

Catatan Penelitian

Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat Selulolitik yang Berasal dari Jus Kubis Terfermentasi

Isolation and Identification of Lactic Acid Bacteria Cellulolytic Originated from Fermented Cabbage Juice

Cahaya Setya Utama^{1*}, Zuprizal², Chusnul Hanim², Wihandoyo³

¹Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

²Departemen Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³Departemen Produksi Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*Korespondensi dengan penulis (cahyasetyautama@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 29 Januari 2018 dan dinyatakan diterima tanggal 24 Februari 2018. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.jatp.ift.or.id. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists ©2018

Abstrak

Penelitian bertujuan mengisolasi dan mengidentifikasi jenis bakteri asam laktat (BAL) selulolitik yang berasal dari jus kubis terfermentasi. Tahapan penelitian meliputi isolasi mikrobial dari jus kubis terfermentasi, karakteristik morfologi sel, karakteristik biokimiawi, identifikasi dengan kit api 50 CHL dan pengujian kemampuan mendegradasi selulosa. Penelitian diawali dengan memfermentasi jus kubis selama 6 hari pada kondisi *anaerobic fakultatif*. Hasil fermentasi diisolasi dengan media *de man rogosa and sharpe* (MRS) yang ditambahkan CaCO_3 1% dan diinkubasi selama 24 jam. Reinokulasi dilakukan sebanyak 5 kali sampai ditemukan kultur murni BAL, kemudian diidentifikasi dengan menggunakan kit *analytical profile index* (API) 50 CHL. Hasil identifikasi kemudian diuji kemampuannya untuk mendegradasi selulosa pada media MRS yang ditambahkan 1% *carboxymethyl cellulosa* (CMC) dan 0,1% *congo red* sebagai indikator dan diinkubasi selama 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strain bakteri yang teridentifikasi adalah *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus brevis* yang dapat mendegradasi selulosa. Kesimpulan dari penelitian ini adalah ditemukannya 2 jenis bakteri asam laktat dari jus kubis terfermentasi yaitu *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus brevis* yang mempunyai sifat selulolitik.

Kata kunci: *kubis, fermentasi, isolasi, identifikasi, bakteri asam laktat, selulosa*

Abstract

The objective of this study was to isolate and identify the type of lactic acid bacteria (BAL) of cellulolytic originating from fermented cabbage juice. Research was conducted with the following steps: microbial isolation from fermented cabbage juice, cell morphology characteristics, biochemical characteristics, identification with an analytical profile index (API) 50 CHL kit, and cellulose degradability testing. The research was begun by fermenting cabbage juice for 6 days under a facultative aerobic condition. The fermentation product was then isolated with de man rogosa and sharpe (MRS) medium which added CaCO_3 1% and incubated for 24 hours. Reinoculation was performed 5 times until BAL was found. BAL pure cultures were used to identify lactic acid bacteria strains using an analytical profile index (API) 50 CHL kit. After pure culture was found, it was then tested for the ability to degrade cellulose on MRS media with 1% carboxymethyl cellulose (CMC) and 0.1% congo red as indicator and incubated for 24 hours. The results showed that the identified bacterial strains were Lactobacillus plantarum and Lactobacillus brevis which could degrade cellulose. The conclusion of this research was the discovery of two types of lactic acid bacteria from fermented cabbage juice namely Lactobacillus plantarum and Lactobacillus brevis which have cellulolytic properties.

Keywords: *cabbage, fermentation, isolation, identification, lactic acid bacteria, cellulose*

Pendahuluan

Isolasi dan identifikasi merupakan metode untuk mengetahui jenis mikroorganisme yang berada pada suatu substrat (Suardana *et al.*, 2007). Proses isolasi diperlukan untuk melakukan pemisahan bakteri asam laktat dari sumbernya (Sujaya *et al.*, 2008). Sumber bakteri asam laktat yang banyak ditemui berasal dari sayuran (Chu *et al.*, 2002). Salah satu sayuran yang banyak mengandung bakteri asam laktat yaitu kubis (Utama dan Mulyanto, 2009). Kubis merupakan sayuran yang banyak tumbuh di dataran tinggi (Chu *et al.*, 2002). Chu *et al.* (2002) menyatakan bahwa kubis merupakan sayuran yang kaya akan mineral, vitamin C, serat dan fitokimia. Kubis yang diolah menjadi asinan, mengandung beberapa spesies mikrobial seperti *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus* dan *Saccharomyces sp.* dengan total kandungan bakteri

asam laktat sebesar 10^9 cfu/ml (Plengvidhya *et al.*, 2007). Kubis afkir juga memiliki potensi yang besar sebagai starter fermentasi (Utama dan Mulyanto, 2009).

Kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi selulosa sangat diperlukan, mengingat saluran pencernaan manusia sangat sulit mencerna selulosa (Meryandini *et al.*, 2009). *Carboxy methyl cellulosa* (CMC) merupakan substrat yang mengandung selulosa. Bakteri selulolitik sebagai penghasil enzim selulase digunakan menghidrolisis selulosa di karenakan bakteri tersebut menghasilkan enzim selulase sebagai respon terhadap adanya selulosa pada lingkungannya. Proses ini berlangsung apabila terjadi kontak langsung antara sel bakteri dan permukaan selulosa (Meryandini *et al.*, 2009). Alam *et al.* (2004) menyatakan bahwa bakteri selulolitik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan menghidrolisis selulosa

kompleks menjadi oligosakarida sederhana dan akhirnya menjadi glukosa. Glukosa digunakan sebagai sumber karbon dan sumber energi bagi pertumbuhan bakteri. Salah satu bakteri yang mampu memanfaatkan selulosa adalah *Lactobacillus* sp.

Krabi *et al.* (2015) menyatakan bahwa *Lactobacillus* sp. mampu memproduksi enzim ekstra seluler yaitu 2,67% enzim pektinase, 8% enzim β -glukosidase dan 5,33 % enzim selulase. Enzim selulase yang dihasilkan oleh *Lactobacillus* sp. dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pencernaan dan mendegradasi makanan berserat. Walter dan Kohler (1978) menyatakan bahwa *Lactobacillus* sp. mampu menghasilkan selulase yang memecah serat dalam saluran pencernaan. Aktivitas enzim selulase dicapai dalam waktu inkubasi 24-48 jam. *Lactobacillus plantarum* mampu menurunkan serat pada bekatul sebesar 0,3% setelah 12 jam inkubasi (Zubaidah *et al.*, 2012).

Lactobacillus plantarum merupakan bakteri asam laktat yang berperan dalam fermentasi sayuran (Bacus, 1984). Salah satu hasil fermentasi sayuran adalah asinan kubis. Proses pembuatan asinan kubis dipengaruhi oleh konsentrasi garam (Amor *et al.*, 2007). Proses fermentasi dengan penambahan garam dapat memicu perkembangan mikroorganisme terutama jenis *Leuconostoc* dan *Lactobacillus* yang mampu mengubah gula pada sayuran menjadi asam laktat sehingga membatasi pertumbuhan organisme yang tidak diinginkan (Volk dan Wheeler, 1992). Proses fermentasi pada asinan kubis melibatkan beberapa mikroorganisme, pada tahap awal *Enterobacter cloacae* dan *Erwina herbicola*, tahap intermediete *Leuconostoc mesentroides* dan tahap akhir *Lactobacillus plantarum* (Pelczar dan Chan, 1988). Perolehan energi bakteri asam laktat hanya tergantung pada karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat (Schlegel, 1995).

Kebaharuan dari penelitian ini adalah ditemukannya bakteri asam laktat yang berperan sebagai bakteri selulolitik yang berasal dari hasil fermentasi jus kubis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tentang isolasi mikrobia, karakteristik morfologi sel dari jus kubis terfermentasi, karakteristik biokimiawi, identifikasi bakteri asam laktat asal jus kubis terfermentasi dengan kit api 50 CHL dan pengujian kemampuannya dalam mendegradasi selulosa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan untuk pengolahan makanan berserat atau makanan yang mempunyai kandungan oligosakarida tinggi. Kandungan serat dan oligosakarida yang tinggi dapat menyebabkan flatulensi (timbulnya gas) dalam saluran pencernaan sehingga mengganggu kesehatan manusia. Untuk itu dengan adanya bakteri asam laktat selulolitik dari jus kubis terfermentasi dapat mengatasi penyebab flatulensi sehingga dapat memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh manusia.

