



## Pengaruh Perbedaan Jenis Garam terhadap Kandungan Metabolit pada Fermentasi Kimchi: Reviu

Fannisa Hafidhia Suryana<sup>1\*</sup>

<sup>\*1</sup> Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

<sup>\*1</sup> email: fannisasuryana@upi.edu

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><b>Article history:</b>            Received: July 02, 2023            Revised: August 23, 2023            Accepted: September 12, 2023            Available Online: September 30, 2023</p>	<p>Kimchi is a food produced through a traditional fermentation process in vegetables to keep the texture of vegetables crispy and fresh. Compounds produced in kimchi fermentation are mannitol and some sugars such as glucose, sucrose, and maltose. The fermentation used in its manufacture uses Lacto fermentation which involves Lacto Acid Bacteria (LAB). In addition, the addition of salt is done for preservation and to determine the level of mannitol levels. The types of salt used are pure salt and mineral salt. Pure salt contains pure NaCl while mineral salt contains NaCl and other mineral metals such as Ca, Mg, and Mn. The purpose of reviewing this article is to determine the effect of different types of salt on the type of metabolite content in kimchi fermentation. The research method used is the collection of sources and data related to the topics discussed. The applied literature study uses a deductive approach based on sources from journal literature by utilizing search engines on Google Scholar, ACS, ScienceDirect, KoreaScience, PubMed, SpringerLink and supporting literature websites (joybileefarm.co, baechukimchi.ca). The results obtained show that there is an effect of different types of salt on the metabolite content in kimchi which is shown in the data pattern. Conclusion: that the effect of adding pure and mineral salts indicates an increasing ratio of Latilactobacillus bacteria resulting in metabolites with different patterns.</p>
<p><b>Keywords:</b>            Kimchi; Salt; Metabolite; LAB fermentation</p>	
<p><b>Please cite this article:</b> Suryana, F.H. (2023). Pengaruh Perbedaan Jenis Garam terhadap Kandungan Metabolit pada Fermentasi Kimchi. <b>Integrasi: Jurnal Studi Islam dan Humaniora</b>, 1 (3), 137-147</p>	
<p>Page: 137-147</p>	<p>Copyright© 2023. <b>Integrasi: Jurnal Studi Islam dan Humaniora</b>. This is an open access article under the CC-BY-SA lisence (<a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/</a>).</p>



### A. Pendahuluan

Kimchi merupakan makanan pendamping yang krusial khas dari negara Korea. Hampir seluruh makanan Korea (kecuali makanan penutup) disajikan dengan kimchi. Sayuran dengan tekstur yang renyah dan memberikan rasa asam yang cukup kuat disertai dengan rasa gurih pada makanan pendamping satu ini banyak digemari oleh masyarakat khususnya warga negara Korea. Tujuan pengolahan sayuran menjadi kimchi dengan proses fermentasi oleh masyarakat Korea adalah untuk menjaga kesegaran dan kerenyahan pada tekstur sayuran lebih tahan lama atau tidak cepat busuk dan layu (Di Cagno et al., 2016).

Kimchi adalah makanan sayuran tradisional Korea yang difermentasi. Kubis atau lobak oriental adalah bahan mentah utama yang paling populer untuk kimchi, tetapi banyak sayuran lainnya, seperti mentimun dan daun bawang, juga digunakan untuk menyiapkan berbagai jenis kimchi. Bahan baku utama diasinkan setelah prebrining, dicampur dengan berbagai bumbu dan bahan kecil lainnya, lalu difermentasi. Oleh karena itu, kimchi merupakan produk sayuran fermentasi yang unik. Ada banyak (lebih dari 50) jenis kimchi, tergantung dari bahan baku dan cara pembuatan yang digunakan. Diantaranya, baechu kimchi (kimchi kubis Cina) dan kaktugi (kimchi lobak potong dadu) adalah yang paling disukai di Korea saat ini (S.-J. Jung et al., 2022).

