

## **Identifikasi dan Potensi Probiotik Bakteri Asam Laktat pada Pangan Fermentasi Lokal**

### **(Identification and Probiotic Potency of Lactic Acid Bacteria of Fermented Local Food)**

Zaenab Fauziyah, Lista Nia, Febbi Julia Nandi, Rahmad Lingga, Henny Helmi\*

Jurusan Biologi, Universitas Bangka Belitung

Kampus Terpadu Balunijuk, Jl.Raya Balunijuk, Merawang, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung  
33172

\*Email korespondensi: [henny-helmi@ubb.ac.id/hennyhelmi24@gmail.com](mailto:henny-helmi@ubb.ac.id/hennyhelmi24@gmail.com)

(Article History: Received May 5, 2023; Revised July 10, 2023; Accepted July 24, 2023)

#### **ABSTRAK**

Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan bakteri yang terlibat pada proses fermentasi pangan dan dapat dijadikan probiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi dan melihat potensi probiotik Bakteri Asam Laktat (BAL) pada akhir fermentasi pangan lokal pulau Bangka dan Sumatera Selatan (beras aruk, rusip dan tempoyak). Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat dilakukan secara makroskopis, mikroskopis, uji biokimia dan molekuler berdasarkan 16S rRNA. Potensi probiotik isolat diuji berdasarkan ketahanan terhadap asam dan aktivitas antibakteri. BAL yang berperan dalam proses pembuatan beras aruk yaitu *Lactobacillus plantarum* dengan karakteristik berbentuk batang, gram positif, tidak memiliki enzim katalase, mampu memfermentasi glukosa menjadi asam, mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa, tidak bergerak, tahan terhadap asam dan memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*.

**Kata kunci:** bakteri asam laktat; fermentasi; beras aruk; rusip; tempoyak.

#### **ABSTRACT**

Lactic Acid Bacteria (LAB) are bacteria involved in food fermentation processes and can be used as probiotics. This study aims to isolate, identify and determine the probiotic potential of Lactic Acid Bacteria (LAB) at the end of the fermentation of local food on the island of Bangka and South Sumatra (aruk rice, anchovy sauce and tempoyak). Isolation and identification of lactic acid bacteria were carried out macroscopically, microscopically, biochemically and molecularly assays based on 16S rRNA. The probiotic potency of the isolates was tested based on their resistance to acid and antibacterial activity. LAB that plays a role in the process of making aruk rice is *Lactobacillus plantarum* with rod-shaped characteristics, gram positive, does not have the catalase enzyme, is able to ferment glucose into acid, is able to ferment lactose and sucrose, does not move, is resistant to acids and has antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*.

**Keywords:** lactic acid bacteria; fermentation; aruk rice; anchovy sauce; durian fermentation

#### **PENDAHULUAN**

Makanan fermentasi tradisional merupakan salah satu makanan fungsional yang berperan positif bagi kesehatan dan telah dikonsumsi sejak zaman dahulu oleh masyarakat di seluruh dunia (Chang 2018; Papadimitriou *et al.* 2016; Chaudhary *et al.* 2018). Makanan fermentasi tradisional di beberapa negara telah dikarakterisasi dengan baik seperti halnya kimchi, natto, kapi (Pongsetkul *et al.* 2014; Chang 2018; Afzaal *et al.* 2022). Beberapa makanan tradisional dari

provinsi Bangka Belitung diantaranya adalah beras aruk dan rusip. Salah satu makanan tradisional provinsi Sumatera Selatan adalah tempoyak. Beras aruk terbuat dari ubi kayu (*Manihot esculenta* Cruntz). Ubi kayu mengandung karbohidrat yang tinggi, namun rendah protein dan cepat rusak jika tidak diolah (Penido *et al.* 2018). Tempoyak terbuat dari durian yang difermentasi dengan penambahan garam (Aisyah *et al.* 2014; Nizori *et al.* 2021; Hasanuddin 2021). Rusip terbuat dari ikan teri yang difermentasi dengan penambahan gula aren dan garam (Susilowati *et al.* 2014; Koesoemawardani and Ali 2016; Koesoemawardani *et al.* 2018).