Materi dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kubis, molases, garam, kubis terfermentasi, media *de man rogosa and sharpe* (MRS) merk oxoid CM 0361, *de*

man rogosa and sharpe (MRS) broth merk Oxoid CM 0359, CaCO₃ 1%, aquades, NaCl fisiologis, *carboxymethyl cellulosa* (CMC), congo red, kristal violet, yodium dan alkohol 90%. Alat yang digunakan adalah *autoclave* (ALL American USA), inkubator (Memmert, Germany), timbangan digital (Ohaus, USA), labu Erlenmeyer (Schott Duran, Germany), gelas ukur (Schott Duran, Germany), cawan petri, tabung reaksi, spatula dan pH meter (Crison, Spain).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif. Penelitian diawali dengan memotong kubis sehalus mungkin, kemudian diblender dan ditambahkan 8% garam dan 6,7% molases kemudian difermentasi dalam wadah tertutup selama 6 hari. Molases merupakan hasil ikutan dari proses penggilingan tebu menjadi gula, berwarna coklat kemerahan dan mengandung kadar gula sekitar 60% (Murtidjo, 1993). Komposisi kimia molases berdasarkan 100% Bahan Kering (BK) adalah 0,3% lemak kasar (LK); 10% serat kasar (SK); 5,4% protein kasar (PK); 74% bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan 10,4% abu. Lebih lanjut diuraikan, bahwa molases dalam proses fermentasi digunakan sebagai *readily available carbohydrate* (RAC) atau karbohidrat siap tersedia bagi mikrobia, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam melakukan fermentasi (Hartadi *et al.*, 1997).

Garam digunakan sebagai media selektif pertumbuhan bakteri asam laktat yang ingin ditumbuhkan. Hasil fermentasi kemudian dipanen untuk selanjutnya dilakukan isolasi, karakteristik morfologi sel, karakteristik biokimiawi, identifikasi dengan kit api 50 CHL dan pengujian kemampuan mendegradasi selulosa.

Isolasi bakteri asam laktat

Isolasi bakteri asam laktat mengacu pada Sujaya *et al.* (2008) yang dimodifikasi. Sampel sebanyak 1 g diambil secara aseptis dimasukkan ke dalam 5 ml MRS Broth, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Sebanyak 0,1 ml disebar pada media MRS agar yang telah ditambah CaCO₃ 1% dalam cawan petri dan diinkubasi selama 24 Jam. Koloni BAL akan tampak sebagai koloni yang dikelilingi oleh zona bening (*clear zone*), selanjutnya koloni tersebut diisolasi dan digoreskan pada media MRSA. Reinokulasi dilakukan sebanyak 5 kali sehingga didapatkan satu koloni yang seragam.

Karakteristik morfologi sel untuk identifikasi bakteri asam laktat

Karakterisasi morfologi sel bertujuan untuk melihat bentuk isolat dengan pewarnaan Gram. Pewarnaan dilakukan dengan membuat isolat di gelas obyek, kemudian diwarnai dengan larutan kristal violet dan yodium secara bergantian selama ± 2 menit dan dicuci dengan aquades, selanjutnya dicuci dengan alkohol 70% dan ditetesi dengan larutan cat penutup safranin selama ± 2 menit. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop perbesaran 100x,

bakteri Gram positif akan nampak berwarna ungu, sedangkan Gram negatif berwarna merah. Bentuk morfologi sel yang diharapkan adalah Gram positif berbentuk batang atau bulat (Harrigan, 1998).

Uji katalase

Pengujian katalase dilakukan untuk mengetahui kemampuan BAL dalam memproduksi enzim katalase. Uji katalase dilakukan menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) sebanyak 3%. Prosedur uji dikerjakan sebagai berikut: satu ose isolat diambil dari media pertumbuhan MRSA, kemudian diletakkan pada obyek gelas dan ditetaskan pereaksi H_2O_2 3% pada permukaan obyek gelas serta dibiarkan beberapa saat. Uji positif ditandai dengan terbentuknya gelembung (Harrigan 1998).

