

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA, ORGANOLEPTIK DAN TOTAL BAKTERI ASAM LAKTAT KIMCHI BENGKUANG

Essa Annisa Syadiah^{1*}, Kartika², Hasbiadi³, Fitrah Adelina⁴

^{1,4}Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka

²Prodi Teknologi Pangan, Universitas Islam Al-Ihya Kuningan, Kuningan

³Prodi Agribisnis, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka

*Email Korespondensi : syadiahessa@gmail.com

Abstrak

Kimchi merupakan makanan fermentasi tradisional dan lauk pauk dengan rasa unik dari Korea yang sudah dikonsumsi dari sejak jaman dulu. Bakteri asam laktat (BAL) telah digunakan secara luas sebagai kultur starter untuk berbagai makanan fermentasi termasuk produk fermentasi daging, susu, dan sayuran seperti kimchi. Bengkuang mengandung protein, dan serat kasar relatif yang tinggi sehingga cocok sebagai pengganti kubis dalam pembuatan kimchi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik fisiko-kimia, organoleptik dan total Bakteri Asam Laktat dari Kimchi Bengkuang. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan sebagai rancangan percobaan, dengan faktor kesatu konsentrasi garam dengan 3 taraf, 2%, 4% dan 6% dan faktor yang kedua lama waktu fermentasi dengan 3 taraf, 3 hari, 6 hari dan 9 hari, tiga kali ulangan, 27 unit percobaan. Hasil penelitian ini kadar pH, kadar lemak, salinitas, serat kasar sebagai atribut fisiko kimia memiliki pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Atribut warna dan aroma serta total Bakteri Asam Laktat pada kimchi bengkuang memiliki pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Studi yang dilakukan sejauh ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan konsentrasi garam mempengaruhi kualitas kimchi bengkuang.

Kata kunci: bakteri asam laktat, bengkuang, fisiko-kimia, kimchi, organoleptik

Abstract

Kimchi is a traditional fermented food and side dish with a unique taste from Korea that has been consumed since ancient times. Lactic acid bacteria (LAB) have been used extensively as starter cultures for various fermented foods including fermented meat, dairy and vegetable products such as kimchi. Jicama contains protein, and relatively high crude fiber so it is suitable as a substitute for cabbage in making kimchi. This study aims to identify the physico-chemical, organoleptic and total Lactic Acid Bacteria characteristics of Jicama's Kimchi. The research method used was a Randomized Block Design was used as an experimental design, with the first factor salt concentration with 3 levels, 2%, 4% and 6% and the second factor, namely : duration of fermentation with 3 levels, 3 days, 6 days and 9 days, three replications, 27 experimental units. The results of this study that pH levels, fat content, salinity, crude fiber as physicochemical attributes had a significant effect ($P < 0.05$). Attributes of color and aroma as well as total Lactic Acid Bacteria on kimchi yam had a significant effect ($P < 0.05$). Studies conducted so far have shown that fermentation time and salt concentration affect the quality of jicama's kimchi.

Keywords: jicama, kimchi, lactic acid bacteria, organoleptic, physico-chemical

PENDAHULUAN

Kimchi merupakan makanan fermentasi tradisional dan lauk pauk dengan rasa unik dari Korea yang sudah dikonsumsi dari sejak jaman dulu. Sekarang, telah dikonsumsi sebagai makanan kesehatan di berbagai negara. Bahan utama kimchi adalah kubis dan lobak. Namun, sebelum fermentasi kimchi berbagai rempah-rempah seperti cabai bubuk,

jahe, daun bawang, bawang putih, dan asin makanan laut yang juga ditambahkan. Asam organik dan asam amino bebas yang dihasilkan selama fermentasi membuat kimchi memiliki rasa yang unik (M. . Seo et al., 2013). Kimchi pada saat jaman dulu hanya dibuat sebagai produk rumah tangga saja. Namun, karena perubahan dalam gaya hidup masyarakat modern serta mengikuti perkembangan sosial ekonomi saat ini, kimchi mulai diproduksi oleh perusahaan skala besar (Son et al., 2017).

Segmentasi pasar kimchi sudah terbentuk karena perluasan pasar kimchi komersial dan diversifikasi preferensi kimchi oleh konsumen mengakibatkan meningkatnya permintaan kimchi dengan tingkat kematangan yang bervariasi. Selama ini fermentasi dari kimchi menghasilkan kandungan asam organik yang meningkat dan kandungan gulanya menurun (Yoon et al., 2021). Bakteri asam laktat (BAL) telah digunakan secara luas sebagai kultur starter untuk berbagai makanan fermentasi termasuk produk fermentasi daging, susu, dan sayuran. BAL pada saat ini telah menjadi fokus penelitian nasional karena manfaat dan peran pentingnya dalam sebagian besar makanan fermentasi. Kemampuan BAL untuk menghasilkan berbagai senyawa anti mikroba (Ahn et al., 2012) aktivitas anti tumor (Heo et al., 2021), penghambatan spesies patogen (Hossain et al., 2020), perlindungan terhadap kanker usus besar (Hwang & Lee, 2018), serta sebagai stimulasi sistem imun (Jang et al., 2015).

