

Peran Bakteri Asam Laktat Indigen Genus *Lactobacillus* Pada Fermentasi Buah Durian (*Durio zibethinus*) Sebagai Bahan Pembuatan Tempoyak

The Role of Indigenous Lactic Acid Bacteria Genus *Lactobacillus* in the Fermentation Process of Durian (*Durio zibethinus*) for Tempoyak Production

Yunita Ayu Ardilla¹, Krisna Wahyu Anggreini¹, Tara Puri Ducha Rahmani^{1*}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Indonesia;

*Corresponding Author: tara@walisongo.ac.id

Abstrak : Durian (*Durio zibethinus*) merupakan jenis buah yang termasuk dalam buah klimakterik, sehingga perlu pengolahan agar memiliki daya simpan yang lebih lama. Salah satu olahan buah durian adalah tempoyak. Tempoyak adalah makanan fermentasi durian tradisional yang terkenal di sekitar Kalimantan dan Sumatera. Tempoyak terbuat dari durian yang biasanya memiliki tingkat kematangan yang baik. Aroma khas dan tekstur tempoyak yang semi padat dihasilkan oleh proses fermentasi oleh bakteri. Pengolahan tempoyak melibatkan penambahan sedikit garam dan bakteri asam laktat asli, salah satunya adalah bakteri genus *Lactobacillus*, seperti *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus curvatus*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus* dalam proses fermentasi durian menjadi tempoyak, untuk mengetahui potensi bakteri dari genus *Lactobacillus* dalam hal lain, dan untuk mengetahui manfaat tempoyak bagi kesehatan. *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus curvatus* adalah spesies dari genus *Lactobacillus* yang dapat memfermentasi gula menjadi asam laktat dan biasanya digunakan dalam produk pertanian dan produk peternakan yang difermentasi. *Lactobacillus plantarum* penghasil asam laktat bersifat amilolitik karena dapat langsung mengubah pati menjadi asam laktat. *Lactobacillus curvatus* memiliki berbagai fungsi yang berkaitan dengan pemanfaatan karbohidrat dan produksi bakteriosin, memungkinkan sifat fermentasi dan antibakteri. Tempoyak dapat bermanfaat untuk kesehatan pencernaan dan berpotensi meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Hasil yang diperoleh membuktikan bahwa bakteri indigenous genus *Lactobacillus* dari tempoyak berperan dalam proses fermentasi durian dan berpotensi sebagai probiotik yang baik untuk kesehatan.

Kata kunci: Tempoyak; durian; fermentasi; *Lactobacillus*; probiotik

Abstract: Durian (*Durio zibethinus*) is a type of fruit included in the climacteric fruit, so it needs processing to have a longer shelf life. One of the processed durian fruits is *tempoyak*. *Tempoyak* is a traditional fermented durian food well known around Kalimantan and Sumatra. *Tempoyak* is made from durian, which usually has a good level of maturity. The distinctive aroma and semi-solid texture of *tempoyak* are produced by the fermentation process by bacteria. *Tempoyak* processing has involved adding a bit of salt and indigenous lactic acid bacteria, one of which is the bacteria genus *Lactobacillus*, such as *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus curvatus*. This study aimed to determine the role of lactic acid bacteria from the genus *Lactobacillus* in the fermentation process of durian into *tempoyak*, to determine the potential of bacteria from the genus *Lactobacillus* in other respects, and to determine the health benefits of *tempoyak*. *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus curvatus* are species of the genus *Lactobacillus* that can ferment sugar into lactic acid and are usually used in fermented agricultural products and livestock products. *Lactobacillus plantarum* producing lactic acid is amylolytic because it can directly convert starch to form lactic acid. *Lactobacillus curvatus* has various functions related to carbohydrate utilization and bacteriocin production, enabling fermentative and antibacterial properties. *Tempoyak* can be beneficial for digestive health and has the potential to increase the body's immune system. The results obtained prove that the indigenous bacteria of the genus *Lactobacillus* from *tempoyak* play a role in the durian fermentation process and have the potential as probiotics that are good for health.

Dikirim: 24 Mei 2022

Direvisi: 13 Juli 2022

Diterima: 26 Agustus 2022

Dipublikasi: 31 Agustus 2022

Pendahuluan

Durian (*Durio zibethinus*) termasuk dalam buah tropika musiman yang hanya dapat berbuah satu kali dalam satu tahun. Berdasarkan aktivitas respirasinya, durian digolongkan dalam buah klimaterik yang memiliki aroma khas dan menyengat. Menurut Fransiska *et al.*, (2017), proses pematangan pada buah klimaterik terjadi secara cepat pasca panen, namun seiring peningkatan kematangan, respirasi buah klimaterik mengalami penurunan hingga mencapai kematangan optimal. Sehingga dalam penanganan buah durian memerlukan pengolahan khusus menjadi olahan yang memiliki daya simpan panjang dan memiliki nilai ekonomi tinggi. Salah satu pengolahan produk dari buah durian adalah tempoyak menurut Reli *et al.*, (2017) menyatakan bahwa tempoyak menjadi sebuah hasil olahan dari daging buah durian dengan bantuan bakteri asam laktat (BAL) dan menambahkan garam dalam jumlah sedikit yang disebut sebagai proses fermentasi spontan. Pada tempoyak kadar garam ditambahkan sekitar 3% (b/b). Menambahkan garam memiliki tujuan supaya air dan bahan gizi dapat ditarik dari jaringan bahan yang terfermentasi sebagai substrat dalam pertumbuhan bakteri yang berkaitan selama proses fermentasi. Umumnya proses fermentasi

spontan berlangsung selama 4 - 7 hari dan tekstur daging buah durian dari padat menjadi semisolid disertai aroma asam khas yang kuat. Proses pembuatan Tempoyak durian juga merupakan salah satu bentuk dari implementasi bioteknologi konvensional dengan memanfaatkan mikroorganisme. Prinsip implementasi bioteknologi yang melibatkan mikroorganisme juga terjadi pada riset aplikasi bioteknologi yang mengkaji simbiosis yang dialami oleh tanaman Leguminosae dengan mikroorganisme pengikat Nitrogen (Rahmani *et al.*, 2020).

