

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat pada Food Replacement 'X' dan Fermentasi Akar Teratai

Elys Dayanty Br Pinem¹, Roy Indrianto Bangar^{2*}, Asyrun Alkhairi Lubis³

¹Sarjana Farmasi Klinis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan, 20118, Indonesia

^{2,3}Program Studi Farmasi Klinis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia, Medan, 20118, Indonesia

^{2,3}PUI Phyto Degenerative&Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia

Email: alycedayanty20@gmail.com¹, royindriantobangars@unprimdn.ac.id^{2*}, asyrunalkhairilubis@unprimdn.ac.id³

*Penulis Korespondensi: royindriantobangars@unprimdn.ac.id²

Abstract. Functional foods provide additional health benefits beyond their nutritional value. One approach in the development of functional foods is through fermentation involving lactic acid bacteria (LAB). This study aims to isolate and characterize lactic acid bacteria produced from the fermentation of lotus root and food replacement X as alternative food ingredients. The study was conducted experimentally through a five-day fermentation process at 37°C. The results show that LAB was successfully isolated from the fermentation of lotus root with a colony count of 1.88×10^5 CFU/mL at a 10^{-2} dilution, while no LAB growth was found in food replacement X. Four pure isolates were obtained with colony characteristics of round shape, milky white color, non-motile, and catalase-negative. Two isolates were Gram-positive, while the other two were Gram-negative. All isolates showed the ability to survive in acidic pH conditions (pH 3), with isolate EDP 1 having the highest resistance. The results indicate that lotus root fermentation has the potential to be a source of LAB for functional food applications.

Keyword: Bacterial Characterization; Fermentation; Functional Foods; Lactic Acid Bacteria; Lotus Root.

Abstrak. Pangan fungsional memiliki manfaat kesehatan tambahan selain nilai gizinya. Salah satu pendekatan dalam pengembangan pangan fungsional adalah melalui fermentasi yang melibatkan bakteri asam laktat (BAL). Penelitian ini bertujuan mengisolasi dan mengkarakterisasi bakteri asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi akar teratai dan food replacement X sebagai bahan pangan alternatif. Penelitian dilakukan eksperimental melalui proses fermentasi selama lima hari pada suhu 37°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BAL berhasil diisolasi dari fermentasi akar teratai dengan jumlah koloni $1,88 \times 10^5$ CFU/mL pada pengenceran 10^{-2} , sedangkan pada food replacement X tidak ditemukan pertumbuhan BAL. Empat isolat murni diperoleh dengan karakteristik koloni bulat, putih susu, non-motil, dan katalase negatif. Dua isolat Gram positif, sementara dua lainnya Gram negatif. Semua isolat tahan pada kondisi pH asam (pH 3), dengan isolat EDP 1 menunjukkan ketahanan tertinggi. Hasil ini menunjukkan fermentasi akar teratai berpotensi sebagai sumber BAL untuk pangan fungsional.

Kata Kunci: Akar Teratai; Bakteri Asam Laktat; Fermentasi; Karakterisasi Bakteri; Pangan Fungsional.

1. LATAR BELAKANG

Pangan fungsional telah menjadi perhatian yang penting dalam pengembangan produk pangan, karena tidak hanya berperan sebagai sumber zat gizi, melainkan juga memiliki potensi dalam memberikan efek positif tambahan bagi kesehatan tubuh. Pangan fungsional merupakan makanan yang mengandung satu atau lebih komponen dalam fungsi khusus yang berdasarkan penelitian ilmiah memiliki efek fisiologis tertentu dan aman untuk dikonsumsi serta dapat memberikan manfaat bagi kesehatan. (Suciati & Safitri, 2021). Salah satu cara untuk dapat

menghasilkan pangan fungsional yaitu dengan cara proses fermentasi dengan memanfaatkan bakteri asam laktat. Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan bakteri anaerob yang mampu hidup di berbagai lingkungan alami termasuk pada tanaman, saluran pencernaan makhluk hidup, buah, sayur, produk olahan makanan dan juga berbagai produk fermentasi lainnya. Bakteri ini dapat menghasilkan asam organik, metabolit primer, serta penurunan pH di lingkungannya yang dapat menghambat suatu pertumbuhan patogen.(Ardilla et al., 2022; Ardhana et al., 2025). Fermentasi menjadi pendekatan inovatif dalam pengembangan pangan fungsional karena mampu meningkatkan ketersediaan senyawa bioaktif dan mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat yang berperan dalam kesehatan.