Bengkuang berasal dari kawasan Amerika Tengah dan dibudidayakan menggunakan biji. Bengkuang adalah buah yang kaya akan berbagai nutrisi yang sangat penting bagi kesehatan, terutama vitamin dan mineral. Bengkuang merupakan bahan pangan yang dapat langsung dikonsumsi ataupun diolah menjadi bentuk lain. Bengkuang mengandung protein, dan serat kasar relatif yang tinggi sehingga cocok sebagai pengganti kubis dalam pembuatan kimchi. Kandungan pada penelitian yang dilakukan oleh Mun et al., (2020) menyatakan bahwa bengkuang mengandung vitamin C, flavonoid dan saponin, yang merupakan penangkal radikal bebas, dan juga dianggap sebagai sumber antioksidan potensial. Sentra produksi bengkuang di Indonesia adalah di Bogor (Jawa Barat), Sumatera, Jawa Tengah serta Gresik dan Jombang (Jawa Timur).

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri yang pada umumnya digunakan dalam fermentasi kimchi. Total bakteri asam laktat (BAL) dinyatakan dalam CFU (colony forming unit)/mL. Analisis total BAL menggunakan MRS broth (Lee et al., 2020). Jenis mikroba dari kimchi yang diisolasi adalah strain BAL, yang memiliki kemampuan untuk menyebabkan pertumbuhan dalam 10% susu skim karena sifat asamnya, dari hasil keseluruhan belum dapat ditemukan banyak pertumbuhan yang dapat dideteksi dalam 10% dengan menggunakan isolat varian kimchi ini. Efek ini mungkin karena karakteristik isolat yang tidak diketahui yang dapat menghambat pertumbuhannya. Di Korea, BAL digunakan sebagai mikroorganisme starter dalam kimchi sayuran fermentasi Korea. Saat ini, ekspor kimchi telah meningkat, dan itu telah dikembangkan sebagai produk budaya global (Jang et al., 2014). Produk fermentasi hasil dari BAL dengan lebih dari 100 jenis sayuran, dan berbagai spesies BAL terlibat dalam fermentasi kimchi, termasuk dalam *Leuconostoc* dan *Lactobacillus* (Jeong et al., 2021). BAL dalam kimchi yang baik bersifat *psychrophilic* atau *psychrotrophic*, organisme anaerob fakultatif yang merupakan sangat tahan terhadap garam.

Dalam sebuah studi oleh Kang et al., (2015), hal itu ditemukan bahwa rasa terbaik dari kimchi didapatkan ketika pH adalah 4,2 dan asam laktat diproduksi pada hari ketiga setelah hari pertama proses fermentasi pada 20°C (Kim et al., 2019). Kultur Probiotik menjadi sangat tahan terhadap kondisi asam, karena pH dari ini jenis kultur ini menjadikan produk setidaknya pada pH 4,5 dan sering jauh lebih rendah (Jung et al., 2014). BAL yang digunakan dalam produk makanan fermentasi lebih tahan terhadap kondisi asam dan, oleh karena itu menimbulkan cita rasa yang diinginkan (Park et al., 2021). Selain itu, menurut Jang et al., (2015) semua kompleksitas dari

fermentasi kimchi akan berpengaruh pada kandungan fisika dan kimia yang perlu dianalisis per atribut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik fisiko-kimia, organoleptik dan total BAL dari Kimchi Bengkuang. Lebih lanjut potensi BAL memainkan sebuah peran penting dan fungsi dalam sistem perlindungan imun dengan meningkatkan mekanisme mekanisme spesifik dan nonspesifik serta memiliki efek menguntungkan bagi kesehatan (Lim et al., 2017; M. . Seo et al., 2013).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan dan Alat Bahan Proses Pembuatan kimchi bengkuang menggunakan beberapa bahan yaitu bengkuang sebanyak 15 kg yang diperoleh dari Bogor, Jawa Barat, bawang putih, bawang bombay, jahe, garam kecap asin, gula, bubuk cabai, dan tepung beras yang diperoleh di Pasar Swalayan Bandung. Bahan untuk analisis yaitu fenofitalin 1%, kloroform, HCl 3N, na-karbonat, HCl 25%, NaOH 1N, asam pikrat dan KCN diperoleh dari Merck, Germany. Alat-alat untuk pembuatan kimchi bengkuang yaitu wadah plastik, sendok, pisau, talenan, saringan dan toples. Penggunaan alat untuk analisis yaitu timbangan analitik (Kuhr 120VS), kompor, desikator, labu lemak, corong, kondensor, cawan, tanur, botol kaca, labu ukur, soxhlet, spektrofotometer UV/Vis (Fourtwan Germany), tabung reaksi.

Tahapan Penelitian

Kondisi Produksi dan Penyimpanan Kimchi

Bengkuang dan bahan-bahan ringan tambahan yang segar sehingga yang kimchi bisa dapat dibuat di hari bahan segar didapatkan. Bengkuang dibelah menjadi dua setelah membuang bagian yang tidak dapat dimakan. Selanjutnya, bengkuang yang sudah dipotong direndam menggunakan air garam pada suhu kamar (25°C) selama 12 jam (Park et al., 2014). Supaya proses penggaraman seragam, perlu menggunakan keranjang air untuk merendam semua bengkuang dan sekitar 2-3 jam sekali bengkuang di posisi bagian atas dan bawah dialihkan bergantian (Hossain et al., 2020). Setelah 12 jam, bengkuang asin dicuci 3 kali menggunakan air steril kemudian ditiriskan selama 2 jam. Selanjutnya, bahan lain sesuai variasi komposisi yang sudah disiapkan ditambahkan untuk membuat kimchi. Sampel kimchi siap diuji untuk setiap aspek karakteristik mulai hari ke-0 hingga hari ke-9 pada suhu ruang (Jung & Lee, 2021). Penelitian kimchi bengkuang ini ditentukan berdasarkan efek konsentrasi garam, waktu lama fermentasi dan interaksi kedua faktor. Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan sebagai rancangan percobaan, dengan faktor ke-satu (a), yaitu: konsentrasi garam dengan 3 taraf, 2%, 4% dan 6% dan faktor yang kedua (b), yaitu: lama waktu fermentasi dengan 3 taraf, 3 hari, 6 hari dan 9 hari, tiga kali ulangan, 27 unit percobaan.