Bakteri asam laktat atau BAL adalah bakteri anaerob fakultatif yang dapat hidup di berbagai tempat yang beragam di alam, termasuk tanaman, saluran pencernaan makhluk hidup, buah, sayur, produk olahan makanan, produk susu, dan produk fermentasi. Bakteri asam laktat dapat digunakan untuk pengawetan makanan, kultur fermentasi dan sebagai pangan probiotik. Bakteri asam laktat dapat menghasilkan asam organik, metabolit primer serta menurunkan pH pada lingkungannya melalui ekskresi senyawa penghambat bakteri patogen (Rahmiati & Mumpuni, 2017). Bakteri asam laktat memiliki jenis yang beragam, salah satu jenis bakteri asam laktat yang ada pada olahan tempoyak adalah bakteri *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus fermentum* (Reli *et al.*, 2017).

Berikut disajikan tabel 1 mengenai data publikasi mengenai jenis bakteri yang membantu dalam proses fermentasi tempoyak

Tabel 1: Data publikasi bakteri fermentasi tempoyak

Asal Pembuatan Tempoyak	Jenis Bakteri	Sumber literatur
Indonesia	- <i>Lactobacillus plantarum</i> B441	(Widowati et al., 2015)
	- <i>Lactobacillus plantarum</i> II442	
	- <i>Pediococcus acidilactili</i>	(Hasanuddin, 2010)
	- <i>Lactobacillus curvatus</i>	
	- <i>Leuconostoc mesentroides</i>	
	- <i>Lactobacillus casei</i>	(Reli et al., 2017)
	- <i>Lactobacillus fermentum</i>	
	- <i>Lactobacillus corynebocterium</i>	(Muzaifa et al., 2015)
	- <i>Weissella mesenteroides</i>	

	<ul style="list-style-type: none">- <i>Lactobacillus casei sub sp. rhamnosus</i>- <i>Lactobacillus fersantum</i>	
Malaysia	<ul style="list-style-type: none">- <i>Lactobacillus brevis</i>- <i>Lactobacillus mali</i>- <i>Leuconostoc mesenteroides</i>- <i>Lactobacillus durianis</i> sp. nov.	(Mardalena, 2016) (Leisner <i>et al.</i> , 2022)
Filipina	<ul style="list-style-type: none">- <i>Lactobacillus</i> sp.- <i>Lactobacillus plantarum</i>- <i>Weissella paramesenter oides</i>- <i>Pediococcus acidilactili</i>	(Yuliana & Dizon, 2011)

Bakteri asam laktat (BAL) termasuk dalam golongan mikroorganisme yang dapat menghasilkan asam laktat berasal dari bahan karbohidrat yang terfermentasi. Bakteri asam laktat dapat dijumpai pada berbagai olahan fermentasi makanan, seperti pada buah-buahan, sayur, susu serta daging. Salah satu bakteri asam laktat berasal dari genus *Lactobacillus* yang spesiesnya terdiri atas *L. plantarum* dan *L. curvatus*. Kedua spesies tersebut dapat berperan dalam memfermentasi gula membentuk asam laktat, dan hasil produknya bisa dimanfaatkan dalam pembuatan fermentasi dari hasil pertanian dan peternakan (Hasanuddin, 2010). Bakteri asam laktat mampu melakukan ekskresi pada enzim ekstraseluler dengan memecah karbohidrat menjadi gula sederhana untuk metabolisme (Erfisa & Arpi, 2022). *Lactobacillus plantarum* berpotensi dalam menghambat mikroorganisme patogen pada bahan pangan dengan daerah penghambatan paling besar dibandingkan dengan bakteri asam laktat lainnya (Aliya *et al.* 2016).

Lactobacillus plantarum adalah bakteri asam laktat yang dapat digunakan sebagai bahan pengawet alami untuk bahan makanan. *Lactobacillus plantarum* termasuk dalam bakteri gram positif yang biasa dijumpai pada susu, daging, sayur fermentasi dan pada saluran pencernaan makhluk hidup. *Lactobacillus plantarum* mampu tumbuh pada kondisi anaerobik fakultatif atau dapat tumbuh baik dalam kondisi aerob atau anaerob. *Lactobacillus plantarum* dapat mengubah oksigen menjadi peroksida dalam kondisi aerob. Sedangkan dalam kondisi anaerob, *Lactobacillus plantarum*

dapat menekan pertumbuhan mikroba lain (Akhmad Hidayatulloh & Harlia, 2019).

Lactobacillus curvatus merupakan bakteri asam laktat yang bersifat heterofermentatif fakultatif. Bakteri ini biasanya digunakan dalam fermentasi suatu bahan. Spesies bakteri ini telah diisolasi dari produk susu dan keju. Namun, telah ditemukan juga pada fermentasi sayuran seperti asinan kubis, acar lobak, kimchi dan sayuran lain. *Lactobacillus curvatus* dapat berasal dari lingkungan mana saja, sehingga ditemukan juga pada saluran pencernaan hewan dan manusia (Terán *et al.*, 2018).

Menurut Reli *et al.*, (2017), secara umum bakteri asam laktat (BAL) berperan dalam memproduksi asam laktat untuk mengasamkan produk. Selain itu BAL dapat menghasilkan antimikroba yaitu asam organik yang dapat dikenal dengan bakteriosin. Fatimah *et al.*, (2020) menyatakan bahwa bakteriosin bersifat bakterisidal yang memiliki spektrum sempit terhadap bakteri lain dengan kekerabatan dekat. Aktivitas antibakteri dari bakteriosin terhadap bakteri patogen dapat diketahui pada diameter zona hambat yang dihasilkan. Aktivitas bakteriosin dinyatakan sebagai Arbitrary Unit per mL (AU/mL). 1 AU/mL memiliki luas daerah hambatan per satuan volume sampel bakteriosin yang diuji (mm²/mL).

