

KARAKTERISTIK ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT ASAL SAWI ASIN DAN APLIKASINYA DALAM FERMENTASI PASTA CABAI

ROSA AMELIA



PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

RINGKASAN

ROSA AMELIA. Karakteristik Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Sawi Asin dan Aplikasinya dalam Fermentasi Pasta Cabai. Dibimbing oleh ANJA MERYANDINI dan TITI SUNARTI.

Cabai (*Capsicum* spp.) merupakan komoditas hortikultura yang mudah mengalami kerusakan karena memiliki kadar air yang tinggi. Salah satu upaya untuk memperpanjang umur simpan sekaligus meningkatkan mutu cabai adalah melalui fermentasi. Namun, fermentasi spontan sering menghasilkan mutu produk yang tidak konsisten akibat perubahan komunitas mikroba selama proses fermentasi. Selain itu, pembentukan etanol selama fermentasi menjadi perhatian karena berkaitan dengan keamanan pangan dan aspek kehalalan produk. Penggunaan BAL sebagai kultur starter merupakan salah satu alternatif untuk menghasilkan fermentasi yang lebih terkendali sehingga mampu meningkatkan mutu mikrobiologi, sifat fisikokimia, dan karakteristik sensori produk. Penelitian ini bertujuan mengisolasi dan menyeleksi BAL indigenous dari air sawi asin serta mengevaluasi potensinya sebagai kultur starter pada fermentasi pasta cabai.

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi isolasi dan karakterisasi BAL, seleksi kemampuan menghasilkan asam, uji pembentukan gas, analisis produksi etanol menggunakan Headspace GC-FID, uji nonpatogenitas, uji kemampuan tumbuh pada media fermentasi cabai, kurva pertumbuhan, identifikasi molekuler berdasarkan gen 16S rRNA, fermentasi dan penyimpanan pasta cabai, serta analisis mutu mikrobiologi, sifat fisikokimia, uji sensori, dan analisis senyawa volatil menggunakan GC-MS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berhasil diperoleh 7 isolat BAL dari air sawi asin. Seluruh isolat memiliki karakteristik Gram positif, berbentuk batang, katalase negatif, bersifat homofermentatif, dan menunjukkan γ -hemolisis. Berdasarkan kemampuan menghasilkan asam, isolat SWR2 memiliki performa terbaik dengan nilai total asam tertitrasi sebesar 1,77% dan pH sebesar 4,08. Hasil analisis Headspace GC-FID menunjukkan bahwa isolat SWR1, SWR2, dan SWR5 tidak menghasilkan etanol hingga di bawah batas deteksi alat ($<0,0037\%$). Pengujian pada media fermentasi cabai menunjukkan bahwa SWR1, SWR2, dan SWR5 mampu tumbuh dengan baik pada media yang mengandung garam non-yodium sebesar 3%. SWR2 menunjukkan performa terbaik dengan jumlah sel mencapai 7,45 log CFU/mL, pH akhir 3,03, dan total asam tertitrasi sebesar 1,05% setelah 48 jam fermentasi. Analisis kurva pertumbuhan menunjukkan bahwa fase eksponensial akhir terjadi pada jam ke-6 hingga jam ke-9, sehingga merupakan waktu optimal untuk persiapan kultur starter.

Hasil identifikasi molekuler berdasarkan analisis BLASTn menunjukkan bahwa isolat SWR2 memiliki tingkat kemiripan sekuens sebesar 99% dengan anggota kelompok *Lactiplantibacillus plantarum*. Analisis filogenetik menggunakan metode Neighbor-Joining memperlihatkan bahwa isolat SWR2 berada dalam satu klaster dengan *Lactiplantibacillus plantarum* strain NBRC 15891 dengan nilai bootstrap sebesar 91%, yang mengindikasikan hubungan filogenetik yang sangat dekat. Selama penyimpanan, penggunaan starter BAL menghasilkan mutu mikrobiologis yang lebih baik dibandingkan dengan fermentasi spontan. Populasi BAL meningkat hingga 8,14 log CFU/g pada minggu kedua dan



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Karakteristik Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Sawi Asin dan Aplikasinya dalam Fermentasi Pasta Cabai” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Rosa Amelia
G3501241011

tertetap lebih tinggi hingga akhir penyimpanan, sedangkan populasi kapang dan khamir lebih rendah dibandingkan dengan fermentasi spontan. Penambahan starter juga mempercepat proses fermentasi yang ditandai dengan penurunan pH dari 3,82 menjadi 3,21, peningkatan total asam tertitrasi dari 0,86% menjadi 1,51%, serta penurunan kadar gula pereduksi selama penyimpanan akibat dimanfaatkan sebagai sumber karbon oleh BAL. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan starter mampu meningkatkan stabilitas mikrobiologis dan mempercepat pembentukan asam organik selama fermentasi.