Metode Pengujian Fisiko Kimia

Mutu fisikokimia yang diuji pada kimchi bengkuang yaitu penentuan metode grafimetri untuk kadar air, kadar abu, kadar serat (AOAC., 2005) metode hidrolisis Weibull untuk menentukan kadar lemak (Yoon et al., 2021), metode by different untuk kadar karbohidrat (Kim et al., 2012), pengukuran pH (Mun et al., 2020), dan pengukuran salinitas menggunakan metode Mohr (Heo et al., 2021).

Metode Pengujian Mutu Organoleptik

Sampel dianalisis kualitas sensori seperti warna, aroma dan tekstur dengan 30 orang panelis agak terlatih, menggunakan lima skala hedonis dari sangat suka (skor = 5) hingga sangat tidak suka (skor = 0) (Kang et al., 2015).

Metode Pengujian Total Bakteri Asam Laktat

Total BAL ditentukan dengan metode *Total Plate Count* menggunakan media tumbuh Man Rogosa dan Sharpe (MRS). Media agar MRS dibuat dengan melarutkan 65,13 g dalam 1000 ml air suling dan mensterilkan pada 121° C selama 15 menit menggunakan autoklaf. Tuang MRS ke cawan petri hingga menjadi setengah padat ± 10 ml. Tunggu hingga padatan mengeras dan inkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Pengujian dimulai dengan mengencerkan cairan kimchi dengan aquades steril dengan perbandingan 1:9. Pengenceran dilakukan dari 10⁹, 10¹⁰ dan seterusnya (Jung et al., 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil analisis kadar pH kimchi bengkuang

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	3,72±0,42 _a	3,61±0,38 _a	3,49±0,12 _{ab}
4%	3,69±0,25 _a	3,62±0,13 _a	3,51±0,19 _a
6%	3,75±0,18 _{ab}	3,48±0,14 _a	3,23±0,15 _{ab}

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05).

Kadar pH

Dari Tabel 1, dapat dilihat bahwa konsentrasi garam dan lama fermentasi serta hubungannya memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai rata-rata kadar pH kimchi bengkuang (P<0,05). Konsentrasi garam sebesar 6% dengan lama waktu fermentasi 9 hari menghasilkan kadar pH lebih rendah daripada perlakuan lain yang diperoleh dari hasil uji lanjut Duncan yaitu sebesar 3,23±0,15. Dalam hal ini dapat diketahui jika adanya penurunan pH diakibatkan oleh meningkatnya konsentrasi garam serta meningkatnya lama waktu fermentasi. Menurut Ahn et al., (2012) aktivitas bakteri asam laktat pada kondisi anaerob selama proses fermentasi mampu mengkonversi kandungan glukosa pada medium menjadi asam laktat, sehingga memproduksi kandungan asam laktat yang tinggi dan ini berkaitan dengan tingkat keasaman (pH) kimchi bengkuang yang semakin menurun. Selama fermentasi kimchi, bengkuang sebagai komponen utama dan bahan-bahan lain mengalami degradasi atau disintesis oleh mikroorganisme menggunakan berbagai enzim. Degradasi karbohidrat, komponen utama bengkuang, menghasilkan pembentukan banyak asam organik yang memberikan rasa unik pada kimchi (Heo et al., 2021). Dengan demikian, nilai-nilai pH sebagai interpretasi total asam dan asam organik dari kimchi adalah indeks kualitas penting untuk menentukan kualitas dan tingkat penyimpanan kimchi. Proses fermentasi berlangsung terjadi penurunan pH dinilai 4 pada tahap fermentasi menengah (tahap fermentasi optimal), dan penurunan menjadi 3,5 - 3,9 pada tahap fermentasi akhir (Hossain et al., 2020). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi garam rendah memungkinkan lambatnya laju fermentasi dan memungkinkan membutuhkan waktu fermentasi yang lebih panjang, sedangkan kimchi yang tinggi konsentrasi garam menunjukkan proses penurunan pH selama fermentasi. Dari penelitian Hwang & Lee (2018), selama proses fermentasi bakteri asam laktat menggunakan energi dari glukosa yang dampaknya akan menghasilkan produk utama berupa asam laktat sekaligus menurunkan nilai pH.

Tabel 2. Hasil analisis kadar air per 100 gr kimchi bengkung

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	90,23±0,34 _{ab}	89,48±0,13 _a	88,92±0,29 _b
4%	88,70±0,23 _b	87,84±0,38 _a	85,63±0,12 _{ab}
6%	88,95±0,18 _a	87,34±0,27 _{ab}	85,94±0,28 _a

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Kadar Air

Dapat dilihat pada Tabel 2, dari data tersebut kandungan air dari kimchi bengkung cenderung dipengaruhi oleh konsentrasi garam. Namun, interaksi konsentrasi garam dengan waktu fermentasi menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata terhadap nilai rata-rata kadar air kimchi bengkung ($P > 0,05$). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kecenderungan dengan meningkatnya konsentrasi larutan garam yang diberikan, maka semakin rendah kadar air kimchi bengkung. Kadar air dengan konsentrasi garam 4% dan lama fermentasi 9 hari paling rendah sebesar 85,94±0,28. Kandungan garam yang tinggi mampu menyerap kandungan air pada bahan pangan, dan dampak penambahan kadar garam yang tinggi adalah kadar air pada produk menurun (Jang et al., 2015). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian, dikarenakan garam mempunyai kemampuan untuk menyerap air. Menurut (Jang et al., 2014) tambahan bahan pangan yang bersifat higroskopis bersifat mengikat air, yang mengakibatkan penurunan jumlah ikatan air bebas. Hal ini sejalan dengan pendapat (Jang et al., 2015), bahwa penambahan garam dapat menarik cairan dari dalam jaringan sayur serta dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk karena air merupakan medium kesukaan mikroorganisme untuk tumbuh.