Pada proses fermentasi makanan melibatkan berbagai mikroorganisme diantaranya bakteri asam laktat (BAL) (Chang *et al.* 2010; Papadimitriou *et al.* 2016; Penido *et al.* 2018). BAL merupakan kelompok Gram-positif, tidak berspora, kokus atau batang, anaerobik atau aerob fakultatif (Quinto *et al.* 2014). BAL mampu mengasamkan, meningkatkan rasa, memperbaiki aroma dan flavour, melindungi makanan dari mikroorganisme patogen, menambah nutrisi makanan, mengurangi zat berbahaya dan meningkatkan umur simpan (Chang *et al.* 2010; Papadimitriou *et al.* 2016; Penido *et al.* 2018; Wang *et al.* 2021). Bakteri asam laktat yang sering ditemukan pada makanan fermentasi yang berasal dari umbi ubi kayu diantaranya adalah *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides* (Penido *et al.* 2018). Pada fermentasi saus ikan (*anchovy sauce*) melibatkan bakteri asam laktat seperti *Tetragenococcus* dan *Streptococcus* (Lee *et al.* 2016). Bakteri asam laktat yang terdapat pada tempoyak diantaranya *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus acidilactili*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus curvatus* (Hasanuddin 2021).

BAL dapat memfermentasi karbohidrat menjadi asam laktat (Wang *et al.* 2021). Bakteri asam laktat dapat menguraikan zat makromolekul dalam makanan, termasuk degradasi polisakarida yang tidak dapat dicerna dan transformasi zat rasa yang tidak diinginkan. BAL memiliki kemampuan sebagai antimikroba (Nizori *et al.* 2019). Bakteri asam laktat mengeluarkan bakterisin yang berfungsi sebagai antimikroba dan pengawet pada makanan (Escobar-Zepeda *et al.* 2016; Wang *et al.* 2021). BAL memiliki kemampuan menghasilkan berbagai asam laktat yang dapat menurunkan pH. BAL juga memiliki potensi sebagai probiotik (Chang *et al.* 2010; Singh *et al.* 2018; Kim *et al.* 2020; Wang *et al.* 2021). Probiotik merupakan bakteri yang bermanfaat yang diintroduksi ke saluran pencernaan untuk membantu penyerapan nutrisi (Singh *et al.* 2018). Salah satu kriteria untuk probiotik yaitu mampu bertahan dan melakukan kolonisasi pada saluran pencernaan yang memiliki pH yang rendah (Singh *et al.* 2018).

Isolasi dan identifikasi BAL dari makanan fermentasi serta melihat potensinya sebagai probiotik dan antimikroba diperlukan untuk pengembangan probiotik baru yang saat ini diperlukan untuk meningkatkan fungsi pada makanan (Chang *et al.* 2010; Zielińska *et al.* 2018; Somashekaraiyah *et al.* 2019). Kebutuhan akan probiotik yang meningkat sejak abad 21 sehingga perlu dicari sumber BAL dari berbagai produk fermentasi lokal (Zielińska *et al.* 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi dan melihat potensi probiotik BAL dari pangan lokal berbasis fermentasi, yaitu beras aruk, rusip dan tempoyak.

## **METODE**

### **Proses Pembuatan Beras Aruk**

Proses pembuatan beras aruk mengikuti metode Karsiningsih *et al.* (2021) dengan modifikasi. Sebanyak 500 gram umbi ubi kayu yang berusia 9 bulan dan telah dikupas, dicuci dan dibuang lendirnya dimasukkan ke dalam wadah platstik dan ditambahkan 1 Liter akuades steril. Umbi ubi kayu ini difermentasi pada suhu ruang dalam kondisi tertutup selama 3 hari. Setelah 3 hari, air fermentasi diambil untuk uji selanjutnya.

### **Proses Pembuatan Rusip**

Proses pembuatan beras aruk mengikuti metode Koesoemawardani *et al.* (2013) dengan modifikasi kadar garam dan lama fermentasi. Sebanyak 500 gram ikan teri dicuci dan dibersihkan ditambahkan garam 5% dan ditambah gula aren sebanyak 10% dari berat ikan teri diaduk kemudian dimasukkan ke dalam botol, ditutup dan difermentasi pada suhu ruang selama 6 hari.

### **Proses Pembuatan Tempoyak**

Proses pembuatan beras aruk mengikuti metode Aisyah *et al.* (2014). Sebanyak 100 gram daging durian ditambah garam dengan konsentrasi 10% dari berat daging durian, kemudian diaduk secara merata dan diperam di dalam toples kaca dalam suhu ruang selama tujuh hari.

### **Pengukuran pH, Total Asam dan Jumlah Koloni pada Fermentasi Beras Aruk, Rusip, dan Tempoyak**

Sebanyak 10 mL air fermentasi beras aruk, rusip serta 1 gram tempoyak yang dicairkan dengan 10 mL akuades dengan pH netral masing-masing diukur pH menggunakan pH meter sesuai metode AOAC (2006), total asam dengan cara titrasi asam basa (Nizori *et al.* 2019) dan jumlah koloni dilakukan menggunakan media *Plate Count Agar* menggunakan metode FDA (1998).

