

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN BAKTERI ASAM LAKTAT KIMCHI PAKCOY AKIBAT KONSENTRASI GARAM DAN LAMA FERMENTASI

ANTIOXIDANT AND LACTIC ACID BACTERIA ACTIVITIES OF KIMCHI PAKCOY DUE TO SALT CONCENTRATION AND FERMENTATION TIME

Fizzaria Khasbullah*, Windu Mangiring, Krisnarini, dan Nurleni Kurniawati

Program Studi Agroteknologi, Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Dharma Wacana, Kota Metro

*Email korespondensi: fizzaria22@gmail.com

Diterima 09-06-2023, diperbaiki 03-05-2024, disetujui 20-05-2024

ABSTRACT

*Kimchi is a functional dish made of vegetable that can be made by spontaneous fermentation. Kimchi is a representative traditional fermented and ethnic dish in Korea that has been reported as a healthy food. Commonly, its raw material is Napa cabbage but nowadays its raw material can be from various vegetables, one of them is pakcoy. Among mustard greens, Napa cabbage and pakcoy, pakcoy contains the lowest Carotenoid while Napa cabbage (*Brassica Juncea L.*) contains the lowest Carotenoid. This research aimed to find out the activity of Lactic Acid Bacteria (LAB) and the antioxidant in pakcoy kimchi caused by salt concentration and fermentation duration. Experimental design by two factors, the first factor (S) was concentration of salt (2%, 4%, and 6%) and the second factor (F) was fermentation duration (2 days, 4 days, and 6 days) with three repetitions. The data was presented in form of diagram then, the result was discussed descriptively. Kimchi was made by mixing supporting material and salt smeared on pakcoy, kept in glass jar and subsequently fermented. The observation was done by LAB activity test with Total Plate Count (TPC) method and antioxidant activity by Diphenyl picrylhydrazin (DPPH) method. The research finding showed that concentration of salt and fermentation duration affected the total of LAB and antioxidant activity. The increase of salt concentration caused the decrease of LAB total, while the increase of fermentation duration caused the increase of LAB total. The increase of salt concentration and fermentation duration caused the decrease of antioxidant activity. The highest antioxidant activity was 86.35%, while the highest LAB content was 4.4×10^{11} CFU/mL.*

Keywords: *antioxidant, kimchi, lactic acid bacteria, pakcoy, spontaneous fermentation*

ABSTRAK

Kimchi merupakan makanan fungsional yang berbahan baku sayuran yang dapat dibuat secara fermentasi spontan. Kimchi adalah makanan fermentasi tradisional dan makanan etnis yang representatif di Korea dan telah dilaporkan sebagai makanan sehat. Bahan baku kimchi umumnya adalah sawi putih, namun saat ini bahan baku kimchi dapat berasal dari berbagai sayuran, salah satunya pakcoy. Diantara sawi hijau, sawi putih dan sawi pakcoy yang mengandung karotenoid tertinggi adalah sawi pakcoy (*Brassica rapa L.*), sedangkan kandungan karotenoid terendah adalah sawi Putih (*Brassica Juncea L.*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas Bakteri Asam

Laktat (BAL) dan antioksidan kimchi pakcoy akibat konsentrasi garam dan lama fermentasi. Desain eksperimental dengan dua faktor, faktor kesatu (S) yaitu konsentrasi garam (2%, 4% dan 6%) dan yang kedua (F) yaitu lama waktu fermentasi (2 hari, 4 hari dan 6 hari) dengan tiga kali pengulangan. Data disajikan dalam bentuk diagram, kemudian hasilnya dibahas secara deskriptif. Kimchi dibuat dengan mencampurkan bahan penunjang dan garam yang dibalurkan pada pakcoy, disimpan di dalam toples kaca dan kemudian difermentasi. Pengamatan dilakukan dengan uji aktivitas BAL menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dan aktivitas antioksidan menggunakan metode Diphenyl picrylhydrazin (DPPH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Konsentrasi garam dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap total BAL dan aktivitas antioksidan. Konsentrasi garam yang meningkat mengakibatkan total BAL menurun, sedangkan lama waktu fermentasi yang meningkat menyebabkan total BAL meningkat. Konsentrasi garam dan lama waktu fermentasi yang meningkat mengakibatkan aktivitas antioksidan menurun. Aktivitas antioksidan tertinggi adalah 86,35%, sedangkan kandungan BAL yang tertinggi adalah $4,4 \times 10^{11}$ CFU/mL.