Tabel 3. Hasil analisis kadar abu per 100 gr kimchi bengkung

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	1,08±0,19 _a	1,14±0,04 _a	1,28±0,29 _a
4%	1,24±0,34 _a	1,38±0,31 _b	1,42±0,20 _a
6%	1,49±0,36 _b	1,53±0,15 _a	1,64±0,14 _a

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Kadar Abu

Dari data hasil penelitian pada tabel 3, menunjukkan kandungan abu pada kimchi bengkung dipengaruhi oleh lama fermentasi, namun interaksi konsentrasi garam dan lama fermentasi tidak mengindikasikan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$). Adanya peningkatan nilai kandungan abu pada kimchi bengkung bisa dikaitkan dengan adanya peningkatan protein. Kandungan abu dari kimchi bengkung dapat berupa mineral dari bahan pembuatan kimchi yaitu bengkung yang merupakan hasil perombakan oleh mikroorganisme asam laktat. Dari data hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Jeong et al., (2021) yang mengungkapkan bahwa peningkatan kandungan mineral (abu) dipengaruhi oleh peningkatan lama waktu fermentasi yang berlangsung, namun nilainya tidak signifikan.

Tabel 4. Hasil analisis kadar lemak per 100 gr kimchi bengkuang

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	1,27±0,18 _b	1,02±0,24 _a	0,67±0,22 _{ab}
4%	1,45±0,05 _a	1,34±0,28 _{ab}	1,12±0,21 _{ab}
6%	1,51±0,32 _{ab}	1,40±0,23 _b	1,05±0,03 _b

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Kadar Lemak

Data hasil penelitian kandungan lemak kimchi bengkuang dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk kadar garam 6% dapat dilihat terjadi penurunan kadar lemak seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi, 1,51±0,32 menjadi 1,05±0,03. Dari data tersebut direpresentasikan bahwa lamanya waktu fermentasi memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai rata-rata kadar lemak kimchi bengkuang ($P < 0,05$). Dalam hal ini representasi didefinisikan sebagai penurunan kadar lemak kimchi bengkuang, seiring dengan makin lamanya waktu fermentasi. Hasil ini sesuai dengan penelitian Jeong et al., (2021) bahwa ketika proses fermentasi berlangsung hingga waktu akhir, maka kandungan lemak pada kimchi pun akan semakin menurun. Serupa dengan kandungan air yang semakin menurun, kandungan lemak pada kimchi bengkuangpun ikut menurun. Hal ini diindikasikan lemak menjadi sumber energi sebagai medium pertumbuhan mikroorganismse.

Tabel 5. Hasil analisis salinitas kimchi bengkuang

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	1,73±0,23 _{ab}	1,79±0,13 _{ab}	1,85±0,22 _{ab}
4%	1,85±0,08 _a	1,92±0,26 _a	1,97±0,34 _a
6%	1,98±0,42 _a	2,05±0,26 _{ab}	2,09±0,32 _a

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Salinitas

Dalam studi ini, data pada tabel 5 merupakan kimchi bengkuang disiapkan dengan variasi waktu fermentasi dan konsentrasi garam kemudian dianalisis untuk menguji perbedaan salinitas. Sebagai representasi pada konsentrasi garam 4%, salinitas sebesar 1,85±0,08 untuk 3 hari fermentasi sampai 1,97±0,34 untuk 9 hari fermentasi. Pada tabel 5 diketahui secara umum adanya peningkatan nilai salinitas, ini berarti bahwa lama waktu fermentasi memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai rata-rata salinitas kimchi bengkuang ($P < 0,05$). Menurut Jung et al., (2014) selama fermentasi kimchi dengan dengan produksi skala pabrik, salinitas awal adalah 1,37-1,67% dan dipertahankan di 2% karena cairan kimchi dan kecilnya jaringan bahan utama. Kemudian dalam studi lain, kimchi dibuat dengan tambahan saus ikan fermentasi Korea menghasilkan nilai sebesar 2,51 – 2,58 (Jung et al., 2018). Dengan demikian, beberapa penelitian membuktikan bahwa salinitas tidak menghambat pertumbuhan mikroorganismse dalam proses fermentasi kimchi.

Tabel 6. Hasil analisis kadar karbohidrat per 100 gr kimchi bengkuang

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	6,24±0,24 _a	6,19±0,23 _a	6,13±0,29 _{ab}
4%	6,48±0,43 _a	6,21±0,32 _{ab}	5,84±0,21 _b
6%	6,78±0,18 _{ab}	6,20±0,28 _{ab}	6,02±0,32 _{ab}

