapan kulit untuk pakaian kulit dan pembersihan tembakau. Pabrik produk susu menggunakan bakteri untuk memasak keju dan meningkatkan cita rasa keju tertentu seperti keju Swiss. Petani tergantung pada bakteri pada fermentasi silase yang dipakai untuk makanan ternak. Industri farmasi menghasilkan antibiotik seperti bakteri *aueromycin*, *teramycin* dan *streptomycin* dari bakteri juga.

4.1.c. Bakteri Bermanfaat untuk Memulihkan dan Mengatur Usus

Jenis bakteri bakteri *Lactobacillus acidophilus* dan *L. bifidobacteria* (bifidus). Bakteri ini juga dapat berfungsi sebagai eliminasi racun karena mampu menonaktifkan senyawa racun seperti nitrat yang dihasilkan oleh mikroorganisme lain dan makanan, sebagai pelindung sistem imun (kekebalan tubuh) karena bakteri *Lactobacillus acidophilus* dan *L. bifidobacteria* mampu merangsang pembentukan antibodi yang mencegah kelebihan pertumbuhan bakteri berbahaya, mencegah timbulnya infeksi saluran kemih, meningkatkan perlindungan terhadap patogen, virus dan bakteri jahat, memulihkan keseimbangan usus setelah pemberian antibiotik, kemoterapi, mencegah pembentukan gas akibat pembusukan dan peragian.

4.2. Bakteri Merugikan

Bakteri patogen yang membahayakan kesehatan manusia, di antaranya:

Escherichia coli merupakan mikroflora alami yang terdapat pada saluran pencernaan manusia dan hewan. Beberapa galur *E. coli* yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia adalah *enterotoksigenik*, *enterohaemorrhagik*, *enteropatogenik*, *enteroinvasif*, dan *enteroagregatif*. *Enterotoksigenik E. coli* merupakan penyebab diare. *Enterohaemorrhagic E. coli* 0157:H7 akhir-akhir ini diketahui merupakan bakteri patogen penyebab foodborne diseases. Kontaminasi enterohaemorrhagic *E. coli* 0157:H7 yang banyak ditemukan pada sayuran dapat terjadi akibat penggunaan kotoran sapi sebagai pupuk.

Salmonella bersifat patogen pada manusia dan hewan lainnya, dan dapat menyebabkan demam enterik dan gastroenteritis. Diketahui terdapat 200 jenis dari 2.300 serotip *Salmonella* yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia.

Shigella merupakan bakteri patogen di usus manusia dan primata penyebab shigellosis (disentri basiler). Makanan yang sering terkontaminasi *Shigella* adalah salad, sayuran segar (mentah), susu dan produk susu, serta air yang terkontaminasi. Sayuran segar yang tumbuh pada tanah terpolusi dapat menjadi faktor penyebab penyakit, seperti disentri basiler atau shigellosis yang disebabkan oleh *Shigella*. Menurut USFDA (1999), diperkirakan 300.000 kasus shigellosis terjadi di Amerika Serikat setiap tahun.

Clostridium botulinum merupakan bahaya utama pada makanan kemasan karena dapat menyebabkan keracunan botulinin. Tanda-tanda keracunan botulinin antara lain tenggorokan kaku, mata berkunang-kunang, dan kejang-kejang yang menyebabkan kematian karena sukar bernapas. Biasanya bakteri ini tumbuh pada makanan kemasan yang tidak sempurna pengolahannya atau pada kemasan yang bocor, sehingga makanan di dalamnya terkontaminasi udara dari luar.

1.Botulinin merupakan sebuah molekul protein dengan daya keracunan yang sangat kuat. Satu mikrogram botulinin sudah cukup mematikan manusia. Untungnya karena merupakan protein, botulinin bersifat termolabil dan dapat dinaktifkan dengan pemanasan pada suhu 80 derajat Celsius selama 30 menit. Garam dengan konsentrasi 8 persen atau lebih serta pH 4,5 atau kurang dapat menghambat pertumbuhan *C. botulinum*, sehingga produksi botulinin dapat dicegah.

2. *Pseudomonas cocovenenans* Senyawa beracun yang dapat diproduksi oleh *Pseudomonas cocovenenans* adalah toksoflavin dan asam bongkrek. Kedua senyawa beracun tersebut diproduksi di dalam tempe bongkrek, suatu tempe yang dibuat dengan bahan baku utama ampas kelapa. Asam bongkrek bersifat sangat fatal dan biasanya merupakan penyebab kematian. Hal ini disebabkan toksin mengganggu metabolisme glikogen dengan memobilisasi glikogen dari hati, sehingga terjadi hiperglikemia yang kemudian berubah menjadi hipoglikemia. Penderita hipoglikemia biasanya meninggal empat hari setelah mengonsumsi tempe bongkrek yang beracun.