### **Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Fermentasi Beras Aruk, Rusip, dan Tempoyak**

Sebanyak 1000 $\mu$ L air rendaman beras aruk hari ketiga diambil menggunakan mikropipet, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL akuades steril kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga  $10^{-8}$ . Pada rusip, sebanyak 1000 $\mu$ L air fermentasi rusip hari keenam diambil, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL akuades steril. Dilakukan pengenceran bertingkat hingga  $10^{-3}$ . Pada tempoyak, sebanyak 1 gram tempoyak fermentasi hari ketujuh diambil, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 9 mL akuades steril. Dilakukan pengenceran bertingkat hingga  $10^{-7}$ . Masing-masing hasil pengenceran beras aruk, tempoyak dan rusip dikultur pada media MRS Agar + CaCO<sub>3</sub> pada cawan petri dengan menggunakan metode sebar. Selanjutnya, diinkubasi pada suhu 37°C selama 2x24 jam. Pertumbuhan bakteri asam laktat ditandai dengan adanya zona bening pada koloni. Bakteri yang menunjukkan adanya zona bening dimurnikan dengan cara gores sinambung kemudian koloni yang tumbuh pada kuadran akhir diisolasi menggunakan media MRSa miring (Khairina *et al.* 2016).

#### Karakterisasi Makroskopis, Mikroskopis, dan Uji Biokimia Bakteri Asam Laktat

Karakterisasi bakteri asam laktat dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis, yaitu identifikasi secara morfologi dan pewarnaan Gram. Selain itu, dilakukan uji tambahan berupa Uji Biokimia Bakteri Asam Laktat yang meliputi Uji Katalase, Uji MR (Methyl-red) dan Uji TSIA sesuai dengan metode yang dilakukan oleh Aisyah *et al.* (2014).

#### Uji Ketahanan Asam dan Antibakteri Isolat BAL

Uji ketahanan asam dilakukan pada pH 3 sesuai dengan metode yang dilakukan oleh Chang *et al.* (2010). Uji kemampuan antibakteri dilakukan pada kultur bakteri asam laktat (BAL) menggunakan metode difusi agar menurut Rachmawati and Setyaningsih (2005)

#### Karakterisasi Molekuler Berdasarkan 16S rRNA

Identifikasi molekuler dilakukan dengan mengidentifikasi sekuens pada 16S rRNA. Isolasi DNA dilakukan menggunakan DNA Miniprep kit (ZymoResearch, USA) (Helmi *et al.* 2022). Sebanyak 5  $\mu$ L DNA digunakan sebagai *template* untuk amplifikasi DNA, enzim polimerase menggunakan GoTaq PCR mix, dan primer yang digunakan untuk amplifikasi adalah primer 27F dan 1492R (Macrogen Lab., Korea). Kondisi PCR dilakukan dengan predenaturasi 95°C selama 2 menit, denaturasi 96°C selama 30 detik, elongasi 51,4°C selama 30 detik, dan elongasi 72°C selama 1 menit. Tahapan-tahapan tersebut dilakukan selama 30 siklus. Perpanjangan akhir pada 72°C selama 5 menit. Sampel produk PCR selanjutnya diurutkan menggunakan layanan sekuensing dari Macrogen Inc. (Seoul, Korea). Hasil sequence yang diperoleh dibandingkan dengan database menggunakan *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) di GenBank *National Centre for Biotechnology Information* (NCBI). Pohon filogeni dibuat dengan menggunakan program MEGA 11.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

pH, total asam dan jumlah koloni bakteri pada fermentasi beras aruk, rusip dan tempoyak

Tabel 1 menunjukkan beras aruk memiliki pH paling rendah, total asam tertinggi dan jumlah koloni bakteri tertinggi. Umbi ubi kayu sebagai bahan pembuatan beras aruk mengandung karbohidrat yang tinggi sekitar 30-37% berat basah (Novi Ariani *et al.* 2017; Wiraputra *et al.* 2019) yang akan diubah oleh BAL menjadi asam-asam organik. Produk utama dari fermentasi karbohidrat oleh BAL adalah asam laktat sehingga menurunkan pH dan meningkatkan total asam tertirasi (Freire *et al.* 2015). Bakteri yang tumbuh pada beras aruk juga lebih banyak dibandingkan dengan rusip ataupun tempoyak sehingga total asam yang dihasilkan di akhir fermentasi lebih banyak. Tempoyak berasal dari durian yang juga mengandung karbohidrat yang tinggi sekitar 28-35% (Nugraheni *et al.* 2019), namun dalam proses fermentasi durian menjadi tempoyak ditambahkan garam sebanyak 10% sehingga menjadi faktor pembatas bagi bakteri lain yang tumbuh. Rusip memiliki karakteristik pH yang lebih tinggi dengan total asam yang lebih rendah dapat disebabkan pada rusip terbuat dari ikan yang kandungan utamanya adalah protein sehingga pH yang dihasilkan lebih tinggi. Degradasi protein menghasilkan amoniak yang menyebabkan pH menjadi lebih basa