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Kadar Karbohidrat

Data pada tabel 6 merupakan hasil perlakuan penambahan konsentrasi garam dan waktu fermentasi yang menunjukkan perbedaan nyata terhadap kandungan karbohidrat kimchi bengkuang. Dari data hasil penelitian pada tabel 6 memperlihatkan bahwa konsentrasi garam, lama fermentasi serta interaksi keduanya tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap kandungan karbohidrat kimchi bengkuang ($P > 0,05$). Dapat dilihat dari data tersebut kimchi bengkuang mempunyai proporsi kisaran 6% karbohidrat, teridentifikasi adanya nilai penurunan karbohidrat meskipun sedikit. Hal ini diindikasikan meskipun ketersediaan karbohidrat sebagai medium fermentasi, lainnya dipengaruhi oleh lama waktu fermentasi dan kesukaran perombakan karbohidrat. Jung & Lee (2021) mengemukakan bahwa kandungan karbohidrat akan dipecah oleh mikroba selama proses fermentasi. Penelitian Kang et al., (2015) menyimpulkan bahwa kandungan karbohidrat pada bahan selama proses fermentasi akan menurun, namun sumber gizi mikroorganisme bukan hanya dari karbohidrat saja tergantung dari komponen apa saja yang ada dalam bahan selama proses fermentasi. Kim et al., (2021) menyatakan bahwa dalam penambahan komponen garam dapat menghambat kinerja enzim untuk memecah karbohidrat, sehingga kemampuan menghasilkan molekul sederhana terhambat.

Tabel 7. Hasil analisis kadar serat kasar per 100 gr kimchi bengkuang

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	1,59±0,28 _a	2,65±0,36 _{ab}	3,01±0,29 _a
4%	2,23±0,32 _b	3,02±0,26 _a	3,16±0,15 _a
6%	2,75±0,26 _a	3,14±0,09 _a	3,24±0,14 _{ab}

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Kadar Serat Kasar

Dapat dilihat dari tabel 8 hasil perlakuan variasi penambahan garam dan waktu lama fermentasi terhadap serat kasar kimchi bengkuang. Dari data tersebut dapat diinterpretasikan jika interaksi penambahan kandungan garam dan lama waktu fermentasi menunjukkan adanya pengaruh nyata pada kandungan serat kasar kimchi bengkuang ($P < 0,05$). Nilai kadar serat kasar pada hari ke 3 dengan konsentrasi 2% garam menunjukkan 1,59±0,28%, sampai pada hari ke 9 sebesar 3,01±0,29%. Dari data pada tabel 8 dapat dipahami jika kandungan bakteri asam laktat yang berkembang dan meningkat hingga akhir fermentasi, berpengaruh pula pada peningkatan kadar serat kasar kimchi bengkuang. Kang et al., (2015) mengemukakan bahwa kandungan medium fermentasi masih dalam aktivitas metabolisme mikroorganisme walaupun rendah, maka jumlah mikroorganisme akan meningkat. Aktivitas bakteri asam laktat dari dicerminkan dari tingkat konsumsi kandungan gizi yang berkurang. Umumnya pada awal fermentasi aktivitasnya begitu tinggi, namun aktivitasnya menurun seiring dengan meningkatnya keasaman kimchi bengkuang.

Tabel 8. Hasil analisis total bakteri asam laktat (10^{10}) kimchi bengkuang

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	3,74±0,08 _a	7,37±0,41 _a	9,13±0,22 _a
4%	5,34±0,26 _{ab}	8,94±0,29 _b	9,85±0,34 _a
6%	7,15±0,32 _{ab}	9,04±0,12 _b	9,59±0,29 _a

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Total Bakteri Asam Laktat

Dari data hasil penelitian pada tabel 8 yaitu pengukuran total bakteri asam laktat (BAL) pada kimchi bengkuang. Tabel 8 memperlihatkan pengaruh nyata konsentrasi garam pada total bakteri asam laktat kimchi bengkuang ($P < 0,05$). Data tersebut merepresentasikan jika adanya kecenderungan peningkatan penambahan garam pada setiap perlakuan, berindikasi pada meningkatnya jumlah total bakteri asam laktat pada kimchi bengkuang. Untuk konsentrasi garam 6% didapat nilai 7,15±0,32% pada hari ke-3, kemudian meningkat drastis pada angka 9,04±0,12% pada hari ke-6, dan pada hari ke-9 mencapai nilai 9,59±0,29% yang mengindikasikan adanya perlambatan pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Kim et al., (2019) ketika metabolisme mikroorganisme melambat (tidak signifikan meningkat seperti di awal proses fermentasi), itu artinya masih memecah substrat menjadi sel dalam taraf kecil dan produk fermentasi pun meningkat. Penurunan sel mikroba dikarenakan kondisi medium mengalami peningkatan keasaman. Lee et al., (2020) mengemukakan bahwa strain bakteri asam laktat pada varian kimchi penelitiannya dapat digunakan sebagai kultur starter probiotik karena produksi asamnya yang kuat dan toleransi terhadap medium asam yang tinggi. Fermentasi dapat berlangsung di bawah berbagai kondisi yang menghasilkan beragam bakteri dan ragi pada produk akhir (Lee et al., 2016). Dengan demikian, ini dapat diklasifikasikan sebagai mikroorganisme yang menjanjikan untuk dieksplorasi lebih lanjut. Lebih lanjut, bahwa kelangsungan hidup bakteri probiotik sejalan dengan penurunan pH.