Pencegahan kerusakan mikrobiologis akibat bakteri dapat ditempuh dengan jalan:

- Mencegah terjadinya kontaminasi dengan menjalankan cara produksi pangan yang baik (CPPB);
- Mencegah pertumbuhan mikroba dengan kontrol suhu, kadar air, pH, kontrol oksigen dan penggunaan BTP pengawet;
- Eliminasi mikroba dengan sterilisasi uap panas, filtrasi mikroba, iradiasi.
- Lima kunci keamanan pangan dari WHO: Jagalah kebersihan seperti cucilah tangan sebelum mengolah pangan dan sesering mungkin selama mengolah pangan; Pisahkan pangan mentah dan pangan matang seperti simpan pangan dalam wadah untuk menghindari kontak antara pangan matang dan mentah; Makanan dimasak dengan benar pada suhu 70 derajat celsius agar bakteri hilang sehingga aman untuk dikonsumsi; Jagalah pangan pada suhu aman; Gunakan air dan bahan baku yang aman;
- Penggaraman

Penggaraman dapat memperpanjang umur simpan produk, karena garam mempunyai sifat bakteriosid (daya membunuh) dan bakteristatik (daya menghambat). Aksi Osmotik larutan garam terhadap bahan pangan disebabkan karena bahan pangan bertindak sebagai suatu membran semipermeabel itu menurunkan kadar air sehingga garam berperan untuk menghambat kegiatan bakteriologis dan enzimatis (Ilyas dan Arifudin, 1972). Menurut Rahayu, et al, (1992), garam dapat berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk patogen karena mempunyai sifat – sifat antimikroba sebagai berikut: Garam akan meningkatkan tekanan osmotik substrat; Garam menyebabkan terjadinya penarikan air dari dalam bahan pangan, sehingga aw bahan pangan akan menurun dan mikroorganisme tidak akan tumbuh; Garam mengakibatkan terjadinya penarikan air dari dalam mikroorganisme, sehingga sel akan kehilangan air dan mengalami pengerutan; Ionisasi garam akan menghasilkan ion klor yang beracun terhadap mikroorganisme; Garam dapat mengganggu kerja enzim proteolitik karena dapat mengakibatkan terjadinya denaturasi protein.

Menurut Hudaya & Daradjat (1980), ada 3 keadaan yang dapat mempengaruhi aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yaitu : pertama, lingkungan yang sangat menguntungkan bagi tersedianya zat–zat makanan untuk mikroorganisme, konsentrasi yang ideal itu yang dinamakan isotonik artinya kandungan sel bakteri mempunyai konsentrasi yang sama dengan medium sekelilingnya atau bahan makanan. Kedua, keadaan hypotonik yaitu keadaan dimana medium mempunyai kerapatan molekul yang lebih rendah daripada sel – sel jasad renik. Ketiga, keadaan hipertonic (plasmolisa) dimana medium atau bahan makanan mempunyai kerapatan molekul yang lebih besar daripada sel – sel jasad renik.

Kadar garam tinggi didalam produk fermentasi garam dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen, kecuali *Staphylococcus aureus* yang masih mungkin tumbuh pada beberapa produk dengan kadar garam agak tinggi yaitu sampai 7 – 10%. *Staphylococcus aureus* akan dihambat pertumbuhannya pada konsentrasi garam 15 – 20% dan pH dibawah 4,5 – 5, sedangkan bakteri pembentuk toksin yang berbahaya yaitu *Clostridium botulinum* tipe E yang sering ditemukan pada ikan segar dapat dihambat pertumbuhannya pada konsentrasi garam 10 – 12% dan pH dibawah 4,5. *Salmonella* akan terhambat

pertumbuhannya pada konsentrasi garam 6% (Rahayu et. al, 1992). Pada umumnya konsentrasi 10 – 15% sudah cukup untuk membunuh sebagian besar jenis – jenis bakteri, kecuali jenis “halofilik” yaitu jenis bakteri yang tahan terhadap konsentrasi garam 26,6% (Huda & Daradjat, 1980).

Kebusukan makanan kemasan dapat disebabkan oleh kapang, khamir dan bakteri. Tanda-tanda kebusukan makanan kemasan oleh mikroorganisme dapat dilihat dari: Penampakan abnormal dari kemasan (kembung, basah atau label yang luntur); Penampakan produk yang tidak normal serta bau yang menyimpang; Produk hancur dan pucat; dan keruh atau tanda-tanda abnormal lain pada produk cair.

4.3. Kerusakan oleh Kapang

Kapang mempunyai kisaran pH pertumbuhan yang luas, yaitu 1.5-11.0. Kebanyakan kapang dapat hidup pada $a_w > 0.70$. Kebusukan makanan kemasan yang disebabkan oleh kapang sangat jarang terjadi, namun dapat saja terjadi. Kebanyakan kapang tidak tahan panas sehingga adanya kapang pada makanan kemasan disebabkan oleh kurangnya pemanasan (under process) atau karena terjadi kontaminasi setelah proses. Kapang memerlukan oksigen untuk tumbuh sehingga pertumbuhan pada kemasan hanya mungkin terjadi apabila kemasan bocor.