Hasil uji hedonik menunjukkan bahwa pasta cabai yang difermentasi menggunakan starter lebih disukai oleh panelis, terutama pada atribut aroma. Analisis GC-MS menunjukkan bahwa penggunaan starter meningkatkan keragaman senyawa volatil, terutama 3-methyl-1-butanol, phenethyl alcohol, linalyl butyrate, dan cis-3-hexenyl butanoate, yang berkontribusi terhadap aroma floral, fruity, dan segar. Meskipun etil asetat tetap menjadi senyawa dominan pada kedua perlakuan, fermentasi menggunakan starter menghasilkan profil aroma yang lebih kompleks dibandingkan dengan fermentasi spontan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa isolat indigenous *Lactiplantibacillus* sp. SWR2 dari air sawi asin berpotensi dikembangkan sebagai kultur starter untuk fermentasi pasta cabai. Penggunaan starter tersebut mampu meningkatkan populasi BAL, mempercepat pembentukan asam, menekan pertumbuhan kapang dan khamir, tidak menghasilkan etanol yang terdeteksi, memperbaiki profil senyawa volatil, serta meningkatkan mutu sensori pasta cabai dibandingkan dengan fermentasi spontan.

Kata kunci : pasta cabai, fermentasi sawi asin, bakteri asam laktat, kultur starter, dan fermentasi spontan

SUMMARY

ROSA AMELIA. Characterization of Lactic Acid Bacteria Isolated from Fermented Mustard Greens and Their Application in Chili Paste Fermentation. Supervised by ANJA MERYANDINI and TITI SUNARTI.

Chili pepper (*Capsicum* spp.) is a horticultural commodity that is highly susceptible to deterioration due to its high moisture content. Fermentation is one of the approaches used to extend shelf life while improving chili quality. However, spontaneous fermentation often results in inconsistent product quality due to variations in microbial communities throughout the fermentation process. In addition, ethanol formation during fermentation has become a concern due to its relevance to food safety and halal aspects of the product. The application of LAB as starter cultures provides an alternative approach to achieve controlled fermentation, thereby improving microbiological quality, physicochemical properties, and sensory characteristics of the product. This study aimed to isolate and select indigenous LAB from fermented mustard green brine and evaluate their potential as starter cultures for chili paste fermentation.

The study was conducted through several stages, including the isolation and characterization of LAB, selection based on acid-producing ability, gas production testing, ethanol production analysis using Headspace GC-FID, non-pathogenicity assessment, evaluation of growth in chili fermentation medium, growth curve analysis, molecular identification based on the 16S rRNA gene, chili paste fermentation and storage, and analyses of microbiological quality, physicochemical properties, sensory attributes, and volatile compounds using GC-MS.

The results showed that seven LAB isolates were successfully obtained from fermented mustard green brine. All isolates exhibited Gram-positive, rod-shaped characteristics, were catalase-negative, homofermentative, and showed γ -hemolysis activity. Based on acid production ability, isolate SWR2 demonstrated the best performance with a total titratable acidity value of 1.77% and a pH value of 4.08. Headspace GC-FID analysis revealed that isolates SWR1, SWR2, and SWR5 did not produce detectable ethanol below the instrument detection limit ($<0.0037\%$). Evaluation in chili fermentation medium showed that all isolates were able to grow well in medium containing 3% non-iodized salt, while SWR2 exhibited the best performance with a cell population reaching $7.45 \log \text{CFU/mL}$, a final pH of 3.03, and total titratable acidity of 1.05% after 48 h of fermentation. Growth curve analysis indicated that the late exponential phase occurred between 6 and 9 h of incubation, representing the optimal period for starter culture preparation.

Based on BLASTn analysis, molecular identification revealed that isolate SWR2 shared 99% sequence similarity with members of the *Lactiplantibacillus plantarum* group. Phylogenetic analysis using the Neighbor-Joining method showed that isolate SWR2 clustered with *Lactiplantibacillus plantarum* strain NBRC 15891 with a bootstrap value of 91%, indicating a close phylogenetic relationship. During storage, the application of LAB starter culture resulted in better microbiological quality compared with spontaneous fermentation. The LAB population increased to $8.14 \log \text{CFU/g}$ at the second week and remained higher until the end of storage, while mold and yeast populations were lower compared



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

with spontaneous fermentation. Starter addition also accelerated fermentation, as indicated by a decrease in pH from 3.82 to 3.21, an increase in total titratable acidity from 0.86% to 1.51%, and a reduction in reducing sugar content during storage due to its utilization as a carbon source by LAB. These changes demonstrated that starter culture application improved microbiological stability and accelerated organic acid formation during fermentation.