Proses fermentasi pada pembuatan kimchi disebut sebagai fermentasi asam laktat. Secara lebih lanjut, fermentasi pada kimchi merupakan fermentasi oleh asam laktat yang bersifat halofilik anaerob. Keberlangsungan fermentasi akan memproduksi sebagaimana suatu senyawa yakni senyawa organik yang berifat asam, mannitol, CO<sub>2</sub>, dan etanol (Hong et al., 2013). Selain itu juga terlibat adanya produksi kandungan zat gula seperti glukosa, sukrosa, dan maltosa (Lee et al., 2020). Maka dari itu, dengan adanya senyawa-senyawa yang dihasilkan pada aktivitas fermentasi yang berlangsung akan berdampak pada standar cita rasa yang unik (Bautista-Gallego et al., 2013; Choi et al., 2018). Faktor-faktor yang



---

# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

---

dapat memengaruhi keberlangsungan fermentasi sampai terwujudnya kimchi dengan standar cita rasa dan nutrisi yang memenuhi dapat diindikasikan pada mikroorganisme, suhu, tingkat oksigen, pH, konsentrasi penggaraman, senyawa karbohidrat yang dapat difermentasikan, dan nutrient lain yang dapat menghambat mikroba buruk dari lingkungan yang dapat mengganggu proses fermentasi saat bakteri asam laktat mulai bekerja (D. Lee et al., 2008). Pada salah satu faktor yang memengaruhi fermentasi, penggaraman diindikasikan dapat berperan sebagai penambahan kestabilan dari cita rasa pada kimchi dan penghambat alur dari masuknya mikroorganisme buruk yang mengganggu proses fermentasi sehingga menambah fungsi pengawetan pada kimchi.

Pada perlakuan penggaraman dalam fermentasi kimchi digunakan konsentrasi tertentu sesuai dengan kuantitas bahan yang diperlukan. Konsentrasi garam akan memengaruhi tingkat pH seiring dengan laju fermentasi. Kandungan asam organik yang diproduksi akibat penambahan bakteri *Lacto Acid* akan terjadi penurunan pH dengan cepat dari kimchi. Apabila konsentrasi garam ditambahkan ke tingkat yang lebih tinggi maka akan terjadi penurunan pH yang signifikan seiring dengan nilai maksimum pada laju fermentasi, sehingga penurunan pH pada fermentasi dapat berlangsung lebih lambat dan penurunannya terjadi secara perlahan-lahan sehingga dapat menstabilkan keasaman yang terlalu tinggi sehingga tetap aman untuk dikonsumsi dan tidak mengganggu pencernaan dalam tubuh (Chang et al, 2011). Konsentrasi akhir pada garam yang biasa diberikan pada proses fermentasi kimchi sebesar 2-5% (GH Hong et al, 2021). Garam mineral dan garam murni merupakan jenis garam yang digunakan untuk produksi kimchi. Garam murni merupakan garam yang mengandung NaCl tanpa adanya mineral atau senyawa lain yang menyertai (Kim & Kim, 2014). Garam murni ini biasa dipakai oleh masyarakat tidak hanya di Korea karena mudah didapat dengan harga yang relatif murah dan terjangkau. Garam mineral merupakan garam hasil kristalisasi yang diperoleh dari



---

# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

---

penguapan secara alami dari air laut, sehingga akan terbentuk kristal-kristal berwarna putih akibat dari pengurangan kadar air pada garam (Seon-Jae et al., 2005). Kandungan garam mineral memiliki sebagian kontradiktif dari garam murni dengan adanya kandungan NaCl dengan asosiasi senyawa mineral seperti kalsium (Ca), sulfur (S), kalium (K), besi (Fe), dan seng (Zn) (Gao et al., 2014). Garam mineral yang dapat digunakan untuk fermentasi kimchi dapat dikategorikan pada beberapa jenis seperti garam mineral berumur 1 tahun dan 3 tahun dan garam mineral terdehidrasi.

Penambahan garam akan memacu pertumbuhan bakteri baik yang ditambahkan dalam proses fermentasi dan membasmi bakteri buruk. Namun, perlu diperhatikan bahwa penambahan garam yang berlebihan dapat mematikan bakteri baik pula sehingga fermentasi tidak dapat berlangsung lebih optimal. Adanya penambahan garam dalam proses fermentasi juga akan memengaruhi secara signifikan pada senyawa-senyawa yang akan menghasilkan asam amino, peptida, senyawa volatil, senyawa asam, gula, dan senyawa metabolit (seperti karbohidrat, protein, lipid, dsb) (S. Lee et al., 2021; Tamang et al., 2016). Berkesinambungan dengan pembahasan dari revidi artikel ini yaitu pengidentifikasian pada metabolit yang dihasilkan dari fermentasi kimchi berdasarkan perbedaan jenis garam yang diaplikasikan pada proses nya. Oleh karena itu, tujuan dari penulisan revidi artikel ini untuk membahas pengaruh dari perbedaan jenis garam yang digunakan terhadap metabolit yang dihasilkan dari fermentasi kimchi.