Tabel 9. Hasil analisis organoleptik atribut warna kimchi bengkuang

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	3,84±0,26 _a	4,19±0,28 _{ab}	4,77±0,42 _{ab}
4%	4,02±0,32 _b	4,52±0,22 _{ab}	4,36±0,29 _{ab}
6%	4,53±0,19 _a	4,64±0,31 _a	4,83±0,45 _a

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Warna

Dari data pada tabel 9 dapat dilihat hasil uji organoleptik terhadap warna kimchi bengkuang disajikan. Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap warna kimchi bengkuang sebesar 3,84±0,26 (agak suka) – 4,83±0,45 (suka). Berdasarkan analisis sidik ragam (ANOVA) diketahui bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap warna kimchi bengkuang ($P < 0,05$). Analisis statistik uji lanjut menunjukkan warna kimchi bengkuang dengan konsentrasi garam 6% dan lama fermentasi 9 hari (4,83) memiliki tingkat kesukaan warna tertinggi dibandingkan yang lain. Hal ini karena semakin waktu fermentasinya lama, maka semakin pekat pula warna yang dihasilkan. Dalam penelitian Lim et al., (2017) menyatakan jika kimchi korea dengan proses fermentasi terbuat dari macam sayuran dan diuraikan oleh bakteri asam laktat, akan terjadi perubahan warna seiring bertambahnya lama fermentasi. Lebih lanjut dalam

penelitiannya bahwa bakteri asam laktat *Lactobacillus brevis* HYE1 sangat mempengaruhi semua atribut dalam proses fermentasi.

Mun & Chang, (2020) menjelaskan jika ada indikasi pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan dalam fermentasi kimchi, lebih lanjut setiap mikroorganisme mempunyai toleransi terhadap pH selama proses. Mikroorganisme dalam fermentasi kimchi yaitu *Leuconostoc gelidum* subsp. *aenigmaticum* LS4 mempunyai karakteristik toleran pada kondisi pH rendah, perombakan substrat pada awal proses sangat cepat, kondisi suhu dan kandungan garam sangat mempengaruhi proses fermentasi (Mun et al., 2020).

Tabel 10. Hasil analisis organoleptik atribut aroma kimchi bengkung

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	4,38±0,23 _a	4,12±0,22 _a	4,28±0,36 _b
4%	4,44±0,19 _{ab}	4,15±0,29 _{ab}	4,16±0,08 _b
6%	4,12±0,26 _a	4,03±0,28 _a	3,64±0,42 _a

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Aroma

Data hasil penelitian pada tabel 10 merupakan hasil uji organoleptik terhadap rasa kimchi bengkung. Tabel 10 memperlihatkan bahwa nilai rata-rata kesukaan sebesar 3,64 (agak suka) – 4,44 (suka). Terlihat pada tabel 10 dengan nilai tertinggi pada sampel dengan konsentrasi garam 4% dan hasil fermentasi selama 3 hari. Berdasarkan analisis sidik ragam (ANOVA) diketahui bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap aroma kimchi bengkung ($P < 0,05$). Dari hasil analisis statistik bahwa penambahan garam berpengaruh nyata terhadap aroma kimchi bengkung. Dalam proses fermentasi melibatkan mikroorganisme yang mengurai substrat sebagai media, enzim akan bekerja sejalan dengan aktivitas mikroorganisme. Dalam penelitian Park et al., (2012) dijelaskan bahwa penggunaan mikroorganisme untuk pembuatan kimchi akan berefek pada atribut aroma, enzim yang memecah substrat akan menghasilkan aroma asam seiring dengan penurunan pH. Efek aroma yang terbentuk pada kimchi akan berbeda penerimaannya pada setiap responden.

Tabel 11. Hasil analisis organoleptik atribut rasa kimchi bengkung

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	4,34±0,33 _a	4,16±0,51 _a	4,32±0,62 _a
4%	4,53±0,63 _a	4,62±0,41 _{ab}	4,24±0,75 _b
6%	4,19±0,53 _{ab}	3,84±0,35 _a	3,77±0,12 _b

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Rasa

Data hasil penelitian pada tabel 11, merupakan hasil analisis atribut rasa pada sampel kimchi bengkung. Atribut rasa merupakan parameter yang penting pada daya terima suatu produk. Dapat dilihat pada penambahan garam 2% menghasilkan tingkat kesukaan rasa pada nilai 4,34±0,33 pada hari ke-3, kemudia menurun pada hari ke-6 sebesar 4,16±0,51, dan pada hari ke-9 sebesar 4,32±0,62. Lebih lanjut, hasil analisis statistik (ANOVA) bahwa tidak adanya pengaruh nyata terhadap interaksi penambahan garam dan lamanya proses fermentasi pada nilai rasa kimchi bengkung ($P > 0,05$). Kemudian hasil uji lanjut menunjukkan rasa kimchi bengkung pada konsentrasi garam 4% dengan lama fermentasi selama 4, 62±0,41 memiliki tingkat kesukaan rasa tertinggi dibandingkan yang lain. Dalam penelitian Park et al., (2012) menjelaskan bahwa

penambahan garam untuk proses fermentasi kimchi akan mempengaruhi responden dalam menyatakan tingkat kesukaan rasa. Jika semakin asin rasa kimchi responden akan kurang menyukainya. Selain rasa asin, ada juga rasa masam akibat degradasi substrat pada medium fermentasi oleh bakteri asam laktat yang menyebabkan penurunan pH. Park et al., (2014) menjelaskan mikroorganismenya pada fermentasi kimchi akan menghasilkan efek kompleks pada kandungan gizi dan daya terima kimchi pada responden. Dalam penelitian Park et al., (2021) menjelaskan bahwa kimchi hasil beras fermentasi mampu menghasilkan senyawa volatil yang berdampak pada penerimaan responden terhadap atribut organoleptik, lebih lanjut dapat mengontrol kolesterol yang berdampak baik pada kesehatan.