Peran BAL dalam menghasilkan asam laktat dan senyawa-senyawa hasil fermentasi yang dihasilkan dapat menambah aroma dan cita rasa yang untuk tempoyak. Secara umum BAL jika dikonsumsi tidak menyebabkan bahaya, namun kualitas tempoyak dapat turun jika

pemanfaatan BAL dalam jumlah yang berlebihan dapat mempercepat laju fermentasi sehingga dapat menyebabkan populasi BAL tidak seimbang dengan nutrisi tempoyak yang ada. Hal ini dapat mengakibatkan kompetisi nutrisi yang dampaknya BAL akan cepat mati dan menyebabkan menumpuknya metabolit. Jika sudah terjadi demikian, efeknya pada tempoyak

akan mengalami kerusakan dan kebusukan serta terbentuknya alkohol.

Beberapa daerah di Indonesia memiliki perbedaan dalam mengolah tempoyak, hal ini akan disajikan pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2: Pemanfaatan tempoyak di berbagai daerah Indonesia

Asal Daerah Tempoyak	Pemanfaatan	Sumber
Melayu	Sebagai makanan pelengkap nasi dan bumbu. Salah satu makanan dengan bumbu tempoyak adalah brengkes. Brengkes (pepes) merupakan makanan tradisional Sumatra Selatan yang dikombinasikan dengan ikan patin dan durian beserta rempah-rempah dengan hasil akhir berasa asam, manis, gurih dan pedas.	(Haruminori <i>et al.</i> , 2018)
Aceh Selatan	Campuran pada masakan gulai dan dijadikan sebagai sambal tempoyak durian yang ditambahkan terasi.	(Naila <i>et al.</i> , 2019)
Lampung	Campuran sambal seruit yaitu olahan berupa ikan yang dibakar atau digoreng dan ditambahkan terasi.	(Ningrum <i>et al.</i> , 2021)
Jambi	Sebagai campuran dengan ikan patin, gulai tempoyak ikan patin, sambal tempoyak yang dapat disajikan bersama lauk pauk atauocolan gorengan.	(Hauri, 2018)
	Tempoyak dapat dijadikan olahan khas Jambi seperti gulai tempoyak ikan tenggiri, sambal tempoyak udang petai, pepes tempoyak ikan patin, ayam masak tempoyak, sambal tempoyak ikan bilis, ikan bakar tempoyak, tempoyak daun singkong, tempoyak ikan betutu, jantung pisang masak tempoyak, pepes ikan mas tempoyak.	(Dedi, 2017)
Bengkulu	Tempoyak dihidangkan dalam bentuk gulai kepala ikan kakap tempoyak dan sambal tempoyak.	(Nasution & Noviantoro, 2019)
Kalimantan	Tempoyak dimasak melalui teknik <i>frying</i> (penggorengan) dengan penambahan gula secukupnya supaya tidak terlalu asam saat dimakan. Tempoyak juga dapat dicampurkan dengan bahan pembuatan sambal yang terdiri atas cabai, bawang, gula, dan terasi.	(Kumarudin, 2022)

Penulisan karya tulis ini bertujuan untuk mengetahui peran bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus* dalam proses fermentasi durian menjadi tempoyak, untuk mengetahui potensi bakteri dari genus *Lactobacillus* dalam hal lain, serta mengetahui manfaat dari tempoyak untuk kesehatan.

Hasil dan Pembahasan

Tempoyak

Tempoyak terbuat dari bahan dasar daging buah durian (*Durio zibethinus*). Makanan ini populer di daerah Lampung, Sumatera Selatan, Jambi, Bengkulu, Sumatera Barat, Aceh, Kalimantan Barat hingga Malaysia. Di Indonesia, tempoyak dikonsumsi untuk lauk dengan nasi atau sebagai bumbu masakan ikan.

Fermentasi durian menjadi tempoyak dilakukan dengan menambahkan garam atau bisa juga menggunakan gula. Kemudian ditaruh pada wadah seperti gerabah atau toples dan ditutup rapat selama kurang lebih 7 hari di suhu kamar (Permana *et al.*, 2021). Garam sendiri dapat berfungsi sebagai pengurai substrat yang bermanfaat dalam pembatas jumlah dan jenis mikroba yang ada dalam olahan fermentasi (Muzaifa *et al.*, 2015). Tempoyak juga menjadi makanan tradisional oleh suku Melayu yang tinggal di kawasan Asia Tenggara, terutama di Indonesia dan Malaysia. Dari berbagai daerah, berbagai makanan berbasis tempoyak telah dikembangkan sesuai dengan budaya lokal masing-masing daerahnya seperti semur ikan kuning di Malaysia dan ikan kukus berbalut daun pisang di Indonesia. Mengonsumsi tempoyak telah menjadi bagian dari tradisi orang Melayu selama musim panen durian (Rajagukguk & Arnold, 2020). Dalam proses fermentasi, garam digunakan sebagai peningkat tekanan osmosis sehingga dapat melepaskan cairan pada daging durian. Cairan yang dilepaskan mengandung gula yang dimanfaatkan bakteri asam laktat untuk memproduksi asam-asam organik. Protein terlarut, mineral serta zat lain, juga dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat untuk substrat nutrisi bagi pertumbuhan. Asam organik yang dihasilkan, bermanfaat untuk mengurangi pertumbuhan mikroba pembusuk dan menjadikan tempoyak dapat bertahan hingga waktu yang lama (Addion Nizori *et al.*, 2017). Penambahan garam pada fermentasi durian menjadi tempoyak juga berfungsi sebagai penambah cita rasa, sebagai pembentuk tekstur, serta penghambat mikroba pembusuk dan patogen yang tumbuh. Proses fermentasi pada tempoyak akan mengubah glukosa dalam durian menjadi asam piruvat melalui proses glikolisis. Asam piruvat akan diubah menjadi asam laktat akibat adanya proses transfer elektron yang semula NADH menjadi NAD⁺ (Aisyah *et al.*, 2014). Selama proses fermentasi, daging durian akan berubah tekstur dari padat menjadi semi padat. Aroma dan cita rasa yang berbeda juga muncul, hal itu dikarenakan adanya perombakan gula menjadi asam organik *volatile* dalam proses fermentasi (Rahmadi, 2019). Rasa durian yang telah difermentasi menjadi tempoyak adalah terasa lebih sedikit sulfur dibanding durian segar, hal tersebut karena hilangnya senyawa dietil

