

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fermentasi

Arti kata fermentasi selama ini berubah-ubah. Kata fermentasi berasal dari Bahasa Latin "*fervere*" yang berarti merebus (*to boil*). Arti kata dari Bahasa Latin tersebut dapat dikaitkan dengan kondisi cairan bergelembung atau mendidih. Keadaan ini disebabkan adanya aktivitas ragi pada ekstraksi buah-buahan atau biji-bijian. Gelembung-gelembung karbondioksida dihasilkan dari katabolisme anaerobik terhadap kandungan gula.

Fermentasi mempunyai arti yang berbeda bagi ahli biokimia dan mikrobiologi industri. Arti fermentasi pada bidang biokimia dihubungkan dengan pembangkitan energi oleh katabolisme senyawa organik. Pada bidang mikrobiologi industri, fermentasi mempunyai arti yang lebih luas, yang menggambarkan setiap proses untuk menghasilkan produk dari pembiakan mikroorganisme.

Perubahan arti kata fermentasi sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh para ahli. Arti kata fermentasi berubah pada saat Gay Lussac berhasil melakukan penelitian yang menunjukkan penguraian gula menjadi alkohol dan karbondioksida. Selanjutnya Pasteur melakukan penelitian mengenai penyebab perubahan sifat bahan yang difermentasi, sehingga dihubungkan dengan mikroorganisme dan akhirnya dengan enzim.

Untuk beberapa lama fermentasi terutama dihubungkan dengan karbohidrat, bahkan sampai sekarang pun masih sering digunakan. Padahal pengertian fermentasi tersebut lebih luas lagi, menyangkut juga perombakan protein dan lemak oleh aktivitas mikroorganisme (Suprihatin, 2010).

2.2 Peran Mikroorganisme Dalam Teknologi Fermentasi

Fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme baik bakteri, khamir, dan kapang. Mikroorganisme yang memfermentasi bahan pangan dapat menghasilkan perubahan yang menguntungkan (produk-produk fermentasi yang diinginkan) dan perubahan yang merugikan (kerusakan bahan pangan). Dari mikroorganisme yang memfermentasi bahan pangan, yang paling penting adalah bakteri pembentuk asam laktat, asam asetat, dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol. Jenis-jenis mikroorganisme yang berperan dalam teknologi fermentasi adalah :

2.2.1 Bakteri Asam Laktat.

Dari kelompok ini termasuk bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir dari metabolisme gula (karbohidrat). Asam laktat yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan nilai pH dari lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Ini juga menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme lainnya. Dua kelompok kecil mikroorganisme dikenal dari kelompok ini yaitu organisme-organisme yang bersifat *homofermentative* dan *heterofermentative*.

Jenis-jenis homofermentatif yang terpenting hanya menghasilkan asam laktat dari metabolisme gula, sedangkan jenis-jenis heterofermentatif menghasilkan karbondioksida dan sedikit asam-asam volatil lainnya, alkohol, dan ester disamping asam laktat. Beberapa jenis yang penting dalam kelompok ini:

1. *Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris*. Semuanya ini adalah bakteri gram positif, berbentuk bulat

(*coccus*) yang terdapat sebagai rantai dan semuanya mempunyai nilai ekonomis penting dalam industri susu.

2. *Pediococcus cerevisae*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat, khususnya terdapat berpasangan atau berempat (*tetrads*). Walaupun jenis ini tercatat sebagai perusak bir dan anggur, bakteri ini berperan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.
3. *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc dextranicum*. Bakteri ini adalah gram positif berbentuk bulat yang terdapat secara berpasangan atau rantai pendek. Bakteri-bakteri ini berperanan dalam perusakan larutan gula dengan produksi pertumbuhan dekstran berlendir. Walaupun demikian, bakteri-bakteri ini merupakan jenis yang penting dalam permulaan fermentasi sayuran dan juga ditemukan dalam sari buah, anggur, dan bahan pangan lainnya.
4. *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrueckii*. Organisme-organisme ini adalah bakteri berbentuk batang, gram positif dan sering berbentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam dari pada jenis-jenis *Pediococcus* atau *Streptococcus* dan oleh karenanya menjadi lebih banyak terdapat pada tahapan terakhir dari fermentasi tipe asam laktat. Bakteri-bakteri ini penting sekali dalam fermentasi susu dan sayuran (Suprihatin, 2010).

2.2.2 Bakteri Asam Propionat

Jenis-jenis yang termasuk kelompok ini ditemukan dalam golongan *Propionibacterium*, berbentuk batang dan merupakan gram positif. Bakteri ini penting dalam fermentasi bahan pangan karena kemampuannya

memfermentasi karbohidrat dan juga asam laktat dan menghasilkan asam-asam propionat, asetat, dan karbondioksida. Jenis-jenis ini penting dalam fermentasi keju Swiss (Suprihatin, 2010).

2.2.3 Bakteri Asam asetat

Bakteri ini berbentuk batang, gram negatif dan ditemukan dalam golongan *Acetobacter* sebagai contoh *Acetobacter aceti*. Metabolismenya lebih bersifat aerobik (tidak seperti spesies tersebut di atas), tetapi peranannya yang utama dalam fermentasi bahan pangan adalah kemampuannya dalam mengoksidasi alkohol dan karbohidrat lainnya menjadi asam asetat dan dipergunakan dalam pabrik cuka (Suprihatin, 2010).

2.2.4 Khamir

Khamir sejak dulu berperan dalam fermentasi yang bersifat alkohol dimana produk utama dari metabolismenya adalah etanol. *Saccharomyces cerevisiae* adalah jenis yang utama yang berperan dalam produksi minuman beralkohol seperti bir dan anggur dan juga digunakan untuk fermentasi adonan dalam perusahaan roti (Suprihatin, 2010).

2.2.5 Kapang

Kapang jenis-jenis tertentu digunakan dalam persiapan pembuatan beberapa macam keju dan beberapa fermentasi bahan pangan Asia seperti kecap dan tempe. Jenis-jenis yang termasuk golongan *Aspergillus*, *Rhizopus*, dan *Penicillium* sangat penting dalam kegiatan tersebut (Suprihatin, 2010).

Dalam proses fermentasi, mikroorganisme harus mempunyai 3 (tiga) karakteristik penting. yaitu :

1. Mikroorganisme harus mampu tumbuh dengan cepat dalam suatu substrat dan lingkungan yang cocok untuk memperbanyak diri.
2. Mikroorganisme harus memiliki kemampuan untuk mengatur ketahanan fisiologi dan memiliki enzim-enzim esensial yang mudah dan banyak supaya perubahan-perubahan kimia yang dikehendaki dapat terjadi.
3. Kondisi lingkungan yang diperlukan bagi pertumbuhan harus sesuai supaya produksi maksimum.

Berdasarkan sumber mikroorganisme, proses fermentasi dibagi 2 (dua) yaitu:

1. fermentasi spontan adalah fermentasi bahan pangan dimana dalam pembuatannya tidak ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi, tetapi mikroorganisme yang berperan aktif dalam proses fermentasi berkembang baik secara spontan karena lingkungan hidupnya dibuat sesuai untuk pertumbuhannya, dimana aktivitas dan pertumbuhan bakteri asam laktat dirangsang karena adanya garam, contohnya pada pembuatan sayur asin.
2. fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang terjadi dalam bahan pangan yang dalam pembuatannya ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi, dimana mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan berkembangbiak secara aktif merubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan, contohnya pada pembuatan tempe dan oncom (Suprihatin, 2010).

2.3 Susu Fermentasi

Susu memerlukan penanganan yang baik, tepat, cepat agar susu tidak cepat rusak dan busuk. Salah satu cara yang dilakukan agar mutu susu terjaga dan aman dikonsumsi, serta memiliki cita rasa yang enak adalah dengan memfermentasinya dengan bakteri pembentuk asam seperti *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* dan *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium nifantis*, *Lactobacillus reuteri* dan *Lactobacillus acidophilus*. Fermentasi dapat menggunakan bakteri *Streptococcus*, *Pedrococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*.

Susu fermentasi merupakan salah satu produk susu yang berkonsistensi gel seperti fla custard dengan rasa dan aroma khas. Susu fermentasi dikenal dengan berbagai nama seperti yoghurt, yogur, yourt, yaort, yaourti atau yaghourt, dengan penulisan bervariasi, ada yang mengganti huruf Y dengan J. Kata yoghurt berasal dari bahasa Turki jugurt. Yogurt merupakan makanan tradisional di negara Balkan dan Timur Tengah.

Di wilayah kekuasaan bekas Uni Soviet terdapat lebih dari 200 jenis susu fermentasi seperti prostokvaska, caucasian kefir, matsum, syuzma dan lain-lain. Di Arab Saudi dikenal nama torba dan kurut, di Irak dikenal leben dan kuskuk dan di Iran disebut daough dan kash, di Libanon dinamakan laba, jamit dan rawbah. Selanjutnya villa dan vellia dari Finlandia sedangkan yoghurt, bugaria milk dari Eropa Timur. Produk susu fermentasi dari Asia adalah koumis, shubat, dahi, dadih dan lain-lain.

Produk susu fermentasi yang umum dikonsumsi oleh masyarakat adalah, yoghurt, yakult juga kefir, dengan bahan baku susu sapi. Yakult dibuat dengan starter bakteri *Lactobacillus casei* adapun yoghurt dengan starter bakteri

Streptococcus thermophilus dan *Lactobacillus bulgaricus* yang diinokubasi pada suhu 43°C selama kurang lebih 4 jam dengan perbandingan susu dengan starter adalah 1: 1.

Proses fermentasi susu menghasilkan produk dengan flavor yang disukai serta tekstur lembut. Komponen susu yang paling berperan selama proses fermentasi adalah laktosa dan kasein. Laktosa digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber karbon dan energi dengan hasil metabolismentya adalah asam laktat yang menyebabkan pH susu turun. Suasana asam (pH rendah) menyebabkan keseimbangan kasein terganggu dan pada titik isoelektrik (pH = 4.6), kasein akan menggumpal membentuk koagulan sehingga terbentuk susu semi padat. Pada kondisi tersebut kasein susu bermuatan negatif sedangkan molekul asam laktat selama proses fermentasi bermuatan positif. Persinggungan antara kasein dan asam laktat menyebabkan terjadinya proses netralisasi sehingga kasein mengendap.

Ada empat manfaat yang diperoleh dari fermentasi susu yaitu sebagai pengawet alami, meningkatkan nilai gizi, mendapatkan rasa dan tekstur yang disukai serta meningkatkan variasi makanan. Susu fermentasi juga digunakan sebagai minuman untuk tujuan diet (dietetic purpose) dan pengobatan (therapeutic purpose).

Produk pangan dari bakteri asam laktat ternyata memenuhi status GRAS (Generally Recognize As Safe). Di Amerika Serikat, produk pangan asal fermentasi bakteri asam laktat diakui mempunyai efek yang baik untuk kesehatan, karena menghasilkan komponen metabolit yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen, menurunkan kadar kolesterol, anti mutagenik dan anti karsinogenik serta memperbaiki sistim kekebalan tubuh (Sunarlim, 2009).

2.4 Sterilisasi

Perlakuan sterilisasi diperlukan dalam melaksanakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi mikroorganisme tertentu tanpa ada pengaruh mikroorganisme indigenous. Metode utama sterilisasi adalah (1) Metode fisik, misalnya metode sterilisasi dengan panas, meliputi penggunaan panas lembab (autoklaf/ uap bertekanan dan uap langsung), dan penggunaan panas kering (oven/ udara panas dan pembakaran, (2) Metode kimia yaitu dengan menggunakan agen-agen kimia misalnya metil bromide, dan formaldehida.

Untuk kebanyakan benda, panas merupakan metode sterilisasi yang paling praktis dan efisien. Jumlah panas yang diperlukan untuk mematikan berbeda dari satu organisme ke organisme lain, yang harus diperhatikan adalah banyaknya panas (suhu) yang harus dipergunakan dan lamanya waktu yang diperlukan benda yang disterilkan untuk dipanaskan pada suhu tertentu (Cahyani, 2009).

2.5 Autoklaf

Autoclave adalah alat pemanas tertutup yang digunakan untuk mensterilisasi suatu benda menggunakan uap bersuhu dan bertekanan tinggi (121°C, 15 lbs) selama kurang lebih 15 menit. Penurunan tekanan pada autoklaf tidak dimaksudkan untuk membunuh mikroorganisme, melainkan meningkatkan suhu dalam autoklaf. Suhu yang tinggi inilah yang akan membunuh mikroorganisme. Autoklaf terutama ditujukan untuk membunuh endospora, yaitu sel resisten yang diproduksi oleh bakteri, sel ini tahan terhadap pemanasan, kekeringan, dan antibiotik. Pada spesies yang sama, endospora dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang dapat membunuh sel vegetatif bakteri tersebut. Endospora dapat dibunuh pada

suhu 100°C, yang merupakan titik didih air pada tekanan atmosfer normal. Pada suhu 121°C, endospora dapat dibunuh dalam waktu 4-5 menit, dimana sel vegetatif bakteri dapat dibunuh hanya dalam waktu 6-30 detik pada suhu 65°C.

Perhitungan waktu sterilisasi autoklaf dimulai ketika suhu di dalam autoklaf mencapai 121°C. Jika objek yang disterilisasi cukup tebal atau banyak, transfer panas pada bagian dalam autoklaf akan melambat, sehingga terjadi perpanjangan waktu pemanasan total untuk memastikan bahwa semua objek bersuhu 121°C untuk waktu 10-15 menit. Perpanjangan waktu juga dibutuhkan ketika cairan dalam volume besar akan diautoklaf karena volume yang besar membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai suhu sterilisasi. Performa autoklaf diuji dengan indikator biologi, contohnya *Bacillus stearothermophilus* (Pitaloka, 2014).

Terdapat tiga jenis autoklaf, yaitu gravity displacement, prevacuum atau high vacuum, dan steam-flush pressure-pulse. Perbedaan ketiga jenis autoklaf ini terletak pada bagaimana udara dihilangkan dari dalam autoklaf selama proses sterilisasi.

1. Gravity Displacement Autoclave

Udara dalam ruang autoklaf dipindahkan hanya berdasarkan gravitasi. Prinsipnya adalah memanfaatkan keringanan uap dibandingkan dengan udara, sehingga udara terletak di bawah uap. Cara kerjanya dimulai dengan memasukkan uap melalui bagian atas autoklaf sehingga udara tertekan ke bawah. Secara perlahan, uap

mulai semakin banyak sehingga menekan udara semakin turun dan keluar melalui saluran di bagian bawah autoklaf, selanjutnya suhu meningkat dan terjadi sterilisasi. Autoklaf ini dapat bekerja dengan cakupan suhu antara 121-134°C dengan waktu 10-30 menit (Pitaloka, 2014).

2. Prevacuum atau High Vacuum Autoclave

Autoklaf ini dilengkapi pompa yang mengevakuasi hampir semua udara dari dalam autoklaf. Cara kerjanya dimulai dengan pengeluaran udara. Proses ini berlangsung selama 8-10 menit. Ketika keadaan vakum tercipta, uap dimasukkan ke dalam autoklaf. Akibat kevakuman udara, uap segera berhubungan dengan seluruh permukaan benda, kemudian terjadi peningkatan suhu sehingga proses sterilisasi berlangsung. Autoklaf ini bekerja dengan suhu 132-135°C dengan waktu 3-4 menit (Pitaloka, 2014).

3. Steam-Flush Pressure-Pulse Autoclave

Autoklaf ini menggunakan aliran uap dan dorongan tekanan di atas tekanan atmosfer dengan rangkaian berulang. Waktu siklus pada autoklaf ini tergantung pada benda yang disterilisasi (Pitaloka, 2014).

2.6 Kacang Polong

Kacang polong adalah jenis kacang berkulit lunak (peas). Kacang polong merupakan isian dari ercis. Kacang polong berbentuk bulat,

berkerucut, dan berwarna hijau. Kacang polong bertekstur tidak terlampau keras sehingga sering digunakan didalam masakan. Kacang polong banyak digunakan untuk masakan Eropa dan menjadi salah satu sumber makanan di negara barat. Kacang polong merupakan sayuran yang tahan lama dan reaktif instan. Oleh sebab itu, kacang polong banyak dijual dalam keadaan mentah segar, baik kupasan atau masih berkulit, dan mentah beku. Tidak hanya itu, kacang polong juga dijual dalam keadaan matang sebagai kudapan. Kacang polong baik dikonsumsi terutama untuk anak-anak sebagai penunjang perkembangan dan pertumbuhan.

Kandungan kacang polong antara lain protein nabati, vitamin B kompleks, zat besi, vitamin C, dan asam folat. Kacang polong merupakan penyuplai protein nabati terbesar dibanding jenis sayuran lainnya sehingga banyak digunakan untuk diet para atlet. Kacang polong juga mengandung beta karoten yang baik untuk mata. Kacang polong juga menjadi katalisator penyerapan zat besi dalam tubuh. Penyajian kacang polong dengan sayuran lain mampu membantu meningkatkan hemoglobin dalam darah.

Kacang polong biasanya disajikan dalam sup atau tumisan. Kacang polong juga dapat dimakan tanpa dicampur apapun setelah direbus. Kacang polong juga dapat dipanggang hingga garing dan renyah sebagai kudapan sehat dibanding kacang tanah atau kacang koro (Soedomo, 2006).

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsda
Ordo : Fabales
Famili : Fabaceae
Subfamily : Faboideae

Bangsa : Viciaeae

Genus : *Pisum*

Spesies : *P. satiyum* (Soedomo, 2006)