

**PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN GARAM UNTUK
PERENDAMAN SAYURAN DAN LAMA FERMENTASI
TERHADAP KARAKTERISTIK KIMCHI SAPOTEL (SAWI
PUTIH, PAKCOY, WORTEL)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik dari Universitas Pasundan**

Oleh:

**Ghinaa Annisa Ilmi
NPM: 203020034**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN GARAM UNTUK PERENDAMAN SAYURAN DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP KARAKTERISTIK KIMCHI SAPOTEL (SAWI PUTIH, PAKCOY, WORTEL)

oleh

Ghinaa Annisa Ilmi

NPM: 203020034

(Program Studi Teknologi Pangan)

Kimchi merupakan makanan fermentasi tradisional yang berasal dari Korea menggunakan bahan dasar sayuran. Fermentasi yang dilakukan yaitu dengan fermentasi tidak spontan dengan menambahkan kultur starter. Sebelum difermentasi kimchi direndam di dalam larutan garam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh konsentrasi larutan garam untuk perendaman sayuran dan lama fermentasi terhadap karakteristik kimchi sapotel. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental di laboratorium dan rancangan yang akan digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari konsentrasi larutan garam untuk perendaman sayuran terdiri atas 3 taraf dan lama waktu fermentasi terdiri 5 taraf serta percobaan diulang 2 kali. Respon yang diamati meliputi pH, kadar total asam metode volumetri, dan respon organoleptik uji hedonik (aroma, rasa, dan tekstur). Hasil penelitian menunjukkan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimchi sapotel yaitu pada nilai pH, total asam tertitiasi, dan organoleptik pada atribut aroma, rasa dan tekstur yang dihasilkan. Konsentrasi larutan garam untuk perendaman sapotel berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimchi yaitu pada respon organoleptik uji hedonik dengan atribut rasa dan tekstur yang dihasilkan. Interaksi antara lama waktu fermentasi dan konsentrasi larutan garam untuk perendaman sapotel berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimchi Sapotel yaitu pada respon organoleptik dengan atribut rasa dan tekstur kimchi sapotel yang dihasilkan.

Kata kunci : Kimchi, Fermentasi, Konsentrasi Garam

ABSTRACT

EFFECT OF SALT SOLUTION CONCENTRATION FOR VEGETABLE SOAKING AND FERMENTATION DURATION ON THE CHARACTERISTICS OF SAPOTEL KIMCHI (NAPA CABBAGE, PAKCOY, CARROT)

By

Ghinaa Annisa Ilmi

NPM: 203020034

(Department of Food Technology)

Kimchi is a traditional fermented food originating from Korea using basic vegetable ingredients. Fermentation is done by non-spontaneous fermentation, by adding starter culture. Before fermentation, kimchi is soaked in salt solution. The purpose of this study was to obtain the effect of salt solution concentration for vegetable soaking and fermentation duration on the characteristics of sapotel kimchi. The method to be used in this research is the experimental method in the laboratory and the design to be used is a Randomized Group Design (RAK) consisting of the concentration of salt solution for soaking vegetables consisting of 3 levels and the length of fermentation time consisting of 5 levels and the experiment was repeated 2 times. The observed responses include pH, total acid content of volumetri method, and hedonic test organoleptic response (aroma, taste, and texture). The results showed that the length of fermentation time had a significant effect on the characteristics of sapotel kimchi, namely on the pH value, total titratable acid, and organoleptic attributes of aroma, taste and texture produced. The concentration of salt solution for soaking sapotel significantly affects the characteristics of kimchi, namely the hedonic test organoleptic response with the attributes of flavor and texture produced. The interaction between the length of fermentation time and the concentration of salt solution for soaking sapotel has a significant effect on the characteristics of Sapotel kimchi, namely on the organoleptic response with the flavor and texture attributes of the sapotel kimchi produced.

Keywords: *Kimchi, Fermentation, Salt Concentration*

**PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN GARAM UNTUK
PERENDAMAN SAYURAN DAN LAMA FERMENTASI
TERHADAP KARAKTERISTIK KIMCHI SAPOTEL (SAWI
PUTIH, PAKCOY, WORTEL)**

Oleh:

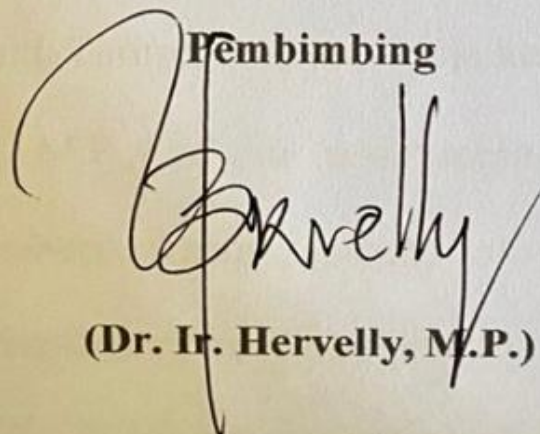
Ghinaa Annisa Ilmi
NPM: 203020034
(Program Studi Teknologi Pangan)

Fakultas Teknik

Universitas Pasundan

Menyetujui:

Pembimbing



(Dr. Ir. Hervalley, M.P.)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
I. PENDAHULUAN	6
1.1. Latar Belakang	6
1.2. Identifikasi Masalah	12
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	12
1.4. Manfaat Penelitian.....	13
1.5. Kerangka Pemikiran	13
1.6. Hipotesis Penelitian	18
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian	18
II. TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1. Kimchi	Error! Bookmark not defined.
2.2. Sawi Putih.....	Error! Bookmark not defined.
2.3. Wortel.....	Error! Bookmark not defined.
2.4. Pakcoy	Error! Bookmark not defined.
2.5. Fermentasi	Error! Bookmark not defined.
III. METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1. Bahan dan Alat yang Digunakan.....	Error! Bookmark not defined.
3.1.1. Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2. Metode Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2.1. Penelitian Pendahuluan.....	Error! Bookmark not defined.

