

## Potensi Bakteri Asam Laktat pada Makanan Fermentasi

Yuni Sine<sup>a\*</sup>

<sup>a\*</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Timor, Kefamenanu, TTU-NTT, Indonesia, email: yunisine@gmail.com

### Article Info

Article history:  
 Received 20 September 2022  
 Received in revised form 29 September 2022  
 Accepted 21 Desember 2022

DOI:  
<https://doi.org/10.32938/slk.v5i2.1915>

### Keywords:

Bakteri Asam Laktat,  
 Fermentasi,  
 Kacang,  
 Probiotik.

### Abstrak

Bakteri Asam Laktat (BAL) telah lama dimanfaatkan dalam proses fermentasi makanan, karena telah menunjukkan peran yang sangat penting dalam proses fermentasi. BAL merupakan kelompok bakteri gram positif yang dapat hidup pada berbagai relung. Umumnya BAL dimanfaatkan dalam fermentasi susu. Beberapa dekade terakhir minat fermentasi BAL pada sumber protein nabati mulai banyak diselidiki. Bakteri asam laktat sendiri dapat membentuk konsorsium dengan mikroorganisme lain yang dapat meningkatkan kualitas pada pangan fermentasi. Usaha-usaha untuk melakukan isolasi BAL dari sumber kacang-kacangan telah banyak dilakukan. BAL dapat memanfaatkan karbohidrat dari berbagai kacang sebagai prebiotik. Kemampuan ini menyebabkan BAL merupakan starter yang baik untuk fermentasi substrat yang berasal dari berbagai kacang dan juga sebagai probiotik.

### 1. Pendahuluan

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri di mana-mana yang tersebar luas di alam di ceruk produk susu (fermentasi), daging dan sayuran, saluran pencernaan dan urogenital manusia dan hewan, serta tanah dan air (Liu *et al.*, 2014). Bakteri ini merupakan sekelompok bakteri Gram-positif, tidak membentuk spora, berbentuk kokus atau batang (Nuraida, 2015). Mikroorganisme ini terkenal karena kemampuannya untuk menghasilkan asam laktat sebagai produk akhir utama dari metabolisme anaerobik dan untuk mensintesis berbagai metabolit yang menguntungkan mempengaruhi sifat nutrisi, sensorik, dan teknologi dari produk makanan fermentasi. Oleh karena itu, BAL telah banyak digunakan (i) sebagai kultur starter; (ii) sebagai probiotik; dan (iii) dalam produksi senyawa yang menarik (yaitu, nutraceuticals), karena metabolisme serbaguna BAL (Ruiz Rodríguez *et al.*, 2019).