Kata kunci: antioksidan, bakteri asam laktat, fermentasi spontan, kimchi, pakcoy

PENDAHULUAN

Kimchi merupakan makanan fungsional yang berbahan baku sayuran yang dapat dibuat secara fermentasi spontan. Kimchi adalah makanan fermentasi tradisional dan makanan etnis yang representatif di Korea dan telah dilaporkan sebagai makanan sehat (Park et al., 2018; Bae et al., 2018). Kimchi dibuat dari kubis atau sawi putih dengan berbagai bumbu seperti cabai merah, bawang putih, jahe, saus ikan, saus udang, dan bahan lainnya (N. Lee et al., 2015). Kimchi diyakini memiliki khasiat untuk antiinflamasi, antibakteri, antioksidan (Park et al., 2014), antiobesitas, antikanker, sifat antipenuaan, meminimalisir kolesterol, dan sifat probiotik (Patra et al., 2016).

Pakcoy adalah sayuran yang banyak mengandung beta karoten, kalsium dan protein yang dibutuhkan tubuh. Selain itu pakcoy juga mengandung vitamin C, E, A, dan K (Koesriharti & Istiqomah, 2016). Pakcoy merupakan jenis sawi yang banyak digunakan dalam berbagai menu masakan. Pakcoy memiliki karakteristik yang hampir sama dengan sawi putih karena keduanya merupakan genus *Brassica*.

Pakcoy dapat dijadikan bahan baku kimchi, seperti yang telah dilakukan oleh Khasbullah et al. (2020), dikatakan bahwa kimchi pakcoy mengandung Vitamin C yang tinggi. Berdasarkan penelitian Sari &

Hidayati (2020), diantara sawi hijau, sawi putih dan sawi pakcoy yang mengandung karotenoid tertinggi adalah sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.). Sedangkan kandungan karotenoid terendah, yaitu Sawi Putih (*Brassica Juncea* L.)

Bakteri Asam Laktat (BAL) umumnya dihasilkan akibat proses fermentasi. Selama fermentasi, berbagai spesies BAL berkembangbiak dan menghasilkan metabolit seperti asam organik (asam asetat dan asam laktat), asam amino, eksopolisakarida, vitamin, manitol, bakteriosin, diantaranya memiliki efek meningkatkan kesehatan seperti antioksidan, antikanker, penurunan kolestoral total dan efek anti inflamasi (Dimidi et al., 2019; Marco et al., 2017; K. Y. Park et al., 2014).

Bakteri Asam Laktat berperan sebagai probiotik yang baik untuk kesehatan pencernaan, ditambah lagi dengan kandungan antioksidan dari pakcoy yang sangat dibutuhkan dalam menangkal radikal bebas yang berbahaya bagi kesehatan. Diharapkan dengan inovasi kimchi yang berbahan baku pakcoy, dapat menciptakan makanan fungsional yang mengandung BAL dan antioksidan tinggi.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya mengenai pengaruh konsentrasi garam dan lama fermentasi terhadap aktivitas BAL pada makanan terfermentasi kimchi rebung (Iwansyah et al., 2019), kubis (Edam, 2018), kimchi

kubis (Ahmadsah et al., 2015), dan kimchi bengkuang (Syadiah et al., 2022). Penelitian sebelumnya mengenai aktivitas antioksidan pada kimchi kubis (Lee et al., 2023), piksel kubis, sauerkraut dan kimchi (Özer & Yıldırım, 2019), kimchi (B. K. Kim et al., 2014) kimchi komersial (Yun et al., 2021).

Merujuk pada penelitian kimchi pakcoy sebelumnya, pengamatan yang dilakukan hanya sebatas pada variabel vitamin C dan sifat organoleptik (Khasbullah et al., 2020) dan penelitian bertujuan untuk mengetahui efek konsentrasi garam dan lama fermentasi terhadap aktifitas BAL dan antioksidan kimchi pakcoy dengan metode fermentasi spontan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan selama penelitian, yaitu sarung tangan plastik, toples kaca, baskom, sendok, panci, spatula, talenan, pisau, timbangan digital (akurasi 0,01), cawan petri (*pyrex*), *autoclave*, mikropipet, kuvet, tabung reaksi (*pyrex*).