Teratai di Indonesia dapat dengan mudah ditemukan tumbuh secara liar di perairan sebagai bagian dari kekayaan flora lokal. Dalam perkembangannya, tanaman teratai sering kali dimanfaatkan sebagai bahan pangan tradisional maupun sebagai tanaman obat. Di antara bagian tanaman tersebut, akar teratai mempunyai manfaat yang cukup besar. Akar teratai yang tergolong dalam famili *Nymphaeaceae* diketahui memiliki sifat biologis, antara lain sebagai agen hemostatik, sedatif, serta berperan dalam membantu pengenceran darah. Selain manfaat kesehatannya, akar teratai juga berpeluang untuk dikembangkan sebagai bahan baku dalam pengolahan produk pangan. Bahan pangan baru seperti *food replacement X* yang diformulasikan sebagai pengganti pangan fungsional, serta akar teratai yang dikenal kaya akan polisakarida, serat, dan senyawa bioaktif, berpotensi menjadi sumber BAL dengan karakteristik berbeda.

Fermentasi akar teratai diawali dengan tahap pencucian bahan dan pengeringan selama 14 hari, kemudian dilanjutkan dengan penambahan starter sebanyak 2% dan inkubasi dalam kondisi anaerob. Proses fermentasi ini berpotensi menghasilkan bakteri asam laktat sebagai mikroorganisme fungsional. Oleh karena itu, produk fermentasi yang dihasilkan perlu dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan keberadaan dan karakteristik bakteri asam laktat. Pengujian yang dilakukan meliputi isolasi bakteri, pewarnaan Gram, uji motilitas, uji katalase, serta uji ketahanan bakteri terhadap kondisi pH asam.

Bakteri yang berperan dalam proses fermentasi akar teratai sangat memengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana pengaruh bakteri asam laktat dalam fermentasi akar teratai serta memahami karakteristik bakteri tersebut.

2. KAJIAN TEORITIS

Bakteri asam laktat (BAL) diklasifikasikan sebagai mikroorganisme GRAS karena keamanannya bagi manusia serta sifatnya yang nonpatogen. Karakteristik tersebut menjadikan BAL berpotensi digunakan sebagai biopreservatif. Selain itu, BAL menghasilkan senyawa metabolit yang berperan sebagai antibakteri, antara lain asam organik, hidrogen peroksida, dan diasetil. (Dewi et al., 2022). BAL memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi karbohidrat menjadi asam laktat dengan menguraikan zat makromolekul dalam makanan, termasuk degradasi polisakarida yang resisten terhadap proses pencernaan. Karakteristik bakteri asam laktat ialah bakteri dengan Gram-positif, berbentuk batang atau kokus yang tunggal, berpasangan atau rantai tidak berspora, terkadang membentuk segi empat, katalase negatif, toleran terhadap asam dan anaerob.

Pangan fermentasi didefinisikan sebagai makanan atau minuman yang dihasilkan melalui pertumbuhan mikroorganisme terkontrol dan modifikasi komponen pangan secara enzimatis. Berdasarkan bahan baku dan teknologi pengolahannya, pangan fermentasi diklasifikasikan menjadi nabati dan hewani serta tradisional dan nontradisional. (Mirdhayati, 2022). Mikroba yang berperan dalam proses fermentasi diantaranya adalah *Leuconostoc plantarum*, *leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus thermophiles*, *lactobacillus acidophilus*, dan *lactobacillus bulgaricus*. *Leuconostoc* merupakan kelompok mikroba yang dominan selama proses fermentasi terutama pada tahap awal dan menengah, sedangkan *Lactobacillus* ialah kelompok mikroba yang dominan pada tahap lanjutan proses fermentasi. (Nurfuzianti et al., 2021; Gaol et al., 2025). Fermentasi dengan bakteri asam laktat pada pangan nabati alternatif terbukti meningkatkan aktivitas antioksidan dan ketersediaan senyawa bioaktif serta menekan kandungan antinutrisi, sehingga memperbaiki sifat fungsional dan potensi manfaat kesehatan produk.

