



Research Articles

Telaah studi kandungan probiotik pada fermentasi makanan khas di pulau Jawa

A study of probiotic content in the fermentation of typical foods in Java

Novita Kusuma Wardani*, R. Susanti, Talitha Widiatiningrum

Program Pascasarjana Universitas Negeri Semarang
Kampus Kelud, Kota Semarang, Indonesia

**corresponding author, Email: novitakusumawardani@students.unnes.ac.id*

Manuscript received: 07-01-2021. Accepted: 03-04-2021

ABSTRAK

Industri makanan merupakan salah satu komoditas yang selalu tumbuh dan berkembang sejalan dengan peningkatan kebutuhan dan permintaan pasar. Pertumbuhan permintaan makanan fermentasi di pasar sebagian disebabkan karena peningkatan minat pada makanan sehat dan kesadaran persepsi konsumen bahwa fermentasi merupakan proses alami yang dapat bersifat menguntungkan. Proses fermentasi tidak terlepas dari peran mikroorganisme probiotik, senyawa bioaktif, dan mikronutrien yang diproduksi melalui aksi mikroba. Kajian tinjauan literatur ini bertujuan menganalisa peran probiotik dalam fermentasi makanan khas di pulau Jawa yang berpotensi sebagai sistem pengatur imun. Hasil studi literatur tentang macam-macam makanan fermentasi khas di Pulau Jawa serta proses pembuatannya menunjukkan bahwa mikroba yang berperan dalam fermentasi makanan terdiri dari kapang dan bakteri. Mikroba tersebut berpotensi sebagai sistem pengatur imun.

Kata kunci: fermentasi; probiotik; mikronutrien; bioglucan

ABSTRACT

The food industry is one of the commodities that always grows and develops in line with the increasing needs and demands of the market. The growth in demand for fermented foods in the market is due in part to the increased interest in healthy food and the awareness of consumers' perceptions that fermentation is a naturally beneficial process. The fermentation process is inseparable from the role of probiotic microorganisms, bioactive compounds, and micronutrients produced through microbial action. This literature review study aims to analyze the role of probiotics in the fermentation of typical foods in Java, which have the potential to act as an immune regulatory system. The results of a literature study on various kinds of fermented specialties in Java and the manufacturing process show that the microbes that play a role in food fermentation consist of mold and bacteria. These microbes have the potential as an immune regulatory system.

Keywords: fermentation; probiotics; micronutrients; bioglucan

PENDAHULUAN

Industri makanan merupakan salah satu komoditas yang selalu tumbuh dan berkembang sejalan dengan peningkatan kebutuhan dan permintaan pasar. Sejalan dengan perkembangan industri makanan, permintaan pasar akan produk fermentasi juga mengalami peningkatan. Fermentasi adalah proses metabolisme yang menghasilkan perubahan kimiawi pada substrat organik melalui aksi enzim (Hui dan Evranuz, 2016). Pada bidang biokimia, fermentasi didefinisikan sebagai ekstraksi energi dari karbohidrat tanpa menggunakan oksigen. Dalam produksi makanan, fermentasi mengacu pada setiap proses aktivitas mikroorganisme yang membawa perubahan pada bahan makanan atau minuman menjadi hasil yang diinginkan.

Pertumbuhan permintaan makanan fermentasi di pasar sebagian disebabkan karena peningkatan minat pada makanan sehat dan kesadaran persepsi konsumen bahwa fermentasi merupakan proses alami yang dapat bersifat menguntungkan bagi pencernaan. Industri produk makanan fermentasi tradisional dan modern mengalami peningkatan seiring dengan kebutuhan pasar (Hugenholtz, 2013; Terefe, 2016). Makanan fermentasi semakin dikenal dalam dunia industri dan memberikan ciri khas yang unik pada makanan. Penelitian menunjukkan bahwa persentase jenis makanan fermentasi didunia adalah sebesar 30 % (Erica et al., 2012).