Bahan yang dibutuhkan selama penelitian ini antara lain sayuran pakcoy yang diperoleh dari pasar tradisional Kota Metro Lampung, tepung ketan, garam, gula pasir, air, kecap ikan, bawang putih, bawang bombay, jahe, cabai bubuk, bawang daun, *Man Rogosa and Sharpe* (MRS), etanol p.a 96%, *Diphenyl picrylhydrazin* (DPPH), dan aquades steril.

Pembuatan Kimchi Pakcoy

Pembuatan kimchi didasarkan pada prosedur Iwansyah et al. (2019) dengan modifikasi pada penggunaan bahan baku pakcoy.

Pakcoy dicuci bersih, rendam dengan garam (5%) selama 2 jam, diremas pelan dan dibalik setiap 30 menit. Pakcoy dicuci menggunakan air (bersih/matang), kemudian ditiriskan. Campuran bahan A, terdiri dari tepung ketan dimasak dan

dengan air hingga mengental. Bahan B, yaitu campuran dari bawang Bombay, bawang putih dan jahe yang dicincang halus, bubuk cabai, kecap ikan, dan gula. Setelah bahan A dingin, kemudian dicampur dengan bahan B, tambahkan bawang daun secukupnya, dan garam (2%, 4% dan 6%) sambil diremas pelan. Campuran tersebut dibalurkan merata pada pakcoy. Seluruh bahan dimasukkan ke dalam toples kaca, kemudian difermentasi (2 hari, 4 hari dan 6 hari).

Analisis Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Total BAL ditentukan menggunakan Metode hitung cawan (*Total Plate Count*) dengan metode media biakan MRS (Puspa et al., 2023). Pengenceran sampel dalam aquade steril (1:9). Pengenceran dilakukan 10^1 - 10^8 .

MRS sejumlah 65,13 g dilarutkan ke dalam aquades sebanyak 1000 mL, kemudian sterilkan dengan *autoclave* selama 15 menit pada temperatur 121 °C. Sampel sebanyak 1 mL (pengenceran) di masukkan ke dalam media biakan MRS setengah padat (± 10 mL) pada cawan petri. Hal tersebut dilakukan duplo dari pengenceran 10^6 - 10^8 . Setelah MRS memadat, inkubasi cawan dengan posisi dibalik selama 48 jam pada temperatur 37 °C.

Analisis Aktivitas Antioksidan

Analisis aktivitas antioksidan dilakukan menurut Kurniawati et al. (2021). Ekstrak sampel sebanyak 5 g dihomogenkan dalam etanol sebanyak 20 mL, kemudian diekstraksi selama 24 jam. Aktivitas antioksidan diawali dengan pembuatan larutan kontrol DPPH. Absorbansi control (Ak) diukur dengan penimbangan larutan DPPH (0,0078 g) di dalam ruang gelap, kemudian larutkan ke dalam 100 mL etanol. Masukkan 3 mL larutan tersebut ke dalam kuvet dan ukur absorbansinya (517 nm). Absorbansi sampel (As) diukur dengan pengujian

larutan ekstrak sebanyak 1 mL dan ditambahkan larutan DPPH sebanyak 2 mL, kemudian diinkubasi selama 30 menit pada temperatur 37°C, kemudian 3 mL larutan tersebut di masukkan kedalam kuvet dan diukur absorbansinya (517 nm). Persentase aktivitas antioksidan terhadap radikal DPPH dihitung dengan rumus:

$$\%AA = \frac{Ak - As}{Ak} \times 100\%$$

Analisis Data

Faktor perlakuan dalam penelitian antara lain konsentrasi garam dan lama fermentasi. Konsentrasi Garam (S), yaitu: S1 (2%), S2 (4%) dan S3 (6%). Lama Fermentasi (F), yaitu: F1 (2 hari), F2 (4 hari) dan F3 (6 hari). Penelitian ini diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 27 sampel.