Berdasarkan penelitian yang diperoleh oleh S. P. Bangar et al., 2022 bahwa biji teratai Salah satu komponen karbohidrat dominan yang terdapat dalam biji teratai adalah pati. Penulis melaporkan bahwa pati resisten meningkatkan proliferasi mikroba bermanfaat dan meningkatkan kandungan asam lemak rantai pendek (SCFA), terutama asam butirat, yang meningkatkan kesehatan tubuh. Biji teratai dapat digunakan sebagai agen probiotik dalam banyak makanan. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Finanda et al., 2021, diketahui bahwa isolat BALF2 hingga BALF4 menunjukkan karakter elevasi koloni yang seragam, yaitu berbentuk cembung. Sementara itu, isolat BALF1 dan BALF5 memiliki tipe elevasi koloni timbul rata.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yang dilaksanakan pada Laboratorium Mikrobiologi dan Biokimia, Universitas Prima Indonesia pada periode bulan Juni hingga September 2025.

Alat

Pada penelitian ini menggunakan peralatan meliputi berbagai alat gelas di laboratorium, autoklaf, timbangan, spatula, rak tabung reaksi, bunsen, magnetic stirrer, vortex, mikroskop, spektrofotometri, gunting, pisau, tisu, kapas, kaca objek, alat ose, pipet tetes, alat ph meter.

Bahan Penelitian

Akar teratai, jujube, jahe dan food Replacement x yang di peroleh dari supermarket Brastagi, Kota Medan, Sumatera Utara dan daun teratai yang diperoleh dari Universitas Sumatera Utara, kota Medan, Sumatera Utara, ragi *saccharomyces cerevisiae*, MRSA, MRSB, NaCl, aquadest, SIM, CaCo₃, Alkohol 96%, minyak imersi, larutan kristal violet, larutan iodine, larutan safranin, larutan H₂O₂ 3%, HCl dan spiritus.

Preparasi sampel

Akar teratai, jujube, jahe dan daun teratai dipotong menjadi ukuran kecil kemudian dicuci menggunakan air mengalir. Sampel yang telah dicuci ditiriskan selama ± 2 jam untuk mengurangi kadar air. Seluruh bahan selanjutnya dikeringkan secara manual melalui penjemuran di bawah cahaya lampu selama 14 hari hingga mencapai kondisi kering. Bahan kering kemudian digiling hingga terbentuk serbuk halus untuk memudahkan proses fermentasi.

Proses Fermentasi

Serbuk bahan ditimbang sesuai formulasi yang telah ditetapkan. Starter *saccharomyces Cerevisiae* kemudian ditambahkan kedalam campuran serbuk, yang dilanjutkan dengan aquadest steril. Campuran tersebut dimasukkan kedalam wadah fermentasi dan diinkubasi menggunakan metode shaker pada suhu 37°C selama 5 hari dalam kondisi terkontrol.

Tabel 1. Formulasi setiap 10 g Fermentasi Akar Teratai (*Nelumbo nucifera*).

Bahan	Formula	Formula (/10 g)
Akar Teratai	7	700 mg
Daun Teratai	60	6000 mg
Jujube	32,8	3280 mg
Jahe	0,2	20 mg

Persiapan Media

Media MRS Agar disiapkan dengan melarutkan 13,64 g serbuk MRS dalam 200 mL akuades serta 1% CaCO_3 . Larutan dipanaskan hingga homogen, kemudian didinginkan hingga $\pm 55^\circ\text{C}$ sebelum disterilisasi dalam autoklaf pada 121°C selama 15 menit. Media MRS Broth dibuat dengan melarutkan 1,566 g dalam 30 mL akuades, dihomogenkan, dibagi ke dalam tabung reaksi (masing-masing 9 mL), dan disterilisasi dengan kondisi yang sama.

Inokulasi Fermentasi Akar Teratai dan Food replacement x

Media MRS Broth yang telah disterilisasi diinokulasi dengan hasil fermentasi akar teratai dan serbuk *food replacement X* menggunakan perbandingan 1:9. Tabung ditutup, dihomogenkan, dan inkubasi pada dengan suhu 37°C selama 48 jam. Isolasi BAL dari Fermentasi Akar Teratai dan *Food replacement x* sampel yang sudah di inkubasi, kemudian dilakukan pengenceran berseri hingga pengenceran 10^{-3} menggunakan NaCl 0,9%, dengan masing-masing pengenceran (10^{-1} - 10^{-3}) ditanam pada MRS Agar sebanyak 100 μL dengan metode *spread plate*, lalu inkubasi dengan suhu 37°C selama 48 jam. Koloni yang tumbuh diamati dan dipilih untuk dimurnikan menggunakan metode *streak plate* yang dilakukan sebanyak tiga kali, berturut-turut hingga diperoleh isolat BAL yang murni.