(Koesoemawardani *et al.* 2013). Adanya penambahan garam pada fermentasi rusip dan tempoyak juga menyebabkan hanya bakteri halofil yang dapat bertahan hidup sehingga total koloni juga lebih sedikit (Susilowati *et al.* 2014).

Tabel.1 Karakteristik pH, total asam dan jumlah koloni bakteri pangan lokal di akhir fermentasi

Pangan Lokal	pH	Total asam tertirasi	Jumlah koloni (CFU/g)
Beras Aruk	4,81±0,57	18,75±1,25	3,71 x 10 <sup>10</sup>
Rusip	5,84±0,34	1,90±0,89	1,57 x 10 <sup>4</sup>
Tempoyak	5,76±0,61	5,50±0,19	4,56 x 10 <sup>9</sup>

#### Isolasi dan Pengamatan Makroskopis BAL

Hasil isolasi dari beras aruk diperoleh sebanyak tiga isolat (ISO1, ISO2, ISO3), hasil isolat dari rusip diperoleh dua isolat (ISO4, ISO5) dan pada tempoyak diperoleh tiga isolat (ISO6, ISO7). Pengamatan morfologi koloni dari ketujuh isolat didapatkan data yaitu semua bentuk koloninya bulat, tepiannya licin, dan elevasinya yaitu *pulvinate*, *crateriform*, dan *umbonate*, warna koloni putih susu dan krem, dan dengan permukaannya yang cembung dan cekung (Tabel 2). Berdasarkan hasil pewarnaan Gram (Tabel 3), ketujuh isolat yang diisolasi merupakan bakteri gram positif. Ciri dari BAL diantaranya yaitu merupakan bakteri gram positif, berbentuk basil atau kokus, katalase negatif, bersifat nonmotil, mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam (Aisyah *et al.* 2014; Hasanuddin 2021). Berdasarkan tabel 3, hanya bakteri ISO1 dan 2 yang berasal dari beras aruk memiliki ciri BAL terlihat dari hasil gram positif, berbentuk batang, bersifat katalase negatif, tidak bergerak, mampu memfermentasi glukosa terlihat dari uji metil merah yang menunjukkan hasil positif dan mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa yang ditunjukkan dengan hasil positif pada bagian dasar (*butt*) dan miring (*slant*) pada media TSIA. BAL mampu melakukan fermentasi glukosa dengan asam laktat sebagai produk utamanya (Quinto *et al.* 2014). BAL yang berbentuk kokus berasal dari genus *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* sedangkan bakteri yang berbentuk basil berasal dari genus *Lactobacillus* (Aisyah *et al.* 2014; Zielińska *et al.* 2018).(Quinto *et al.* 2014)

Tabel 2. Hasil pengamatan morfologi isolat bakteri asam laktat secara makroskopis dari fermentasi beras aruk, rusip dan tempoyak

Kode Isolat	Morfologi koloni				
	Bentuk	Tepian	Elevasi	Warna	Permukaan
ISO 1	Bulat	Licin	<i>Crateriform</i>	Krem, putih	Cekung
ISO 2	Bulat	Licin	<i>Crateriform</i>	Krem, putih	Cekung
ISO 3	Bulat	Licin	<i>Umbonate</i>	Krem, putih	Cembung
ISO 4	Bulat	Licin	<i>pulvinate</i>	Putih susu	Cembung
ISO 5	Bulat	Licin	<i>pulvinate</i>	Putih susu	Cembung
ISO 6	Bulat	Licin	<i>Umbonate</i>	Krem, putih	Cembung
ISO 7	Bulat	Licin	<i>Umbonate</i>	Krem, putih	Cembung

Tabel 3. Uji pewarnaan Gram dan biokimia isolat BAL dari beras aruk, rusip dan tempoyak