3.2.2. Penelitian Utama.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3. Rancangan Perlakuan	Error! Bookmark not defined.
3.2.4. Rancangan Percobaan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.5. Rancangan Analisis.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.6. Rancangan Respon.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.7. Kriteria Pengamatan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3. Prosedur Percobaan	Error! Bookmark not defined.
3.3.1. Prosedur Penelitian Pendahuluan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2. Prosedur Penelitian Utama.....	Error! Bookmark not defined.
3.4. Jadwal Penelitian	Error! Bookmark not defined.
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1. Penelitian Pendahuluan	Error! Bookmark not defined.
4.2. Penelitian Utama	Error! Bookmark not defined.
4.2.1. Nilai pH.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2. Kadar Total Asam.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3. Organoleptik	Error! Bookmark not defined.
V. KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1. Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2. Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai: (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Kimchi merupakan makanan fermentasi tradisional yang berasal dari Korea menggunakan bahan dasar sayuran, disajikan sebagai lauk pauk dengan rasa yang unik. Pada zaman dahulu kimchi dibuat sebagai produk industri rumah, namun dengan berkembangnya sosial ekonomi saat ini kimchi mulai diproduksi dalam skala industri. Kimchi sekarang dikenal sebagai makanan sehat di berbagai negara dan bahan baku kimchi yaitu kubis dan lobak dan ditambahkan rempah-rempah, seperti cabai bubuk, jahe, daun bawang, bawang putih dan garam. Selama proses fermentasi dihasilkan asam organik dan asam amino bebas sehingga kimchi memiliki rasa yang unik (Syadiah *et al.*, 2022). Bahan baku yang digunakan pada pembuatan kimchi berupa sayuran daun dan umbi-umbi, seperti sawi dan wortel.

Pemilihan sayuran sawi putih, pakcoy, dan wortel sebagai bahan baku pembuatan kimchi disebabkan produksi dari sayuran tersebut tinggi dan memiliki umur simpan yang pendek sehingga diperlukan pengolahan untuk mengatasi kebusukan sehingga lebih bermanfaat dan memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi dan juga sebagai diversifikasi pangan. Selain itu tanaman sawi putih, pakcoy, dan wortel merupakan tanaman yang ekonomis dan mudah dijumpai oleh masyarakat (Prizal dan Nurbaiti, 2017). Pemilihan sayuran pada pembuatan kimchi harus diperhatikan, jika menggunakan tekstur sayur yang lebih keras maka akan

menghasilkan rasa yang lebih baik meskipun dalam penyimpanan yang lama (Tae Ick, n.d). Sawi putih memiliki tekstur yang renyah karena helai daunnya yang tebal, pada saat fermentasi meskipun bagian daun yang lunak menjadi layu tetapi bagian putihnya tetap renyah, pakcoy memiliki tektur yang renyah pada saat fermentasi daun pakcoy lunak tetapi bagian batang tetap renyah, dan wortel memiliki tekstur yang renyah, pada saat fermentasi wortel akan mmelunak tetapi tetap renyah dan memiliki rasa yang manis (Makmun, 2007).

Karena sayuran mengandung banyak air yang mengakibatkan sayuran memiliki umur simpan yang pendek sehingga sayuran cepat layu dan busuk. Oleh karena itu untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan proses pengolahan yang dapat memperpanjang umur simpan yaitu dengan cara fermentasi. Proses fermentasi telah dimanfaatkan dalam pengawetan pangan baik hewani maupun nabati. Keuntungan dari fermentasi produk pangan yaitu dapat meningkatkan nilai ekonomi, bermanfaat bagi kesehatan, dan memperpanjang umur simpan (Anggraeni dkk., 2021).

Jawa Barat merupakan salah satu daerah penghasil komoditas sayuran, hal ini dikarenakan kondisi iklim dan geografisnya yang sangat cocok untuk mengembangkan budi daya sayuran. Jumlah produksi tanaman pokcoy di Jawa Barat pada tahun 2020 yaitu 189.354 ton. Produksi tanaman sawi putih di daerah Jawa Barat pada tahun 2022 sawi putih yaitu 173.537 ton. Produksi tanaman wortel di Jawa Barat pada tahun 2022 yaitu 128.091ton (BPS, 2023).

Karakteristik umum pada kimchi yaitu bahan yang diasinkan, suhu fermentasi yang relatif rendah ($<10^{\circ}\text{C}$), dan mikroba pada fermentasi berasal dari berbagai

bahan mentah yang digunakan (Cha *et al.*, 2023). Fermentasi pada kimchi dipengaruhi oleh bahan yang digunakan, suhu fermentasi, konsentrasi garam, ketersediaan oksigen, dan pH yang menentukan rasa dan kualitas produk akhir fermentasi. Bakteri asam laktat (BAL) telah digunakan sebagai kultur starter untuk berbagai makanan fermentasi seperti fermentasi daging, susu, dan sayuran. Bakteri asam laktat saat ini menjadi fokus penelitian karena peran pentingnya dan manfaat dalam makanan fermentasi. Bakteri asam laktat menghasilkan berbagai macam produk seperti laktat, mannitol, etanol, vitamin, karbondioksida, dan senyawa antimikroba melalui fermentasi. Karakteristik sensori dari kimchi berbeda-beda tergantung jenis bakteri asam laktat yang dominan pada saat fermentasi (Song *et al.*, 2021).