BAL dalam makanan fermentasi menarik, tidak hanya karena perannya dalam fermentasi tetapi juga karena perannya yang dapat memberikan dampak kesehatan yang positif, selain itu karena kemampuannya dalam memproduksi berbagai macam senyawa yang berperan terhadap flavour, warna, tekstur dan konsistensi dari makanan fermentasi (Nuraida, 2015). Fermentasi adalah proses utama yang digunakan dalam produksi makanan dari kacang-kacangan (Kwon *et al.*, 2010). Fermentasi menyebabkan perubahan fisikokimia, sifat organoleptik (warna, rasa) dan komponen aktif produk kacang-kacangan, proses fermentasi dalam makanan sering menyebabkan perubahan kualitas gizi dan biokimia relatif terhadap bahan awal, serta suatu proses yang membantu memecah molekul organik besar melalui aktivitas mikroorganisme menjadi molekul yang lebih sederhana (Ramadan *et al.*, 2014., Sharma *et al.*, 2020). Perubahan komposisi fenolik kacang-kacangan yang disebabkan oleh fermentasi telah dilaporkan secara signifikan yang menyebabkan peningkatan kapasitas penangkapan radikal bebas kacang-kacangan (Randhir *et al.*, 2004). BAL terlibat dalam proses fermentasi secara homofermentatif ataupun heterofermentatif. Bakteri asam laktat homofermentatif melibatkan jalur Embden Meyerhof, yaitu glikolisis, menghasilkan asam laktat, 2 mol ATP dari 1 molekul glukosa/heksosa dalam kondisi normal, tidak menghasilkan CO<sub>2</sub> menghasilkan biomassa sel dua kali lebih banyak daripada bakteri asam laktat heterofermentatif. Secara umum, bakteri asam laktat homofermentatif digunakan dalam fermentasi susu menjadi yogurt, dan juga untuk menghasilkan asam laktat sebagai asidulan dalam industri makanan dan industri polilaktat suatu industri polimer atau plastik ramah lingkungan (Sevgili *et al.*, 2021). Sedangkan bakteri asam laktat heterofermentatif, melalui jalur 6-fosfoglukonat/fosfoketolase selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan etanol, CO<sub>2</sub>, asam asetat, senyawa citarasa, dan mannitol serta 1 mol ATP dari heksosa dan tidak mempunyai enzim aldolase. Bakteri asam laktat heterofermentatif banyak dimanfaatkan dalam industri susu untuk menghasilkan keju dan senyawa flavour, senyawa citarasa maupun pengental, yaitu eksopolisakarida (Blajman *et al.*, 2020).

Makanan fermentasi terdiri dari ekosistem yang sangat kompleks yang terdiri dari enzim yang ada pada bahan mentah yang berinteraksi dengan aktivitas metabolisme mikroorganisme yang melakukan fermentasi (Sharma *et al.*, 2020). Komposisi substrat yang digunakan dan mikroorganisme fermentasi merupakan faktor utama yang mempengaruhi makanan fermentasi. Selain itu, perlakuan makanan dan lama fermentasi selama pemrosesan juga mempengaruhi fermentasi makanan (Okafor, 2009).

Kacang-kacangan seperti kedelai, kacang hitam, kacang hijau, kacang tanah dan berbagai kacang lainnya adalah bahan umum di Asia Tenggara untuk produksi makanan (Licandro, *et al.*, 2020). Kacang tanah, kacang kedelai

adalah makanan bergizi yang dapat berfungsi sebagai alternatif protein hewani karena atribut nutrisi yang dilaporkan, selain itu kulit biji legum dapat digunakan dalam formulasi makanan untuk melengkapi protein dan mengurangi ketergantungan yang berlebihan pada protein hewani jika mengandung sifat fungsional yang diinginkan (Ogodo *et al.*, 2018). Legum lain yang digunakan seperti kacang faba (*Vicia faba*) kacang polong, yang merupakan tanaman kacang-kacangan yang paling penting di Eropa, Biji kacang faba, yang digunakan dalam nutrisi manusia dan hewan, kaya akan asam amino esensial: isoleusin, leusin, lisin, fenilalanin, treonin dan valin dan bila dikombinasikan dengan bahan sereal (kaya akan asam amino yang mengandung belerang) menjadi sumber protein nabati dengan komposisi asam amino yang seimbang (Sozer *et al.*, 2019). Pemanfaatan legum sangat dipengaruhi oleh adanya faktor anti nutrisi seperti fitat, tanin, oksalat, polifenol dan inhibitor enzim. Meskipun perlakuan seperti proses pemanasan, perendaman dan fermentasi telah dilaporkan mengurangi faktor anti-nutrisi dalam produk makanan (Olanipekun *et al.*, 2015). Tulisan ini bertujuan untuk mereview peran bakteri asam laktat (BAL) yang terlibat dalam proses fermentasi makanan terutama pada kacang-kacangan.