trisulfide, N-dimethylthioisophinyl-3-amino dan dpropyl disulfida serta pebentukan beberapa alkohol, ester dan komponen asam karboksilat dalam proses fermentasi (Neti *et al.*, 2011). Pengolahan durian menjadi tempoyak merupakan alternatif pengawetan durian supaya memiliki masa simpan yang panjang. Disisi lain daging durian masak memiliki aroma yang sangat menyengat. Hal ini disebabkan karena terdapat senyawa berupa asam butirat dan asam organik lain yang bersifat mudah menguap (Yulistiani, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Widowati *et al.* (2013), telah ditemukan 6 genus bakteri dalam fermentasi tempoyak seperti *Oenococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Pediococcus* dan *Lactobacillus*. Bakteri yang berperan penting adalah genus *Pediococcus* dan *Lactobacillus*. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Hasanuddin (2016) telah ditemukan bahwa bakteri *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus curvatus* telah berperan pada fermentasi spontan buah durian.

Komposisi tempoyak menurut Steinkraus (1995) dalam (Haruminori *et al.*, 2018) disajikan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3: Komposisi tempoyak

No.	Komposisi	Persentase
1.	Abu	2.0 %
2.	Kelembapan	67.0 %
3.	Keasaman	3.6 %
4.	Brix	38.7 %
5.	Total Gula	4.5 %
6.	Garam	1.3 %
7.	Serat Kasar	2.5 %
8.	Lemak	1.4 %

Bakteri *Lactobacillus plantarum*

Pada olahan fermentasi tempoyak memiliki banyak kandungan bakteri asam laktat. Dalam penelitian Ahmad *et al.* (2018), telah didapatkan dan diidentifikasi bakteri yang di isolasi dari tempoyak dengan model in vitro, yaitu bakteri *Lactobacillus plantarum* sekuensing 16S rRNA, pada hasil penelitian, telah terlihat bahwa *Lactobacillus plantarum* memiliki toleransi yang baik pada lingkungannya. *Lactobacillus plantarum* berperan dalam penghambatan perkembangan bakteri patogen dengan daya hambat lebih besar

jika dibanding dengan bakteri asam laktat lain. Senyawa antimikroba yang diproduksi dari *Lactobacillus plantarum* adalah plantaricin (Azizah et al., 2019). Plantaricin dapat berfungsi untuk pengawet alami karena diproduksi oleh bakteri baik yang termasuk dalam jenis probiotik kategori GRAS (*Generally Recognized As Safe*) dan bukan hasil rekayasa sintetik (sintesa bahan kimia). Plantaricin memiliki kemampuan untuk dipecahkan enzim pencernaan manusia, sehingga plantaricin jika dikonsumsi dapat pecah menjadi asam amino yang diperlukan manusia sebagai bahan pembangun sel tubuh. Plantaricin yang dihasilkan aman serta tidak mengandung senyawa karsinogenik (Yulinna, 2017). Menurut Abdullah et al., (2021), *Lactobacillus plantarum* termasuk ke dalam bakteri asam laktat homofermentatif dan merupakan asam laktat metabolit primer sehingga diharapkan dapat menghasilkan asam laktat yang tinggi. Menurut Aini et al. (2021), bakteri homofermentatif adalah bakteri yang mampu memproduksi asam laktat dan asam asetat dari jalur *Embden-Meyerhoff* (heksosa difosfat, HDP) serta tidak melakukan fermentasi pada pentosa atau glukonat.

Pada penelitian Sogandi et al. (2015), telah didapatkan isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* U10 yang diisolasi dari tempoyak dari pulau Sumatera Indonesia, dan bakteri yang telah diisolasi dideteksi menghasilkan bakteriosin. Dalam penelitian Noor et al (2018), bakteri *Lactobacillus plantarum* mampu memproduksi asam lebih cepat dibandingkan bakteri *L. brevis*, *L. fermentum*, dan *L. acidophilus*. Bakteri asam laktat dapat memproduksi metabolit dengan fungsi untuk antimikroba seperti asam asetat, hidrogen peroksida dan bakteriosin. Dalam Andarilla et al (2018), menyebutkan bahwa bakteriosin termasuk dalam bagian senyawa alami yang berpotensi untuk bahan pengawet dan antibiotik alami yang dapat menghambat bakteri gram positif dan gram negatif. Bakteriosin dapat dimanfaatkan untuk biopreservatif (pengawet alami) untuk makanan karena tidak toksik dan mudah untuk biodegradasi karena sifatnya yang tidak berbahaya bagi mikroflora di usus, mudah untuk dicerna oleh enzim di saluran pencernaan serta aman untuk lingkungan. Pada penelitian Nizori et al (2019), menyatakan bahwa bakteri

Lactobacillus plantarum merupakan anggota utama dari bakteri asam laktat di tempoyak. Bakteri ini mampu menghambat pertumbuhan beberapa mikroba. Bakteri yang telah diisolasi dari tempoyak ini, memiliki aktivitas penghambatan yang lumayan kuat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* ATCC 25923. Dan pada penelitian Afriani et al (2017), juga didapatkan bahwa bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* 1RN2-12112 mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* FNCC-15 dan *Escherichia coli* FNCC-19. Sehingga bakteri *Lactobacillus plantarum* dapat digunakan sebagai probiotik.