Fermentasi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu fermentasi spontan dan tidak spontan. Pada fermentasi spontan tidak ditambahkan starter bakteri sedangkan fermentasi tidak spontan dilakukan penambahan starter berupa kultur bakteri. Fermentasi tidak spontan menghasilkan kualitas fisika-kimia dan mikrobiologi pada produk fermentasi yang baik dibandingkan dengan fermentasi spontan (Suprihatin, 2010).

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri yang menghasilkan produk akhir berupa asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan dapat menurunkan pH dan meningkatkan rasa asam sehingga dapat menghambat aktivitas mikroorganisme. Bakteri asam laktat bersifat *homofermentatif* yang menghasilkan asam laktat dari metabolisme gula sederhana dan bersifat heterofermentatif yang

menghasilkan asam laktat, karbondioksida, asam-asam *volatile*, alkohol, dan ester (Afrianti, 2008).

Faktor yang mempengaruhi keberhasilan fermentasi yaitu mikroorganisme, media fermentasi, kondisi lingkungan, seperti pH, suhu, aktivitas air (*Aw*) dan oksigen untuk pertumbuhan mikroorganisme dan fermentor (Afrianti, 2008). Selama fermentasi gula sederhana diubah menjadi asam laktat atau asam organik lain. Mikroba yang sering digunakan oleh beberapa peneliti pada fermentasi asam laktat adalah golongan *Lactobacillus*, hal ini dikarenakan pertumbuhan *Lactobacillus* menghasilkan asam organik, dengan peningkatan asam organik selama fermentasi akan diikuti dengan penurunan gula sederhana di dalam substrat. Proses, kondisi, dan lama waktu fermentasi adalah komponen penting yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi pH produk kimchi yang dihasilkan dan rasa atau sensasi asamnya serta pH yang optimum untuk kimchi biasanya berada sekitar 4,2 (You *et al.*, 2017).

Pemilihan strain bakteri asam laktat yang akan digunakan sebagai starter kultur sangat penting, hal ini dikarenakan dapat mempengaruhi hasil akhir dari fermentasi. Kelompok *Lactobacillus* lebih baik sebagai kultur starter karena kelompok ini digunakan pada fermentasi dapat menghasilkan rasa asam produk yang lebih kuat dan sifat mikroaero toleran, yang membuat penanganannya lebih mudah selama fermentasi (Rahayu, 2019).

Kultur starter merupakan bahan yang mengandung banyak mikroorganisme terkait serta dapat digunakan untuk mempercepat dan meningkatkan proses fermentasi. Penambahan starter pada fermentasi diharapkan dapat mempercepat

waktu fermentasi dan memperbaiki kualitas akhir produk. Pemilihan kultur starter harus memperhatikan mutu akhir produk yang diharapkan dan pengaruh terhadap produk selama proses fermentasi berlangsung (Misbakh *et al.*, 2022).

Pada kimchi yang dibuat dengan menggunakan kubis didominasi oleh genus *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, dan *Weissella*. Namun kimchi yang dibuat dari bahan baku lobak didominasi oleh genus Bakteri asam laktat *Lactobacillus*, dan pada kimchi lobak muda didominasi oleh *Weissella*. Bakteri asam laktat yang digunakan pada fermentasi dalam pembuatan kimchi merupakan strain probiotik yang memberikan berbagai efek menguntungkan dan menghasilkan senyawa-senyawa, seperti antioksidan, antimikroba, antimutagenik, antikanker, pengatur kekebalan tubuh, anti inflamasi, anti alergi, anti obesitas, penurunan kolesterol, dan penurunan lipid (Han *et al.*, 2020).

Lactobacillus plantarum dapat beradaptasi dengan baik pada substrat sayuran yang digunakan dalam pembuatan kimchi, seperti kubis dan lobak. Ini menjadikannya pilihan yang ideal untuk fermentasi sayuran secara alami dan efisien (Rautava *et al.*, 2012).

Lactobacillus plantarum merupakan mikroorganisme yang dominan pada tahap pertengahan dan akhir fermentasi kimchi. *Lactobacillus plantarum* merupakan mikroorganisme yang aman dan telah digunakan sebagai strain probiotik dan starter pada fermentasi berbagai makanan, serta *Lactobacillus plantarum* memiliki stimulasi kekebalan tubuh, pengurangan inflamasi, dan aktivitas antioksidan (Han *et al.*, 2020).

Lactobacillus plantarum memiliki kemampuan fermentasi yang kuat dan efisien. Bakteri ini mampu melakukan fermentasi berbagai jenis gula menjadi asam laktat, yang sangat penting dalam proses pembuatan kimchi untuk menciptakan lingkungan asam yang mendukung fermentasi dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen (Di Cagno *et al.*, 2013).

Bakteri ini berkontribusi pada pengembangan rasa dan tekstur kimchi yang diinginkan. *Lactobacillus plantarum* memproduksi senyawa volatil dan asam organik yang memberikan aroma dan rasa khas pada kimchi, serta membantu menjaga tekstur sayuran agar tetap renyah (Lee *et al.*, 2022).

Menurut Apriantono (2004), garam mempunyai fungsi menyerap air dari jaringan bahan dan merupakan lingkungan yang baik bagi bakteri asam laktat untuk tumbuh. Munculnya asam laktat akan menghambat munculnya bakteri perusak.

Garam memiliki beberapa fungsi salah satunya pada proses fermentasi yaitu sebagai pengontrol fermentasi, pengawet, serta pemberi rasa pada produk. Garam dapat mencegah pertumbuhan bakteri patogen dan bakteri pembusuk, garam mampu membentuk kondisi fermentasi tertentu yang membantu pertumbuhan mikroorganisme yang bersifat halotolerant (tahan garam) (Wisnu *et al.*, 2021).