Kapang lebih tahan asam, sehingga kapang terutama membusukkan makanan asam, seperti buah-buahan asam dan minuman asam. Kapang seperti *Byssochamys fulva*, *Talaromyces flavus*, *Neosartorya fischeri* dan lain-lain telah diketahui sebagai penyebab kebusukan minuman sari buah kemasan dan produk-produk yang mengan-dung buah. Spora kapang-kapang ini ternyata mampu bertahan pada pemanasan yang digunakan untuk mengawetkan produk tersebut. Spora kapang ini tahan terhadap pemanasan selama 1 menit pada 92°C dalam kondisi asam atau pada makanan yang diasamkan. Akan tetapi untuk mencapai konsistensi yang seperti ini, kapang tersebut memerlukan waktu untuk membentuk spora, sehingga sanitasi sehari-hari terhadap peralatan sangat penting untuk mencegah pertumbuhan kapang ini dan pembentukan sporanya. Pada umumnya kapang yang tumbuh pada makanan yang diolah dengan panas tidak menyebabkan penyakit pada manusia.

4.4. Kerusakan oleh Khamir

Khamir mempunyai kisaran pH pertumbuhan 1.5-8.5. Namun kebanyakan khamir lebih cocok tumbuh pada kondisi asam, yaitu pada pH 4-4.5, sehingga kerusakan oleh khamir lebih mungkin terjadi pada produk-produk asam. Kebanyakan khamir dapat hidup pada $a_w > 0.80$. Suhu lingkungan yang optimum untuk pertumbuhan khamir adalah 25-30°C dan suhu maksimum 35-47°C. Beberapa khamir dapat tumbuh pada suhu 0°C atau lebih rendah. Khamir tumbuh baik pada kondisi aerobik, tetapi khamir fermentatif dapat tumbuh secara anaerobik meskipun lambat. Khamir hanya sedikit resisten terhadap pemanasan, dimana kebanyakan khamir dapat terbunuh pada suhu 77°C.

Oleh karena itu, khamir dapat dengan mudah dibunuh dengan suhu pasteurisasi. Jika makanan kemasan busuk karena pertumbuhan khamir, maka dapat diduga pemanasan makanan tersebut tidak cukup atau kemasan telah bocor. Pada umumnya kebusukan karena khamir disertai dengan pembentukan alkohol dan gas CO₂ yang menyebabkan kemasan menjadi kembung. Khamir dapat membusukkan buah kemasan, jam dan jelly serta dapat menggembungkan kemasan karena produksi CO₂. Seperti halnya kapang, khamir yang tumbuh pada makanan yang diolah dengan pemanasan tidak menyebabkan penyakit pada manusia.

4.5. Kerusakan oleh Bakteri

Kebanyakan bakteri dapat hidup pada $a_w > 0.90$, sehingga kerusakan oleh bakteri terutama terjadi pada produk-produk yang berkadar air tinggi. Beberapa bakteri memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya, yang disebut bakteri aerobik. Untuk beberapa bakteri

lainnya, oksigen bersifat racun. Bakteri yang bersifat anaerobik adalah Clostridium. Ada juga bakteri yang dapat tumbuh pada kondisi tanpa dan dengan adanya oksigen. Kelompok ini disebut fakultatif anaerobik, contohnya Bacillus.

4.5.1. Bakteri Penyebab Keracunan Makanan kemasan

Jenis-jenis bakteri yang dapat menyebabkan kerusakan makanan kemasan adalah sebagai berikut:

4.5.1.a. Bakteri Termofilik

Bakteri termofilik, seperti *Bacillus stearothermophilus* menyebabkan busuk asam (flat sour) pada makanan kemasan berasam rendah dan *B. coagulans* pada makanan kemasan asam. Bakteri termofil lainnya, yaitu Clostridium thermosaccharolyticum menyebabkan penggembungan kemasan karena memproduksi CO₂ dan H₂. Kebusukan sulfida disebabkan oleh Clostridium nigrificans.

Semakin tinggi suhu pertumbuhan bakteri, resistensi terhadap pemanasan semakin tinggi, dengan demikian bakteri termofil lebih resisten terhadap pemanasan daripada bakteri mesofil. Pemanasan yang digunakan untuk membunuh spora mesofil mungkin saja tidak cukup untuk mencegah terjadinya kebusukan oleh spora termofil, kecuali jika makanan tersebut disimpan pada suhu di bawah termofil.

Untuk produk-produk makanan, seperti kacang polong, jagung, makanan bayi dan daging yang beresiko busuk karena termofil, para pengolah makanan harus ekstra hati-hati dalam mencegah terjadinya kebusukan karena germinasi dan pertumbuhan spora termofil. Bahan-bahan yang digunakan seperti gula, tepung dan rempah-rempah harus terbebas dari spora termofil. Bakteri termofil juga dapat tumbuh pada peralatan yang kontak langsung dengan makanan, sehingga makanan harus dipertahankan pada suhu 77°C atau lebih tinggi lagi untuk mencegah pertumbuhan termofil. Selain itu, produk harus segera didinginkan sampai suhu di bawah 41°C setelah sterilisasi dan menyimpan produk ini di bawah suhu 35°C. *Bacillus stearothermophilus*, *B. thermoacidurans*, dan *C. thermosaccharolyticum* merupakan anggota kelompok bakteri termofilik (50-55°C) yang lebih tahan panas dibanding *C. botulinum*. Dalam proses pengalengan, bakteri ini tidak menjadi target proses, karena suhu penyimpanan makanan kemasan umumnya di bawah suhu 30°C.