Kuliner fermentasi merupakan salah satu komponen utama dalam dunia usaha dan industri, Produk fermentasi merupakan salah satu komponen utama dalam dunia usaha dan industri. Permintaan pasar terus meningkat sejak tahun 2015 dan diperkirakan akan terus bertambah. Beberapa riset yang membahas perkembangan komersialisasi makanan fermentasi tradisional dan modern antara lain adalah riset oleh Hugenholtz, (2013), Bhushan (2020), Corbo et al. (2014), dan Terefe (2016).

Salah satu manfaat makanan fermentasi tradisional adalah dapat meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan manusia. Proses fermentasi tidak terlepas dari peran mikroorganisme probiotik, senyawa bioaktif, dan mikronutrien yang diproduksi melalui aksi mikroba. Mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi telah banyak diteliti karena berkontribusi pada bidang kesehatan. Metabolisme mikroba selama fermentasi mengubah sifat fisik dan kandungan gizi produk makanan dengan cara yang kompleks dan unik. Proses fisikokimia yang kompleks diperlukan untuk mendapatkan hasil fermentasi mikroba. Hasil riset menunjukkan bahwa konsumsi makanan fermentasi memberikan dampak hasil kesehatan yang lebih baik (Hussain et al., 2016; Murooka & Yamshita, 2008; Tamang et al., 2016). Makanan yang difermentasi memberikan manfaat pada kesehatan di antaranya mengurangi kadar kolesterol darah, meningkatkan kekebalan, melindungi dari patogen. Makanan fermentasi juga bermanfaat sebagai anti karsinogenesis, mencegah osteoporosis, diabetes, obesitas, alergi, dan aterosklerosis, dan meringankan gejala laktosa intoleransi, serta dapat digunakan sebagai pengatur imun (Tamang et al., 2016).

Prebiotik merupakan salah satu organisme yang bermanfaat bagi kesehatan terutama untuk saluran pencernaan dan sistem imun (Yahfoufi et al., 2018). Pembahasan peran prebiotik sebagai pengatur sistem imun tubuh dengan pengolahan makanan fermentasi khas pulau Jawa masih terbatas. Oleh sebab itu, artikel ini membahas tentang peran probiotik pada makanan Fermentasi Khas Jawa.

METODE

Penelitian ini merupakan kajian pustaka sistematis yang meninjau artikel jurnal dan hasil-hasil penelitian yang terkait dengan fermentasi makanan. Tinjauan difokuskan pada topik tentang fermentasi makanan dan mikroba yang terlibat di dalam proses fermentasi makanan serta potensinya sebagai sistem pengatur imun. Sumber rujukan dieksplorasi melalui database online seperti Scopus, SINTA, Google Cendikia, Researchgate, ScienceOpen, DOAJ, The Education Resources Information Center (ERIC) Elsevier, PubMed, NCBI, Taylor & Francis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil studi literatur tentang macam-macam makanan fermentasi khas Pulau Jawa serta proses pembuatannya, didapatkan hasil seperti tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Makanan fermentasi khas pulau Jawa

Nama Makanan	Asal Daerah	Bahan baku	Lama Fermentasi	Jenis Mikroba	Referensi Jurnal
Gatot	Jawa Tengah	Singkong	24-72 jam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Lactobacillus manihotivorans</i> ▪ <i>Lactobacillus fermentum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jayus et al., 2016
Growol	Jawa Tengah	Singkong	24-72 jam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Lactobacillus plantarum</i> ▪ <i>Lactobacillus rhamnosus</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Putri et al., 2012 ▪ Sari & Puspaningtyas, 2019
Oncom	Jawa Barat	Kedelai	24 jam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Monolia stiphila</i> ▪ <i>Neurospora sitophila</i> ▪ <i>Rhizopus oryzae</i> ▪ <i>Rhizopus oligosporus</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Widya Pahlevi et al., 2008 ▪ Hartanti et al., 2019
Peda	Jawa	Ikan laut	dengan garam 25% b/b selama 21 hari	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Lactobacillus cirvatus</i> ▪ <i>Lactobacillus sake</i> ▪ <i>Lactobacillus murinus</i> ▪ <i>Lactobacillus plantarum</i> ▪ <i>Streptococcus termophilus</i> ▪ <i>Pediococcus acidilactici</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Santoso, 1999 ▪ Pramono, H., Murwantoko, 2013
Petis	Jawa Timur dan Madura	Ikan Pindang, udang rebon, kupang	48 jam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pediococcus acidilactici</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pramono, H., Murwantoko, 2013 ▪ Pramono, H., Murwantoko, 2013
Peuyeum	Jawa Barat	Singkong	48 - 72 jam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> • <i>Saccharomycopsis fibuligera</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dirayati et al., 2018 ▪ Widyatmoko et al., 2018