Larutan garam berfungsi untuk mengatur konsentrasi air dalam sayuran, menurunkan aktivitas enzim yang dapat mempengaruhi warna dan tekstur, dan menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan asam laktat. Garam juga berperan sebagai pengawet alami dengan menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan mikroorganisme yang merugikan. Sehingga kimchi dapat disimpan dalam jangka waktu lebih lama tanpa kehilangan kualitas atau keamanan pangan.

Garam sebagai penambah cita rasa secara alami, memperkuat cita rasa kimchi sehingga membantu mengembangkan profil rasa yang khas selama fermentasi (Lee *et al.*, 2005). Proses penggaraman membantu menjaga tekstur sayuran agar tetap renyah dan tidak layu sehingga tekstur kimchi yang dihasilkan sesuai dengan tekstur yang diinginkan (Park *et al.*, 2014).

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi pengaruh konsentrasi larutan garam dan lama fermentasi terhadap karakteristik kimchi dengan menggunakan starter *Lactobacillus plantarum*.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh lama waktu fermentasi pada pembuatan kimchi sapotel menggunakan starter *Lactobacillus plantarum* terhadap karakteristik kimchi yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi larutan garam yang berbeda untuk perendaman sapotel terhadap karakteristik kimchi yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara lama waktu fermentasi dan konsentrasi larutan garam untuk perendaman sapotel terhadap karakteristik kimchi yang dihasilkan?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan garam untuk perendaman sayuran dan lama fermentasi terhadap karakteristik kimchi sapotel.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh konsentrasi larutan garam untuk perendaman sayuran dan lama fermentasi terhadap karakteristik kimchi sapolu.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan pengembangan ilmu dan teknologi, khususnya teknologi pengolahan sayur-sayuran menjadi produk yang bermanfaat salah satu alternatif dalam pengolahan sayur-sayuran bagi masyarakat sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis sayur-sayuran dan mengurangi banyaknya sayuran yang terbuang percuma saat terjadi panen yang berlimpah.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk :

(1) Meningkatkan pemanfaatan sayur-sayuran dengan optimal sebagai sumber daya lokal yang diolah menjadi kimchi, sehingga dapat meningkatkan daya guna dari kimchi yang dihasilkan, (2) mengurangi ketergantungan terhadap produk impor dan (3) menggalakkan petani-petani sayur-sayuran dalam budidaya sayuran yang pada akhirnya dapat memberikan kesejahteraan bagi petani.

1.5. Kerangka Pemikiran

Kimchi merupakan produk fermentasi khas Korea yang terbuat dari sayuran biasanya berbahan dasar sawi dan memiliki citarasa yang khas. Kimchi juga memberi manfaat kesehatan bagi manusia karena mengandung serat yang tinggi dan kadar kalori yang rendah (Kim *et al.*, 2000).

Fermentasi makanan bergantung pada produksi mikroba dan perubahan kimia dan fisik yang dapat mempengaruhi bentuk dan flavor. Perubahan kimia yang terjadi pada bahan pangan fermentasi tidak semata-mata disebabkan oleh aktivitas

mikroba tetapi juga berkaitan dengan perendaman dalam larutan garam, pemasakan dan pematangan. Selain itu, fermentasi dapat memperbaiki kandungan gizi pada makanan (Buckle *et al.*, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian Mardhatillah (2021), menyatakan bahwa piksel cabai pimento yang di fermentasi dengan konsentrasi garam 6 % menghasilkan piksel cabai pimento dengan karakteristik terbaik dengan kriteria asam laktat tertinggi yaitu 0,576% dengan total bakteri sebesar $4,8 \times 10^{-6}$ CFU/mL, pH sebesar 4,89 dan total padatan terlarut sebesar 9,67⁰ Brix. Konsentrasi garam yang ditambahkan dapat mempengaruhi laju pembentukan asam laktat, warna, tekstur, aroma, dan rasa piksel capai pimento.

Berdasarkan hasil penelitian Connie (2023), menyatakan bahwa konsentrasi larutan garam berpengaruh terhadap sifat fisikokimia dan mikrobiologi kimchi daun bawang lokio. Konsentrasi garam yang ditambahkan dapat mempengaruhi kadar air karena semakin tinggi konsentrasi larutan garam maka kadar air khimci semakin menurun dan semakin lama fermentasi maka kadar air semakin menurun. Konsentasi garam berpengaruh pada total asam laktat karena semakin tinggi larutan garam maka total bakteri asam laktat semakin meningkat dan semakin lama fermentasi total bakteri asam laktat semakin meningkat. Konsentari garam juga mempengaruhi pH karena semakin tinggi konsentrasi larutan garam maka pH semakin menurun dan semakin lama fermentasi maka pH akan semakin menurun.

Menurut Ruma (2020), bahwa konentrasei larutan garam dan lama waktu fermentasi mempengaruhi sifat kimia dan organoleptik acar timun. Semakin tinggi konsentrasi garam dan semakin singkat waktu fermentasi meningkatkan kesukaan

panelis terhadap aroma, rasa, dan tekstur, sedangkan semakin rendah konsentrasi larutan garam dan semakin lama waktu fermentasi dapat menurunkan kadar air dan nilai pH acar timun.

Menurut penelitian Rafsanjani & Wikandari (2017), lama fermentasi piksel umbi yakon dengan menggunakan starter *Lactobacillus plantarum* berpengaruh terhadap aspek kimia dan mikroorganisme piksel umbi yakon. Semakin lama waktu fermentasi yaitu 0 - 48 jam maka nilai pH akan menurun sedangkan nilai TAT (% asam laktat) dan total BAL naik.