4.5.1.b. Bakteri Mesofilik Pembentuk Spora

Spesies Clostridium yang memfermentasi gula, misalnya *C. Pasteurianum* dan *C. Butyricum* memproduksi asam butirat, CO₂ dan H₂ dan menyebabkan penggembungan kemasan. Bakteri ini dapat ditemukan pada makanan kemasan asam seperti tomat, nenas dan buah pir. Spesies yang lain, seperti *C. sporogenes*, *C. putrefaciens* dan *C. botulinum* menyebabkan kebusukan sulfida dan penggembungan kemasan. Bakteri ini dapat membusukkan makanan kemasan asam rendah, seperti jagung, daging, daging unggas dan ikan. Resistensi spora *Bacillus mesofil* tidak sebesar spora termofilnya. *B. subtilis*, *B. mesentericus*, *B. polymixa* dan *B. macerans* telah dilaporkan tumbuh pada makanan kemasan asam rendah. Keberadaan bakteri ini pada makanan kemasan menunjukkan kurangnya proses pemanasan atau telah terjadi kebocoran kemasan.

4.5.1.c. Bakteri Pembentuk Non-Spora

Bila bakteri non-pembentuk spora ditemukan pada makanan kemasan, hal ini menunjukkan bahwa makanan tersebut diolah dengan pemanasan yang sangat ringan atau telah terjadi kebocoran kemasan. Bakteri yang termasuk dalam kelompok ini adalah mikrokoki dan bakteri asam laktat. Pada susu kental manis, pertumbuhan Micrococcus dapat menyebabkan susu menjadi lebih kental.

4.6. Penyebab Kebusukan Makanan kemasan oleh Bakteri.

Kebusukan makanan kemasan oleh bakteri dapat disebabkan oleh salah satu penyebab di bawah ini:

4.6.a. Incipient Spoilage

Makanan yang telah dimasukkan ke dalam kemasan sering kali dibiarkan terlalu lama sebelum disterilisasi. Kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan bakteri yang terdapat pada makanan dan menyebabkan dimulainya kebusukan. Kehilangan vakum dapat menyebabkan tekanan yang tinggi pada kemasan selama sterilisasi dan dapat menyebabkan kemasan kebocoran kemasan. Beberapa kemasan bahkan dapat pecah selama sterilisasi.

4.6.b. Kontaminasi Setelah Pengolahan

Kontaminasi setelah pengolahan terjadi karena adanya kebocoran kemasan yang disebabkan oleh penutupan yang kurang sempurna, kerusakan kemasan atau air pendingin yang terkontaminasi dalam jumlah besar. Berbagai jenis mikro-organisme, tidak hanya yang tahan panas, dapat ditemukan dalam kemasan jika kemasan mengalami kebocoran.

4.6.c. Kurang Cukup Pemanasan (Under Process)

Pemanasan untuk makanan kemasan seharusnya dapat membunuh semua mikroorganisme penyebab penyakit dan pembusuk. Pemanasan yang tidak cukup dapat disebabkan oleh tidak diikutinya waktu atau suhu yang telah ditetapkan atau tidak ditentukannya suhu dan waktu pemanasan dengan baik; kerusakan mekanik atau kesalahan manusia.

4.6.d. Kerusakan Termofilik

Proses sterilisasi makanan kemasan umumnya tidak membunuh bakteri termofilik (lihat pembahasan di atas). Apabila proses pendinginan setelah proses sterilisasi terlalu lambat atau produk disimpan pada suhu penyimpanan di atas normal dimana bakteri termofilik dapat tumbuh, maka makanan kemasan dapat rusak oleh bakteri termofilik.

4.7. Indikasi Kerusakan Makanan kemasan

Bakteri-bakteri yang ada dalam ikan kemasan itu menghasilkan CO₂, H₂, dan asam butirat yang menyebabkan penggelembungan kemasan. Oleh karena itu, indikasi kerusakan makanan kemasan yang disebabkan oleh kerusakan mikrobiologis adalah sebagai berikut: **Flat sour**; Apabila permukaan kemasan tetap datar dan tidak mengalami kerusakan apapun, tetapi produk di dalam kemasan tersebut sudah rusak dan berbau asam yang menusuk. Kerusakan ini disebabkan oleh aktivitas spora bakteri tahan panas yang tidak terhancurkan selama proses sterilisasi; **Flipper**; Apabila dilihat secara kilat, kemasan terlihat normal tanpa kerusakan. Tetapi bila salah satu ujung kemasan ditekan, maka ujung yang lain akan cembung; **Spinger**; Apabila salah satu ujung kemasan tampak rata dan normal, sedang ujung yang lainnya tampak cembung permanen. Bila bagian yang cembung ditekan, maka bagian ujung yang masih rata akan tampak cembung; **Swell**; Apabila kedua ujung kemasan sudah terlihat cembung akibat adanya bakteri pembentuk gas. Beberapa jenis mikroba dapat bertahan pada suhu panas tinggi terutama kelompok mikroba termofilik, demikian juga spora bakteri dapat bertahan pada suhu tinggi. Spora bakteri pada umumnya akan bertahan pada suhu panas tinggi dan akan berkecambah dan tumbuh pada suhu di bawahnya (Frazier, 1988; Jay, 2000; Ray, 2004).