### **B. Metode**

Metode yang digunakan dalam pembuatan artikel revidi ini dengan pendekatan deduktif yaitu dengan studi pustaka. Studi pustaka adalah rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan metode pengumpulan bahan penelitian atau data-data pustaka untuk mencatat serta mengolah bahan penelitian. Metode ini dilakukan dengan pemberian tentang prinsip-prinsip dan isi pembahasan dari artikel-artikel jurnal yang dikaji,



---

# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

---

kemudian dipaparkan menjadi ringkasan terkait penelitian yang akan difokuskan. Pengolektifan artikel-artikel yang telah diambil dari beberapa sumber seperti literatur jurnal terindeks scopus dengan memanfaatkan *search engine* pada Google Scholar, ACS, ScienceDirect, KoreaScience, PubMed, SpringerLink dan website literatur yang mendukung seperti [joybileefarm.co](http://joybileefarm.co) dan [baechukimchi.ca](http://baechukimchi.ca).

Artikel yang telah dikolektif disortir kembali untuk menentukan artikel yang paling berhubungan dan berkaitan dengan pengkajian untuk pembuatan artikel reviu dengan topik tertentu. Kata kunci yang digunakan dalam pembuatan artikel reviu pada *search engine* tertentu yang digunakan agar berkaitan dengan penelitian yang dikaji yakni “*Kimchi*”, “*Solar Salt for Kimchi*”, “*Purified Salt for Kimchi*”, “*Metabolite of Kimchi*” “*Fermentation of Kimchi*”.

### C. Hasil dan Pembahasan

Kimchi memiliki sifat biokimia, nutrisi, dan organoleptik yang khas serta fungsi yang berhubungan dengan kesehatan. Faktor organoleptik utama untuk kualitas kimchi adalah rasa, bau, tekstur, dan warna. Rasa kimchi secara keseluruhan merupakan perpaduan antara asam, gurih, asin, manis, dan segar. Biasanya, kimchi yang belum matang rasanya asin dan kimchi yang terlalu matang rasanya asam. Bau khasnya adalah kombinasi asam dan pedas unik dengan bau hijau pada kimchi mentah dan bau asam atau berjamur pada kimchi yang terlalu matang. Tekstur kimchi secara keseluruhan memiliki karakteristik keras, renyah, dan kenyal. Namun, kimchi yang terlalu matang memiliki tekstur yang lebih lembut. Warna kimchi berbeda-beda tergantung varietasnya. Fermentasi kimchi diawali oleh berbagai mikroorganisme yang awalnya terdapat pada



---

# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

---

bahan mentah. Namun, fermentasi tersebut secara bertahap didominasi oleh bakteri asam laktat. Banyak faktor fisikokimia dan biologis mempengaruhi fermentasi, pertumbuhan, dan penampilan berurutan dari mikroorganisme utama yang terlibat dalam fermentasi. Perubahan biokimia yang kompleks terjadi tergantung pada kondisi lingkungan sebelum, selama, dan setelah fermentasi. Karakteristik yang paling penting adalah perubahan komposisi gula dan vitamin (terutama asam askorbat), pembentukan dan akumulasi asam organik, serta degradasi dan pelunakan tekstur. Secara nutrisi, kimchi merupakan sumber penting vitamin, mineral, serat makanan, dan nutrisi lainnya (Cheigh et al., 1994).

Fermentasi kimchi terjadi terutama karena mikroorganisme yang secara alami terdapat dalam bahan baku, yang mengandung banyak dan beragam mikroflora, termasuk bakteri asam laktat. Fermentasi dapat diprakarsai oleh berbagai mikroorganisme, tetapi bakteri asam laktat secara bertahap mendominasi dengan pembentukan asam organik. Banyak faktor kimia, fisik, dan biologis dapat berkontribusi langsung pada pertumbuhan mikroorganisme dan tingkat fermentasi. Faktor terpenting yang mempengaruhi fermentasi kimchi adalah mikroorganisme, konsentrasi garam, karbohidrat yang dapat difermentasi, nutrisi lain yang tersedia, dan senyawa penghambat apa pun, serta oksigen, pH, dan suhu (H. Song et al., 2021). Konsentrasi garam, suhu, dan pH sangat mempengaruhi laju dan luasnya fermentasi asam laktat (H. S. Song et al., 2020). Produksi metabolit dan kualitas makanan tergantung pada jenis *LAB* yang terdapat dalam bahan utama makanan tersebut (H. Song et al., 2021).