Setiap pengamatan dianalisis menggunakan statistik deskriptif dalam bentuk tabel dan atau histogram dengan standar deviasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

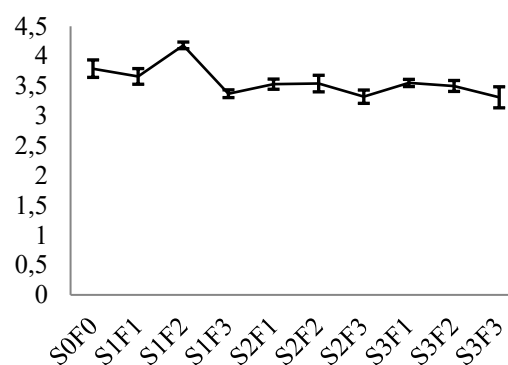
Fermentasi kimchi dilakukan secara spontan pada konsentrasi garam dan lama fermentasi berbeda. Fermentasi spontan berarti proses fermentasi tidak berlangsung menggunakan starter atau penambahan mikroba, melainkan memanfaatkan mikroba indigeneous yang sudah ada

Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan Gambar 1, diketahui nilai pH pada kimchi pakcoy berkisar antara 3,31-4,18. Nilai pH terendah sebesar 3,31 diperoleh pada konsentrasi garam 6% selama 6 hari fermentasi (S3F3). Kecenderungan pH yang menurun disebabkan karena meningkatnya konsentrasi garam dan lama waktu fermentasi.

Selama berlangsungnya fermentasi, metabolisme BAL telah menyebabkan terakumulasinya asam laktat dan nilai pH

menurun seiring dengan meningkatnya lama fermentasi. Tingginya konsentrasi garam mengakibatkan pH yang meningkat. Sedangkan Ketika konsentrasi garam rendah, maka BAL akan lebih efektif untuk menghasilkan asam laktat lebih banyak sehingga pH menurun. BAL yang terbentuk selama proses fermentasi spontan, secara alami terdapat pada sayuran. Karbohidrat merupakan komponen utama kubis dan mengalami degradasi yang menghasilkan banyak asam organik, sehingga kimchi memiliki rasa yang unik. Oleh karena itu, perubahan pH terjadi saat fermentasi berlangsung akibat asam organik yang diproduksi (You et al., 2017). Oleh sebab itu, nilai pH merupakan indikator penting untuk menggambarkan kualitas tingkat penyimpanan kimchi.



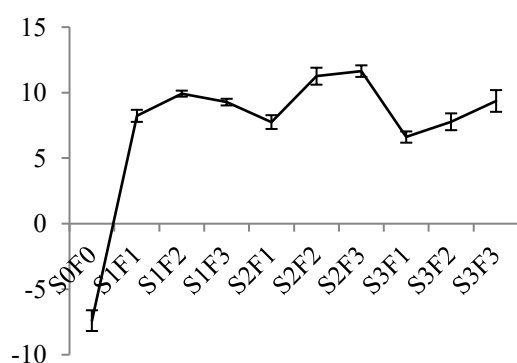
Gambar 1. Nilai pH Akibat Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Pada Kimchi Pakcoy

Hwang and Lee (2018) mengemukakan bahwa proses fermentasi, BAL memanfaatkan energi yang berasal dari glukosa, selanjutnya akan dihasilkan produk yaitu asam laktat yang dapat menurunkan nilai pH. Kandungan karbohidrat alami dan nutrisi yang terdapat pada Pakcoy dimanfaatkan sebagai substrata tau media tumbuh bagi bakteri. Senyawa NaCl terurai menjadi Na^+ dan Cl^- (Karim et al. 2014). Bakteri asam laktat memanfaatkan ion Na^+ selama pertumbuhan. Menurut Wahono et al. (2022), kadar garam yang tinggi

berpengaruh pada pertumbuhan BAL. Hal ini karena garam dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme secara selektif. Selama fermentasi, garam berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif dengan cara mengurangi aktivitas air yang terkandung dalam bahan, sehingga yang tumbuh adalah bakteri gram positif.