Bakteri *Lactobacillus curvatus*

Selain bakteri *Lactobacillus plantarum*, pada tempoyak juga terdapat bakteri asam laktat lain, salah satunya adalah *Lactobacillus curvatus*. Dalam penelitian Hasanuddin (2021), telah ditemukan bahwa bakteri *Lactobacillus curvatus* terdapat pada hasil fermentasi buah durian atau tempoyak. Menurut Chen et al (2020), *Lactobacillus curvatus* dapat bermanfaat sebagai sumber bakteriosin sehingga dapat memiliki kemampuan dalam fermentasi yang kuat dan antibakteri. Menurut Desniar et al., (2011) bakteriosin adalah senyawa protein yang berpotensi sebagai bakterisida atau antimikroba terhadap mikroba lain, dan bakteriosin yang diproduksi oleh bakteri asam laktat biasanya dianggap aman jika dikonsumsi oleh manusia. Selain itu, menurut Prayoga et al. (2021) bakteri *Lactobacillus curvatus* dapat menghasilkan senyawa berupa sakacin A. Berdasarkan Trinetta et al. (2012), sakacin A merupakan jenis bakteriosin kelas IIa yang diproduksi oleh *Lactobacillus* serta memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan beberapa bakteri seperti *Listeria* monositogen. Bakteri ini kemungkinan mampu untuk berada di saluran pencernaan dan menghilangkan patogen di dalamnya. Selanjutnya, dalam Kawahara et al (2010), telah mengamati bahwa *Lactobacillus curvatus* strain Y108 menunjukkan adanya aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan bakteri gram negatif tertentu. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Parma et al (2019), telah ditemukan jika isolat bakteri asam laktat yang merupakan *Lactobacillus curvatus*

UFV-NPAC1 telah memproduksi bakteriosin dan menunjukkan daya hambat yang tinggi pada *Listeria monocytogenes*. Seperti yang dijelaskan dalam Meiyasa *et al* (2020), yaitu *Lactobacillus* memiliki potensi untuk menjadi bakterisidal pada *Listeria monocytogenes* secara in vitro atau in vivo. Untuk mekanisme bakterisidal dapat berupa peningkatan fungsi perlindungan, efek imunomodulator serta antimikroba. Wahyuni *et al* (2019), imunomodulator merupakan senyawa yang dapat mengembalikan ketidakseimbangan sistem imun dengan cara mengembalikan fungsi sistem imun yang terganggu (imunorestorasi), meningkatkan fungsi sistem imun (imunostimulan) dan menekan respon imun (imunopresi).

Manfaat Tempoyak

Hasil fermentasi durian menjadi tempoyak telah terkandung berbagai bakteri probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Seperti yang dijelaskan dalam Kusumo (2010), bahwa bakteri asam laktat probiotik dapat mempengaruhi mikroflora dalam usus ataupun imunitas lokal. Probiotik termasuk bakteri menguntungkan yang berperan dalam menjaga keseimbangan mikroflora usus, menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya, meningkatkan pencernaan yang baik, meningkatkan ketahanan terhadap infeksi, dan meningkatkan fungsi kekebalan tubuh (Ahmad *et al.*, 2018).

Bakteri asam laktat akan berperan sebagai bagian dari mekanisme pertahanan dalam tubuh. Selanjutnya, dalam Masdarini (2011) menyebutkan jika bakteri asam laktat dalam tempoyak selama terjadinya fermentasi telah menghasilkan asam organik rantai pendek yang dapat memberikan manfaat bagi kesehatan karena bersifat antikarsinogenik (membatasi dan mencegah pertumbuhan kanker). Dalam penelitian Susanto *et al.* (2018), telah ditemukan bahwa ekstrak air tempoyak dapat memberikan efek imunostimulan pada sel RAW 264,7, hal itu ditunjukkan dengan adanya kemampuan ekstrak air tempoyak dalam menginduksi produksi sitokin dalam sel RAW 264,7 (sel makrofag monosit). Dalam penelitian Fiter *et al.* (2017), telah ditemukan bahwa pemberian tempoyak per oral pada kulit tikus betina dewasa galur Wistar yang telah diberi paparan sinar UVB dapat menghambat peningkatan ekspresi MMP-1. Enzim matriks metalloproteinase-1 (MMP-1)

merupakan enzim yang berfungsi dalam degradasi kolagen yang apabila terjadi maka akan menyebabkan kulit keriput dan menua. Penghambatan peningkatan ekspresi MMP-1 terjadi karena dalam tempoyak terkandung antioksidan dengan kadar cukup tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil review literatur diperoleh kesimpulan berupa bakteri *Lactobacillus plantarum* mampu menghasilkan asam lebih cepat untuk menghambat pertumbuhan beberapa mikroba dibandingkan dengan spesies *Lactobacillus* lain. Bakteri *Lactobacillus plantarum* dapat digunakan sebagai probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. *Lactobacillus curvatus* bermanfaat sebagai sumber bakteriosin sehingga dapat memiliki kemampuan dalam fermentasi yang kuat dan antibakteri. Bakteri asam laktat terlibat dalam fermentasi durian berperan dalam menghasilkan asam organik rantai pendek yang bersifat antikarsinogenik (membatasi dan mencegah pertumbuhan kanker), menghasilkan metabolit antimikroba dan mengandung antioksidan cukup tinggi.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber acuan untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam mengenai tempoyak. Seiring berjalan waktu, tempoyak dapat menjadi sumber penghasilan bagi produsennya, sebab selain dijadikan bahan makanan, tempoyak juga berpotensi digunakan sebagai probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan.