Karakterisasi Bakteri Asam Laktat

Pewarnaan gram

Pewarnaan gram dilakukan dengan mengambil biakan murni EDP 1, EDP 2, EDP 3, dan EDP 4 menggunakan jarum ose steril dan meratakannya pada kaca objek, kemudian ditetesi aquadest steril. Preparat di fiksasi diatas Bunsen hingga kering, kemudian diwarnai dengan kristal violet selama 60 detik dan dibilas menggunakan aquadest mengalir. Selanjutnya preparat ditetesi larutan iodin kompleks selama 60 detik dan Dibilas kembali, diikuti proses dekolorisasi menggunakan alkohol 96% selama 60 detik dan pembilasan ulang. Tahap akhir dilakukan dengan penambahan safranin selama 30 detik sebelum dilakukan pembilasan dan pengeringan. Preparasi yang telah dikeringkan ditetaskan dengan minyak imersi dan diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000x.

Uji Motilitas

Isolat bakteri EDP 1, EDP 2, EDP 3, dan EDP 4, diinokulasi ke dalam media SIM menggunakan jarum loop steril berujung runcing. Isolat dimasukkan dengan menusukkan inokulum secara tegak lurus ke dalam media. Semua tabung yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam untuk mengamati pertumbuhan dan motilitas bakteri.

Uji Katalase

Pengujian dilakukan dengan mengambil empat isolat bakteri yang telah diinkubasi selama 24 jam menggunakan ose steril, masing-masing isolat diletakkan pada kaca objek. Selanjutnya, setiap preparat ditambahkan sebanyak 1–3 tetes larutan H₂O₂ 3%. Terbentuknya gelembung menandakan hasil uji positif, sedangkan tidak adanya gelembung menunjukkan hasil uji negatif.

Uji Ketahanan Bakteri Terhadap pH Asam

Uji ketahanan terhadap kondisi asam dilakukan dengan menyiapkan delapan tabung reaksi yang berisi media MRS Broth, kemudian tabung tersebut dibagi menjadi dua perlakuan. Empat tabung disesuaikan pH-nya menjadi pH 3,0 menggunakan larutan HCl, sementara empat tabung lainnya dipertahankan pada pH 6,5. Seluruh media disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah proses sterilisasi selesai, masing-masing isolat bakteri EDP 1, EDP 2, EDP 3, dan EDP 4 diinokulasikan masing-masing ke dalam media MRS Broth pH 3,0 dan pH 6,5. Media kemudian dihomogenkan dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, tingkat ketahanan isolat terhadap kondisi asam selanjutnya dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang yang ditetapkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia merupakan tahapan awal yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan metabolit sekunder pada bahan alam. Metabolit sekunder adalah senyawa bioaktif hasil metabolisme yang umumnya terdapat dalam jumlah relatif rendah dan distribusinya tidak merata, serta dipengaruhi oleh faktor internal tanaman dan kondisi lingkungan. (Rahmat et al., 2025)

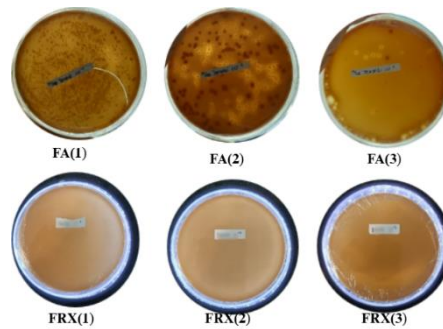
Hasil skrining fitokimia pada fermentasi akar teratai menunjukkan hasil positif terhadap keberadaan metabolit sekunder, yang mengindikasikan adanya senyawa bioaktif dalam bahan tersebut. Temuan ini sejalan dengan penelitian Lin et al. (2019) yang melaporkan bahwa tanaman teratai (*Nelumbo nucifera*) memiliki kandungan metabolit sekunder yang tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai tanaman herbal. Metabolit sekunder diketahui memiliki aktivitas biologis penting, antara lain sebagai antioksidan dan antiinflamasi, serta berperan dalam menurunkan stres oksidatif dan mendukung perlindungan seluler (R. I. Bangar et al., 2024).