### 2. Metode

Metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode experimental dilaboratorium yaitu mengisolasi BAL pada berbagai substrat kacang dan makanan fermentasi. Pada umumnya menggunakan media MRS untuk melakukan isolasi awal BAL (Yudianti *et al.*, 2020). Metode identifikasi menggunakan KIT berdasarkan metode manufacture's instruction juga digunakan oleh beberapa peneliti. Terdapat pengujian prebiotik pada legum. Pada beberapa penelitian BAL yang digunakan dalam review ini adalah dengan melakukan isolasi DNA, amplifikasi dengan PCR, dan sekuensing selanjutnya analisis pohon filogeni dengan menggunakan data dari DDJB dan NCBI menggunakan Bioedit. Uji aktivitas antimikrobia, uji  $\gamma$ -Aminobutyric Acid (GABA) dengan HPLC (Chen *et al.*, 2020).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Potensi penggunaan BAL dalam fermentasi makanan

Fermentasi dikenal sebagai salah satu bentuk makanan tertua pelestarian di dunia. Fermentasi dapat meningkatkan umur simpan daging, ikan, buah dan sayuran yang sangat mudah rusak karena kandungan air dan nilai gizinya yang tinggi, terutama di negara tropis seperti Indonesia (Nuraida, 2015). Pelestarian makanan terjadi melalui asam laktat, alkohol, asam asetat dan fermentasi garam tinggi (Steinkraus, 2002). Bakteri asam laktat digunakan dalam sistem fermentasi yang dapat dilakukan dalam bentuk padat (SSF) atau keadaan cair (SLF) (Villalobos *et al.*, 2020). BAL memiliki kemampuan untuk memetabolisme berbagai macam karbohidrat, yang pada gilirannya memungkinkan kolonisasinya ke berbagai ekosistem tanaman dan mendukung akuisisi gen melalui transfer gen horizontal (HGT), yang mengkode metabolisme dan transportasi karbohidrat spesifik, bakteri asam laktat dalam proses fermentasi dapat meningkatkan palatabilitas makanan dan meningkatkan kualitas makanan yaitu peningkatan ketersediaan protein dan vitamin. (Acin-Albiac *et al.*, 2021). BAL sangat penting dalam industri dan digunakan untuk pengawetan susu, fermentasi dan keju, yogurt, dan kefir dan susu mentega. Spesies dari kelompok bakteri Gram Positif digunakan yang meliputi genus *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Streptococcus* dan *Pediococcus*. Mereka dapat dikenali dari kemampuan fermentasinya dan mereka memperkaya nutrisi, meningkatkan atribut organoleptik, meningkatkan

keamanan pangan dan juga memberikan manfaat kesehatan (Rakhmanova, et al., 2018).

Adanya penambahan bakteri asam laktat pada produk pangan akan menurunkan pH substrat sehingga bakteri perusak dan patogen akan terhambat pertumbuhannya, sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa penambahan bakteri tersebut dengan berbagai konsentrasi pada produk pangan akan memberikan daya awet yang baik (Farinde, et al., 2010). BAL berpotensi menghasilkan  $\gamma$ -Aminobutyric Acid (GABA) yang dapat dimanfaatkan sebagai senyawa antioksidan, pada tempe kacang merah *L. rhamnosus* mampu menghasilkan GABA dengan nilai yang cukup tinggi (Chen et al., 2020). penggunaan fermentasi konsorsium BAL dalam meningkatkan kualitas nutrisi produk kacang-kacangan pokok lokal.