Dari hasil penelusuran yang telah dilakukan dari berbagai sumber yang relevan dapat ditinjau bahwa dalam proses fermentasi, kandungan gula memegang peranan penting dalam pembentukan metabolit dari hasil fermentasi (Choi et al., 2019). Pada fase awal fermentasi, terdapat kandungan gula yang dihasilkan yakni glukosa, sukrosa, fruktosa, dan maltosa. Aktivitas dari fermentasi menyebabkan konsentrasi glukosa,



---

# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

---

sukrosa, fruktosa, dan maltose seiring dengan peningkatan konsentrasi manitol. Pada sistem fermentasi berlangsung, terjadi degradasi sukrosa dan fruktosa yang lebih cepat pada fermentasi kimchi yang ditambahkan dengan garam mineral yang berumur 1 tahun dan 3 tahun dibandingkan dengan yang ditambahkan oleh garam mineral terhidrasi dan garam murni. Untuk mengoptimalkan fermentasi pada kimchi, dilakukan penyimpanan selama 1-2 minggu pada suhu rendah. Hal ini menunjukkan perbedaan yang signifikan ada fermentasi selama 2 minggu pada manitol yang semakin meningkat pada fermentasi dengan penambahan garam mineral. Peristiwa tersebut dapat disebabkan karena rasio dari *Weissella spp.* yang semakin meningkat pada garam mineral daripada garam murni sebagaimana manitol melalui hidrogenasi katalitik fruktosa dan sukrosa (Wisselink et al., 2002). Bakteri *Lacto Acid* yang bersifat seperti *Leuconostoc spp.* dan *Weissella spp.*, dapat mengubah fruktosa menjadi manitol, dan *Leuconostoc spp.* yang memiliki kapasitas produksi manitol tertinggi di antara klasifikasi dari bakteri *Lacto Acid* (H.-J. Jung et al., 2012; J. Y. Jung et al., 2012). Dengan demikian, bahwa kandungan manitol pada fermentasi kimchi akan lebih tinggi pada *Weissella spp* dibandingkan pada *Lactobacillus spp.* karena pada rasio *Weissella spp.* memanfaatkan campuran dari glukosa dan fruktosa (Carvalho et al., 2011).

Garam mineral mengandung mineral seperti Mg, Ca, dan K yang mana dapat menstimulas pertumbuhan bakteri asam laktat atau *LAB* selama fermentasi kimchi berlangsung (H. Song et al., 2021). Pada akhir fermentasi, garam mineral terdehidrasi meningkatkan konsentrasi pada metabolit asam glutamat, inositol, asam aspartat, lisin, triptofan, dan histidin. Namun, perubahan profil metabolit bervariasi di antara sampel kimchi seiring dengan berjalannya fermentasi. Hal tersebut juga berlaku dengan akibat dari penambahan garam murni yang menghasilkan konsentrasi asam amino yang lebih tinggi ketimbang penambahan garam lainnya. Berikut merupakan tabel penentuan profil



# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

dari metabolit yang diperoleh dari hasil penggaraman pada fermentasi kimchi selama 2 minggu berdasarkan data penelitian oleh M. A. Lee et al., 2022

**Tabel 1.** Perbedaan penambahan jenis garam pada fermentasi kimchi terhadap metabolit yang dihasilkan

Jenis Garam	Metabolit
Garam mineral berumur 1 tahun	Asam malat, asam fumarat, asam sitrat, histidin, maltosa, sukrosa, triptofan, lisin, asam aspartat, inositol, adenine, glisin, asam suksinat, triptamin, manitol, asam laktat, leusin, valin, isoleusin, theronin, serin, histamin, prolin, alanin.
Garam mineral berumur 3 tahun	Asam malat, asam fumarat, asam sitrat, histidin, maltosa, sukrosa, triptofan, lisin, asam aspartat, inositol, asam glutamat, adenine, glisin, asam suksinat, leusin, valin, isoleusin, theronin, serin, histamin, prolin, alanin.
Garam mineral terdehidrasi	Asam malat, asam fumarat, asam sitrat, histidin, lisin, inositol, asam glutamat, adenine, glisin, asam suksinat, triptamin, leusin, valin, isoleusin, theronin, serin, histamin, prolin, alanin.
Garam murni	Asam malat, asam fumarat, asam sitrat, maltosa, sukrosa, triptofan, lisin, inositol, adenine, glisin, asam suksinat, triptamin, leusin, valin, isoleusin, theronin, serin, histamin, alanine.