Ada 3 hal penyebab kerusakan makanan oleh mikroba pada makanan kemasan, yakni: 1. Suhu yang tidak cukup dingin setelah proses sterilisasi atau disimpan pada temperatur tinggi sehingga memberikan kesempatan *thermophilic spore forming bacteria* berkecambah dan tumbuh. 2. Suhu pemanasan tidak cukup tinggi sehingga memberikan kesempatan pada bakteri yang tergolong mesophilic (yang hidup pada suhu 25–45°C) bertahan dan selanjutnya dapat tumbuh. 3. adanya kebocoran wadah memungkinkan mikroba yang ada lingkungan masuk ke dalam wadah (Ray, 2004) dan Jay (2000).

4.8. Jenis Mikroorganisme dan Tanda Kerusakannya

Kerusakan makanan kemasan secara fisik maupun kimia yang berkaitan dengan jenis mikroorganisme. Tipe kerusakan ditentukan oleh derajat keasaman dan kelompok mikroba

yang mengkontaminasi produk makanan tersebut. Bentuk kerusakan akan diakibatkan oleh kelompok bakteri tersebut terjadi pada makanan tergolong *low acid* (asam rendah) dengan pH > 4,6. Misalnya daging, ikan dan kacang-kacangan serta sayuran. Selain itu juga termasuk susu dan produk ternak.

4.9. Kelompok Mikroba Penyebab Kerusakan Makanan

4.9.a. *Thermofilik spore-forming bacteria* (bakteri termofilik pembentuk spora). Bakteri ini merupakan bakteri pembentuk spora yang tahan panas. Perkecambahannya terjadi pada suhu > 43°C dan tumbuh baik pada suhu >30°C (Ray, 2004). Tipe kerusakan yang ditimbulkan adalah:

-***Flat sour***, tandanya kemasan tidak menggelembung atau rata tetapi produk menjadi asam yang disebabkan oleh aktivitas *Bacillus stearothermophilus* yang bersifat *anaerob facultativ.*

-***Thermofilic Anaerobic (TA)***, tandanya kemasan menggelembung karena adanya gas dan produk menjadi asam. Pertumbuhan dan aktivitas bakteri *Clostridium thermosaccharolyticum* memproduksi sejumlah gas CO₂ dan asam sehingga menyebabkan kemasan menggelembung, selanjutnya dapat terjadi terbukanya kemasan akibat desakan gas yang diproduksi terus menerus (Frazier, 1988).

-***Sulfur stinker*** (senyawa sulfida), tandanya kemasan tetap rata tetapi produk menjadi berwarna hitam dan bau seperti telur busuk. Penyebabnya adalah bakteri *Desulfotomaculum nigrificans* yang memproduksi H₂S. Sulfur yang dihasilkan dapat bereaksi dengan besi (iron/Fe) dari kemasan terbentuk *Iron sulfida* (FeS) yang menyebabkan warna hitam pada produk makanan di dalam kemasan.

4.9.b. *Mesophilic spore-forming bacteria* (Bakteri mezophilik pembentuk spora).

Bakteri ini merupakan bakteri pembentuk spora yang tumbuh pada rentang suhu 25 – 45°C dan optimum pada suhu 37°C. Kerusakan yang diakibatkan oleh adanya bakteri kelompok ini lebih dikarenakan pemanasan yang kurang sempurna atau tidak cukup sehingga ada spora bakteri yang dapat bertahan pada suhu tersebut dapat berkecambah dan tumbuh. Ada 2 kelompok bakteri yang mendominasi yakni *Clostridium* dan *Bacillus*.

Pada kelompok *Clostridium* yang disebut *putrefactive anaerobic bacteria* ini memfermentasi karbohidrat menghasilkan asam-asam *volatile*, gas H₂ dan CO₂, sehingga kerusakan yang ditimbulkan sekaligus menjadi tanda yakni kemasan menjadi menggelembung. Bakteri yang termasuk dalam kelompok ini adalah *Clostridium pasteurianum* dan *C.butyrium* yang terkenal mengeluarkan asam butirat. Selain itu juga ada *C.sporogenum*, *C.putrefaciens*, *C.botulinum* yang memetabolisme protein menghasilkan bau busuk karena mengeluarkan senyawa bau busuk H₂S, mercaptan, indol, skatol, amonia serta gas CO₂ dan H₂. Khususnya *C. botulinum* merupakan bakteri yang sangat ditakuti karena racun yang dikeluarkan dan dapat menyebabkan kematian. Sedangkan bakteri *Bacillus* yang disebut *aerobic mesophilic spore forming bacteria* mengkontaminasi akan mengeluarkan asam dan gas CO₂. Jenisnya adalah *Bacillus subtilis* dan *B. coagulans* (Ray, 2004) serta *B. mecentericus* (Frazier, 1988). Keberadaan bakteri ini dianggap kurang penting karena merupakan bakteri aerob dan dalam keadaan vakum tidak dapat berkembang. Keberadaannya di dalam kemasan apabila kemasan mengalami kebocoran Non-spore-forming bacteria. Bakteri ini merupakan bakteri yang tidak membentuk spora, sangat resisten pada suhu yang tidak terlalu panas atau tidak tahan panas. Bakteri ini dapat menyebabkan kerusakan melalui kemasan yang mengalami kebocoran setelah proses pemanasan. Kelompok bakteri ini sangat banyak jenisnya sehingga makanan kemasan yang terkontaminasi ini dapat memiliki bentuk kerusakan yang bervariasi. Tetapi bakteri ini tidak biasa berada di dalam makanan keleng yang rendah asam.