### 3.2. Potensi BAL sebagai Probiotik

Beberapa BAL dicirikan karena potensi probiotiknya. Istilah ini mengacu pada "mikroorganisme hidup" bahwa, bila diberikan dalam jumlah yang memadai, memberikan manfaat kesehatan pada inangnya (Villalobos et al., 2020). Probiotik umumnya ditambahkan ke makanan sebagai suplemen dan memberikan manfaat bagi konsumen, seperti menjaga kesehatan usus mikrobiota, menurunkan kadar kolesterol, dan regulasi respon imun (Hill et al., 2014). Sebagian besar spesies probiotik yang tersedia secara komersial adalah *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* dan genus *Bifidobacterium*. Genera lain seperti *Roseburia* spp., *Akkermansia* spp., *Propionibacterium* spp., dan *Faecalibacterium* spp (Villalobos et al., 2020). Dalam kondisi normal, probiotik menghasilkan metabolit dengan aktivitas antimikroba seperti: eksopolisakarida, biosurfaktan, bakteriosin, dan asam organik. Selain itu, mikroorganisme ini menggunakan mekanisme aglomerasi yang memfasilitasi ekskresi patogen dari sistem pencernaan. Sifat antagonisme juga terkait dengan produksi asam laktat dan asam asetat selama metabolisme karbohidrat, yang mendukung pH medium yang lebih rendah dan menghambat pertumbuhan beberapa mikroorganisme patogen (Evvie et al., 2017). Evaluasi probiotik didasarkan pada kemampuan strain untuk bertahan hidup di saluran pencernaan kondisi ekstrem, seperti kemampuan untuk tahan terhadap garam empedu, kemampuan untuk hidup pada kondisi asam, mampu menempel pada permukaan mukosa usus manusia (Villalobos et al., 2020). Lebih daripada itu selama melewati gastrointestinal tract (GIT) probiotik juga menghasilkan senyawa yang membuat probiotik dapat bertahan hidup dan berkembang dalam lingkungan kompleks pada usus manusia, seperti adanya aktivitas urease yang membuat probiotik mampu bertahan pada cekaman asam, serta dengan mendegradasi urea dan memproduksi amonia dapat meningkatkan pH pada lingkungan sekitar mereka (Begley et al., 2006).

### 3.3. Bakteri asam laktat pada fermentasi tempe

BAL telah berhasil diisolasi dari berbagai tahap produksi tempe. Kehadiran BAL tertinggi ditemukan pada air rendaman (Pisol et al., 2013). Hanya beberapa BAL yang dapat tumbuh bersama dengan *R. oligosporus* dan pertumbuhannya tidak mengurangi pertumbuhan jamur pada tempe, juga tidak mengubah penampilan produk akhir. BAL ini mungkin dapat diterapkan sebagai kultur bersama dengan *R. oligosporus* untuk meningkatkan keamanan dan kualitas fermentasi tempe jelai (Feng et al., 2005). *L. plantarum* dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen selama fermentasi kedelai dan tempe kacang lainnya dan memiliki efek penghambatan yang lebih nyata pada kacang yang diasamkan daripada di kacang yang tidak diasamkan (Feng et al., 2005). Berdasarkan penelitian Yudianti, et al., (2020) yang mengisolasi bakteri asam laktat dari air rendaman berbagai kacang untuk fermentasi tempe, menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara jumlah BAL dengan nilai pH. Jumlah BAL tertinggi dan nilai pH terendah terdapat pada air rendaman kedelai, sedangkan jumlah BAL terendah dan nilai pH tertinggi terdapat pada air rendaman kacang bludru. Keberadaan bakteri asam laktat dalam air rendaman sangat penting karena pertumbuhan dan aktivitas metabolisme bakteri asam laktat menghasilkan asam dan menurunkan pH air rendaman. Kondisi asam ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Yudianti, et al., 2020). Terdapat 16 isolat BAL yang berhasil diisolasi dari berbagai tahap produksi tempe dan menemukan *Lactobacillus* heterofermentative dominan di setiap tahap produksi tempe. BAL homofermentatif lebih cocok sebagai kultur starter untuk fermentasi susu dan susu non-susu karena menghasilkan asam laktat sebagai produk utama dan tidak menghasilkan gas (Pisol et al., 2013). BAL digunakan dalam banyak fermentasi makanan yang berbeda, contohnya. sosis, roti, yoghurt, keju dan asinan kubis, dan umumnya dianggap aman (GRAS). Namun, spesies yang berbeda disesuaikan dengan lingkungan dan substrat yang berbeda (Feng et al., 2005).