The hedonic test showed that chili paste fermented with LAB starter was more preferred by panelists, particularly in terms of aroma attributes. GC-MS analysis revealed that starter application increased the diversity of volatile compounds, particularly 3-methyl-1-butanol, phenethyl alcohol, linalyl butyrate, and cis-3-hexenyl butanoate, which contributed to floral, fruity, and fresh aroma characteristics. Although ethyl acetate remained the dominant compound in both treatments, starter-mediated fermentation produced a more complex aroma profile compared with spontaneous fermentation. This study concluded that indigenous *Lactiplantibacillus* sp. SWR2 isolated from fermented mustard green brine has potential as a starter culture for chili paste fermentation. The application of this starter culture enhanced LAB population, accelerated acid formation, suppressed mold and yeast growth, produced no detectable ethanol, improved volatile compound profiles, and enhanced sensory quality of chili paste compared with spontaneous fermentation.

Keywords: chili paste, fermented mustard green, lactic acid bacteria, starter culture, spontaneous fermentation.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KARAKTERISTIK ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT ASAL SAWI ASIN DAN APLIKASINYA DALAM FERMENTASI PASTA CABAI

ROSA AMELIA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Mikrobiologi

**PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Karakteristik Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Sawi Asin dan Aplikasinya dalam Fermentasi Pasta Cabai

Nama : Rosa Amelia

NIM : G3501241011

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Titi Candra Sunarti, M.Si.



Digitally signed by:
Anja Meryandini
Date: 10 Aug 2026 13:51:07 WIB
Verify at: designipb.ac.id



Digitally signed by:
Titi Candra Sunarti
Date: 10 Aug 2026 15:56:01 WIB
Verify at: designipb.ac.id

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S.
NIP 196203271987032001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam :
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si
NIP 197807232007011001



Digitally signed by:
Anja Meryandini
Date: 10 Aug 2026 13:51:07 WIB
Verify at: designipb.ac.id



Digitally signed by:
Berry Juliandi
Date: 10 Aug 2026 14:23:16 WIB
Verify at: designipb.ac.id

Tanggal Ujian: 07 Agustus 2026

Tanggal Lulus :

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga tesis yang berjudul “Karakteristik Isolat Bakteri Asam Laktat Asal Sawi Asin dan Aplikasinya dalam Fermentasi Pasta Cabai” ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Mikrobiologi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S. dan Prof. Dr. Ir. Titi Candra Sunarti, M.Si. selaku komisi pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan tesis ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Prof. Ir. Erliza Noor selaku penguji tesis yang telah memberikan koreksi, masukan, dan saran yang sangat berarti dalam penyempurnaan tesis ini.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Keuangan Republik Indonesia melalui Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas dukungan pendanaan selama penulis menempuh pendidikan dan melaksanakan penelitian. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh teknisi Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University, serta Pusat Studi Bioteknologi, IPB University atas bantuan, kerja sama, dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.

Terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Ayah, Ibu, adik dan suami tercinta atas doa, kasih sayang, dukungan, pengertian, dan semangat yang senantiasa diberikan selama penulis menempuh pendidikan hingga menyelesaikan tesis ini. Terima kasih juga kepada Farah, Dini, Aca, dan Rena yang telah menjadi teman dekat dan senantiasa memberikan dukungan selama proses studi dan penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada teman-teman penelitian di laboratorium yang tidak dapat disebutkan satu per satu, keluarga Mikrobiologi 24, serta keluarga LPDP IPB atas kebersamaan, bantuan, dukungan, dan semangat yang diberikan selama masa perkuliahan dan penelitian.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang mikrobiologi pangan, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Bogor, Agustus 2026