Bakteri Asam Laktat

Hasil penelitian tersaji pada Gambar 2, menunjukkan Total BAL terbanyak pada perlakuan konsentrasi garam 4% selama 6 hari fermentasi (S2F3) yaitu $4,4 \times 10^{11}$ CFU/mL. Nilai Total BAL terendah diperoleh sampel pada konsentrasi garam sebesar 6% dan fermentasi selama 2 hari (S3F1) yaitu $4,1 \times 10^6$ CFU/mL. Berdasarkan data tersebut, disimpulkan bahwa selain sampel kimchi pakcoy S3F1 ($4,1 \times 10^6$ CFU/mL) keseluruhan sampel kimchi pakcoy memiliki total BAL yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (Setiarto, 2020), yaitu minimal 1×10^7 CFU/mL (Chalid et al., 2021)



Gambar 2. Total BAL (log CFU/mL) Akibat Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Pada Kimchi Pakcoy

Jumlah atau total BAL dipengaruhi adanya penambahan garam dan lama fermentasi. Penggunaan garam selama proses fermentasi akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Total BAL semakin berkurang sejalan dengan konsentrasi

garam yang meningkat selama fermentasi lobak (Lestari et al., 2017).

Menurut penelitian D. Kim & Kim (2014), perbedaan konsentrasi garam dan lama fermentasi menghasilkan total BAL yang berbeda. Hal ini disebabkan karena dalam pertumbuhannya, BAL menghasilkan asam laktat yang berbeda disetiap perlakuan konsentrasi garam.

Diketahui semakin meningkatnya konsentrasi garam 0%-4% dapat meningkatkan total BAL, namun konsentrasi garam yang lebih tinggi yaitu 6% justru menurunkan total BAL. Hal ini sejalan dengan Lestari et al. (2017) bahwa total BAL akan menurun pada konsentrasi garam 5% dan lama fermentasi 2 hari kimchi lobak. Hal ini dikarenakan tingginya konsentrasi garam menyebabkan sel bakteri memperoleh tekanan turgor yang tinggi, sehingga berpengaruh pada kegiatan fisiologis, aktivitas enzim dan metabolisme bakteri (Iwansyah et al., 2019).

Garam dapat berfungsi menjadi pembatas jumlah sel dan jenis mikroorganisme yang terlibat selama berlangsungnya fermentasi (Muzaiifa et al., 2015). Konsentrasi garam yang semakin tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan tekanan osmosis pada kimchi pakcoy, sehingga dapat berdampak pada pertumbuhan BAL menjadi lebih lambat atau bahkan tidak mampu tumbuh selama proses fermentasi (Iwansyah et al., 2019).

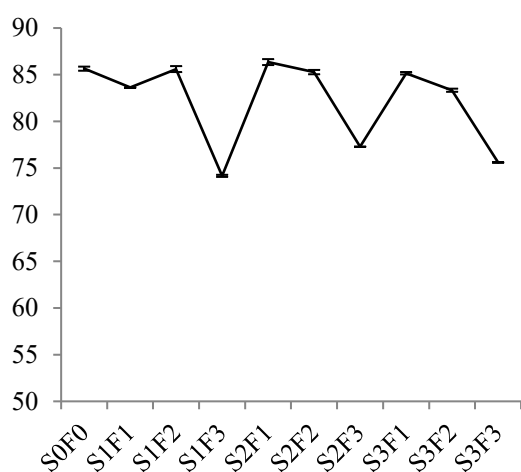
Menurut Yunus dan Zubaidah (2015), lama waktu fermentasi dan konsentrasi garam selama proses fermentasi akan mempengaruhi pertumbuhan BAL. Semakin lama waktu fermentasi maka memberikan peluang BAL untuk memfermentasi gula dan menghasilkan energi, sehingga terjadi peningkatan pertumbuhan BAL. Penelitian ini terjadi peningkatan BAL seiring dengan lamanya waktu fermentasi, sejalan dengan penelitian Syadiah et al. (2022) yang menyatakan bahwa total BAL pada kimchi

bengkuang meningkat selama waktu fermentasi hari ke 3, 6 dan 9.

Aktivitas Antioksidan

Pengujian terhadap aktivitas antioksidan kimchi pakcoy dengan fermentasi spontan dilakukan menggunakan metode DPPH. Metode ini dilakukan untuk mengetahui potensi suatu senyawa sebagai antioksidan. Reaksi reduksi-oksidasi DPPH dengan senyawa antioksidan merupakan prinsip metode DPPH (D. Kim & Kim, 2014). Radikal DPPH yang tereduksi semakin banyak, maka semakin besar nilai kapasitas antioksidan sampel. Klasifikasi aktivitas antioksidan dengan standard antioksidan berupa vitamin C yaitu aktivitas antioksidan <90% (sangat tinggi), 50-90% (tinggi), 20-50% (sedang), >20% (rendah) dan 0% (tidak ada). (Wulansari & Chairul, 2011).