### 3.4. Potensi prebiotik pada berbagai kacang

Beberapa penelitian tentang prebiotik telah dilakukan dengan fokus pada pemurnian oligosakarida dari sumber daya terbarukan dan mengevaluasi pengaruhnya terhadap komposisi mikroflora usus (Cirunay et al., 2021). Karbohidrat prebiotik dapat ditemukan pada berbagai tanaman pangan. Kacang-kacangan adalah sumber potensial prebiotik yang berpotensi memodifikasi mikrobiota usus (Foyer et al., 2016). Biji kacang polong kering yang dapat dimakan, diketahui memiliki jumlah protein yang tinggi, mengandung vitamin dan mineral penting, dan memiliki sejumlah besar karbohidrat kompleks termasuk oligosakarida, pati resisten, dan serat makanan. Dengan demikian, kacang-kacangan dapat berfungsi sebagai sumber faktor

pertumbuhan dan komponen prebiotik yang sangat baik dan juga dapat ditambahkan pada produk makanan untuk meningkatkan formulasi makanan atau menciptakan konsep makanan fungsional yang baru (Cirunay et al., 2021).

Kacang Gude mengandung karbohidrat dalam jumlah tinggi, termasuk pati, serat makanan dan oligosakarida (Cirunay et al., 2021). kedelai dan buncis, kacang lentil hijau, white bean, speckled bean, dan kacang merah berpotensi sebagai prebiotik yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri probiotik (Petruřáková and Valřk, 2015).  $\alpha$ -galactooligosaccharides utama dalam biji kacang-kacangan adalah raffinosa, stachyosa dan verbascosa. Oligosakarida ini tidak terdegradasi di saluran pencernaan bagian atas karena manusia kekurangan  $\alpha$ -galaktosidase, sehingga, mereka difermentasi oleh mikroflora kolon, yang mengarah pada produksi short-chain fatty acids dan gas (Pratap and Kumar, 2011).

### 3.5. Pengaruh Fermentasi Asam Laktat Terhadap Aspek Gizi Makanan

Faktor utama yang berkontribusi terhadap nilai gizi makanan termasuk kecernaannya dan jumlah nutrisi penting yang ada. Kedua nutrisi, serta kecernaannya, dapat ditingkatkan dengan proses fermentasi. Selama proses fermentasi, enzim mikroorganisme yang difermentasi pada awalnya dapat mencerna makronutrien (Xiang et al., 2019). Beberapa cara di mana kualitas nutrisi makanan dapat dipengaruhi oleh fermentasi termasuk meningkatkan jumlah dan bioavailabilitas nutrisi dan meningkatkan kepadatan nutrisi. Selanjutnya dapat dicapai dengan mensintesis promotor untuk penyerapan, degradasi faktor anti-nutrisi, mempengaruhi penyerapan nutrisi oleh mukosa, dan pra-pencernaan komponen makanan individu (Nkhata et al., 2018). Kelarutan protein dan ketersediaan beberapa mikronutrien dan membuat asam amino ditingkatkan oleh proses fermentasi asam laktat. Mungkin ada dampak gizi langsung atau tidak langsung dari makanan fermentasi pada penyakit gizi. Proses fermentasi makanan memiliki efek kuratif langsung. Fermentasi makanan berkontribusi langsung pada kesehatan konsumen dengan meningkatkan jumlah vitamin yang tersedia seperti niasin, tiamin, asam folat, atau riboflavin (Sharma et al., 2020). Ada banyak penelitian yang melaporkan bahwa asam laktat dapat tumbuh tidak hanya pada susu sapi tetapi juga pada susu kacang-kacangan seperti susu kedelai dan susu kacang tanah (Wang et al., 2003). Penambahan BAL pada fermentasi makanan dapat menurunkan kadar sianida (HCN) pada makanan fermentasi, karena aktivitas enzim selulolitik pada BAL dapat mencerna selulosa pada substansi kacang-kacangan, sehingga HCN tertarik keluar sel (Fadahunsi et al., 2020). Fermentasi makanan meningkatkan bioavailabilitas mineral dan elemen dengan mengurangi bahan yang tidak dapat dicerna dalam substrat seperti asam glukuronat dan poligalakturonat, selulosa, dan hemiselulosa. Ini juga mengurangi kolesterol dengan menghambat sintesis kolesterol di hati dan penyerapan kolesterol makanan dan endogen di usus (Sharma et al., 2020).