				<ul style="list-style-type: none"> • <i>Candida tropicalis</i> • <i>Candida guilliermondii</i> 	
Tape ketan	Jawa	Beras ketan	24 jam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Lactobacillus plantarum</i> ▪ <i>Lactobacillus curvatus</i> ▪ <i>Lactobacillus fermentum</i> ▪ <i>Pediococcus pentosaceus</i> ▪ <i>Weissella confusa</i> ▪ <i>Weissella Paramesenteroides</i> ▪ <i>Weissella kimchii</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apon & Fatimah, 2014 ▪ Azizah, RN and Kumarawati, 2016
Tempe	Jawa	Kedelai, kacang-kacangan	24 jam	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Rhizopus oryzae</i> ▪ <i>Rhizopus oligosporus</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sukardi, Wignyanto, dan Purwaningsih, 2008 ▪ Kustyawati, 2012
Terasi	Jawa Timur	Udang rebon	dengan garam 5 % b/b selama 7 hari	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pediococcus acidilactici</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pramono et al., 2013 ▪ Sumardianto, Wijayanti, I., dan Swastawati, 2019

Berdasarkan Tabel 1, selanjutnya diklasifikasikan jenis mikroba yang terlibat dalam fermentasi makanan khas pulau Jawa, terangkum dalam tabel 2.

Tabel 2 Jenis mikroba yang terlibat dalam fermentasi makanan khas pulau Jawa

Genus	Spesies
<i>Candida sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Candida guilliermondii</i> ▪ <i>Candida tropicalis</i>
<i>Lactobacillus sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Lactobacillus curvatus</i> ▪ <i>Lactobacillus fermentum</i> ▪ <i>Lactobacillus manihotivorans</i> ▪ <i>Lactobacillus murinus</i> ▪ <i>Lactobacillus plantarum</i> ▪ <i>Lactobacillus rhamnosus</i> ▪ <i>Lactobacillus sake</i>
<i>Monilia sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Monilia sitophila</i>
<i>Neurospora sp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Neurospora sitophila</i>
<i>Pediococcus sp</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Pediococcus acidilactici</i>

	▪ <i>Pediococcus pentosaceus</i>
<i>Rhizopus sp.</i>	▪ <i>Rhizopus oligosporus</i>
	▪ <i>Rhizopus oryzae</i>
<i>Saccharomyces sp</i>	▪ <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
	▪ <i>Saccharomycopsis fibuligera</i>
<i>Streptococcus sp.</i>	▪ <i>Streptococcus termophilus</i>
<i>Weissella sp.</i>	▪ <i>Weissella confuse</i>
	▪ <i>Weissella kimchi</i>
	▪ <i>Weissella paramesenteroides</i>

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa mikroba yang berperan dalam fermentasi makanan khas di pulau Jawa terdiri dari kapang dan bakteri. Bakteri yang banyak digunakan adalah kelompok bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, dan *Streptococcus sp.* Jenis kapang yang banyak digunakan adalah *Candida sp.*, *Rhizopus spp.*, *Monilia sp.*, *Neurospora sp.*, *Saccharomyces sp.* Kajian peran probiotik dari fermentasi makanan khas pulau Jawa berdasarkan senyawa hasil fermentasi dan jenis mikroba yang digunakan.