Kode Isolat	Gram	Bentuk	Uji katalase	Uji Methyl-red	Uji Motilitas	<i>Slant</i>	TSIA <i>Butt</i>	Gas	H <sub>2</sub> S
ISO1	+	Bacil	-	+	-	Kuning	Kuning	+	-
ISO2	+	Bacil	-	+	-	Kuning	Kuning	-	-
ISO3	+	Bacil	-	-	-	Kuning	Kuning	-	-
ISO4	+	Coccus	+	+	-	Kuning	Kuning	-	-
ISO5	+	Coccus	+	+	-	Kuning	Kuning	-	-
ISO6	+	Bacil	-	-	-	Kuning	Kuning	-	-
ISO7	+	Bacil	-	-	-	Kuning	Kuning	-	-

Keterangan:

- (-) : tidak ada bakteri yang tumbuh  
 (+) : terdapat bakteri yang tumbuh

#### Uji Ketahanan Asam dan Kemampuan Antibakteri Isolat BAL

Uji ketahanan asam hanya dilakukan pada isolat yang merupakan BAL yaitu ISO1 dan ISO2 yang berasal dari beras aruk. Berdasarkan uji ketahanan asam, isolat ISO1 memiliki ketahanan asam mulai dari jam pertama hingga jam ketiga. Salah satu kriteria untuk probiotik yaitu isolat yang mampu bertahan pada kondisi asam agar mampu bertahan hidup pada saluran pencernaan (Chang *et al.* 2010). Berdasarkan uji antibakteri menunjukkan isolat BAL memiliki kemampuan dalam menghambat *S.aureus* dengan kategori lemah. BAL memiliki senyawa antimikroba seperti bakteriosin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri lainnya (Quinto *et al.* 2014). Selain bakteriosin, asam-asam yang dihasilkan oleh BAL mampu memberikan efek antimikroba (Nizori *et al.* 2019). Daya hambat yang dikeluarkan oleh ISO1 dan ISO2 lebih kecil dibandingkan dengan BAL yang diisolasi dari tempoyak yang menunjukkan diameter zona hambat berkisar 18,25 hingga 19,00 mm pada bakteri uji *S.aureus* (Nizori *et al.* 2019).

Tabel 4. Hasil uji ketahanan asam dan kemampuan antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* isolat BAL dari beras aruk

Kode Isolat	Ketahanan Asam			Kemampuan antibakteri	
	Jam Pertama	Jam Kedua	Jam ketiga	Zona hambat isolat (mm)	Kekuatan Daya Hambat
ISO1	+	+	+	1,16	Lemah
ISO2	-	-	+	4,00	Lemah

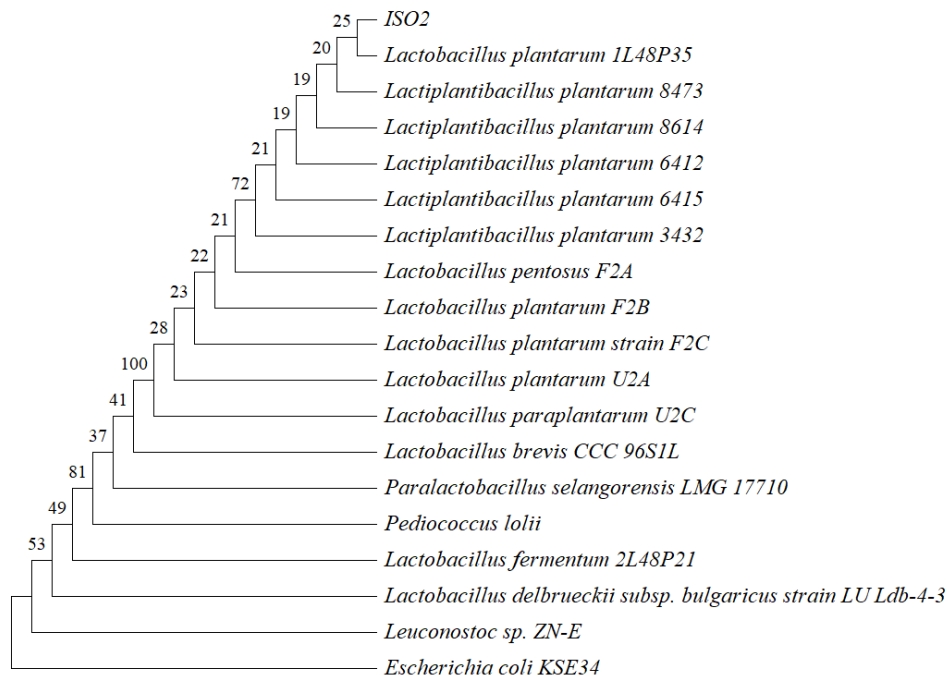
Keterangan:

- (-) : tidak ada bakteri yang tumbuh  
 (+) : terdapat bakteri yang tumbuh

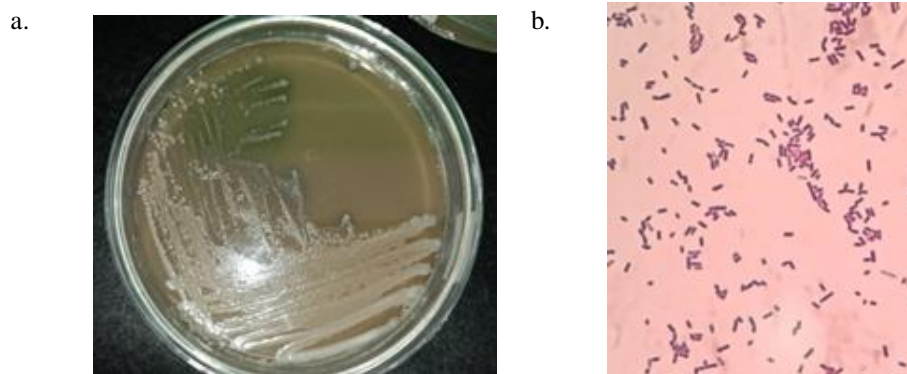
#### Identifikasi Molekuler 16S rRNA

Identifikasi molekuler dilakukan pada ISO2 karena memiliki daya hambat yang lebih besar daripada ISO1. ISO2 yang diisolasi dari beras aruk menunjukkan bakteri tersebut memiliki kemiripan dengan *Lactobacillus plantarum* 1L48P35 (gambar 1). *Lactobacillus plantarum* 1L48P35 merupakan bakteri yang diisolasi dari fermentasi lafun yaitu fermentasi umbi ubi kayu yang berasal dari Afrika. Bakteri *Lactobacillus plantarum* 1L48P35 telah digunakan sebagai starter pada

fermentasi lafun dan memberikan pengaruh pada penurunan pH, total asam dan mempercepat pelembutan umbi ubi kayu (Padonou *et al.* 2010). *Lactobacillus plantarum* memiliki nama lain yaitu *Lactoplantibacillus plantarum* (Zheng *et al.* 2020). *Lactoplantibacillus plantarum* merupakan BAL yang ditemukan pada berbagai makanan seperti fermentasi umbi ubi kayu, kimchi, sauerkraut (sayuran yang difermentasi), pematangan keju pasta filata, tempoyak (Penido *et al.* 2018; Xiong *et al.* 2016; Eu- 2014; Nizori *et al.* 2019). *Lactobacillus plantarum* merupakan bakteri dengan ciri gram positif, berbentuk batang, tidak bergerak (Zheng *et al.* 2020). Ciri-ciri ini juga sesuai dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan ciri-ciri bakteri ISO2 yaitu berdasarkan pewarna garam dan pengamatan mikroskopik menunjukkan bakteri gram positif, berbentuk batang (gambar 2) tidak memiliki enzim katalase. Berdasarkan uji metil merah dan TSIA, mampu memfermentasi berbagai karbohidrat seperti glukosa, laktosa dan fruktosa. Bakteri ini dapat menghasilkan vitamin B12 dan enzim beta galaktosidase yang meningkatkan aktivitas probiotik dan meningkatkan kesehatan. Bakteri ini juga memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri yang menyebabkan penyakit yang dibawa oleh makanan (Chaudhary *et al.* 2018). *L.plantarum* juga telah digunakan sebagai starter pada berbagai makanan fermentasi seperti joruk (Koesoemawardani *et al.* 2021), tepung ubi asam (Penido *et al.* 2018). Selain sebagai starter, bakteri ini juga digunakan sebagai probiotik (Zheng *et al.* 2020).



Gambar 1. Pohon filogenetika ISO2 dengan beberapa siolat dari genus lactobacillus, Pediococcus, Paralactobacillus, Leuconostoc dengan Escherichia coli sebagai outgroup. Pohon dibangun dengan program MEGA 11.