4.9.c. Yeast (Khamir/ragi) dan Mold (Kapang)

Kelompok mikroorganisme sebenarnya tidak dapat tumbuh pada substrat atau bahan pangan yang berasam rendah atau memiliki pH tinggi. Apabila ditemukan di dalam makanan keleng berasam rendah ada dua kemungkinan yang menyebabkan seperti proses sterilisasi yang tidak baik atau disebabkan oleh pelapisan kemasan yang tidak sempurna sehingga terkontaminasi dari lingkungan luar.

Bahan Pangan Asam Tinggi (pH < 4,6)

Bentuk kerusakan diakibatkan oleh kelompok bakteri yang dapat bertahan hidup pada bahan pangan yang memiliki keasaman tinggi yakni dengan pH < 4,6, seperti buah-buahan dan produk sauerkraut, jus tomat dan sebagainya.

Kelompok mikroorganisme yang mengkontaminasi adalah:

a. Spore – forming bacteria (bakteri pembentuk spora)

Kelompok bakteri yang dapat ditemukan adalah bakteri *Bacillus thermoaciduran*, bakteri yang tidak tahan panas ekstrem tetapi tahan panas (thermofilik), aerobik. Kerusakan makanan kemasan yang disebabkan oleh kehadiran bakteri akan tampak rata dan produk menjadi sangat asam atau disebut *flat sour*. Selain itu ada yang penting kelompok yang kedua adalah bakteri *Clostridium pasteurianum* yang membentuk spora, anaerobik, bersifat sakarolitik dan memproduksi gas. Sehingga bentuk kerusakan makanan kemasan ini tampak menggelembung karena ada desakan gas.

b. Non Sporing Bacteria

Anggota kelompok enterococci seperti *Streptococcus thermophilus*, beberapa spesies *Micrococcus*, *Lactobacillus* dan *Microbacterium*. Selain juga kelompok bakteri pembentuk asam, seperti *Lactobacillus* dan *Leuconostoc* yang dapat ditemukan pada produk tomat, pear, dan buah-buahan lainnya; beberapa kelompok bakteri heterofermentatif yang memproduksi cukup gas CO₂ sehingga dapat menyebabkan penggelembungan kemasan. Demikian juga yang termasuk kelompok bakteri yang tidak membentuk gas seperti *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacteriu*

c. Yeast (khamir)

Mikroorganisme ini merupakan kelompok yang sangat tidak tahan panas atau dapat bertahan pada suhu rendah. Kehadiran khamir pada makanan kemasan disebabkan proses pengemasan yang tidak sempurna atau kemasan mengalami kebocoran.

d. Mold (Kapang).

Kapang *Byssoschlamys fulva* merupakan penyebab kerusakan yang terkenal untuk buah kemasan. Kapang tersebut akan memecah pektin yang dikandung oleh sebagian besar buah-buahan dan kadang-kadang disertai munculnya gas. Kapang ini termasuk tahan panas bila dibandingkan dengan jenis kapang yang lain. Menurut Frazier (1988), berdasarkan gas dan senyawa yang dikeluarkan oleh mikroorganisme di dalam makanan kemasan dapat disistematisasikan sebagai berikut::

1. Produksi gas (bentuk kerusakan kemasan menggelembung), terdiri dari: gas H₂ (oleh karena aspek kimia); gas CO₂, diproduksi oleh: khamir (penghasil alkohol); *Bacillus* sp (pada *cured meat*); campuran gas CO₂ dan H₂, diproduksi oleh bakteri thermofilik: Thermophilic Anaerobic : memproduksi asam; bakteri mesofilik; penghasil bau busuk (*putrid odor*) oleh bakteri *putrefactive anaerobes*; penghasil asam, yang dapat terbagi menjadi 3 macam; oleh bakteri sakarolitik anaerob yang melakukan fermentasi menghasilkan asam butirat; oleh mikroorganisme campuran (*mixed flora*) yang melakukan fermentasi menghasilkan asam; oleh bakteri *Bacillus* yang aerob (*aerobacilli*)

2. Bukan penghasil gas (bentuk kerusakan kemasan tetap rata), oleh bakteri tahan asam rendah, yang terbagi menjadi; bakteri thermofilik; bakteri mesofilik, terdiri dari bakteri penghasil asam, sehingga bentuk kerusakannya *flat sour*; bakteri asam laktat : *Lactobacilli*