Korelasi antara kandungan sukrosa, maltose, asam fumarat, dan asam nitrat dengan komponen rasa mengindikasikan hubungan yang cukup kuat pada proses fermentasi awal. Fermentasi yang berlangsung secara lambat menunjukkan adanya aktivitas bakteri yang perlahan secara positif terhadap asam laktat, manitol, asam glutamat, dan produksi asam amino. Perbedaan kandungan metabolit pada fermentasi



---

# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

---

kimchi menyebabkan adanya perubahan sesuai jenis garam dan periode fermentasi. Fermentasi dapat dilakukan selama lebih dari 2 minggu sesuai dengan kebutuhan.

Asam organik dalam kimchi terutama dibentuk oleh konversi gula dalam bahan mentah selama fermentasi. Oleh karena itu, sifat fisiologis mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi kimchi dan kandungan gula yang dapat difermentasi dalam bahan baku memengaruhi produksi asam organik secara kuantitatif dan kualitatif (C.-H. Lee, 1986). Rasa kimchi yang asam dan asam lainnya dipengaruhi terutama oleh jumlah asam laktat dan suksinat, dengan sedikit kontribusi asam organik lainnya (Cheigh et al., 1994). Berbagai senyawa, selain asam organik, seperti asam amino bebas, gula, garam, dan zat terkait asam nukleat, bertanggung jawab atas rasa khas seperti gurih, manis, dan asin. Di antara asam amino bebas dalam kimchi, asam glutamat, asam aspartat, dan lisin memberikan karakteristik rasa yang khas. Ada beberapa jenis gula yang memengaruhi rasa manis kimchi. Namun, glukosa, fruktosa, dan manitol memainkan peran utama (Jae-Ho Ha, Woodrck S. Hawer, Young-Jin Kim, 1989). Gula bebas utama yang ada di setiap sampel adalah glukosa, fruktosa, dan sukrosa pada awal fermentasi. Jika jumlah gula yang berlebihan terdapat dalam bahan mentah, dapat terjadi kelebihan produksi asam organik selama fermentasi (Huh et al., 2003). Bersama dengan asam organik, gula dan garam adalah faktor terpenting yang mempengaruhi rasa kimchi. pH dan jumlah *LAB* adalah indikator kunci tingkat fermentasi makanan. Selama fermentasi, pH dikurangi oleh asam, seperti asam organik dan asam amino yang diproduksi oleh *LAB*. Oleh karena itu, pH dipengaruhi oleh komposisi komunitas mikroba dalam makanan. Namun, perlu ada penelitian lebih lanjut terkait pengaruh periode fermentasi dengan perubahan jumlah *LAB*.

Fermentor heterolaktik seperti *Leuconostoc spp.* adalah *LAB* utama selama tahap awal dan tengah fermentasi kimchi dan memainkan peran penting untuk mengembangkan rasa dan rasa kimchi dengan menghasilkan asam laktat, asam asetat, karbon dioksida, dan



---

# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

---

etanol (M. A. Lee et al., 2022). Metabolit ini bertanggung jawab atas peningkatan keasaman dan rasa menyegarkan dari kimchi yang difermentasi dengan baik. Saat fermentasi berlanjut lebih jauh, laktobasilus tahan asam menjadi dominan dan mereka menghasilkan lebih banyak asam, menyebabkan pengasaman berlebihan pada kimchi, suatu keadaan di mana asam yang berlebihan sangat merusak kualitas makan kimchi (Chang et al., 2014; Chang & Chang, 2010).