Ucapan terima kasih

Para penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan dari Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Referensi

Abdullah, A., Winaningsih, I., & Hadiyanto, A. (2021). Lactic Acid Fermentation from Durian Seeds (*Durio zibethinus* Murr.) Using *Lactobacillus plantarum*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1053(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1053/1/012032>

- Afriani, Noni Yusmarini, U. P. (2017). Aktivitas Antimikroba *Lactobacillus Plantarum* 1 Yang Diisolasi Dari Industri Pengolahan Pati Sagu Terhadap Bakteri Patogen *Escherichia coli* FNCC-19 dan *Staphylococcus aureus* FNCC-15. *Jom Faperta*, 4(2), 1–12.
- Ahmad, A., Yap, W. B., Kofli, N. T., & Ghazali, A. R. (2018). Probiotic Potentials of *Lactobacillus plantarum* Isolated from Fermented Durian (Tempoyak), a Malaysian Traditional Condiment. *Food Science and Nutrition*, 6(6), 1370–1377. <https://doi.org/10.1002/fsn3.672>
- Aini, M., Rahayuni, S., Mardina, V., Quranayati, Q., & Asiah, N. (2021). Bakteri *Lactobacillus spp* dan Peranannya Bagi Kehidupan. *Jurnal Jeumpa*, 8(2), 614–624. <https://doi.org/10.33059/jj.v8i2.3154>
- Aisyah, A., Kusdiyantini, E., & Suprihadi, A. (2014). Isolasi, Karakterisasi Bakteri Asam Laktat, Dan Analisis Proksimat Dari Pangan Fermentasi “Tempoyak.” *Jurnal Akademi Biologi*, 3(2), 31–39.
- Akhmad Hidayatulloh, J. G., & Harlia, E. (2019). Potensi senyawa metabolit yang dihasilkan. *Jitp*, 7(2), 1–6.
- Aliya, H., Maslakah, N., Numrapi, T., Buana, A. P., & Hasri, Y. N. (2016). Pemanfaatan Asam Laktat Hasil Fermentasi Limbah Kubis Sebagai Pengawet Anggur dan Stroberi. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 23. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v9i1.3878>
- Andarilla, W., Sari, R., & Apridamayanti, P. (2018). Optimasi Aktivitas Bakteriosin Yang Dihasilkan Oleh *Lactobacillus casei* dari Sotong Kering. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 7(2), 187. <https://doi.org/10.31571/saintek.v7i2.1041>
- Azizah, N., Suradi, K., & Gumilar, J. (2019). Pengaruh Konsentrasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei* Terhadap Mutu Mikrobiologi Dan Kimia Mayonnaise Probiotik. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 18(2), 79–85. <https://doi.org/10.24198/jit.v18i2.19771>
- Chen, Y., Yu, L., Qiao, N., Xiao, Y., Tian, F., Zhao, J., Zhang, H., Chen, W., & Zhai, Q. (2020). *Latilactobacillus curvatus*: A Candidate Probiotic with Excellent Fermentation Properties and Health Benefits. *Foods*, 9(10), 1–20. <https://doi.org/10.3390/foods9101366>
- Cousin, F. J., Lynch, S. M., Harris, H. M. B., McCann, A., Lynch, D. B., Anne Neville, B., Irisawa, T., Okada, S., Endo, A., & O’Toole, P. W. (2015). Detection And Genomic Characterization of Motility in *Lactobacillus curvatus*: Confirmation of Motility In A Species Outside The *Lactobacillus salivarius* Clade. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(4), 1297–1308. <https://doi.org/10.1128/AEM.03594-14>
- Dedi, M. (2017). *Tempoyak, Kuliner Warisan Turun Temurun*. Antarajambi.Com.
- Desniar, Iman Rusmana, Antonius Suwanto, N. R. M. (2011). Penapisan Bakteriosin dari Bakteri Asam Laktat Asal Bekasam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 14(2), 124–133. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(02\)00092-0](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(02)00092-0)
- Erfisa, W., & Arpi, N. (2022). Kajian Literatur Pembuatan Produk Olahan Tempoyak (Durian Fermentasi). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(1), 420–428.
- Fatimah, M. P., Megantara, I., & Anggaeni, T. T. K. (2020). Kajian Pustaka: Pemanfaatan Bakteriosin dari Produk Fermentasi sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Indonesia Medicus Veterinus*, 9(5), 835–848. <https://doi.org/10.19087/imv.2020.9.5.835>
- Fiter, J., Wiraguna, A. P., & Pangkahila, W. (2017). Pemberian Tempoyak Per Oral Dapat Menghambat Peningkatan Ekspresi Matriks Metaloproteinase-1 Pada Tikus (*Rattus norvegicus*) Betina Dewasa Galur Wistar Yang Dipajan Sinar UVB. *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 9(2), 95–100. <https://doi.org/10.35790/jbm.9.2.2017.16357>
- Fransiska, Supratomo, & Faridah. (2017). Sebaran Suhu Buah Terung Belanda (*Chyphomandra betacea*) pada Berbagai Tingkat Kematangan Selama Proses Pendinginan (Hydrocooling). *Jurnal AgriTechno*, 10(2), 1–5.
- Haruminori, A., Angelia, N., & Purwaningtyas, A. (2018). Makanan Etnik Melayu:

- Tempoyak. *Jurnal Antropologi: Isu-Isu Sosial Budaya*, 19(2), 125. <https://doi.org/10.25077/jaisb.v19.n2.p125-128.2017>
- Hasanuuddin. (2010). Mikroflora Pada Tempoyak (The Microflora Of Tempoyak). *Agritech*, 30(4), 218–222.
- Hasanuuddin, H. (2016). Bakteri Berbentuk Batang Pada Pekasam Durian (*Durio zibethinus* L.). *Jurnal Floratek*, 11(2), 159–164. <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/355%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/731%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/269%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/106>
- Hasanuuddin, H. (2021). The Lactic Acid Bacteria in Fermented Durian (*D. Zibethinus*). *AGRITROPICA : Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 75–81. <https://doi.org/10.31186/j.agritropica.4.1.75-81>
- Hauri, R. F. (2018). *Kuliner Khas Jambi, Sedap Nian Oi* (L. A. Mayani (ed.)). Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Heidari, Zahra , Mohaammad Faezi Ghasemi, L. M. (2021). Antimicrobial Activity of Bacteriocin Produced By a New *Lactobacillus Curvatus* sp . LAB-3H Isolated From Traditional Yogurt. In *Research Square* (pp. 1–20).
- Kawahara, T., Iida, A., Toyama, Y., & Fukuda, K. (2010). Characterization of the Bacteriocinogenic Lactic Acid Bacteria *Lactobacillus Curvatus* Strain YI08 Isolated from Nozawana-Zuke Pickles. *Food Science and Technology Research*, 16(3), 253–262. <https://doi.org/10.3136/fstr.16.253>
- Kumarudin. (2022). Tempoyak Dibuat Dadakan Enak , Enak , Enak : Tempoyak Durian Ada Kandungan Nutrisinya. In *Exposeindonesia.com*.
- Kusuma, S. A. F. (2009). *Bakteri asam Laktat*. Sumedang: Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran.
- Kusumo, P. D. (2010). Potensi probiotik dalam mekanisme sistem imunitas. *Majalah Kedokteran FK UKI*, 28(4), 184–193.
- Leisner, J. J., Vancanneyt, M., Lefebvre, K., Vandemeulebroecke, K., Hoste, B., Vilalta, N. E., Rusul, G., & Swings, J. (2002). *Lactobacillus durianis* sp. nov., Isolated From an Acid-Fermented Condiment (Tempoyak) in Malaysia. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52(3), 927–931. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02091-0>
- Mardalena. (2016). Fase Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) Tempoyak Asal Jambi yang Disimpan Pada Suhu Kamar. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(1), 9–25.
- Masdarini, L. (2011). Manfaat Dan Keamanan Makanan Fermentasi Untuk Kesehatan (Tinjauan Dari Aspek Ilmu Pangan). *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 8(1), 53–58. <https://doi.org/10.23887/jptk.v8i1.2893>
- Meiyasa, F., Studi Teknologi Hasil Perikanan, P., Sains dan Teknologi, F., & Kristen Wira Wacana Sumba, U. (2020). Potensi *Lactobacillus* Dalam Mencegah *Listeria Monocytogenes*. *Media Gizi Pangan*, 27(August), 2020. https://www.researchgate.net/profile/Firat_Meiyasa/publication/343627256_POTENS_I_LACTOBACILLUS_DALAM_MENCEGAH_LISTERIA_MONOCYTOGENES/links/5f34cc2ba6fdcccc43c5ad8b/POTENS_I-LACTOBACILLUS-DALAM-MENCEGAH-LISTERIA-MONOCYTOGENES.pdf
- Mily, F. (2019). *Tempoyak Kudapan Khas Melayu Berbahan Durian*. Kepripedia.Com.
- Mu, J., Zhao, X., Zalan, Z., Hegyi, F., Takács, K., & Du, M. (2020). *Lactobacillus plantarum* KFY02 Enhances the Relieving Effect of Gardenoside on Montmorillonite Induced Constipation in Mice. *RSC Advances*, 10(17), 10368–10381. <https://doi.org/10.1039/c9ra10446a>
- Muthusamy, K., Soundharajan, I., Srisesharam, S., Kim, D., Kuppusamy, P., Lee, K. D., & Choi, K. C. (2020). Probiotic characteristics and antifungal activity of *Lactobacillus plantarum* and its impact on fermentation of Italian ryegrass at low moisture. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(1).