Senyawa kimia hasil fermentasi

Produk fermentasi pangan di daerah Jawa Tengah rata-rata mengandung beta glukan. Beta glukan terdiri dari sekelompok polisakarida β -D-glukosa yang secara alami terdapat dalam bakteri, jamur, dengan sifat fisikokimia berbeda. Bentuk beta glukan secara umum terdiri dari D-glukosa dengan tautan beta-1,3 glukan dan beta-1,6 glukan (Chu, 2014; Volman et al., 2008). Ragi dan jamur yang terdapat didalam fermentasi makanan mengandung 1 sampai dengan 6 cabang samping. Panjang rantai samping pada beta glukan berperan sebagai sistem pengatur imun. Berdasarkan struktur beta glukan dibagi menjadi tiga katagori utama: cair, gel, padat (partikel). Katagori beta glukan dengan wujud cair memiliki daya imunostimulator yang lebih kuat dibandingkan katagori padat (partikel) dan gel (Ma, Wang, dan Zhang 2008).

Beta glukan merupakan salah satu jenis serat yang dapat larut dalam air. Beta glukan juga merupakan komponen struktural yang sering ditemukan dalam jamur, algae, oatmeal, dan barley. Ada dua jenis struktur beta glukan. Beta glukan jenis pertama, banyak ditemukan dalam biji-bijian yang bermanfaat untuk mengurangi kolesterol dan memodulasi mikrobioma usus, sedangkan jenis struktur beta glukan jenis kedua banyak ditemukan dalam jamur dan ragi yang dapat berinteraksi dengan sistem pengatur imun didalam tubuh. Beta glukan tidak dapat dicerna oleh tubuh dan hanya turun dengan perlahan di dalam usus. Beta glukan mampu merangsang aktivitas sistem imun dan membantu melawan infeksi lebih efektif didalam tubuh dalam makanan beta glukan dapat difermentasi, selanjutnya fermentasi ini yang mempengaruhi fungsi pencernaan dan sistem kekebalan tubuh. Mikroba dalam fermentasi makanan khas pulau jawa yang menghasilkan beta glukan antara lain adalah

streptococcus pneumoniae, candida. β -glucan telah terbukti mampu melindungi terhadap infeksi bakteri maupun protozoa yang resisten pada model hewan coba (Hong et al. 2004).

Berdasarkan kerangka karbon, polifenol dikelompokkan menjadi 2 yaitu asam fenolik dan flavonoid. Senyawa fenolik merupakan kelompok penting dari fitokimia dan termasuk dalam golongan polifenol yang merupakan metabolit sekunder yang sangat penting pada tumbuhan. Senyawa yang terdapat didalam fenolik tumbuhan dinyatakan sebagai GAE (galic acid equivalent) yakni 3,4,5- trihydroxybenzoic acid atau jumlah kesetaraan milligram asam galat dalam satu gram sampel. Sedangkan senyawa yang terdapat dalam flavonoid (2-[3,4-dihydroxyphenyl]-3,5,7-trihydroxy-4h-chromen-4-one) dihitung sebagai QE (quercetin equivalent) yang diukur menggunakan standar kuersetin. Bentuk flavonoid dalam tumbuhan adalah glikosida atau aglikon (Grigore 2017). Salah satu peran senyawa fenolik dan flavonoid adalah sebagai antioksidan alami. Kadar flavonoid dan fenolik akan meningkat pada saat proses fermentasi oleh mikroba *Lactobacillus plantarum* dan *Streptococcus thermophilus* (Lambui, Sembiring, dan Rahayu 2015).