Kimchi yang dibuat dengan garam matahari atau garam bambu memiliki sifat sensorik yang lebih baik daripada kimchi dengan garam murni. Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan proporsi BAL dan ragi jenis coccus, dua kelompok mikroorganisme terpenting untuk fermentasi kimchi. Dalam hal ini, SS dan BS memiliki keunggulan dibandingkan PS untuk persiapan kimchi karena mendorong pertumbuhan BAL tipe coccus dan menghambat pertumbuhan ragi pada saat yang bersamaan. Kedua efek ini mungkin menjadi alasan utama sifat sensorik yang lebih baik dari sampel kimchi SS. Studi lebih lanjut diperlukan untuk mengkaraktirasi senyawa yang bertanggung jawab yang ada di SS dan BS. Jika senyawa tersebut teridentifikasi, senyawa tersebut dapat digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan meningkatkan sifat sensorik kimchi. Hasil yang diperoleh melalui pekerjaan ini dapat diterapkan untuk makanan fermentasi lainnya dimana garam merupakan komponen penting. Penggunaan garam matahari atau garam bambu sebagai pengganti garam murni dapat mengakibatkan perubahan populasi mikroba dari makanan tertentu, yang secara positif dapat mempengaruhi kualitas makanan yang bersangkutan.

#### **D. Kesimpulan**

Dari penulisan revidi artikel ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan jenis garam akan memengaruhi metabolit yang akan terproduksi selama hasil fermentasi berlangsung. Perbedaan jenis garam yang difokuskan yakni garam mineral dengan umur 1 tahun dan 3



# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474

Vol. 1, No. 3, September 2023

tahun, garam mineral terdehidrasi, dan garam murni. Secara tinjauan menunjukkan bahwa perbedaan jenis garam yang dilakukan tidak membawa perubahan sifat fermentasi yang signifikan, hanya saja pengaruh konsentrasi *Weissella spp.* Pada proses fermentasi yang lebih besar pada fermentasi yang ditambahkan oleh garam mineral. Oleh karena itu, dari data yang tertera dari sumber yang diperoleh menunjukkan bahwa garam akan mengubah profil dan jenis metabolit serta koloni pada suatu mikroba dalam fermentasi kimchi.

### E. Daftar Pustaka

- Bautista-Gallego, J., Rantsiou, K., Garrido-Fernández, A., Cocolin, L., & Arroyo-López, F. N. (2013). Salt Reduction in Vegetable Fermentation: Reality or Desire? *Journal of Food Science*, 78(8), R1095–R1100. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1750-3841.12170>
- Carvalho, F., Moniz, P., Duarte, L. C., Esteves, M. P., & Gírio, F. M. (2011). Mannitol production by lactic acid bacteria grown in supplemented carob syrup. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 38(1), 221–227. <https://doi.org/10.1007/s10295-010-0823-5>
- Chang, J. Y., & Chang, H. C. (2010). Improvements in the quality and shelf life of kimchi by fermentation with the induced bacteriocin-producing strain, *Leuconostoc citreum* GJ7 as a starter. *Journal of Food Science*, 75(2), M103-10. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01486.x>
- Chang, J. Y., Kim, I., & Chang, H. (2014). Effect of Solar Salt on Kimchi Fermentation during Long-term Storage. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 46, 456–464. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.4.456>
- Cheigh, H., Park, K., & Lee, C. Y. (1994). Biochemical, microbiological, and nutritional aspects of kimchi (Korean fermented vegetable products). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34(2), 175–203. <https://doi.org/10.1080/10408399409527656>
- Choi, Y.-J., Lee, H.-W., Yang, J.-H., Hong, S.-W., Park, S.-H., & Lee, M.-A. (2018). Changes in quality properties of kimchi based on the nitrogen content of fermented anchovy sauce, Myeolchi Aekjeot, during fermentation. *Food Science and Biotechnology*, 27(4), 1145–1155. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0349-6>



# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474

Vol. 1, No. 3, September 2023

- 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*, 118–126. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.001>
- Di Cagno, R., Filannino, P., & Gobbetti, M. (2016). *Fermented Foods: Fermented Vegetables and Other Products* (B. Caballero, P. M. Finglas, & F. B. T.-E. of F. and H. Toldrá (eds.); pp. 668–674). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00284-1>
- Gao, T.-C., Cho, J.-Y., Feng, L.-Y., Chanmuang, S., Park, S.-Y., Ham, K.-S., Auh, C.-K., & Pai, T.-K. (2014). Mineral-rich solar sea salt generates less oxidative stress in rats than mineral-deficient salt. *Food Science and Biotechnology*, *23*(3), 951–956. <https://doi.org/10.1007/s10068-014-0128-y>
- Hong, Y., Yang, H.-S., & Chang, H.-C. (2013). Comparison of Bacterial Community Changes in Fermenting Kimchi at Two Different Temperatures Using a Denaturing Gradient Gel Electrophoresis Analysis. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, *23*(1), 76–84. <https://doi.org/10.4014/jmb.1210.10002>
- Huh, Y.-J., Cho, Y.-J., Kim, J.-K., & Park, K.-H. (2003). Effects of Radish Root Cultivars on the Dongchimi Fermentation. *Korean Journal of Food Science and Technology*, *35*.
- Jae-Ho Ha, Woodrck S. Hawer, Young-Jin Kim, Y.-J. N. (1989). Changes of Free Sugars in Kimchi During Fermentation. In *Korean J. Food Sci. Technol.* (Vol. 21, Issue 5, pp. 633–638). <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO198903041949189.pdf>
- Jung, H.-J., Hong, Y., Yang, H.-S., Chang, H.-C., & Kim, H.-Y. (2012). Distribution of lactic acid bacteria in garlic (*Allium sativum*) and green onion (*Allium fistulosum*) using SDS-PAGE whole cell protein pattern comparison and 16S rRNA gene sequence analysis. *Food Science and Biotechnology*, *21*(5), 1457–1462. <https://doi.org/10.1007/s10068-012-0192-0>
- 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. *International Journal of Food Microbiology*, *153*(3), 378–387. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.11.030>
- Jung, S.-J., Chae, S.-W., & Shin, D.-H. (2022). Fermented Foods of Korea and Their



# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474

Vol. 1, No. 3, September 2023

- Functionalities. In *Fermentation* (Vol. 8, Issue 11).  
<https://doi.org/10.3390/fermentation8110645>
- Kim, D.-M., & Kim, K.-H. (2014). Growth of Lactic Acid Bacteria and Quality Characteristics of Baechu Kimchi Prepared with Various Salts and Concentration. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 29, 286–297.  
<https://doi.org/10.7318/KJFC/2014.29.3.286>
- Lee, C.-H. (1986). Kimchi; Korean Fermented Vegetable Foods. In *Korean Journal of Dietary Culture* (Vol. 1, Issue 4, pp. 395–402).
- Lee, D., Kim, S., Cho, J., & Kim, J. (2008). Microbial population dynamics and temperature changes during fermentation of kimjang kimchi. *The Journal of Microbiology*, 46(5), 590–593. <https://doi.org/10.1007/s12275-008-0156-5>
- Lee, J.-J., Choi, Y.-J., Lee, M. J., Park, S. J., Oh, S. J., Yun, Y.-R., Min, S. G., Seo, H.-Y., Park, S.-H., & Lee, M.-A. (2020). Effects of combining two lactic acid bacteria as a starter culture on model kimchi fermentation. *Food Research International*, 136, 109591. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109591>
- 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), e11360. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11360>
- Lee, S., Kim, D.-S., Son, Y., Le, H.-G., Jo, S. W., Lee, J., Song, Y., & Kim, H.-J. (2021). Effects of Salt Treatment Time on the Metabolites, Microbial Composition, and Quality Characteristics of the Soy Sauce Moromi Extract. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/foods11010063>
- Seon-Jae, K., Hag-Lyeol, K., & Kyung-Sik, H. (2005). Characterization of Kimchi Fermentation Prepared with Various Salts. *Korean Journal of Food Preservation*, 12.
- Song, H., Lee, S. H., Ahn, S., 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, 110668. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110668>
- Song, H. S., Whon, T. W., Kim, J., Lee, S. H., Kim, J. Y., Kim, Y. B., Choi, H.-J., Rhee, J.-K., & Roh, S. W. (2020). Microbial niches in raw ingredients determine



# INTEGRASI

## JURNAL STUDI ISLAM DAN HUMANIORA

E-ISSN: 2986-0474  
Vol. 1, No. 3, September 2023

---

microbial community assembly during kimchi fermentation. *Food Chemistry*, 318, 126481. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126481>

Tamang, J. P., Watanabe, K., & Holzapfel, W. H. (2016). Review: Diversity of Microorganisms in Global Fermented Foods and Beverages. *Frontiers in Microbiology*, 7, 377. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00377>

Wisselink, H. W., Weusthuis, R. A., Eggink, G., Hugenholtz, J., & Grobber, G. J. (2002). Mannitol production by lactic acid bacteria: a review. *International Dairy Journal*, 12(2), 151–161. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00153-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00153-4)