## 4. Simpulan

Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang telah lama dimanfaatkan sebagai starter untuk fermentasi makanan, pada jaman dahulu BAL pada makanan fermentasi tumbuh secara alami. Pada saat ini BAL komersial telah banyak digunakan. BAL memiliki peran yang sangat penting dalam proses fermentasi makanan, seperti menghasilkan Bakteriosin yang bermanfaat sebagai penghambat patogen, BAL juga dapat menghasilkan senyawa antioksidan (GABA), menurunkan kadar HCN pada substrat fermentasi, dapat mengawetkan makanan (manambah umur daya simpan). BAL dapat memanfaatkan karbohidrat pada kacang-kacangan sebagai prebiotik. BAL dapat disoasi pada tempe, karena BAL dapat hidup bersama dengan jamur tempe. Selain itu BAL juga mensintesis senyawa vitamin pada tempe. Kontribusi BAL cukup besar dalam meningkatkan nutrisi dan kesehatan bagi manusia.

## Pustaka

- Acin-Albiac M, Filannino P, Arora K, Da Ros A, Gobbetti M, Di Cagno R. 2021. Role of Lactic Acid Bacteria Phospho- $\beta$ -Glucosidases during the Fermentation of Cereal by-Products. *Foods*. 2021 Jan 5;10(1):97. doi: 10.3390/foods10010097. PMID: 33466465; PMCID: PMC7830935.
- Begley M, Hill C, Gahan CGM. 2006. Bile salt hydrolase activity in probiotics. *Appl Environ Microbiol*2006;72:1729–38.
- Blajman JE, Vinderola G, Páez RB, Signorini ML. 2020. The role of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria for alfalfa silage: a meta-analysis. *The Journal of Agricultural Science* 1 – 12. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000386>
- Chen, Y. C., Hsieh, S. L., & Hu, C. Y. 2020. Effects of Red-Bean Tempeh with Various Strains of Rhizopus on GABA Content and Cortisol Level in Zebrafish. *Microorganisms*, 8(9), 1330. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091330>
- Cirunay, A.R.T., Mopera, L.E., Sumague, M.J.V. and Bautista, J.A.N. 2021. In vitro fermentation and prebiotic potential of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) flour. *Food Research* 5 (1):174 – 184. DOI: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).388](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).388)
- Evvie, S.E.; Huo, G.C.; Igene, J.O.; Bian, X. 2017. Some current applications, limitations and future perspectives of lactic acid bacteria as probiotics. *Food Nutr. Res.* 61, 1318034. [CrossRef] [PubMed]
- Fadahunsi, I.F., Busari, N.K. & Fadahunsi, O.S. 2020. Effect of cultural conditions on the growth and linamarase production by a local species