Berdasarkan hasil penelitian Edam (2018), lama fermentasi dan konsentrasi garam berpengaruh terhadap fermentasi kubis, dimana pada hari ke-8 dengan konsentrasi garam 3% merupakan perlakuan terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa pada hari ke-8 bakteri asam laktat berada pada titik maksimal atau disebut fase stasioner, disebabkan karena ketersediaan nutrisi berkurang dan metabolit toksik mulai terbentuk. Pada lama fermentasi hari ke-10 dan 12 merupakan fase kematian karena terjadi penurunan jumlah bakteri asam laktat karena pertumbuhannya terhenti. Pada fermentasi hari ke-8 juga menghasilkan pH yang rendah yaitu 3,94 sementara pada hari ke 12 menghasilkan pH yang tinggi yaitu 5,80. Lama fermentasi juga berpengaruh terhadap aroma dan warna, semakin lama waktu fermentasi maka aroma asam khas fermentasi akan berkurang atau bahkan hilang dan semakin lama waktu fermentasi maka akan menghasilkan warna lebih coklat.

Menurut beberapa penelitian menyatakan bahwa bakteri *Lactobacillus plantarum* memiliki indeks similaritas *Simple Matching Coefficient* sebesar 94,6% (Teul *et al.*, 2023). Konsentrasi larutan garam dan lama fermentasi pada kimchi

labu air berpengaruh terhadap aroma, rasa, tekstur. Pada penelitian ini didapat sampel terpilih dengan konsentrasi garam 2% dan 4% serta lama fermentasi yaitu 6 hari (Barani *et al.*, 2023).

Berdasarkan penelitian Teiseran (2022) menyatakan konsentrasi garam garam yang optimal yaitu 3% yang menghasilkan aroma dan rasa terbaik, sedangkan konsentrasi garam 2% menciptakan tekstur terbaik (renyah).

Menurut Park (2014), *Lactobacillus plantarum* membantu mempertahankan tekstur dan kerenyahan kimchi. Proses fermentasi yang dilakukan oleh bakteri ini menghasilkan enzim yang dapat memecah serat pada tingkat yang tepat sehingga menjaga tekstur sayuran tetap renyah.

Menurut Kim *et al* (2012), garam mempengaruhi aktivitas enzimatis pada kimchi, seperti enzim pektinase yang berperan dalam pelunakan tekstur sehingga aktivitas enzimatis yang tepat dapat membantu mempertahankan tekstur kimchi yang diinginkan.

Perendaman sayuran dengan larutan garam ini bertujuan untuk mengeluarkan air dari sayuran dan menciptakan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan mikroorganisme patogen. Selain itu, perendaman dalam larutan garam juga berfungsi untuk menonaktifkan enzim pektinase yang terdapat pada dinding sel sayuran, yang dapat menyebabkan pelunakan berlebih. Garam mampu menghambat aktivitas enzimatis karena ion natrium menggantikan ion kalsium dalam jaringan tanaman, yang memperkuat dinding sel (Cheigh & Park, 1994). Proses ini juga membantu menciptakan kondisi optimal untuk pertumbuhan bakteri asam laktat selama fermentasi kimchi.

Park *et al* (2014), menyatakan perendaman sayuran dalam larutan garam membantu mengurangi kadar air dalam sayuran melalui proses osmosis. Ini penting untuk menjaga tekstur sayuran tetap renyah dan mencegah sayuran menjadi terlalu lunak selama fermentasi.

Menurut Park *et al* (2014), menyatakan proses perendaman sayuran dalam larutan garam dapat menghambat aktivitas enzimatik dan menekan aktivitas mikroorganisme pembusuk, sekaligus mendorong pertumbuhan bakteri asam laktat yang menguntungkan yang sangat penting untuk proses fermentasi kimchi. Perendaman dengan larutan garam bukan hanya menekan aktivitas enzim, tetapi juga membantu dalam menciptakan kondisi fermentasi yang diinginkan.

Berdasarkan penelitian Choi *et al* (2013), menunjukkan bahwa variasi dalam konsentrasi garam dapat mempengaruhi profil aroma kimchi dengan mengubah aktivitas mikroba. Konsentrasi garam yang tepat berpengaruh terhadap produksi senyawa volatil oleh bakteri fermentasi, bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus plantarum* menghasilkan senyawa seperti diacetyl dan acetoin yang memberikan aroma kimchi yang khas. Garam juga membantu menyeimbangkan rasa asam dan manis yang dihasilkan selama fermentasi, kimchi dengan kadar garam yang seimbang memiliki profil rasa yang lebih baik dan lebih disukai oleh konsumen.

Lactobacillus plantarum merupakan bakteri gram positif yang dapat hidup dalam kondisi anaerobic fakultatif atau bakteri tersebut dapat tumbuh pada kondisi aerob ataupun anaerob. Pada kondisi aerob *Lactobacillus plantarum* dapat mengkonversi oksigen menjadi peroksida dan pada kondisi anaerob *Lactobacillus*

plantarum mampu melakukan fermentasi dengan mengubah gula menjadi asam laktat atau alkohol dalam kondisi heterofermentatif (Hidayatulloh *et al.*, 2019).