Rosa Amelia



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	14
DAFTAR GAMBAR	14
DAFTAR LAMPIRAN	14
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Kebaruan	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bakteri Asam Laktat	4
2.2 Fermentasi	5
2.2.1 Fermentasi spontan	5
2.2.2 Fermentasi dengan kultur starter	6
2.2.3 Fermentasi padat	7
2.2.4 Fermentasi cair	8
2.3 Sawi Asin sebagai Sumber Isolat BAL	8
2.4 Spesies Capsicum	10
2.5 Pasta Cabai Fermentasi	11
2.6 Potensi Bioaktif dan Keamanan Pasta Cabai Fermentasi oleh BAL	11
2.6.1 Nutrisi dan senyawa bioaktif	11
2.6.2 Manfaat kesehatan cabai fermentasi	12
2.7 Aspek Keamanan dan Kehalalan Produk Fermentasi	12
III METODE	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan	14
3.4 Prosedur Kerja	14
3.4.1 Isolasi dan karakterisasi BAL	14
3.4.2 Seleksi BAL	15
3.4.3 Identifikasi molekuler isolat terpilih	16

3.4.4 Kurva pertumbuhan isolat SWR2	17
3.4.5 Fermentasi dan penyimpanan pasta cabai	17
3.4.6 Analisis kualitas penyimpanan pasta cabai	18
3.5 Analisis data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat	20
4.2 Seleksi Bakteri Asam Laktat	22
4.1.2 Kemampuan isolat BAL terpilih menghasilkan asam	22
4.2.2 Uji pembentukan gas	22
4.2.3 Analisis kadar etanol menggunakan GC-FID Headspace	23
4.2.4 Uji patogenitas	24
4.2.5 Uji kemampuan tumbuh BAL pada fermentasi cabai	24
4.3 Identifikasi Molekuler Isolat Terpilih	26
4.4 Kurva Pertumbuhan Isolat SWR2	27
4.5 Fermentasi dan Penyimpanan Pasta Cabai	28
4.5.1 Dinamika potensi mikroba pada penyimpanan pasta cabai	28
4.5.2 Karakteristik pasta cabai	30
4.5.3 Karakteristik sensoris	31
4.5.4 Analisis senyawa volatil dalam pasta cabai	31
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP	48





DAFTAR TABEL

1	Klasifikasi baru genus <i>Lactobacillus</i>	4
2	Isolat BAL yang diperoleh dari sawi asin fermentasi	21
3	pH dan total asam tertitrasi (%TA) isolat BAL	22
4	Hasil analisis kadar etanol isolat BAL terpilih	23
5	Distribusi respon panelis pada uji hedonik pasta cabai.	31
6	Senyawa volatil yang teridentifikasi pada pasta cabai setelah satu bulan fermentasi berdasarkan analisis GC-MS VOC	32

DAFTAR GAMBAR

1	Jalur metabolisme pada BAL	6
2	Jenis <i>Capsicum</i> (a) <i>Capsicum annuum</i> , (b) <i>C. baccatum</i> , (c) <i>C. chinense</i> , (d) <i>C. frutescens</i> dan (e) <i>C. pubescens</i>	10
3	Fermentasi pasta cabai (dokumentasi pribadi)	11
4	Alur penelitian	14
5	Isolat murni BAL yang ditumbuhkan pada media MRSA	20
6	Hasil uji pembentukan gas pada BAL : (A) SWR1, (B) SWR2, dan (C) SWR5	23
7	Hasil uji aktivitas hemolitik isolat BAL SWR1, SWR2, dan SWR5 dengan <i>Staphylococcus aureus</i> sebagai kontrol positif	24
8	Kurva pertumbuhan BAL pada media fermentasi cabai	25
9	Perubahan nilai pH dan %TA isolat BAL terpilih setelah 24 dan 48 jam fermentasi dalam media cabai	25
10	Pembentukan pohon filogenetik isolat BAL dengan metode Neighbor Joining (NJ) bootstrap 1000x	26
11	Kurva tumbuh SWR2 pada media MRSB	27
12	Proses fermentasi cabai selama 7 hari pada (A) fermentasi spontan (FS) dan (B) fermentasi dengan penambahan kultur starter BAL 5%	28
13	Perubahan jumlah mikroorganisme pada pasta cabai selama penyimpanan. Perlakuan terdiri atas fermentasi spontan (FS) dan fermentasi menggunakan kultur starter BAL 5% (Starter).	29
14	Perubahan karakteristik kimia pasta cabai selama penyimpanan.	30

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kromatogram GC Headspace-FID analisis etanol pada sampel isolat SWR1, SWR2, dan SWR5	45
2	Hasil elektroforesis PCR gen 16S rRNA isolat BAL SWR2	45
3	Hasil identifikasi sekuens 16S rRNA menggunakan BLAST	45
4	Dokumentasi fermentasi dan penyimpanan pasta cabai	46
5	Kromatogram GC-MS profil senyawa volatil pada fermentasi spontan dan fermentasi starter 5% pasta cabai penyimpanan minggu ke-4	46