Isolasi BAL dari Fermentasi Akar Teratai dan Food replacement x

Temuan analisis mengindikasikan bahwa kedua sampel yang telah diinkubasi selama 48 jam dalam kondisi anaerob, diperoleh hasil perhitungan total koloni bakteri pada sampel fermentasi Akar Teratai. Pada pengenceran 10^{-1} dan 10^{-3} , koloni yang terbentuk menunjukkan jumlah yang tidak memenuhi standar perhitungan koloni, sehingga hasilnya dikategorikan sebagai tidak dapat dihitung sedangkan pada pengenceran 10^{-2} diperoleh jumlah koloni sebesar $1,88 \times 10^5$ CFU/mL. Perhitungan *total plate count* dilakukan dengan memilih cawan petri yang memiliki jumlah koloni antara 30 hingga 300. Pemilihan rentang tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa cawan dengan jumlah koloni terlalu banyak (>300 koloni) tidak memenuhi syarat untuk dihitung karena dapat menimbulkan tingkat kesalahan perhitungan yang tinggi. Sebaliknya, cawan dengan jumlah koloni terlalu sedikit (<30 koloni) juga tidak layak dianalisis secara statistik karena tingkat kepercayaannya rendah. Oleh karena itu, hanya cawan dengan jumlah koloni dalam rentang tersebut yang digunakan untuk memperoleh hasil perhitungan yang akurat. (Suharman et al., 2023). Sementara itu, pada sampel Food replacement x tidak ditemukan adanya pertumbuhan koloni bakteri, dapat dilihat pada gambar 1.

Keberadaan bakteri asam laktat (BAL) dalam fermentasi akar teratai berperan penting dalam menentukan karakteristik akhir produk yang dihasilkan. Secara metabolik, BAL memfermentasi karbohidrat, termasuk pati dan gula sederhana yang terkandung dalam akar teratai, menjadi asam laktat sebagai produk utama. Produksi asam laktat dapat menyebabkan penurunan pH lingkungan fermentasi, sehingga menciptakan kondisi yang kurang mendukung bagi pertumbuhan mikroorganisme patogen.

Berdasarkan total koloni bakteri yang diperoleh dari fermentasi akar teratai, dilakukan proses pemurnian sebanyak tiga kali hingga diperoleh empat isolat murni yang diberi kode EDP 1, EDP 2, EDP 3, dan EDP 4. Keempat isolat tersebut menunjukkan terbentuknya zona bening di sekitar koloni, dengan karakter morfologi berbentuk bulat, permukaan cembung, dan berwarna putih susu. Hasil pengamatan morfologi tersebut sesuai dengan kriteria bakteri asam laktat (BAL) yang dikemukakan oleh, Finanda et al., 2021 yang mengacu pada teori Holt yaitu koloni berbentuk bulat dengan warna putih susu hingga krem dan memiliki ciri koloni berbentuk bulat, tepi koloni rata, elevasi koloni cembung hingga datar, serta warna koloni putih susu hingga putih pucat.



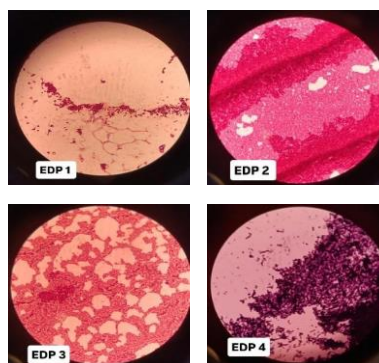
Gambar 1. Hasil isolasi food replacement x (FRX) dan fermentasi akar teratai (FA).

Pewarnaan BAL dari Fermentasi Akar Teratai

Tabel 2. Hasil Pengamatan Karakteristik BAL pada Pewarnaan Gram.

Kode Isolasi	Karakteristik BAL			Gram Staining
	Warna Sel	Bentuk Sel	Susunan Sel	
EDP 1	Ungu	Basil	Streptobasil	Positif
EDP 2	Merah Muda	Basil	Basil Tunggal	Negatif
EDP 3	Merah	Basil	Basil Tunggal	Negatif
EDP 4	Ungu Tua	Basil	Streptobasil	Positif

Salah satu metode mengidentifikasi karakteristik bakteri dengan pewarnaan diferensial. Pewarnaan gram pada isolat EDP 1, EDP 2, EDP 3, dan EDP 4, diperoleh bahwa isolat EDP 1 dan EDP 4 menunjukkan hasil gram positif yang ditandai dengan dinding sel berwarna ungu, sedangkan EDP 2 dan EDP 3 menunjukkan hasil gram negatif yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pewarnaan gram pada isolat EDP 1, EDP 2, EDP 3, dan EDP 4.