(pada buah-buahan); bakteri campuran; bakteri penghasil H₂S menyebabkan warna hitam; mikroorganisme kelompok kapang (jamur/ fungi)

4.10. Akibat yang ditimbulkan Mikroba dan Tingkat Resiko

Mikroba terutama bakteri penyebab kerusakan pangan yang dapat ditemukan dimana saja baik di tanah, air, udara, di atas bulu ternak dan di dalam usus. Umumnya bakteri membutuhkan air (Available Water) yang lebih banyak dari kapang dan ragi. Sebagian besar dari bakteri dapat tumbuh dengan baik pada aw mendekati 1,00. Ini berarti bakteri dapat tumbuh dengan baik dalam konsentrasi gula dan garam yang rendah kecuali bakteri – bakteri yang memiliki toleransi terhadap konsentrasi gula dan garam yang tinggi. Media untuk sebagian besar bakteri mengandung gula tidak lebih dari 1% dan garam tidak lebih dari 0,85% (larutan garam fisiologis). Konsentrasi gula 3% – 4% dan garam 1 – 2% dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri. Bila bakteri tumbuh pada bahan pangan, bakteri dapat menyebabkan berbagai perubahan pada penampilan maupun komposisi kimia dan cita rasa bahan pangan tersebut. Perubahan yang dapat terlihat dari luar yaitu perubahan warna, pembentukan lapisan pada permukaan makanan cair atau padat, pembentukan lendir, pembentukan endapan atau kekeruhan pada minuman, pembentukan gas, bau asam, bau alkohol, bau busuk dan berbagai perubahan lainnya

4.11. Tanda Kerusakan Bahan Pangan

Suatu bahan rusak bila menunjukkan adanya penyimpangan yang melewati batas yang dapat diterima secara normal oleh panca indera atau parameter lain yang biasa digunakan. Penyimpangan dari keadaan semula tersebut meliputi beberapa hal, diantaranya: Perubahan kekenyalan pada produk-produk daging dan ikan, disebabkan pemecahan struktur daging oleh berbagai bakteri; Pembentukan lendir pada produk-produk daging, ikan, dan sayuran, yang antara lain disebabkan oleh pertumbuhan bakteri asam laktat (terutama oleh *Lactobacillus*, misalnya *L. Viredences* yang membentuk lendir berwarna hijau), *Enterococcus*, dan *Bacillus thermosphacta*. Pada sayuran pembentukan lendir sering disebabkan oleh *P. marjinalis* dan *Rhizoctonia sp*; Pembentukan asam, umumnya disebabkan oleh berbagai bakteri seperti *Lactobacillus*, *Acinebacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *proteus*, *Microrocci*, *Clostridium*, dan *enterokoki*; Perubahan bau, misalnya: Timbulnya bau busuk oleh berbagai bakteri karena terbentuknya amonia, H₂S, Indol, diamin kadaverin dan putresin; Timbulnya bau anyir pada produk-produk ikan karena terbentuknya trimetilamin (TMA) dan histamin.

4.12. Kerusakan Bahan Pangan

1. Susu dan Produk Olahannya

Susu merupakan salah satu bahan pangan yang sangat mudah rusak, karena merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri. Tanda-tanda kerusakan pada susu adalah adanya perubahan rasa susu menjadi asam, disebabkan oleh pertumbuhan bakteri pembentuk asam, terutama bakteri asam laktat dan bakteri e. coli. susu menggumpal, disebabkan oleh pemecahan protein susu oleh bakteri pemecah protein. Pemecahan protein mungkin disertai oleh terbentuknya asam atau tanpa asam. terbentuknya gas, disebabkan oleh pertumbuhan dua kelompok mikroba, yaitu bakteri yang membentuk gas H₂ (Hidrogen) dan CO₂ (karbon dioksida) seperti bakteri e. coli dan bakteri pembentuk spora, dan bakteri yang hanya membentuk CO₂ seperti bakteri asam laktat tertentu dan khamir. terbentuknya lendir, adanya perubahan rasa menjadi tengik, tumbuhnya kapang pada produk olahan susu. bau busuk, disebabkan oleh pertumbuhan bakteri pemecah protein menjadi senyawa-senyawa berbau busuk.

2. Telur dan Produk Olahannya

Telur meskipun masih utuh dapat mengalami kerusakan, baik kerusakan fisik maupun kerusakan yang disebabkan oleh pertumbuhan mikroba. Mikroba dari air, udara maupun kotoran ayam dapat masuk ke dalam telur melalui pori-pori yang terdapat pada kulit telur. Telur yang telah dipecah akan mengalami kontak langsung dengan lingkungan, sehingga

lebih mudah rusak dibandingkan dengan telur yang masih utuh. Tanda-tanda kerusakan yang sering terjadi pada telur akibat oleh bakteri adalah sebagai berikut timbulnya bintik-bintik berwarna hijau, hitam atau merah karena tumbuhnya bakteri, keluarnya bau busuk karena pertumbuhan bakteri pembusuk.