Tabel 12. Hasil analisis organoleptik atribut tekstur kimchi bengkung

Konsentrasi Garam	Lama Fermentasi		
	3 hari	6 hari	9 hari
2%	4,35±0,37 _a	4,32±0,25 _b	4,24±0,68 _b
4%	4,49±0,28 _b	4,21±0,67 _{ab}	4,18±0,53 _a
6%	4,21±0,62 _a	4,17±0,28 _b	4,08±0,21 _b

Keterangan: Data merupakan rata-rata. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Tekstur

Hasil penelitian pada tabel 12 merupakan penilaian dari responden terhadap atribut tekstur kimchi bengkung. Pada tabel 12 dapat dilihat bahwa nilai penerimaan responden terhadap tingkat kesukaan responden ada pada kisaran 4,08±0,21 – 4,63±0,37 (suka). Dalam hasil analisis statistik ANOVA bahwa interaksi penambahan garam dan lamanya waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata pada atribut tekstur kimchi bengkung ($P > 0,05$). Adapun hasil uji lanjut dengan nilai penerimaan tertinggi dibanding yang lain yaitu 4,49±0,28, pada tekstur kimchi bengkung dengan penambahan konsentrasi garam 4% dan lama waktu fermentasi selama 3 hari. Park et al., (2014) menggunakan *Lactobacillus plantarum* K154 sebagai mikroorganismenya fermentasi, dan ini berpengaruh pada tekstur dan aroma kimchi. Adapun Seo et al., (2020) menjelaskan jika waktu fermentasi mempengaruhi atribut organoleptik sebagai penerimaan responden terhadap kimchi. Variasi penambahan garam dengan konsentrasi tinggi akan merombak substrat dan membuat tekstur kimchi semakin lunak (Seo et al., 2021). Penurunan kadar air seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi kimchi, ini berarti terjadi pelepasan kadar air.

KESIMPULAN

Karena bahan dan lingkungan fermentasi yang kompleks menjadikan kimchi sebagai makanan fermentasi unik dari segi atribut organoleptik, namun sulit untuk menganalisis karakteristiknya secara spesifik. Untuk penelitian tentang perubahan keasaman atau asam organik terbilang cukup sedikit, ini sehubungan dengan kondisi-kondisi tertentu selama proses fermentasi kimchi. Studi yang dilakukan sejauh ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan konsentrasi garam mempengaruhi kualitas kimchi bengkung.

REFERENSI

- Ahn, J. E., Kim, J. K., Lee, H. R., Eom, H. J., & Han, N. S. (2012). Isolation and characterization of a bacteriocin-producing *Lactobacillus sakei* B16 from kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41, 721–726.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis (18th*

- ed.). USA: Association of Official Analytical Chemist Inc. Mayland. USA.
- Heo, S., Kim, J. H., Kwak, M. S., Jeong, D. W., & Sung, M.-H. (2021). Functional Genomic Insights into Probiotic *Bacillus siamensis* Strain B28 from Traditional Korean Fermented Kimchi. *Foods*, *10*(8), 190. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10081906>
- Hossain, M. I., Mizan, M. F. R., Ashrafudoulla, M., Nahar, S., Joo, H. J., Jahid, I. K., Park, S. H., Kim, K. S., & Ha, S. D. (2020). Inhibitory effects of probiotic potential lactic acid bacteria isolated from kimchi against *Listeria monocytogenes* biofilm on lettuce, stainless-steel surfaces, and MBEC™ biofilm device. *LWT-Food Sci Technol*, *118*, 108.
- Hwang, H., & Lee, J. H. (2018). Characterization of arginine catabolism by lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Molecules*, *23*, 30–49.
- Jang, J. Y., Lee, M. E., Lee, H. W., Lee, J. H., Park, H. W., Choi, H. J., & Kim, T. W. (2015). Extending the shelf life of kimchi with *Lactococcus lactis* strain as a starter culture. *Food Sci Biotechnol*, *24*(3), 1049–1053.
- Jang, S., Lee, J., Jung, U., Choi, H. ., & Suh, H. J. (2014). Identification of an anti-listerial domain from *Pediococcus pentosaceus* T1 derived from kimchi, a traditional fermented vegetable. *Food Control*, *43*, 42–48.
- Jeong, C. H., Sohn, H., Hwang, H., Lee, H. J., Kim, T. W., Kim, D. S., Kim, C. S., Han, S. G., & Hong, S. W. (2021). Comparison of the Probiotic Potential between *Lactiplantibacillus plantarum* Isolated from Kimchi and Standard Probiotic Strains Isolated from Different Sources. *Foods*, *10*(9), 2125.
- Jung, J. Y., Lee, S. H., & Jeon, C. O. (2014). Kimchi microflora: History, current status, and perspectives for industrial kimchi production. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, *98*, 2385–2393.
- Jung, J. Y., Lee, S. H., Lee, H. J., Seo, H. Y., Park, W. S., & Jeon, C. O. (2012). Effects of *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures on microbial communities and metabolites during kimchi fermentation. *Int. J. Food Microbiol*, *153*, 378–387.
- Jung, M. Y., Kim, T. W., Lee, C., Kim, J. Y., Song, H. S., Kim, Y. B., Ahn, S. W., Kim, J. S., Roh, S. W., & Lee, S. H. (2018). Role of jeotgal, a korean traditional fermented fish sauce, in microbial dynamics and metabolite profiles during kimchi fermentation. *Food Chem*, *265*, 135–143.
- Jung, S., & Lee, J. H. (2021). Red pepper powder is an essential factor for ornithine production in kimchi fermentation. *LWT-Food Sci. Technol.*, *137*, 110434.
- Kang, B. ., Cho, M. ., Ahn, T. ., Lee, E. ., & Park, D. . (2015). The influence of red pepper powder on the density of *Weissella koreensis* during kimchi fermentation. *Sci. Rep*, *5*, 15445.
- Kim, J., Bang, J., Beuchat, L. R., Kim, H., & Ryu, J. H. (2012). Controlled fermentation of kimchi using naturally occurring antimicrobial agents. *Food Microbiol*, *32*, 20–31.
- Kim, M. J., Kang, S. E., Jeong, C. H., Min, S. G., Hong, S. W., Roh, S., Jhon, D. Y., & Kim, T. W. (2021). Growth Inhibitory Effect of Garlic Powder and Cinnamon Extract on White Colony-Forming Yeast in Kimchi. *Foods*, *10*(3), 645. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10030645>
- Kim, M. J., Lee, H. ., Lee, M. ., Roh, S. ., & Kim, T. . (2019). Mixed starter of *Lactococcus lactis* and *Leuconostoc citreum* for extending kimchi shelf-life. *J. Microbiol. Biotechnol.*, *57*, 479–484.
- Lee, K. ., Kim, G. ., Baek, A. ., Hwang, H. ., Kwon, D. ., Kim, S. ., & Lee, S. . (2020). Isolation and characterization of kimchi starters *Leuconostoc mesenteroides* PBio03 and *Leuconostoc mesenteroides* PBio04 for manufacture of commercial kimchi. *J. Microbiol. Biotechnol.* *30*, 1060–1066
- Lee, K.W., Kim, G.S., Baek, A.H., Hwang, H.S., Kwon, D.Y., *J. Microbiol. Biotechnol*, *30*, 1060–1066.
- Lee, K. ., Shim, J. ., Yao, Z., Kim, J. ., & Kim, J. . (2018). Properties of kimchi fermented with