Perbedaan warna yang muncul pada pewarnaan gram disebabkan oleh variasi struktur dinding sel bakteri terhadap reagen pewarnaan gram. Bakteri gram positif memiliki dinding sel yang tersusun atas peptidoglikan yang tebal, serta terdapat asam teikoat dan lipoteikoat,

susunan ini memungkinkan bakteri gram positif tetap mempertahankan zat warna kristal violet meskipun telah diberi larutan penghilang warna. Akibatnya, pada tahap pemberian warna sekunder dinding sel bakteri gram positif tidak terwarnai kembali karena pewarna primer telah terserap kuat. Sebaliknya, bakteri gram negatif mempunyai lapisan peptidoglikan yang lebih tipis dan dilapisi oleh membran luar yang mengandung lipopolisakarida, fosfolipid, serta protein. Dalam proses penghilangan warna, pewarna primer pada dinding sel bakteri gram negatif akan terlepas, sehingga di tahap berikutnya bakteri menyerap pewarna sekunder dan terlihat berwarna merah (Sari et al., 2025).

Uji Motilitas

Berdasarkan tabel 3, hasil uji Motilitas terhadap keempat isolat bakteri menunjukkan hasil negatif atau non-motilitas. Hal tersebut ditandai dengan tidak adanya penyebaran pertumbuhan bakteri dari area tusukan pada media *Sulfide Indole Motility* (SIM), sehingga pertumbuhan bakteri hanya tampak terbatas pada jalur inokulasi. Data yang diperoleh menguatkan teori yang telah dijelaskan oleh Nuryadi dalam studi yang dilaksanakan Wardi et al., 2024, yang menjelaskan bahwa Bakteri Asam Laktat (BAL) umumnya bersifat non-motil. Sifat non-motil tersebut ditandai dengan tidak adanya pergerakan atau penyebaran bakteri pada media motilitas, yang biasanya ditunjukkan dengan pola pertumbuhan menyerupai rambatan akar di sekitar area tusukan.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Motilitas Isolat.

Kode Isolat	Motilitas
EDP 1	Non-motilitas
EDP 2	Non-motilitas
EDP 3	Non-motilitas
EDP 4	Non-motilitas

Uji Katalase

Uji katalase pada pengujian biokimia bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memproduksi enzim katalase, yaitu enzim yang berfungsi mengkatalisis penguraian hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air (H_2O) dan oksigen (O_2) (Suharjo et al., 2022). Menurut Djide dan Wahyuddin (2008), bakteri asam laktat (BAL) umumnya ketiadaan enzim katalase menyebabkan ketidakmampuan dalam menguraikan H_2O_2 (Hidrogen Peroksida) menjadi air dan oksigen. Hasil uji positif ditunjukkan dengan adanya gelembung udara yang terbentuk sebagai indikasi pelepasan gas oksigen, sedangkan hasil negatif ditunjukkan dengan ketiadaan gelembung udara. Koneman (2006) menjelaskan bahwa gelembung udara yang muncul pada

uji katalase merupakan gas oksigen yang dihasilkan dari reaksi antara enzim katalase dan hidrogen peroksida (H_2O_2), serta BAL diketahui hanya membutuhkan kadar oksigen yang rendah untuk dapat tumbuh. (Aini et al., 2022).

Berdasarkan data hasil pengamatan pada Tabel 4, keempat isolat bakteri menunjukkan hasil uji katalase negatif yang ditandai dengan tidak terbentuknya gelembung gas. Temuan ini sejalan dengan teori yang dijelaskan oleh Djide dan Wahyuddin (2008) dan diperkuat oleh kajian yang dilakukan oleh Karyawati et al., 2024 yang menjelaskan bahwa seluruh isolat yang diuji memberikan reaksi negatif pada uji katalase, ditandai dengan tidak munculnya gelembung udara setelah penambahan hidrogen peroksida.

Dengan demikian, hasil uji katalase pada penelitian ini mendukung karakteristik bakteri asam laktat dari isolat yang diperoleh.

Tabel 4. Hasil Uji Katalase.

Kode Isolat	Katalase
EDP 1	Katalase Negatif
EDP 2	Katalase Negatif
EDP 3	Katalase Negatif
EDP 4	Katalase Negatif

Ketahanan Bakteri Terhadap pH Asam

Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme yang mampu menghasilkan asam laktat dan toleran terhadap kondisi pH asam, sehingga berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, termasuk patogen. Selain itu kemampuan bertahan pada lingkungan asam, khususnya pH rendah di lambung, merupakan salah satu syarat BAL sebagai probiotik. (Bawole et al., 2018).