Konsentrasi antioksidan kimchi pakcoy dengan variasi konsentrasi garam dan lama fermentasi ditampilkan pada Gambar 3. Nilai aktivitas antioksidan pada kimchi pakcoy menunjukkan aktivitas antioksidan yang tergolong tinggi dengan rentang nilai 74,16-86,35%.



Gambar 3. Persentase Antioksidan Akibat Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Pada Kimchi Pakcoy

Aktivitas antioksidan naik pada konsentrasi garam 4% dan menurun pada konsentrasi garam 6%, sedangkan meningkatnya waktu fermentasi menyebabkan penurunan pada aktivitas antioksidan. Pada perlakuan tanpa fermentasi (0 Hari) hingga fermentasi selama 2 hari dan 4 hari terjadi penurunan aktivitas antioksidan yang tidak signifikan (1,07-1,83%). Pada hari ke-6 terjadi penurunan yang cukup signifikan (7,73-11,44%). Pada tahap awal fermentasi aktivitas antioksidan meningkat, tetapi setelah itu menurun (Özer & Yıldırım, 2019).

Aktivitas antioksidan sangat tinggi sejak awal (kontrol dan pada fermentasi hari pertama). Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan antioksidan yang terkandung pada bahan sejak awal. Aktivitas antioksidan dapat ditentukan oleh senyawa penyusun bahan itu sendiri (Tristante et al., 2014).

Menurut Sari dan Hidayati (2020), kadar klorofil dan karatenoid pada pakcoy paling tinggi diantara sawi hijau dan sawi putih. Karatenoid yang terkandung di dalam pakcoy berpotensi sebagai antioksidan alami. Seperti diketahui bahwa senyawa klorofil dan karatenoid berperan sebagai antioksidan dalam fungsinya untuk menangkal radikal bebas, sehingga dengan inovasi ini kimchi berbahan baku sawi pakcoy memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Selain berasal dari pakcoy, sumber antioksidan juga berasal dari bumbu-bumbu atau rempah-rempah yang ditambahkan pada pembuatan kimchi, seperti senyawa flavonoid dan protease pada jahe (Awang et al., 2014), senyawa capcaisin pada cabai (Hazarika et al., 2014), dan senyawa fenolik pada bawang putih (Wiendarlina & Sukaesih, 2019).

Berdasarkan Gambar 2. dan 3, trendline BAL dan antioksidan berbanding terbalik. Ketika BAL mengalami fase tertinggi pada saat itu juga aktivitas antioksidan menurun. Hal tersebut dapat

disebabkan karena kemampuan bakteri asam laktat dengan menggunakan enzim memecah protein menjadi bagian lebih kecil yaitu peptida (*bioactive peptides*) dengan kemampuan aktivitas antioksidan. Secara tidak langsung konsentrasi garam dan lama fermentasi yang mempengaruhi BAL berdampak juga terhadap aktivitas antioksidan.