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, maka diperoleh hipotesis sebagai berikut :

1. Diduga bahwa lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik kimchi sapolol yang dihasilkan.
2. Diduga bahwa konsentrasi larutan garam untuk perendaman sapolol berpengaruh terhadap karakteristik kimchi sapolol yang dihasilkan.
3. Diduga adanya pengaruh interaksi antara lama waktu fermentasi dan konsentrasi larutan garam untuk perendaman sapolol terhadap karakteristik kimchi Sapolol.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Penelitian Teknologi Pangan Universitas Pasundan Bandung Jalan Dr. Setiabudhi No. 193, Gegerkalong, Kecamatan Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat, dan dilaksanakan mulai bulan Juni hingga Agustus 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L. . (2008). **Teknologi Pengawetan Pangan**. Alfabeta. Bandung.
- Andayani, N., Nurhayati, D., & Saing, M. D. (2019). **Optimalisasi Lama Fermentasi Dengan Penambahan Konsentrasi *Acetobacter aceti* Pada Pembuatan Cuka Buah Apel Rhome Beauty Menggunakan Alat Fermentor**. Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat Dan Penelitian Pranata Laboratorium, 978–602.
- Anggraeni, L., Lubis, N., & Junaedi, E. C. (2021). **Review: Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Produk Fermentasi Sayuran**. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(6), 891–899.
- AOAC, (2010). **Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists**. Assoc. of Official Analytical Chemist. Washington
- Apriantono. (2004). **Analisis Pangan**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Apriyanto, M. (2021). **Buku Bahan Ajar Kimia Pangan**. Nuta Media. Jakarta.
- Ardilla, Y. A., Anggreini, K. W., & Rahmani, T. P. D. (2022). **The role of indigenous lactic acid Bacteria Genus *Lactobacillus* in the fermentation process of Durian (*Durio zibethinus*) for Tempoyak production**. *Berkala Ilmiah Biologi*, 13(2), 42–52.
- Asmahan A A., dan M M Mustafa., (2009). **Use of Starter Culture of Lactic Acid Bacteria and Yeast in The Preparation of Kisra, a Sudanese Fermented Food Pakistan**. *J. Nutr.* 8 (9) : 1349-1353.
- Azka, A. B. F., Santriadi, M. T., & Kholis, M. N. (2018). **Pengaruh Konsentrasi Garam Dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia Dan Organoleptik Kimchi**. *Agroindustrial Technology Journal*, 2(1), 91.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 3556:2016. **Garam Konsumsi Beriodium**. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Barani, S. R., Antuli, Z., & Une, S. (2023). **Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Mutu Organoleptik Kimchi Labu Air (*Lagenaria siceraria*)**. *Journal Of Agritech Science (JASc)*, 7(01), 62–69.
- BPS. (2023). **Produksi Tanaman Sayuran Menurut Provinsi**. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards., G. H. Fleet., M. Wootton. (2009). **Ilmu Pangan Terjemahan**. UI-Press. Jakarta.

- C. Tortoe, S. Dowuona, P. T. Akonor, N. T. Dziedzoave., (2017). **Examining The Physicochemical, Functional and Rheological Properties in Flours of Farmers' 7 key Yams (*Dioscorea spp.*) Varieties in Ghana to Enhance Yam Production.** *Cogent Food and Agric.* Vol. 3, pp. 1371564.
- Cahyadi, W. (2018). **Fermentasi Pangan : Aplikasi dan Teknologi.** Manggu Makmur Tanjung Lestari. Bandung.
- Cahyono. (2006). **Analisis Ekonomi dan Teknik Bercocok Tanam Sayuran.** Kanisius. Yogyakarta.
- Cha, J., Kim, Y. B., Park, S. E., Lee, S. H., Roh, S. W., Son, H. S., & Whon, T. W. (2023). **Does Kimchi Deserve the Status of a Probiotic Food?** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 0(0), 1–14.
- Cheigh, H. S., & Park, K. Y. (1994). **Biochemical, Microbiological, and Nutritional Aspects of Kimchi (Korean fermented vegetable products).** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34(2), 175-203.
- Cho, J. H., Lee, J. S., & Kim, M. J. (2016). **Effect Of Salt Concentration On Kimchi Fermentation And Its Influence On Lactic Acid Bacteria Growth.** *Food Science and Biotechnology*, 25(5), 1357-1363.
- Choi, H. J., Lee, S. M., & Rhee, M. S. (2013). **Effects of Different Salt Concentrations on the Sensory Properties and Lactic Acid Bacterial Diversity of Kimchi.** *Food Microbiology*, 34(2), 234-240.
- Choi, Y. J., Yong, S., Lee, M. J., Park, S. J., Yun, Y. R., Park, S. H., & Lee, M. A. (2019). **Changes In Volatile And Non-Volatile Compounds Of Model Kimchi Through Fermentation By Lactic Acid Bacteria.** *Lwt*, 105(August 2018), 118–126.
- Choi, Y. J., Lim, J. Y., Ko, D. Y., Ku, K. M., Lee, M. J., Park, S. J., Yang, J. H., Chung, Y. B., Park, S. H., Min, S. G., & Lee, M. A. (2024). **Effects Of Pretreated Garlic On Bacterial Composition And Metabolite Profiles During Kimchi Fermentation.** *Science Direct. Lwt*, 193
- Codex Alimentarius Commission, (2001). **Standard For Kimchi.** *Food and Agriculture Organization of The United Nations World Health Organization, Rome.*
- Connie Daniela., dan D. R. S. (2023). **Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Kimchi Daun Bawang Lokio.** *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 2 (1), 45–57.
- Di Cagno, R., Coda, R., De Angelis, M., & Gobbetti, M. (2013). **Exploitation of Vegetables and Fruits through Lactic Acid Fermentation.** *Food Microbiology*, 33(1), 1-10.

- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. (1996). **Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia**. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. (2010). **Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia**. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. (2019). **Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia**. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. Jakarta
- Edam, M. (2018). **Pengaruh Kombinasi Konsentrasi NaCl dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Asam Laktat dari Kubis (*Brassica oleracea*)**. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 10(1), 17–24.
- Fahrudin, F. (2009). **Budidaya Caisim (*Brasica juncea*) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing**. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Fardiaz, S. (1992). **Mikrobiologi Pangan 1**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Franklin R. Cockerill., Matthew A. Wikler., Jeff Alder., Michael N. Dudley., George M. Eliopoulos., Mary Jane Ferraro., Dwight J. Hardy., David W. Hecht., Janet A. Hindler., Jean B. Patel., Mair Powell., Jana M. Swenson., Richard B. Thomson., Maria M. Traczewski., John D. Turnidge., Melvin P. Weinstein., dan Barbara L. Zimmer., (2012). **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests** ; Approved Standard – Ed. 11th. Vol 32, NO. 1. *Clinical and Laboratory Standart Institute*. 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087, USA
- Fu, J., Wang, L., Sun, J., Ju, N., & Jin, G. (2022). **Malolactic Fermentation: New Approaches to Old Problems**. *Microorganisms*, 10(12), 1–15.
- Gaspersz, V. (1995). **Teknik Analisa Dalam Penelitian Percobaan**. Edisi Pertama. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Gaspersz, Vincent. (2003). **Metode analisis untuk peningkatan kualitas**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gasperz, Vincent. (2006). **Total Quality Management**. PT. Gramedia Utama. Jakarta.
- Hammes, W.P., & Hertel, C. (2009). **The role of lactic acid bacteria in the fermentation of vegetables**. *International Journal of Food Microbiology*, 134(1-2), 54-63.
- Han, K. J., Lee, J. E., Lee, N. K., & Paik, H. D. (2020). **Antioxidant and Anti-inflammatory effect of probiotic lactobacillus plantarum KU15149 derived from Korean homemade Diced-radish kimchi**. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(4), 591–598.
- Haryanto, E. (2003). **Sawi dan Selada**. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Hettinga, D. H., & Reinbold, G. W. (1972). *The propionic-acid bacteria—a review. Journal of Milk and Food Technology.*
- Hidayatulloh, A., Gumilar, J., & Harlia, E. (2019). **Potensi Senyawa Metabolit Yang Dihasilkan *Lactobacillus plantarum* Atcc 8014 Sebagai Bahan Biopreservasi dan Anti Bakteri Pada Bahan Pangan Asal Hewan.** *Jitp*, 7(2), 1–6.
- Jeong, S. H., Jung, J. Y., & Lee, S. H. (2013). *The Effect Of Fermentation Temperature On The Sensory Characteristics And Volatile Compound Profiles Of Kimchi.* *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 197-206.
- Kartika, B. (1988). **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan:** PAU Pangan dan Gizi Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kim, H. J., Kim, J. H., & Lee, C. H. (2012). *Effect of Salt Concentration on the Texture and Microbiological Quality of Kimchi during Fermentation.* *Food Science and Biotechnology*, 21(2), 403-409.
- Kim, H. J., & Lee, J. H. (2014). *Changes In The Chemical Properties And Taste-Related Compounds Of Kimchi During Fermentation.* *Food Science and Biotechnology*, 23(6), 1731-1736.
- Kim, J., Chun, J., H. (2000). *Leuconostoc kimchii Sp. Nov., A New Species From Kimchi.* *International Journal Of Systematic And Evolutionary Microbiology.*
- Lee, J. S., & Lee, J. E. (2014). *Changes In Organic Acids And Volatile Compounds In Kimchi During Fermentation.* *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(2), 166-172.
- Lee, K. W., Shim, J. M., Park, S. K., Heo, H. J., Kim, H. J., Ham, K. S., & Kim, J. H. (2015). *Isolation of Lactic Acid Bacteria with Probiotic Potentials from Kimchi, Traditional Korean Fermented Vegetable.* *LWT - Food Science and Technology*, 62(2), 130-136.
- Lee, M. A., Choi, Y. J., Kim, Y. S., Chon, S. Y., Chung, Y. B., Park, S. H., Yun, Y. R., Min, S. G., Yang, H. C., & Seo, H. Y. (2022). *Effects Of Salt Type On The Metabolites And Microbial Community In Kimchi Fermentation.* *Heliyon*, 8(11).
- Lee, M. A., Choi, Y. J., Lee, H., Hwang, S., Lee, H. J., Park, S. J., Chung, Y. B., Yun, Y. R., Park, S. H., Min, S., Kwon, L. S., & Seo, H. Y. (2021). *Influence Of Salinity On The Microbial Community Composition And Metabolite Profile In Kimchi Fermentation,* 7(4), 1–13.
- Lee, S. H., Jung, J. Y., & Jeon, C. O. (2017). *Effects Of Salt Concentration And Fermentation Temperature On Kimchi Fermentation And Microbial Dynamics.* *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(2), 241-248.