Peran prebiotik pada fermentasi makanan sebagai sistem pengatur imun

Ragi atau kapang merupakan salah satu micro organisme hidup yang menjadi subjek penelitian tentang biologi sintetik untuk produk bahan makanan seperti flavonoid. Fermentasi makanan khas pulau jawa yang sangat populer adalah tempe. Tempe merupakan salah satu produk makanan yang difermentasi oleh *Rhizopus sp*. Aktivitas antibakteri pada tempe terbentuk saat proses fermentasi. Kedelai yang difermentasi oleh *Rhizopus sp* menjadi tempe menghasilkan antibiotik.

Kapang memiliki dua sistem enzimatik ekstraseluler yaitu yang pertama sistem hidrolitik yang bertanggungjawab untuk mendegradasi polisakarida dan oksidatif. Kedua, sistem lignolitik ekstraseluler yang menurunkan lignin dan membuka cincin fenil sehingga meningkatkan kandungan fenolat bebas (Sánchez 2009).

Rhizopus sp merupakan kapang yang dapat menghasilkan enzim protease (Hsiao et al. 2014). Protease disebut juga sebagai peptidase atau proteinase, yaitu enzim yang mengkatalisis hidrolisis ikatan peptida menjadi oligopeptida pendek dan asam amino bebas (López-Otín dan Bond 2008). Peptida dan asam amino bebas mudah diserap oleh tubuh. Peptida bersifat bioaktif, sehingga dapat berfungsi sebagai antimikroba, antiinflamasi dan sistem pengatur imun. *Rhizopus sp* mempunyai potensi untuk meningkatkan sistem pengatur imun, yang dalam hal ini dapat digunakan sebagai salah satu upaya pencegahan masuknya wabah virus corona.

Lactobacillus sp. merupakan salah satu jenis bakteri asam laktat (BAL). Menurut Sumarsih et al., (2012) mengemukakan bahwa LAB terdiri dari genus *Lactobacillus sp.*, *Lactococcus sp.*, *Leuconostoc sp.*, *Streptococcus sp.*, *Enterococcus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Melissococcus sp.*, *Carnobacterium sp.*, *Oenococcus sp.*, *Tetragenococcus sp.*, *Vagococcus sp.*, dan *Weissella sp.* Hasil penelitian Ramlawati et al. (2017) dan Meng et al. (2018) menunjukkan bahwa *L. plantarum* memiliki fungsi imunoregulasi terhadap aktivasi sel imun Th1, sekresi IgA, peningkatan profil sitokin (IL-2, IL-6, dan IFN- γ) dan perbaikan aktivitas

sel natural killer (NK) pada tikus model immunosupresif yang diinduksi siklofosfamid secara intraperitoneal.