Berdasarkan hasil pengujian Ketahanan pH asam (pH 3), seluruh isolat masih menunjukkan kemampuan bertahan meskipun dengan pertumbuhan yang relatif rendah.

Persentase ketahanan masing-masing isolat yaitu 56,73% (EDP 1), 52,77% (EDP 2), 42,68% (EDP 3), dan 42,41% (EDP 4), dengan isolat EDP 1 menunjukkan ketahanan paling baik. Temuan ini sejalan dengan konsep yang dijelaskan Felix et al., 2024 yang menunjukkan bahwa beberapa isolat BAL tetap mampu bertahan pada pH asam meskipun pertumbuhannya terbatas. Ketahanan BAL terhadap pH asam berkaitan dengan respon adaptif sel terhadap pengasaman sitoplasma, yang menyebabkan penurunan aktivitas enzim dan laju sintesis energi. Untuk mengatasi kondisi tersebut, sel mempertahankan ekspresi gen-gen katabolik dan meningkatkan konsentrasi enzim tertentu sebagai mekanisme kompensasi parsial terhadap pH rendah.

Tabel 5. Analisis Ketahanan Bakteri terhadap pH Asam.

Kode Isolat	Absorbansi pH3	Absorbansi pH6	% Pertumbuhan
EDP 1	1,355	2,353	56,73 %
EDP 2	1,314	2,490	52,77 %
EDP 3	1,100	2,577	42,68 %
EDP 4	1,066	2,513	42,42 %

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bakteri asam laktat (BAL) berhasil diisolasi dari hasil fermentasi akar teratai, sedangkan pada food replacement X tidak ditemukan pertumbuhan BAL pada metode dan kondisi penelitian yang digunakan. Proses isolasi menghasilkan empat isolat murni dengan karakter morfologi koloni yang sesuai dengan karakteristik BAL. Hasil karakterisasi fisiologis dan biokimia menunjukkan bahwa seluruh isolat bersifat nonmotil dan katalase negatif, dengan dua isolat bersifat Gram positif. Selain itu, seluruh isolat mampu bertahan pada kondisi pH asam (pH 3), meskipun menunjukkan variasi tingkat ketahanan, dengan isolat EDP 1 sebagai isolat paling toleran. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa bakteri asam laktat berpengaruh dalam fermentasi akar teratai.

Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan pengujian lanjutan terhadap potensi fungsional isolat, meliputi aktivitas antimikroba dan toleransi terhadap garam empedu, serta melakukan identifikasi isolat bakteri asam laktat secara molekuler guna memastikan klasifikasi hingga tingkat spesies.

DAFTAR REFERENSI

- Aini, A., Ustiawaty, J., Kurniawan, E., & Maulana, A. (2022). Isolate and Characterization of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Local Nira as Probiotic Starter Candidates. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1195–1203. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i4.4429>
- Ardhana, R. R., Sembiring, N. B., Bangar, R. I., Kedokteran, F., & Indonesia, U. P. (2025). AERUGINOSA PADA PARAM KARO SEBAGAI. *Jurnal Farmasi Dan Herbal*, 7(2).
- Ardilla, Y. A., Anggreini, K. W., & Rahmani, T. P. D. (2022). Peran bakteri asam laktat indigen genus lactobacillus pada fermentasi buah durian (*Durio zibethinus*) sebagai bahan pembuatan tempoyak. *Berkala Ilmiah Biologi*, 13(2), 42–52. <https://doi.org/10.22146/bib.v13i1.4619>
- Bangar, R. I., Ningsih, K. N., Kartasasmita, R. E., & Insanu, M. (2024). Isolation of α -glucosidase enzyme inhibitor from titanus (*Leea aequata* L.). *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 6(1), 2024–2065. <https://doi.org/10.5614/crbb.2024.6.1/XCGSRS5W>
- Bangar, S. P., Dunno, K., Kumar, M., Mostafa, H., & Maqsood, S. (2022). A comprehensive