- of *Lactobacillus fermentum* isolated from cassava effluent. *Bull Natl Res Cent* 44, 185. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00436-3>
- Farinde, E.O., V.A. Oba Tom, M.A. Oyarekhua, and O.T. Olanipekun. 2010. Physical and Microbial Properties of Fruit Flavored Fermented Cow Milk and Soymilk (Yoghurt- Like) Under Different Temperature of Storage. *African J. Food Sci. and Technol.* 1(5):120 - 127.
- Feng XM, Eriksson AR, Schnürer J. 2005. Growth of lactic acid bacteria and *Rhizopus oligosporus* during barley tempeh fermentation. *Int J Food Microbiol.* 2005 Oct 25;104(3):249-56. doi: 10.1016/j.jfoodmicro.2005.03.005. Epub 2005 Jun 24. PMID: 15979185.
- Foyer, C.H., Lam, H.M., Nguyen, H.T., Siddique, K.H.M., Varshney, R.K., Colmer, T.D., Cowling, W., Bramley, H., Mori, T.A., Hodgson, J.M., Cooper, J.W, Miller, A.J., Kunert, K., Vorster, J., Cullis, C., Ozga, J.A., Wahlqvist, M.L., Liang, Y., Shou, H., Shi, K., Yu, J., Fodor, N., Kaiser, B.N., Wong, F.L., Valliyodan, B. and Considine, M.J. 2016. Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production. *Nature Plants*, 2, 16112. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.112>.
- Licandro Hélène, Phu HaHo, Thi Kim ChiNguyen, AwanweePetchkongkaew, Hai VanNguyen, SonChu-Ky, Thi Viet AnhNguyen, DaLorn, YvesWach. 2020. How fermentation by lactic acid bacteria can address safety issues in legumes food products?. *Food Control* Volume 110, April 2020, 106957. journal homepage: [www.elsevier.com/locate/foodcont](http://www.elsevier.com/locate/foodcont).
- Kwon DY, Daily JW, Kim HJ, Park S. 2010. Antidiabetic effects of fermented soybean products on type 2 diabetes. *Nutr Res* 30: 1-13.
- Liu, W., Pang, H., Zhang, H., and Cai, Y. 2014. "Biodiversity of lactic acid bacteria," in *Lactic Acid Bacteria*, eds H. Zhang, and Y. Cai (Dordrecht: Springer), 103–203. doi: 10.1007/978-94-017-8841-0\_2
- Nkhata, S.G.; Ayua, E.; Kamau, E.H.; Shingiro, J.B. 2018. Fermentation and germination improve nutritional value of cereals and legumes through activation of endogenous enzymes. *Food Sci. Nutr.* 2018, 6, 2446–2458. [CrossRef] [PubMed]
- Nuraida, Lilis. 2015. A review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods, *Food Science and Human Wellness*, Volume 4, Issue 2, 2015, Pages 47-55, ISSN 2213-4530, <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.06.001>. (<https://www.science-direct.com/science/article/pii/S2213453015000294>)
- Ogodo AC, Ugbogu OC, Onyeagba RA .2018. Variations in the Functional Properties of Soybean Flour Fermented with Lactic Acid Bacteria (LAB)-Consortium. *Appl Microbiol Open Access* 4: 141. doi:10.4172/2471-9315.1000141.
- Okafor, N. 2009. Fermented foods and their processing. In *Biotechnology-Volume VIII: Fundamentals in Biotechnology*; Eolss Publishers: Oxford, UK; Volume 8, p. 19.
- Olanipekun BF, Otunola ET, Oyelade OJ. 2015). Effect of Fermentation on Antinutritional Factors and in Vitro Protein Digestibility of Bambara Nut (*Voandzeia subterranean L.*). *Food Sci Qual Manag* 39: 98-112.
- Pisol B, Nuraida L, Noriham Abdullah, Suliantari, Khalilah Abdul Khalil. 2013. Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Indonesian Soybean Tempe. 4th International Conference on Biology, Environment and Chemistry. IPCBEE vol.58 (2013) © (2013) IACSIT Press, Singapore. DOI: 10.7763/PCBEE. 2013. V58. 7