KESIMPULAN

Konsentrasi garam dan lama fermentasi berbeda berpengaruh terhadap total BAL dan aktivitas antioksidan. Konsentrasi garam 4% dan lama waktu fermentasi 6 hari (S2F3) menghasilkan aktivitas antioksidan (86,35%) dan kandungan BAL ($4,4 \times 10^{11}$ CFU/mL) tertinggi dengan pH sebesar 3,32.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh tim peneliti dan Anggaran Penelitian STIPER Dharma Wacana Metro pada tahun 2021. Oleh karena itu, terima kasih disampaikan kepada tim peneliti dan LPPM STIPER Dharma Wacana Metro.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadsah, L. S. F., Min, S.-G., Han, S.-K., Hong, Y., & Kim, H.-Y. (2015). Effect of Low Salt Concentrations on Microbial Changes During Kimchi Fermentation Monitored by PCR-DGGE and Their Sensory Acceptance. *J. Microbiol Biotechnol*, 25(12), 2049–2057.
- Awang, M. A., Azelan, N. A., Ain, N., Wan, A., Aziz, A., Hasham, R., (2014). Influence of Processing Parameters on The Yield and 6-Gingerol Content of Zingiber Officinale Extract. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(11), 358–363.
- Bae, G., Kim, J., Kim, H., Hyeon, J., Bi, D., Hyun, K., & Sook, M. (2018). Inactivation of Norovirus Surrogates by Kimchi Fermentation in The Presence of Black Raspberry. *Food Control*, 91, 390–396. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.04.025>
- Chalid, S. Y., Kinasih, P. N., Hatiningsih, F., & Rudiana, T. (2021). Antioxidant Activities and Profile of Amino Acid of Yoghurt from Beef Milk Fermentation with Dadih Starter. *Jurnal Kimia Valensi*, 7(1), 58–68. <https://doi.org/10.15408/jk.v.v7i1.20425>
- Dimidi, E., Cox, S. R., Rossi, M., & Whelan, K. (2019). Fermented foods: Definitions and Characteristics, Impact on The Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. *Nutrients*, 11(8), 1–26. <https://doi.org/10.3390/nu11081806>
- 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.
- Hazarika, R., Sood, K., & Neog, B. (2014). Capsaicinoid: A Potential Antioxidant with Close Interactions Against Human iNOS in Docking Study. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 4(4), 207–214. [https://doi.org/10.38150/sajeb.4\(4\).p207-214](https://doi.org/10.38150/sajeb.4(4).p207-214)
- Hwang, H., & Lee, J. H. (2018). Characterization of Arginine Catabolism by Lactic Acid Bacteria Isolated from Kimchi. *Molecules*, 23(11), 1–12. <https://doi.org/10.33>

- Iwansyah, A. C., Patiya, L. G., & Hervalley. (2019). Pengaruh Konsentrasi Natrium Klorida dan Lama Fermentasi pada Mutu Fisikokimia, Mikrobiologi, dan Sensori Kimchi Rebung. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 227–237. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.a.2019.008.03.7>
- Karim, F. A., Swastawati, F., & Anggo, A. D. (2014). Pengaruh Perbedaan Bahan Baku Terhadap Kandungan Asam Glutamat pada Terasi. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4), 51–58.
- Khasbullah, F., Mangiring, W., & Krisnarini. (2020). Uji Vitamin C dan Mutu Organoleptik Kmchi Pakcoy (*Brassica rapa* Subsp. *Chinensis*) terhadap Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi. *Jurnal Wacana Pertanian*, 16(2), 47–55.
- Kim, B. K., Choi, J. M., Kang, S. A., Park, K. Y., & Cho, E. J. (2014). Antioxidative Effects of Kimchi Under Different Fermentation Stage on Radical-Induced Oxidative Stress. *Nutrition Research and Practice*, 8(6), 638–643. <https://doi.org/10.4162/nrp.2014.8.6.638>
- Kim, D., & Kim, K. (2014). Growth of Lactic Acid Bacteria and Quality Characteristics of Baechu Kimchi Prepared with Various Salts and Concentration. 29(3), 286–297. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7318/KJFC/2014.29.3.286>
- Koesriharti, & Istiqomah, A. (2016). Effect of Composition Growing Media and Nutrient Solution for Growth and Yield Pakcoy (*Brassica rapa* L. *Chinensis*) in Hydroponic Substrate. *Plantropica Journal of Agricultural Science*. 2016, 1(1), 6–11.
- Kurniawati, N., Khasbullah, F., & Priyadi. (2021). Ekstraksi dan Uji Potensi Antioksidan dari Senyawa Polifenol Jantung Pisang Cavendis (*Cavendishii*) yang difermentasi Asal PT. NTF Lampung. *Environment*, 17(1), 97–103.
- Lee, N., Jun, K., Son, S., Jin, S., Lee, S., & Paik, H. (2015). LWT - Food Science and Technology Multifunctional Effect of Probiotic *Lactococcus lactis* KC24 Isolated from Kimchi. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 1036–1041. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.019>
- Lee, S. Y., Kwon, H., Kim, J. K., Park, C. H., Sathasivam, R., & Park, S. U. (2023). Comparative Analysis of Glucosinolate and Phenolic Compounds in Green and Red Kimchi Cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) Hairy Roots after Exposure to Light and Dark Conditions. *Horticulturae*, 9(466), 1.
- Lestari, C., Suhaidi, I., & Ridwansyah. (2017). The Effect of Concentration of Salt Solution and Fermentation Temperature on The Quality of Radish Kimchi. *Ilmu dan Teknologi Pangan J.Rekayasa Pangan dan Pert*, 5(1), 34–41.
- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., & Hutkins, R. (2017). Health Benefits of Fermented Foods: Microbiota and Beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.05.003>

- doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010
- Muzaifa, M., Moulana, R., Aisyah, Y., Sulaiman, I., & Rezeki, T. (2015). Karakteristik Kimia dan Mikrobiologis Asam Drien (Durian Fermentasi dari Aceh) pada Berbagai Metode Pembuatan. *Agritech*, 35(3), 288–293. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/agritech.9339>
- Özer, C., & Yıldırım, H. K. (2019). Some Special Properties of Fermented Products with Cabbage Origin: Pickled Cabbage, Sauerkraut and Kimchi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology Available*, 7(3), 490–497. <https://doi.org/doi.org/10.24925/turjaf.v7i3.490-497.2350> Turkish
- 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. <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.3083>
- Park, S., Seo, S., Kim, E., Na, C., & Son, H. (2018). Effects of Different Fermentation Temperatures on Metabolites of Kimchi Seong-Eun. *Food Bioscience*, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.03.009>
- Patra, J. K., Das, G., Paramithiotis, S., & Shin, H. S. (2016). Kimchi and Other Widely Consumed Traditional Fermented Foods of Korea: A review. *Frontiers in Microbiology*, 7(SEP), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01493>
- Puspa, S. A., Suharsono, S., & Meylani, V. (2023). Pengaruh Lama Penyimpanan Yoghurt Mangga (*Mangifera indica* L.) Terhadap Total Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Teknologi Pangan*, 16(2). <https://doi.org/10.33005/jtp.v16i2.3337>
- Sari, E. K., & Sholihatil Hidayatib. (2020). Penetapan Kadar Klorofil dan Karotenoid Daun Sawi (*Brassica*) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Fullerene Journ. of Chemistry*, 5(1), 49–52.
- Setiarto, R. H. B. (2020). *Teknologi Fermentasi Pangan Tradisional dan Produk Olahannya*. In Guepedia. Jawa Barat. 89 hlm. https://books.google.co.id/books?id=t3zPqTnRjX0C&dq=wrong+diet+pills&source=gbs_navlinks_s
- Syadiah, E. A., Kartika, Hasbiadi, & Adelina, F. (2022). Karakteristik Fisikokimia, Organoleptik dan Total Bakteri Asam Laktat Kimchi Bengkuang. *Jurnal Ilmiah Agribios*. 20(1), 38–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.36841/agribios.v20i1.1633>
- Tristanto, R., Putri, M. A., Situmorang, A. P., & Suryanti. (2014). Optimalisasi Pemanfaatan Daun Lamun *Thalassia Hemprichii* Sebagai Sumber Antioksidan Alami. *Jurnal Sainstek Perikanan*, 10 No.1(1), 26–29.
- Wahono, F., Sumardianto, & Rianingsih, L. (2022). Pengaruh Perbedaan Jenis Garam Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Terasi Udang Rebon (*Mysis relicta*). *Sainstek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 18(2), 130–137. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/sainstek>

- Wiendarlina, I. Y., & Sukaesih, R. (2019). Perbandingan Aktivitas Antioksidan Jahe Emprit. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6(1), 315–324.
- Wulansari, D., & Chairul. (2011). Penapisan Aktivitas Antioksidan Dan Beberapa Tumbuhan Obat Indonesia Menggunakan Radikal 2,2-Diphenyl-1 Picrylhydrazyl (DPPH). *Majalah Obat Tradisional*, 16(1), 2011. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/tradmedj.8018>
- You, S., Yang, J., 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*, 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2017/9562981>
- Yun, Y.-R., Lee, J. J., Lee, H. J., Choi, Y.-J., Lee, J.-H., Park, S. J., Park, S. H., Seo, H.-Y., & Min, S. G. (2021). Comparison of Quality Characteristics of Commercial Kimchi Manufactured in Korea, China, and the United States. *Foods*, 10(2488), 1–12. <https://doi.org/doi.org/10.3390/foods10102488>
- Yunus, Y., & Zubaidah, E. (2015). Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Lama Fermentasi Terhadap Viabilitas L. Casei Selama Penyimpanan Beku Velva Pisang Ambon. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 303–312.