Bakteri asam laktat banyak digunakan para peneliti dalam meneliti mikroorganismenya. Bakteri *Lactobacillus sp.* banyak digunakan untuk fermentasi produk makanan khas pulau Jawa, karena bakteri ini menghasilkan kadar vitamin yang banyak dan mineral peptide aktif. Hal ini selaras dengan penelitian Martinez-Villaluenga et al., (2017) bahwa peptide aktif disintesis di mikroba degradasi protein oleh bakteri yang terlibat didalam fermentasi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sekitar 80% dari sistem imun manusia terletak pada saluran pencernaan. Saluran pencernaan yang sehat itu memiliki kandungan bakteri baik atau probiotik yang cukup didalam tubuh. Keberadaan probiotik didalam tubuh berfungsi sebagai penyeimbang jumlah antara bakteri jahat dengan bakteri baik, sehingga tidak menimbulkan dampak negative untuk kesehatan. *Lactobacillus sp.* merupakan salah satu bakteri yang berpotensi meningkatkan sistem pengatur imun.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian di atas, dapat disimpulkan bahwa beberapa makanan khas di pulau Jawa, seperti gatot, growol, oncom, peda, petis, peuyeum, tape ketan, tempe dan terasi, diproses melalui fermentasi yang melibatkan mikroorganismenya probiotik, senyawa bioaktif, dan mikronutrien yang diproduksi melalui aksi mikroba. Mikroba yang berperan dalam fermentasi makanan tersebut terdiri dari kapang dan bakteri. Kapang dan bakteri asam laktat merupakan probiotik yang berperan pada fermentasi makanan mempunyai potensi untuk meningkatkan sistem pengatur imun. Probiotik merupakan mikro organismenya hidup yang menguntungkan. Keberadaan probiotik di dalam tubuh berfungsi sebagai penyeimbang antara bakteri jahat dengan bakteri baik. Fermentasi merupakan proses metabolismenya yang menghasilkan perubahan kimiawinya pada substrat organik melalui aksi enzim. Produk fermentasi pangan di pulau Jawa rata-rata mengandung senyawa kimia seperti beta glucan, fenolik, dan flavonoid yang berpotensi meningkatkan sistem pengatur imun dalam tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Apon, Zaenal Mustopa, dan Fatimah. 2014. "Diversity of lactic acid bacteria isolated from Indonesian traditional fermented foods." *Microbiology Indonesia* 8(2):48–57.
- Azizah, Rini Nur, dan Istiqomah S. Kumarawati. 2016. "Analysis of Phylogenetic Lactic Acid Bacteria in Glutinous Rice 'Tape Ketan' by Bioinformatic Tools in Relation with its Bacteriocin product." Hal. 26–28 in *Proceedings of 24th ISERD International Conference*.
- Chu, Yifang. 2014. *Oats Nutrition and Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Dirayati, Abdul Gani, dan Erlidawati. 2017. "Pengaruh jenis singkong dan ragi terhadap kadar etanol tape singkong." *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA* 1(1):26–33.
- Grigore, Alice. 2017. "Plant Phenolic Compounds as Immunomodulatory Agents." in *Phenolic Compounds - Biological Activity*. InTech.
- Hartanti, Anastasia Tatik, Adelyne Hanggopertiwi, dan Agustin Wydia Gunawan. 2019. "Identifikasi Morfologi Rhizopus pada Oncom Hitam dari Berbagai Daerah di

- Indonesia.” *Jurnal Mikologi Indonesia* 3(2):75.
- Hong, Feng, Jun Yan, Jarek T. Baran, Daniel J. Allendorf, Richard D. Hansen, Gary R. Ostroff, Pei Xiang Xing, Nai-Kong V. Cheung, dan Gordon D. Ross. 2004. “Mechanism by Which Orally Administered β -1,3-Glucans Enhance the Tumoricidal Activity of Antitumor Monoclonal Antibodies in Murine Tumor Models.” *The Journal of Immunology* 173(2):797–806.
- Hsiao, Nai Wan, Yeh Chen, Yi Chia Kuan, Yen Chung Lee, Shuo Kang Lee, Hsin Hua Chan, dan Chao Hung Kao. 2014. “Purification and characterization of an aspartic protease from the *Rhizopus Oryzae* protease extract, peptidase R.” *Electronic Journal of Biotechnology* 17(2):89–94.
- Jayus, Nurhayati, Achmad Subagio, dan Heru Widyatmoko. 2016. “Modifikasi Pati Ubi Kayu secara Fermentasi dengan *Lactobacillus manihotivorans* dan *L. fermentum* yang Diisolasi dari Gatot.” Hal. 517–22 in *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*.
- Kustyawati, Maria Erna. 2012. “Kajian Peran Yeast dalam Pembuatan Tempe.” *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM* 29(2).
- Lambui, Orryani, Langkah Sembiring, dan S. Rahayu. 2015. “Isolasi, Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Penghasil A & B-Galaktosidase Produk Fermentasi Kulit Buah Cempedak [*Arthocarpus integer* (THUNB.) MERR.] dan Bunga Tigarun [*Crataeva nurvala* Buch-Ham].” *Natural Science: Journal of Science and Technology* 4(2).
- López-Otín, Carlos, dan Judith S. Bond. 2008. “Proteases: Multifunctional enzymes in life and disease.” *Journal of Biological Chemistry* 283(45):30433–37.
- Ma, Zhaocheng, Jianguo Wang, dan Lina Zhang. 2008. “Structure and chain conformation of β -glucan isolated from *Auricularia auricula-judae*.” *Biopolymers* 89(7):614–22.
- Martinez-Villaluenga, Cristina, Elena Peñas, dan Juana Frias. 2017. “Bioactive Peptides in Fermented Foods: Production and Evidence for Health Effects.” Hal. 23–47 in *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. Elsevier Inc.
- Meng, Yueyue, Bailiang Li, Da Jin, Meng Zhan, Jingjing Lu, dan Guicheng Huo. 2018. “Immunomodulatory activity of *Lactobacillus plantarum* KLDS1.0318 in cyclophosphamide-treated mice.” *Food and Nutrition Research* 62.
- Pahlevi, Yusra Widya, Teti Estiasih, dan Ella Saparianti. 2008. “Mikroenkapsulasi ekstrak karoten dari spora kapang oncom merah (*Neurospora* sp.) dengan bahan penyalut berbasis protein menggunakan metode pengeringan semprot.” *Jurnal Teknologi Pertanian* 9(1):31–39.
- Pramono, Heru, Murwantoko, dan Triyanto Hadisaputro. 2013. *Identifikasi Molekuler Bakteri Asam Laktat Penghasil Bakteriosin pada Terasi, Peda dan Petis sebagai Bahan Pengawet Produk Olahan Ikan*.
- Putri, Widya Dwi Rukmi, Haryadi, Djagal Wisesa Marseno, dan M. Nur Cahyanto. 2012. “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Amilolitik Selama Fermentasi Growol, Makanan Tradisional Indonesia | Request PDF.” *Jurnal Teknologi Pertanian* 13(1):52–60.