- review on lotus seeds (*Nelumbo nucifera* Gaertn.): Nutritional composition, health-related bioactive properties, and industrial applications. *Journal of Functional Foods*, 89, 104937. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104937>
- Bawole, K. V., Umboh, S. D., & Tallei, T. E. (2018). Uji Ketahanan Bakteri Asam Laktat Hasil Fermentasi Kubis Merah (*Brassica oleracea* L.) Pada pH 3. *Jurnal MIPA*, 7(2), 20–23. <https://doi.org/10.35799/jm.7.2.2018.20624>
- Dewi, M. A., Mubarik, N. R., Desniar, & Budiarti, S. (2022). Aplikasi Bakteri Asam Laktat Dari Inasua Sebagai Lactic Acid Bacteria Application from Inasua as Biopreservative for Catfish (*Pangasius sp.*). *Jphpi*, 25(1), 152–162.
- Felix, Chandra, R., & Fachrial, E. (2024). Kadar kolesterol secara in vitro. *PREPOTIF : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(April), 101–112.
- Finanda, A., Mukarlina, & Rahmawati. (2021). Isolasi Dan Karakterisasi Genus Bakteri Asam Laktat Dari Fermentasi Daging Buah. *Protobiont*, 10(2), 37–41.
- Gaol, I. Y. L., Bangar, R. I., Kaban, V. E., Sembiring, N. B., & Harahap, D. W. S. (2025). Efficacy Test of Tetanus Leaf (*Leea aequata* L.) Ethanol Extract against Bacteria (*Pseudomonas aeruginosa*). *Pharmaceutical and Clinical Journal of Nusantara (PCJN)*, 03(01), 1–7.
- Karyawati, A. T., Mauboy, R. S., Ruma, M. T. L., Bana, J. J., Amalo, D., & Suhardi, E. (2024). Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari limbah tahu di Pabrik Tahu Bintang Oesapa Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang. *Jurnal Biotropikal Sains*, 21(3), 74–82.
- Mirdhayati, I. (2022). Karakterisasi Kimia, Mikrobiologik, dan Sensoris Daging Sapi Fermentasi Asal Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(1), 1–17. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT>
- Nasution, H. M., Yulyana, A., Utama, R. F., Bangar, R. I., Kaban, V. E., Daulay, W., Astyka, R., & Lubis, M. F. (2025). *narra j Synergistic mechanism of Phyllanthus emblica extract and tetracycline against*. 1–18.
- Nurfuzianti, R., Lubis, N., & J, C. E. (2021). Review: Pengaruh Proses Fermentasi Terhadap Kandungan Asam Laktat Pada Makanan Fermentasi. *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 10(2), 71. <https://doi.org/10.30591/pjif.v10i2.2098>
- Rahmat, S., Nadila, Deswita, Hairani, S. P., Yeyen, & Ensui. (2025). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Sebagai Senyawa Kompleks pada Tanaman Tradisional. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(5)(September), 17–26.
- Sari, Y. E. S., Azizah, F., Tumbol, M. V. L., Prayekti, E., Nurbidayah, Wijayanti, D. R., Rohayati, Astuti, R. A. W., Sartika, F., Situmeang, S. M. F., Inayah, M. N., Rini, C. S., Juniawan, M. F., Darmo, K., Dewi, Y. R., Sahroni, M., Sanatang, Patricia, V., Arimurti, A. R. R., & Dewi, N. P. S. P. (2025). BAKTERIOLOGI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

- Suciati, F., & Safitri, L. S. (2021). Pangan Fungsional Berbasis Susu dan Produk Turunannya. *Journal of Sustainable Research In Management of Agroindustry (SURIMI)*, 1(1), 13–19. <https://doi.org/10.35970/surimi.v1i1.535>
- Suharjo, R., Fitriana, Y., & Lestari, P. (2022). *Buku Prosedur Isolasi dan Karakterisasi Biokimia Spesies Dickeya* (p. 99).
- Suharman, Izzati, N. K., & Himelda, T. A. N. (2023). Analisis Cemarkan Mikroba dalam Produk Minuman Sari Kedelai dengan Metode Total Plate Count (TPC). *Journal of Innovative Food Technology and Agricultural Product*, 01(01), 9–13. <https://doi.org/10.31316/jitap.vi.5748>
- Wardi, E. S., Irwandi, Febriani, I., & Nova, B. (2024). ISOLASI BAKTERI ASAM LAKTAT DARI TAPE UBI SINGKONG (*Manihot esculenta* Crantz) DAN UJI AKTIVITAS ENZIM PROTEASE THE ISOLATION OF LACTIC ACID BACTERIA FROM CASSAVA TAPAI (*Manihot esculenta* Crantz) AND PROTEASE ENZYME ACTIVITY ASSAY. *Jurnal Kesehatan Medika Saintika*, 15(2).