- GABA-producing lactic acid bacteria as a starter. *J. Microbiol. Biotechnol*, *28*, 534–541.
- Lee, K., Shim, J., Park, S., Heo, H., Kim, H., Ham, K., & Kim, J. (2016). Isolation of lactic acid bacteria with probiotic potentials from kimchi traditional Korean fermented vegetable. *LWT -Food Sci Technol*, *71*, 130–137.
- Lim, H. ., Cha, I. ., Roh, S. ., Shin, H. ., & Seo, M. . (2017). Enhanced production of gamma-aminobutyric acid by optimizing culture conditions of *Lactobacillus brevis* HYE1 isolated from kimchi, a Korean fermented food. *J. Microbiol. Biotechnol*, *27*, 450–459.
- Mun, S. ., & Chang, H. . (2020). Characterization of *Weissella koreensis* SK isolated from kimchi fermented at low temperature (around 0 °C) based on complete genome sequence and corresponding phenotype. *Microorganisms*, *8*, 1147.
- Mun, S. ., Moon, S. ., & Chang, H. . (2020). Characterization of high-ornithine-producing *Weissella koreensis* DB1 isolated from kimchi and its application in rice bran fermentation as a starter culture. *Foods*, *9*, 1545.
- Park, E. ., Chun, J., Cha, C. ., Park, W. ., Jeon, C. ., & Bae, J. . (2012). Bacterial community analysis during fermentation of ten representative kinds of kimchi with barcoded pyrosequencing. *Food Microbiol*, *30*, 197–204.
- Park, J. ., Tirupathi Pichiah, P. ., Yu, J. ., Oh, S. ., Daily, J. ., & Cha, Y. . (2012). Anti-obesity effect of kimchi fermented with *Weissella koreensis* OK 1-6 as starter in high-fat diet-induced obese C57BL/6J mice. *J. Appl. Microbiol*, *113*, 1507–1516.
- Park, K. ., Jeong, J. ., Lee, Y. ., & Daily, J. . (2014). Health benefits of kimchi (Korean fermented vegetables) as a probiotic food. *J. Med. Food*, *17*, 6–20.
- Park, S. ., Lee, J. ., & Lim, S. . (2014). The probiotic characteristics and GABA production of *Lactobacillus plantarum* K154 isolated from kimchi. *Food Sci. Biotechnol*, *23*, 1951–1957.
- Park, S., Chang, H.-C., & Lee, J.-J. (2021). Rice Bran Fermented with Kimchi-Derived Lactic Acid Bacteria Prevents Metabolic Complications in Mice on a High-Fat and Cholesterol Diet. *Foods*, *10*(7), 1501. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10071501>
- Seo, D. J., Jung, D., Jung, S., Yeo, D., & Choi, C. (2020). Inhibitory effect of lactic acid bacteria isolated from kimchi against murine norovirus. *Food Control*, *109*, 106.
- Seo, H., Bae, J. H., G, K., Kim, S. A., Ryu, B. H., & Han, N. S. (2021). Suitability Analysis of 17 Probiotic Type Strains of Lactic Acid Bacteria as Starter for Kimchi Fermentation. *Foods*, *10*(6), 1435. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10061435>
- Seo, M. ., Lee, J. ., Nam, Y. ., Lee, S. ., Park, S. ., Yi, S. ., & Lim, S. . (2013). Production of γ -aminobutyric acid by *Lactobacillus brevis* 340G isolated from kimchi and its application to skim milk. *Food Eng Prog*, *17*, 418–423.
- Son, S. H., Jeon, H. L., Yang, S. J., Lee, N. K., & Paik, H. D. (2017). In vitro characterization of *Lactobacillus brevis* KU15006, an isolate from kimchi, reveals anti-adhesion activity against foodborne pathogens and antidiabetic properties. *Microb Pathog*, *112*, 135–141.
- Yoon, S. R., Dang, Y. M., Kim, S. Y., You, S. Y., Kim, M. K., & Ha, J. H. (2021). Correlating Capsaicinoid Levels and Physicochemical Properties of Kimchi and Its Perceived Spiciness. *Foods*, *10*(1), 86. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods10010086>