- Ramlawati, Sitti Rahma Yunus, dan Aunillah Insani. 2017. "Pengaruh Model PBL (Problem Based Learning) terhadap Motivasi dan Hasil Belajar IPA Peserta Didik." *Jurnal Sainsmat* 6(1).
- Sánchez, Carmen. 2009. "Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi." *Biotechnology Advances* 27(2):185–94.
- Santoso, Edy. 1999. "Bakteri asam laktat pada terasi dan peda serta aktivitas penghambatannya terhadap bakteri patogen dan pembusuk." Universitas Gadjah Mada.
- Sari, Puspita Mardika, dan Desty Ervira Puspaningtyas. 2019. "Skor aktivitas prebiotik growol (makanan fermentasi tradisional dari singkong) terhadap *Lactobacillus* sp. dan *Escherichia coli*." *Ilmu Gizi Indonesia* 2(2):101.
- Sukardi, Wignyanto, dan I. Purwaningsih. 2008. "Uji coba uji coba penggunaan inokulum tempe dari kapang *rhizopus oryzae* dengan substrat tepung beras dan ubikayu pada unit produksi tempe Sanan Kodya Malang." *Jurnal Teknologi Pertanian* 9(3):207–15.
- Sumardianto, I. Wijayanti, dan F. Swastawati. 2019. "Karakteristik fisikokimia dan mikrobiologi terasi udang rebon dengan variasi konsentrasi gula merah." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 22(2):287–98.
- Sumarsih, S., B. Sulistiyanto, C. Sutrisno, dan E. Rahayu. 2012. "Peran probiotik bakteri asam laktat terhadap produktivitas unggas." *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah* 10(1):1–9.
- Volman, Julia J., Julian D. Ramakers, dan Jogchum Plat. 2008. "Dietary modulation of immune function by β -glucans." *Physiology and Behavior* 94(2):276–84.
- Widyatmoko, Heru, Achmad Subagio, dan Nurhayati Nurhayati. 2018. "Sifat-Sifat Fisikokimia Pati Ubi Kayu Terfermentasi Khamir Indigenus Tapai." *Agritech* 38(2):140.