- <https://doi.org/10.3390/app10010417>
- Muzaifa, M., Moulana, R., Aisyah, Y., Sulaiman, I., & Rezeki, T. (2015). Karakteristik Kimia Dan Mikrobiologisasam Drien (Durian Fermentasi Dari Aceh) Pada Berbagai Metode Pembuatan. *Jurnal Agritech*, 35(03), 288–293. <https://doi.org/10.22146/agritech.9339>
- Naila, H., Izwani, & Indani. (2019). Modifikasi Resep Sambal Tempoyak Durian (*Durio zibenthilus* Murr) dengan Penambahan Terasi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kesejahteraan Keluarga*, 4(2), 62–68.
- Nasution, S., & Noviantoro, R. (2019). Potensi Usaha Kuliner Asli Daerah dalam Menunjang Pariwisata di Provinsi Bengkulu. *Business Innovation and Entrepreneurship Journal*, 1(2), 82–88. <https://doi.org/10.35899/biej.v1i2.57>
- Neti, Y., Erlinda, I. D., & Virgilio, V. G. (2011). The Effect of Spontaneous Fermentation On The Volatile Flavor Constituents of Durian. *International Food Research Journal*, 18(2), 625–631.
- Ningrum, F. C., Turgarini, D., & Bridha, R. L. (2021). Pelestarian Tradisi Nyeruit Sebagai Warisan Gastronomi Kota Bandar Lampung. *The Journal Gastronomy Tourism*, 1(2), 85–95. <https://doi.org/10.17509/gastur.v1i2.40575>
- Nizori, A., Sukendra, A., & Mursyid, S. (2019). Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from fermented durian flesh (tempoyak) against pathogenic and spoilage bacteria during storage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 347(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012053>
- Nizori, Addion, Prayogi, N., & Mursalin. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Tempoyak asal Jambi dari Berbagai Kosentrasi Garam. *Prosiding Seminar Nasional FKPT-TPI, September*, 20–21.
- Noor, Z., Cahyanto, M. N., Indrati, R., & Sardjono, S. (2018). Skrining *Lactobacillus plantarum* Penghasil Asam Laktat untuk Fermentasi Mocaf. *Agritech*, 37(4), 437. <https://doi.org/10.22146/agritech.18821>
- Parma, N., Castilho, A., Colombo, M., Oliveira, L. L. De, Todorov, S. D., & Nero, L. A. (2019). *Lactobacillus curvatus* UFV-NPAC1 and other lactic acid bacteria isolated from calabresa , a fermented meat product , present high bacteriocinogenic activity against *Listeria monocytogenes*. *BMC Microbiology*, 19(63), 1–13.
- Permana, L., Ayuningtyas, H., & Wahyuningtyas, A. (2021). Young Adult Perception of Fermented Durian (Tempoyak) in Lampung Province Indonesia. *Journal of Science and Applicative Technology*, 5(1), 38–42. <https://doi.org/10.35472/jsat.v5i1.392>
- Prayoga, I. P. A., Ramona, Y., & Suaskara, I. B. M. (2021). Bakteri Asam Laktat Bermanfaat Dalam Kefir Dan Perannya Dalam Meningkatkan Kesehatan Saluran Pencernaan. *Simbiosis*, 9(2), 115–130. <https://doi.org/10.24843/jsimbiosis.2021.v09.i02.p06>
- Quilodrán-Vega, S. R., Villena, J., Valdebenito, J., Salas, M. J., Parra, C., Ruiz, A., Kitazawa, H., & Cancino, A. G. (2016). Isolation of lactic acid bacteria from swine milk and characterization of potential probiotic strains with antagonistic effects against swine-associated gastrointestinal pathogens. *Canadian Journal of Microbiology*, 62(6), 514–524. <https://doi.org/10.1139/cjm-2015-0811>
- Rahmadi, A. (2019). Bakteri Asam Laktat dan Mandai Cempedak. In *Mulawan Univesity Press* (Vol. 1).
- Rahmiati, R., & Mumpuni, M. (2017). Eksplorasi Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik Dan Potensinya Dalam Menghambat Bakteri Patogen. *Elkawnie*, 3(2), 141–150. <https://doi.org/10.22373/ekw.v3i2.1870>
- Rajagukguk, Y. V., & Arnold, M. (2020). Tempoyak: Fermented Durian Paste of Malay Ethnic and Its Functional Properties. *International Journal of Gastronomy and Food Science*.
- Reli, R., Warsiki, E., & Rahayuningsih, M. (2017). Modifikasi Pengolahan Durian Fermentasi (Tempoyak) Dan Perbaikan Kemasan Untuk Mempertahankan Mutu Dan Memperpanjang Umur Simpan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(1), 43–54. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.1.43>

- SOGANDI, S., ZAENAL MUSTOPA, A., ARTIKA, I. M., & RATNO BUDIARTO, B. (2015). Inhibitory activity of *Lactobacillus plantarum* U10 isolated from Tempoyak (fermented durian) Made in Indonesia against *Salmonella typhi*. *Microbiology Indonesia*, 9(2), 73–81. <https://doi.org/10.5454/mi.9.2.4>
- Susanto, S., Sumarpo, A., Parikesit, A. A., Putra, A. B. N., Ishida, E., Tabuchi, K., & Sugahara, T. (2018). Short communication: Immunostimulatory effect of tempoyak (Fermented durian) on inducing cytokine production (IL-6 and TNF- α) by RAW 264.7 cells. *Biodiversitas*, 19(1), 318–322. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190143>
- Terán, L. C., Coeuret, G., Raya, R., Zagorec, M., Champomier-Vergès, M. C., & Chaillou, S. (2018). Phylogenomic analysis of *Lactobacillus curvatus* reveals two lineages distinguished by genes for fermenting plant-derived carbohydrates. *Genome Biology and Evolution*, 10(6), 1516–1525. <https://doi.org/10.1093/gbe/evy106>
- Trinetta, V., Morleo, A., Sessa, F., Iametti, S., Bonomi, F., & Ferranti, P. (2012). Purified Sakacin A Shows a Dual Mechanism of Action Against *Listeria spp*: Proton Motive Force Dissipation and Cell Wall Breakdown. *FEMS Microbiology Letters*, 334(2), 143–149. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2012.02630.x>
- Wahyuni, Yusuf, M. I., Malik, F., Lubis, F. A., Indalifiany, A., & Sahidin, I. (2019). Efek Imunomodulator Ekstrak Etanol Spons *Melophlus sarasinorum* Terhadap Aktivitas Fagositosis Sel Makrofag Pada Mencit. *Jurnal Farmasi Galenika*, 5(2).
- Widowati, T. W., Hamzah, B., Wijaya, A., & Pambayun, R. (2015). Sifat Antagonistik *Lactobacillus* sp B441 dan II442 Asal Tempoyak Terhadap *Staphylococcus aureus* (Antagonism of *Lactobacillus* sp B441 and II442 from Tempoyak against *Staphylococcus aureus*). *Jurnal Agritech*, 34(04), 430. <https://doi.org/10.22146/agritech.9438>
- Widowati, T. W., Hamzah, B., Wijaya, A., & Pambayun, R. (2013). Enumeration and Identification of Dominant Lactic Acid Bacteria in Indonesian “Tempoyak” During Low Temperature Fermentation. *13 ASEAN Food Conference, September, 1–10*. https://repository.unsri.ac.id/22884/1/Artikel_AFC_-_Tri_Wardani_Widowati.pdf
- Yuliana, N., & Dizon, E. I. (2011). Phenotypic Identification of Lactic Acid Bacteria Isolated from Tempoyak (Fermented Durian) Made in the Philippines. *International Journal of Biology*, 3(2). <https://doi.org/10.5539/ijb.v3n2p145>
- Yulinnas, S. (2017). *Bakteri Dari Daging Sapi Bisa Dimanfaatkan Untuk Pengawet Alami*. Media Indonesia.
- Yulistiani, D. (2014). Evaluasi proses fermentasi pada kualitas tempoyak. *J.Rekapangan*, 8(1), 84–103.