- Leni Herliana, dan Afrianti. (2013). **Teknologi Pengawetan Pangan**. Alfabeta. Bandung.
- Leroy, F., & De Vuyst, L. (2004). *Lactic Acid Bacteria As Functional Starter Cultures For The Food Fermentation Industry*. *Trends in Food Science and Technology*, 15(2), 67–78.
- Lesmana, M. (2015). **Buku Pintar Pohon Wortel**. Lembar Langit Indonesia, Jakarta.
- Makmun, C. (2007). **Wortel Komoditas Ekspor Yang Gampang Dibudidayakan**. Hortikultura
- Mardhatillah, A., Ekawati, I. G. A., & Indri Hapsari Arihantana, N. M. (2021). **Pengaruh Konsentrasi Garam Dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Pikel Cabai Pimiento (*Capsicum chinense*)**. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 10(2), 293.
- Mijayani, P.C. (2008). **Pembuatan Kefir Susu Kacang Hijau (*Phaseolus Radiate L.*) Kajian Pengaruh Konsentrasi Susu Skim Dan Lama Fermentasi Terhadap Parameter Fisik, Kimia dan Organoleptik**. Skripsi. Malang: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- (1993). *Reaksi kimia fermentasi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Misbakh, N. C., Cempaka, L., David, W., & Asiah, N. (2022). **Studi Meta-analisis: Pengaruh Penambahan Kultur Starter pada Profil Fermentasi, Mikroorganisme, dan Metabolit Hasil Fermentasi Biji Kakao (*Theobroma cacao L.*)**. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 10(2), 77–96.
- Novianti, M. E. (2017). **Perbandingan Kadar Besi (Fe) Pada Sawi Putih Dengan Sawi Hijau yang dijual Dibeberapa Pasar Kabupaten Cirebon**. *Publicitas*, 2(2), 1–17.
- Papagianni, M. (2007). *Advances in Citric Acid Fermentation by Aspergillus niger: Biochemical Aspects, Membrane Transport And Modeling*. *Biotechnology Advances*.
- Park, K. Y., Jeong, J. K., Lee, Y. E., & Daily, J. W. (2014). **Health Benefits of Kimchi (Korean Fermented Vegetables) as a Probiotic Food**. *Journal of Medicinal Food*, 17(1), 6-20.
- Park, K. Y., Lee, K. W., & Byun, M. W. (2015). **Quality Characteristics Of Kimchi Fermented With Different Salt Concentrations**. *Food Science and Biotechnology*, 24(5), 1835-1841.
- Poedjiadi, Anna. (1994). **Dasar-dasar Biokimia**. UI-Press. Jakarta.
- Prizal, R. M., & Nurbaiti. (2017). **Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair**

Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). 21(1), 1–9.

Rafsanjani, E. R. M., & Wikandari, R. P. (2017). **Pengaruh Lama Fermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* B1765 Terhadap Mutu Pikel Umbi Yakon (*Smallanthus sonchifolius*).** *UNESA Journal of Chemistry*, 6(2), 76–80.

Rahayu. (2019). **Probiotik dan Gut Microbiota.** PT. Kanisius. Yogyakarta.

Rautava, S., Salminen, S., & Isolauri, E. (2012). ***Specific Probiotics in Reducing the Risk of Acute Infections in Infancy—A Randomized, Double-blind, Placebo-controlled Study.*** *British Journal of Nutrition*, 107(1), 123-128.

Rukmana dan Yudirachman. (2016). **Budidaya Sayuran Lokal.** Nuansa Cendikia : Bandung.

Ruma, M. T. L., Mauboy, R. S., Danong, M. T., Damanik, D. E. R., & Henuk, J. M. (2020). **Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Dan Lama Fermentasi Terhadap Organoleptik Dan Sifat Kimia Acar Timun (*Cucumis sativus* L.).** *Jurnal Biotropikal Sains*, 17(3), 67–76.

Sari. (2023). **Wortel: Kandungan dan Manfaat Untuk Kesehatan.** Metro News. Diakses pada 20 Maret 2024. <https://umsu.ac.id/health/wortel-kandungan-dan-manfaat-untuk-kesehatan/>.

Setiarto, H.B. (2020). **Teknologi Pengawetan Pangan Dalam Perspektif Mikrobiologi.** Guepedia.

Soekarto. (1995). **Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian.** Bharat Aksara. Jakarta.

Song, H. S., Lee, S. H., Ahn, S. W., Kim, J. Y., Rhee, J. K., & Roh, S. W. (2021). ***Effects of the main ingredients of the fermented food, kimchi, on bacterial composition and metabolite profile.*** *Food Research International*, 149(March).

Supardi, dan Sukamto. (1999). **Mikrobiologi Dalam Pengolahan Dan Keamanan Produk Pangan.** Penerbit Alumni. Bandung.

Suprihatin. (2010). **Teknologi Fermentasi.** UNESA Pres. Surabaya.

Suryana, F. H. (2023). **Pengaruh Perbedaan Jenis Garam terhadap Kandungan Metabolit pada Fermentasi Kimchi: Reviu.** *Jurnal Studi Islam Dan Humaniora*, 1(3), 137–147.

Syadiah, E. A., Kartika, K., Hasbiadi, H., & Adelina, F. (2022). **Karakteristik Fisikokimia, Organoleptik Dan Total Bakteri Asam Laktat Kimchi Bengkulu.** *Agribios*, 20(1), 38.

- Tae Ick., n.d. ***Kimchi Fermentation And Characteristics Of The Related Lactic Acid.*** Korea: Korea Institute of Science and Technology Information.
- Teul, S. M., Rahmawati, R., & Ifadatin, S. (2023). ***Identification of Lactic Acid Bacteria from Fermented Kimchi Sawi Ansabi (Brassica juncea L.) using Phenotypic Similarities.*** *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4), 50–60.
- Wahyuni, N., & Sofyadi, E. (2019). ***Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Putih (Brassica pekinensis L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Kandang Kambing.*** *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(1), 41–48.
- Winarno, F.G. dan Fardiaz, S. (1980). ***Pengantar Teknologi Pangan.*** Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F. G. (2008). ***Ilmu Pangan dan Gizi.*** Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wisnu Murti, R., Sumardianto, S., & Purnamayati, L. (2021). ***Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Garam terhadap Asam Glutamat Terasi Udang Rebon (Acetes sp.).*** *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1), 50–59.
- You, S. Y., Yang, J. S., Kim, S. H., & Hwang, I. M. (2017). ***Changes in the physicochemical quality characteristics of cabbage kimchi with respect to storage conditions.*** *Journal of Food Quality*, 2017.
- Yunus, Y., & Zubaidah, E. (2015). ***Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Lama Fermentasi terhadap d selama Penyimpanan Beku Velva Pisang Ambon.*** *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(2), 303–312.
- Zeikus, J. G., & Jain, M. K. (1996). ***Biotechnology of Succinic Acid Production and Markets for Derived Industrial Products.*** *Applied Microbiology and Biotechnology*.