- Pratap, A. And Kumar, J. 2011. *Biology and Breeding of Food Legumes*. UK: CABI International. <https://doi.org/10.1079/9781845937669.0000>
- Petruláková, Monika and Valík, Eubomír. 2015. LEGUMES AS POTENTIAL PLANTS FOR PROBIOTIC STRAIN *Lactobacillus rhamnosus* GG. *ACTA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE ET SILVICULTURAE MENDELIANAE BRUNENSIS*. Volume 63 no.5. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201563051505>
- Rakhmanova A, Khan ZA, Shah K. 2018. A mini review fermentation and preservation: role of Lactic Acid Bacteria. *MOJ Food Process Technol.* 2018;6(5):414-417. DOI: 10.15406/mojfpt.2018.06.00197
- Ramadan MM, Elbandy MA, Fadel M, Ghanem KZ .2014. Biotechnological Production of Volatile and Non-Volatile Antioxidant Compounds From Fermented Soy Bean Meal with *Trichoderma* sp. *Res J Pharm Biol Chem Sci* 5: 537-547.
- Randhir R, Vatterm D, Shetty K. 2004. Solid-state conversion of fava beans by *Rhizopus oligosporus* for enrichment of phenolic antioxidants and L-DOPA. *Innov Food Sci Emerg Technol* 5: 235-244.
- Ruiz Rodríguez LG, Mohamed F, Bleckwedel J, Medina R, De Vuyst L, Hebert EM, Mozzi F. 2019. Diversity and Functional Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated From Wild Fruits and Flowers Present in Northern Argentina. *Front Microbiol.* May 21;10:1091. doi: 10.3389/fmicb.2019.01091. PMID: 31164879; PMCID: PMC6536596.
- Sevgili A., Erkmen O., Koçaslan S. 2021. Identification of lactic acid bacteria and yeasts from traditional sourdoughs and sourdough production by enrichment. *Czech J. Food Sci.*, 39:312–318.
- Sharma, Ranjana, Prakrati Garg, Pradeep Kumar, Shashi K. Bhatia, and Saurabh Kulshrestha. 2020. "Microbial Fermentation and Its Role in Quality Improvement of Fermented Foods" *Fermentation* 6, no. 4: 106. <https://doi.org/10.3390/fermentation6040106>
- Sozer N, Melama L, Silbir S, Rizzello CG, Flander L, Poutanen K. 2019. Lactic Acid Fermentation as a Pre-Treatment Process for Faba Bean Flour and Its Effect on Textural, Structural and Nutritional Properties of Protein-Enriched Gluten-Free Faba Bean Breads. *Foods*. Sep 21;8(10):431. doi: 10.3390/foods8100431. PMID: 31546650; PMCID: PMC6836149.
- Xiang, H.; Sun-Waterhouse, D.; Waterhouse, G.I.; Cui, C.; Ruan, Z. 2019. Fermentation-enabled wellness foods: A fresh perspective. *Food Sci. Hum. Well.* 2019, 8, 203–243. [CrossRef]
- Villalobos, José Anibal Mora, Jéssica Montero-Zamora, Natalia Barboza, Carolina Rojas-Garbanzo, Jessie Usaga, Mauricio Redondo-Solano, Linda Schroedter, Agata Olszewska-Widdrat and José Pablo López-Gómez. 2020. Multi-Product Lactic Acid Bacteria Fermentations: A Review. *Fermentation*, 6, 23; doi:10.3390/fermentation6010023. [www.mdpi.com/journal/fermentation](http://www.mdpi.com/journal/fermentation).
- Wang, Y. C., Yu, R. C., Yang, H. Y., Chou, C.C. 2003. Sugar and acid contents in soymilk fermented with lactic acid bacteria alone or simultaneously with bifidobacteria. *Food Microbiology*, 20: 333-338 (2003)
- Yudianti N F, Yanti R, Cahyanto MN, Rahayu ES, Utami T. 2020. Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Legume Soaking Water of Tempeh Productions. 10th Asian Conference of Lactic Acid Bacteria. *Digital Press Life Sciences* 2: 00003 (2020) <https://doi.org/10.29037/digitalpress.22328>