Gambar 2. Penampakan isolat ISO 2, a. secara makroskopik pada media MRS, b. secara mikroskopik menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 1000x

### KESIMPULAN

Bakteri asam laktat yang terdapat pada makanan fermentasi lokal (beras aruk) yaitu *Lactobacillus plantarum*. Bakteri ini memiliki potensi probiotik dan dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai starter untuk meningkatkan kualitas beras aruk dan menjadikan beras aruk sebagai makanan fungsional.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Bangka Belitung, Tim Kedaireka Universitas Bangka Belitung dan mitra CV Dua Agri Mandiri yang telah memfasilitasi penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afzaal M, Saeed F, Islam F, Ateeq H, Asghar A, Shah YA, Ofoedu CE, Chacha JS (2022) Nutritional Health Perspective of Natto: A Critical Review. *Biochem Res Int* 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5863887>
- Aisyah A, Kusdiyantini E, Suprihadi A (2014) Isolasi, Karakterisasi Bakteri Asam Laktat, Dan Analisis Proksimat Dari Pangan Fermentasi “tempoyak.” *J Akad Biol* 3:31–39
- AOAC (2006) Official methods of analysis, 18th edn. AOAC International, Gaithersburg
- Chang HC (2018) Healthy and safe Korean traditional fermented foods: kimchi and chongkukjang. *J Ethn Foods* 5:161–166. <https://doi.org/10.1016/j.jef.2018.08.003>
- Chang JH, Shim YY, Cha SK, Chee KM (2010) Probiotic characteristics of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *J Appl Microbiol* 109:220–230. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04648.x>
- Chaudhary A, Sharma DK, Arora A (2018) Prospects of Indian traditional fermented food as functional foods. *Indian J Agric Sci* 88:1496–1501
- Escobar-Zepeda A, Sanchez-Flores A, Quirasco Baruch M (2016) Metagenomic analysis of a Mexican ripened cheese reveals a unique complex microbiota. *Food Microbiol* 57:116–127. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.02.004>
- Eu- E (2014) Microbial Ecology Dynamics Reveal a Succession in the Core



- Microbiota Involved in the Ripening of Pasta Filata Caciocavallo Pugliese Cheese. 80:6243–6255. <https://doi.org/10.1128/AEM.02097-14>
- FDA (1998) Bacteriological Analytical Manual. Revision A (8th ed.), Revision A. AOAC International, Gaithersburg
- Freire AL, Ramos CL, Schwan RF (2015) Microbiological and chemical parameters during cassava based-substrate fermentation using potential starter cultures of lactic acid bacteria and yeast. *FRIN* 76:787–795. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.041>
- Hasanuddin H (2021) The Lactic Acid Bacteria in Fermented Durian (D. Zibethinus ). *AGRITROPICA J Agric Sci* 4:75–81. <https://doi.org/10.31186/j.agritropica.4.1.75-81>
- Helmi H, Astuti DI, Putri SP, Sato A, Laviña WA, Fukusaki E, Aditiawati P (2022) Dynamic Changes in the Bacterial Community and Metabolic Profile during Fermentation of Low-Salt Shrimp Paste ( Terasi ). *Metabolites* 12:1–18
- Karsiningsih E, Helmi H, Rafsanjani MS (2021) Income Analysis and Marketing Channel of Aruk Rice. *J Integr Agribus* 3:25–38. <https://doi.org/10.33019/jia.v3i1.2551>
- Khairina R, Fitriani Y, Satrio H, Rahmi N (2016) Physical, Chemical, and Microbiological Properties of “Ronto” a Traditional Fermented Shrimp from South Borneo, Indonesia. *Aquat Procedia* 7:214–220. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.07.029>
- Kim SH, Song JH, Kim J, Kang DK (2020) Characterisation of a lysophospholipase from *Lactobacillus mucosae*. *Biotechnol Lett* 42:1735–1741. <https://doi.org/10.1007/s10529-020-02895-0>
- Koesoemawardani D, Afifah LU, Herdiana N, Suharyono AS (2021) Microbiological , physical and chemical properties of joruk ( fermented fish product ) with different levels of salt concentration. 22:132–136. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220118>
- Koesoemawardani D, Hidayati S, Subeki S (2018) Amino acid and fatty acid compositions of Rusip from fermented Anchovy fish (*Stolephorus*). *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 344:0–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/344/1/012005>
- Koesoemawardani D, Rizal S, Tauhid M (2013) Microbiological and Chemical Changes of Rusip during Fermentation. 33:1–6
- Lee HW, Choi YJ, Hwang IM, Hong SW, Lee MA (2016) Relationship between chemical characteristics and bacterial community of a Korean salted-fermented anchovy sauce, Myeolchi-Aekjeot. *LWT - Food Sci Technol* 73:251–258. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.007>
- Nizori A, Novialispita H, Surhaini S, Lavlinesia L (2021) Peningkatan Kualitas Tempoyak Tradisional Jambi Melalui Fortifikasi Zat Pengental Dengan Berbagai Konsentrasi. *Agrointek J Teknol Ind Pertan* 15:1196–1205. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.10011>
- 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 Conf Ser Earth Environ Sci* 347. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012053>
- Novi Ariani L, Estiasih T, Martati E (2017) Karakteristik Sifat Fisiko Kimia Ubi