3. Ikan dan Produk Olahannya

Kerusakan pada ikan dan produk-produk ikan terutama disebabkan oleh pertumbuhan bakteri pembusuk. Tanda-tanda kerusakan pada ikan karena mikroba adalah: Adanya bau busuk karena gas amonia, sulfida atau senyawa busuk lainnya, perubahan bau busuk (anyir) ini lebih cepat terjadi pada ikan laut dibandingkan dengan ikan air tawar. terbentuknya lendir pada permukaan ikan, adanya perubahan warna, yaitu kulit dan daging ikan menjadi kusam atau pucat, adanya perubahan daging ikan menjadi tidak kenyal lagi. Daging mudah sekali mengalami kerusakan mikrobiologi karena kandungan gizi dan kadar airnya yang tinggi, serta banyak mengandung vitamin dan mineral. Kerusakan pada daging ditandai dengan perubahan bau dan timbulnya lendir. Biasanya kerusakan ini terjadi jika jumlah bakteri menjadi jutaan atau ratusan juta. Kerusakan mikrobiologi pada daging terutama disebabkan oleh pertumbuhan bakteri pembusuk.

Ciri-ciri kerusakan pada daging yang disebabkan oleh aktivitas bakteri pembusuk antara lain: Daging kelihatan kusam dan berlendir, pada umumnya disebabkan oleh bakteri dari genus Pseudomonas, Achromobacter, Streptococcus, Leuconostoc, Bacillus. Mikroccoccus; Daging berwarna kehijau-hijauan (seperti isi usus), pada umumnya disebabkan oleh bakteri dari genus Lactobacillus, dan Leuconostoc; Daging menjadi tengik akibat penguraian asam lemak, pada umumnya disebabkan oleh bakteri dari genus Pseudomonas dan Achromobacter; Perubahan bau menjadi busuki karena terjadi pemecahan protein dan terbentuknya senyawa-senyawa berbau busuk seperti ammonia, H₂S, dan senyawa lain; Perubahan rasa menjadi asam dan pahit karena pertumbuhan bakteri pembentuk asam dan senyawa pahit.

4.13. Standarisasi Keamanan Makanan kemasan.

Produk-produk makanan termasuk makanan kemasan yang beredar di Indonesia pada umumnya telah diatur dalam Standar Nasional Indonesia I (SNI).

5. KESIMPULAN

Keracunan makanan kemasan dapat disebabkan oleh kapang, khamir dan bakteri didominasi oleh bakteri. Makanan dengan pH>4.6 disebut makanan berasam rendah, dan di bawah pH 4.6 disebut makanan asam. Semakin rendah pH makanan, pemanasan yang diperlukan semakin ringan. Kebusukan karena bakteri seringkali menghasilkan kondisi kemasan yang abnormal. Penyebab kebusukan makanan kemasan adalah incipient spoilage (proses membiarkan terlalu lama makanan yang sudah dikemas sebelum disterilisasi), kontaminasi setelah proses (karena kebocoran selama pendinginan dengan air atau penanganan setelah sterilisasi), pemanasan yang tidak cukup (ketidacukupan panas pada titik terdingin), dan kebusukan termofilik (ketidacukupan pendinginan dan/atau suhu penyimpanan di atas normal).

Beberapa indikasi kerusakan makanan kemasan oleh mikroorganisme adalah flat sour, flipper, springer dan swell. Aspek mikrobiologi pada produk makanan kemasan harus menjadi perhatian oleh semua pihak baik oleh produsen makanan maupun oleh para konsumen. Syarat mutu yang diatur dalam SNI pada produk makanan yang berbeda memiliki syarat mutu aspek mikrobiologi yang berbeda, hal ini dipengaruhi oleh potensi mikroba kontaminan yang berdasarkan sifat produk pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Frazier, W.C. and Westhoff D.C., 1988, Food Microbiology, 4^{ed}, McGraw-Hill, Inc, Singapore
- Fardiaz, 1982, Mikrobiologi Pangan 1, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Jay, J.M., 2000, Modern Food Microbiology, 6^{ed}, Aspen Publishers, Inc., Gaithernburg, Maryland
- Kandel J., L. McKane, 1996, Microbiology: Essentials and Applications, 2^{ed}, McGRAW-HILL., INC., New York
- Ray, B., 2004, Fundamental Food Microbiology, 3 ed, CRC Press, Whashington DC.
- Supardi I., Sukamto, 1999, Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan, Penerbit Alumni, Bandung
- SNI 01-3834-1998, Buah-buahan kemasan, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI 01-2971-1998, Susu kental manis, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI 01-3775-1995, Corned beef dalam kemasan, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI 01-2712-1992, Corned beef dalam kemasan, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Volk dan Wheeler. 1988. *Mikrobiologi Dasar*. Edisi Kelima. Jilid I. Penerbit Erlangga Jakarta
- Hariyadi, P, F. Kusnandar, dan N. Wulandari 2006. Prinsip dan Proses Pengalengan Pangan. Sub-topik 3.2. Prinsip dan Tahapan Proses Pasteurisasi
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta