

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Fermentasi**

Fermentasi merupakan proses pengawetan dengan mengubah senyawa organik menjadi senyawa yang sederhana dengan bantuan enzim mikroba khususnya (Razak & Muntikah, 2017). Bakteri asam laktat banyak digunakan dalam industri pangan, seperti berbagai ragam fermentasi daging, sayuran, susu, roti, atau produk bakeri (Rahmadi *et al.*, 2002). Selama proses fermentasi senyawa fenolik bioaktif meningkat dan aktivitas antioksidan juga meningkat (Hur *et al.*, 2014).

Proses fermentasi yang baik, memperhatikan beberapa faktor karena faktor-faktor tersebut memengaruhi aktivitas dari agen-agen biologis, diantaranya meliputi suhu, pH dan waktu fermentasi. Syarat fermentasi menurut Razak & Muntikah (2017), yaitu mikroorganisme untuk fermentasi (kapang, khamir dan bakteri). Terdapat lingkungan yang sesuai untuk berkembang, misalnya Makanan (zat gizi) yang sesuai, pH, aktivitas air dan temperatur yang sesuai. Kemudian syarat selanjutnya yaitu mikroba tersebut memang tumbuh dan berkembang.

- a. Asam. Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika oksigen cukup jumlahnya dan kapang dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung terus, maka daya awet dari asam tersebut akan hilang dan mikroba proteolitik dan lipolitik dapat berkembang biak.
- b. Alkohol. Ketika proses fermentasi terjadi maka alkohol akan terbentuk dengan memperhatikan kandungan gula dalam bahan pangan, macam ragi, suhu fermentasi dan jumlah oksigen. Konsentrasi kandungan alkohol agar dapat digunakan sebagai pengawet harus mencapai konsentrasi 20%.
- c. Mikroba. Fermentasi dapat terjadi dengan bantuan mikroba khususnya kultur yang murni. Kultur ini dapat digunakan untuk berbagai fermentasi dan biasa disimpan dalam keadaan beku atau kering dengan harapan hasil fermentasi mempunyai cita rasa yang standar.
- d. Suhu. Suhu jarang menentukan jenis mikroba yang akan berperan pada saat proses fermentasi berlangsung.

- e. Oksigen. Oksigen sangat diperlukan selama proses fermentasi berlangsung dan kadarnya harus diperhatikan karena setiap mikroba kebutuhan akan jumlah oksigen sangat berbeda dalam pertumbuhan dan pembentukan sel yang baru.
- f. Garam. Mikroba dapat dibedakan berdasarkan ketahanannya terhadap garam. Beberapa mikroba proteolitik dan penyebab kebusukan tidak toleran pada konsentrasi garam 2,5% dan tidak toleran terhadap kombinasi asam dan garam. Keunggulan pengawetan makanan dengan cara fermentasi menurut Razak dan Muntikah (2017) mempunyai nilai gizi yang tinggi daripada bahan baku aslinya, daya cerna tinggi (degradasi makro-molekul oleh sel bakteri), mempunyai cita rasa yang khas umumnya disukai, beberapa produk punya daya tahan yang lebih baik, makanan hasil fermentasi akan menjadi lebih awet, lebih aman dan memberikan cita rasa yang lebih baik.

## 2.2. Kimchi

Kimchi adalah makanan tradisional yang difermentasi dari sayuran seperti kubis cina dan lobak. Menurut Jung *et al* (2011) dalam beberapa tahun terakhir, karakteristik yang menunjukkan bahwa kimchi menyehatkan telah diakui. Kimchi biasanya diolah dengan berbagai macam bumbu, seperti bubuk cabai merah, bawang putih, jahe, daun bawang, makanan laut hasil fermentasi dan garam. Kimchi biasanya disimpan pada suhu rendah untuk memastikan pematangan dan pengawetan yang tepat. Fermentasi spontan tanpa menggunakan kultur starter mengarah pada pertumbuhan berbagai mikroorganisme selama persiapan kimchi. Selain itu, pengaruh bahan dan kondisi fermentasi pada komunitas mikroba belum diteliti, dan pendekatan rasional untuk pengendalian komunitas mikroba untuk peningkatan rasa kimchi saat ini hampir tidak mungkin (Jung *et al.*, 2011). Berikut gambar kimchi dengan bahan utama berupa sawi putih.



Gambar 2.1 Kimchi (Maangachi,2019)

Tambahan produk makanan laut asin dan fermentasi serta bumbu lainnya adalah opsional. Kimchi difermentasi dengan bakteri asam laktat (BAL) pada suhu rendah. Produksi organik asam dari karbohidrat dan penurunan pH yang dihasilkan menjaga kesegaran sayuran selama penyimpanan. Menurut Lee *et al* (2015), BAL menghasilkan berbagai senyawa selain asam organik, termasuk CO<sub>2</sub>, etanol, manitol, bakteriosin,  $\gamma$ - asam aminobutyric (GABA), ornithine, linoleat terkonjugasi asam, dan oligosakarida; komponen ini berkontribusi dengan karakteristik fermentasi dan fungsi kesehatan. Fermentasi sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, konsentrasi garam, dan keberadaan tertentu bahan. Standard Kimchi yang ditentukan Codex (2001) memerhatikan hal-hal sebagai berikut (Tabel 2.1)

Tabel 2.1. Standart dan mutu Kimchi menurut Codex (2001)

<b>Komposisi</b>	<b>Keterangan</b>
Kandungan Mineral	<0,03%
Kandungan Garam	1-4%
Total Asam	<1%
Kriteria mutu:	
Warna	Warna merah dari bubuk cabe merah
Rasa	Rasa produk pedas dan asin
Tekstur	Tekstur produk tegas, renyah dan garing
Bahan tambahan pangan yang diizinkan:	
Asam Asetat	Sesuai batas GMP
Asam Laktat	Sesuai batas GMP
Asam Sitrat	Sesuai batas GMP
Monosodium L-Glutamat	Sesuai batas GMP
Disodium 5'-glutamat	Sesuai batas GMP
Disodium 5'-isonat	Sesuai batas GMP
Sorbitol	Sesuai batas GMP
Karagenan	Sesuai batas GMP
Xanthan gum	Sesuai batas GMP

Secara global, kimchi telah menjadi salah satu produk makanan populer yang penting karena klaim rasa dan kesehatannya, oleh karena itu pasarannya telah meningkat di seluruh dunia. Kimchi diakui di seluruh dunia untuk sejumlah bukti

kesehatan yang dibuat, ditunjukkan pada Health Majalah pada tahun 2006 sebagai salah satu dari lima makanan tersehat. Menurut Patra *et al* (2016) hasil kesehatan ini dari pemanfaatan bahan baku yang bernilai gizi tinggi dan mikrobiota yang menyebabkan fermentasi. Sayuran berupa kubis-kubisan telah dilaporkan mengandung sejumlah senyawa dengan potensi peningkatan kesehatan, termasuk serat makanan, mineral, asam amino, vitamin, karotenoid, glukosinolat, dan polifenol.

### 2.3. Sawi Putih (*Brassica rapa* subsp. *Pekinensis*)

Sawi adalah tanaman yang masuk ke dalam marga *Brassica* (sawi-sawian). Marga sawi-sawian memiliki sejumlah spesies. Setiap spesies kadang memiliki kemiripan dengan spesies yang lain. Pada beberapa spesiesnya, sawi-sawian masih terbagi lagi menjadi beberapa varietas. Beraneka ragamnya sawi-sawian ini membuat sayuran ini memiliki berbagai sebutan lokal yang berbeda di setiap wilayah. Secara umum, dari sekian banyak sawi yang ada, ada tiga jenis sawi yang dikenal di Indonesia. Yaitu, sawi putih, sawi hijau, dan dan sawi sendok. Ketiga tanaman terse- but masuk dalam spesies *Brassica rapa*. Sawi putih masuk dalam subspecies *Brassica rapa* subspecies *pekinensis* (Wijanarko, 2017).

Sawi putih adalah jenis sawi yang memiliki ciri fisik yang berbeda dari kedua jenis sawi yang umum beredar di masyarakat, sehingga cukup mudah untuk mengenali sawi putih. Ada beberapa perbedaan kandungan antar ketiga sawi yang umum di masyarakat Indonesia saat ini. Tabel di bawah ini bersumber dari penelitian USDA, lembaga pertanian Amerika Serikat. Setiap 100 gram sawi hijau, terdapat banyak sekali kandungan. (Tabel 2).

Tabel 2.2. Kandungan Nutrisi Sawi USDA, lembaga pertanian Amerika Serikat

<b>Kandungan</b>	<b>Nilai Gizi</b>
Kalori	13 kcal
Jumlah Lemak	0,2 g
Lemak Jenuh	0 g
Lemak Tak Jenuh Ganda	0,1 g
Lemak Tak Jenuh Tunggal	0 g
Kolestrol	0 mg
Natrium	65 mg
Kalium	252 mg

Tabel 2.2. Kandungan Nutrisi Sawi USDA, lembaga pertanian Amerika Serikat (Lanjutan).

<b>Kandungan</b>	<b>Nilai Gizi</b>
Jumlah Karbohidrat	2,2g
Serat Pangan	1g
Gula	1,2 g
Protein	1,5 g
Vitamin A	4,468 IU
Vitmain C	45 mg
Vitamin D	0 IU
Vitamin B6	0,2 mg
Vitamin B12	0 ug
Kalsium	105 mg
Zat Besi	0,8 mg
Magnesium	19 mg

#### 2.4. Bakteri Asam Laktat

Bakteri Asam Laktat memiliki karakteristik yang khas. Menurut Rahmadi (2019), diantaranya berukuran sedikit lebih besar dibandingkan bakteri-bakteri lain pada umumnya dengan bentuk mikroskopis lonjong, batang, bulat maupun koma. Seluruh BAL termasuk bakteri gram positif, artinya memiliki dinding peptidoglikan yang tersusun dari peptida (asam-asam amino) dan glikan (karbohidrat). Karakteristik lain yang khas dari BAL adalah tidak berspora dan pada umumnya tidak ber-flagella. BAL pada umumnya ditemukan bergerombol dalam bentuk-bentuk tertentu. BAL memiliki kemampuan mengkatalisis  $H_2O_2$  menjadi  $O_2$  dan  $H_2O$ . Ciri yang membedakan BAL dari kelompok bakteri penghasil asam yang lain adalah kemampuan BAL yang secara cepat mampu mengonversi sumber gula, utamanya laktosa, menjadi asam laktat. Oleh karena itu, BAL yang teridentifikasi pada awal mula perkembangan keilmuannya adalah dari kelompok yang biasa ditemukan di produk olahan susu. Produk dengan aroma khas, yaitu asam laktat dan aroma-aroma pendamping yang lain seperti keton dan aldehida adalah pembeda utama dengan produk yang dihasilkan dari famili *Propionibacteriaceae* dan *Acetobacteriaceac*.

Bakteri asam laktat adalah bakteri yang menghasilkan sejumlah besar asam laktat dari hasil akhir metabolisme karbohidrat dengan menurunkan kadar pH

sehingga terbentuk rasa asam (Razak dan Muntikah,2017). Ada dua kelompok kecil mikroorganisme yaitu yang bersifat homofermentatif dan heterofermentatif. Jenis homofermentatif menghasilkan asam laktat sedangkan heterofermentatif menghasilkan CO<sub>2</sub> dan sedikit asam folat, alkohol dan ester. Beberapa jenis penting kelompok ini adalah:

- 1) *Streptococcus thermophilus*, *S. lactis*, *S. cremori* bersifat gram positif yang berbentuk bulat (*coccus*) dan mempunyai nilai ekonomis penting dalam industri susu.
- 2) *Pediococcus cereviciae*, bersifat gram positif berbentuk bulat berpasangan atau berempat, berperan dalam fermentasi daging dan sayuran juga sebagai bakteri perusak bir dan anggur.
- 3) *Leuconostoc mesenteroides*, *L. dextraminicum*, bersifat gram positif berbentuk bulat berpasangan. Berperan dalam perusakan gula walau demikian berperan penting dalam fermentasi sayuran.
- 4) *Lactobacillus lactis*, *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, berbentuk batang, gram positif, sering berpasangan. Jenis ini tahan terhadap asam, berperan penting dalam fermentasi susu dan sayuran.
- 5) Bakteri asam propionate adalah jenis golongan propionibacterium, berbentuk batang, gram positif, berperan dalam fermentasi karbohidrat dan asam laktat yang menghasilkan asam propionate, asetat dan karbondioksida. Jenis ini penting dalam fermentasi keju swiss.
- 6) Bakteri asam laktat berbentuk batang, gram negatif dan ditemukan dalam golongan acetobacter. Metabolismenya bersifat aerobik, berperan dalam mengoksidasi alkohol dan karbohidrat menjadi asam asetat pada pabrik cuka.

Bakteri asam laktat memiliki beberapa keunggulan. Menurut Rahmadi (2019) diantaranya, yaitu: 1) BAL dapat menghasilkan senyawa yang memberikan rasa dan aroma spesifik pada makanan fermentasi. 2) BAL meningkatkan nilai cerna pada makanan fermentasi karena dapat melakukan pemotongan pada bahan makanan yang sulit dicerna sehingga dapat langsung diserap oleh tubuh, misalnya protein diubah menjadi peptida-peptida dan asam-asam amino. 3) BAL menghasilkan asam laktat yang dapat terakumulasi pada lingkungan di sekitarnya, sehingga menyebabkan mikroba patogen dan pembusuk yang umumnya hidup pada

rentang toleransi pH yang lebih tinggi tidak dapat tumbuh. BAL juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain seperti bakteri pembusuk dan bakteri patogen pada produk pangan serta produk fermentasi lainnya. Senyawa-senyawa anti mikroba yang dihasilkan BAL antara lain: asam laktat, hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ), dan bakteriosin. BAL secara terbatas menghasilkan komponen anti jamur seperti asam fenilaktik, reuterin, hidrogen peroksida, dan peptide-peptida dalam formasi siklik seperti *cyclo-(Phe-Pro)*, *cyclo-(Phe-OH-Pro)*, dan *cyclo-(Gly-L-Leu)* (Rahmadi, 2019). Bakteri asam laktat selain berperan dalam fermentasi makanan, juga berperan bagi kesehatan manusia. Menurut Surono (2016) bukti riset para peneliti dunia menunjukkan bahwa bakteri laktat yang dikonsumsi hidup dan tetap hidup di saluran pencernaan memberikan kontribusi positif bagi kesehatan, melalui aktivitas metabolismenya dan dikenal sebagai memberikan efek probiotik.

Beberapa jenis bakteri asam laktat ada yang berasal dari saluran pencernaan. Menurut Surono (2016) diantaranya *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis* (pada bayi), *Bifidobacterium adolescentis* yang menempati usus besar manusia, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus ruminis*, *Lactobacillus vitulinus*, dan *Lactobacillus reuteri* yang hidup dalam usus halus. Kadang-kadang *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus brevis* juga dijumpai dalam usus manusia. Sedangkan *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactococcus cremoris* digunakan sebagai kultur starter untuk produk fermentasi susu atau *dairy lactic acid bacteria*.