- Kayu Berbasis Kadar Sianida. *J Teknol Pertan* 18:119–128
- Nugraheni D, Haskarini D, Yulis H (2019) Karakteristik Buah Durian Kawuk (*Durio Zibethinus Rumph . Ex Murray*) Dari Desa Tunjungan, Kabupaten. Pros Semin Nas Kesiapan Sumber Daya Pertan dan Inov Spesifik Lokasi Memasuki Era Ind 40 KARAKTERISTIK 530–535
- Padonou SW, Nielsen DS, Akissoe NH, Hounhouigan JD, Nago MC, Jakobsen M (2010) Development of starter culture for improved processing of Lafun, an African fermented cassava food product. *J Appl Microbiol* 109:1402–1410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04769.x>
- Papadimitriou K, Alegría Á, Bron PA, de Angelis M, Gobetti M, Kleerebezem M, Lemos JA, Linares DM, Ross P, Stanton C, Turrone F, van Sinderen D, Varmanen P, Ventura M, Zúñiga M, Tsakalidou E, Kok J (2016) Stress Physiology of Lactic Acid Bacteria. *Microbiol Mol Biol Rev* 80:837–890. <https://doi.org/10.1128/mubr.00076-15>
- Penido FCL, Piló FB, Sandes SH de C, Nunes AC, Colen G, Oliveira E de S, Rosa CA, Lacerda ICA (2018) Selection of starter cultures for the production of sour cassava starch in a pilot-scale fermentation process. *Brazilian J Microbiol* 49:823–831. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.02.001>
- Pongsetkul J, Benjakul S, Sampavapol P, Osako K, Faithong N (2014) Chemical composition and physical properties of salted shrimp paste (Kapi) produced in Thailand. *Int Aquat Res* 6:155–166. <https://doi.org/10.1007/s40071-014-0076-4>
- Quinto EJ, Jiménez P, Caro I, Tejero J, Mateo J, Gorbés T (2014) Probiotic Lactic Acid Bacteria: A Review. *Food Nutr Sci* 05:1765–1775. <https://doi.org/10.4236/fns.2014.518190>
- Rachmawati I, Setyaningsih R (2005) Uji Antibakteri Bakteri Asam Laktat asal Asinan Sawi terhadap Bakteri Patogen. *Bioteknologi* 2:43–48. <https://doi.org/10.13057/biotek/c020202>
- Singh SS, De Mandal S, Lalnunmawii E, Senthil Kumar N (2018) Antimicrobial, antioxidant and probiotics characterization of dominant bacterial isolates from traditional fermented fish of Manipur, North-East India. *J Food Sci Technol* 55:1870–1879. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3103-4>
- Somashekaraiyah R, Shruthi B, Deepthi B V., Sreenivasa MY (2019) Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from neera: A naturally fermenting coconut palm nectar. *Front Microbiol* 10:1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01382>
- Susilowati R, Koesoemawardani D, Rizal S (2014) Rukmini Susilowati *et al* Profil Fermentasi Rusip Profil Fermentasi Rusip Rukmini Susilowati *et al*. 19:137–148
- Wang Y, Wu J, Lv M, Shao Z, Hungwe M, Wang J, Bai X, Xie J, Wang Y, Geng W (2021) Metabolism Characteristics of Lactic Acid Bacteria and the Expanding Applications in Food Industry. *Front Bioeng Biotechnol* 9:1–19. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.612285>
- Wiraputra D, Abdullah K, Jyoti MD (2019) Review : Pengembangan Produk Berbasis Ubi kayu dalam Industri Pangan Review : Product Development of Cassava in Food Industry. *Maj Teknol Agro Ind* 11:44–53
- Xiong T, Li J, Liang F, Wang Y, Guan Q, Xie M (2016) Effects of salt concentration on Chinese sauerkraut fermentation. *LWT - Food Sci Technol*

69:169–174. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.057>

- Zheng J, Wittouck S, Salvetti E, Franz CMAP, Harris HMB, Mattarelli P, O'toole PW, Pot B, Vandamme P, Walter J, Watanabe K, Wuyts S, Felis GE, Gänzle MG, Lebeer S (2020) A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus beijerinck* 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *Int J Syst Evol Microbiol* 70:2782–2858. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004107>
- Zielińska D, Kolozyn-Krajewska D, Laranjo M (2018) Food-Origin Lactic Acid Bacteria May Exhibit Probiotic Properties: Review. *Biomed Res Int* 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5063185>