Identifikasi BAL dengan KIT API CHL 50

Identifikasi BAL dengan kit API CHL 50 dilakukan untuk mengetahui kemampuan tumbuh BAL pada media API CHL 50. Pengujian diawali dengan pembuatan larutan Mac Farlan 0,5 sebagai patokan kekeruhan media. Isolat BAL pada cawan petri diambil sebanyak satu ose dimasukkan ke dalam 10 ml media MRS *Broth* sampai kekeruhannya 2 kali kekeruhan dengan standart Mac Farland 0,5 yang telah dibuat sebelumnya. Kultur BAL yang telah distandarisasi dengan Mac Farlan 0,5 dimasukkan ke dalam media API CHL 50 dengan pipet steril dan dihomogenkan dengan vortek. Kultur dimasukkan dalam 50 sumuran API CHL 50 strips. Semua sumuran ditutup dengan minyak parafin untuk memberikan lingkungan anaerobik dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Hasil pengamatan diolah menggunakan *software Apiweb™* (Biomerieux, 2009). Hasil isolat yang telah diidentifikasi disimpan dalam biakan agar miring dan gliserol sebagai stok kultur.

Uji Kemampuan Mendegradasi Selulosa

Pengujian kemampuan mendegradasi selulosa bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat BAL yang ditumbuhkan pada media yang mengandung selulosa. Kedalam 100 ml aquades steril dilarutkan 1% *carboxymethyl cellulosa* (CMC) dan 1% MRS Agar kemudian ditetesi indikator *congo red* dan diinokulasikan isolat BAL dengan cara digores pada media tersebut, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Pengukuran kemampuan mendegradasi selulosa ditandai dengan perubahan warna media dari merah menjadi kuning.

Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode analisis deskriptif. Data hasil penelitian disusun dalam tabel yang merupakan susunan data, kemudian diinterpretasikan sesuai dengan hasil pengamatan yang ada.

Hasil dan Pembahasan

Isolasi, Karakteristik Morfologi Sel dan Karakteristik Biokimiawi Bakteri Asam Laktat

Hasil isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat yang berasal dari jus limbah kubis terfermentasi

didapatkan 8 isolat, namun dalam proses reinokulasi yang tumbuh konsisten dan muncul terus menerus hanya 2 isolat. Hal ini bisa terjadi dikarenakan saat proses fermentasi ditambahkan garam (NaCl) sebanyak 8% dari berat segar jus kubis. Penambahan garam bertujuan untuk media selektif dan membunuh bakteri patogen pada saat fermentasi. Jumlah bakteri asam laktat jus kubis terfermentasi sebanyak 2×10^{10} cfu/ml dan total jamur sebanyak 29×10^8 cfu/ml. Metabolit sekunder berupa pH, total asam, asam asetat, asam butirat dan asam laktat berturut-turut sebagai berikut; pH 3,46, total asam 1,104%, asam asetat 0,0244%, asam butirat 0,0017% dan asam laktat 0,7997%. Adapun hasil identifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Bakteri asam laktat didefinisikan sebagai kelompok bakteri yang membentuk asam laktat, baik sebagai satu-satunya produk maupun sebagai produk utama pada metabolisme karbohidrat. Beberapa ciri yang dimiliki oleh bakteri asam laktat adalah Gram positif, tidak membentuk spora, berbentuk bulat atau batang dan pada umumnya tidak memiliki katalase. Pengamatan mikroskopik bakteri yang paling dominan adalah bakteri berbentuk batang. Zona jernih di sekitar koloni bakteri asam laktat terbentuk sebagai akibat penetralan oleh $CaCO_3$ terhadap asam yang dihasilkan bakteri. Pewarnaan gram pada isolat ini memberikan warna ungu, yang berarti masuk dalam kategori Gram positif. Terbentuknya warna ungu pada bakteri Gram positif disebabkan karena komponen utama penyusun dinding sel bakteri Gram positif adalah peptidoglikan, sehingga mampu mengikat cat kristal violet. Bakteri asam laktat termasuk dalam golongan bakteri Gram positif (Axelsson, 1998; Carr *et al.*, 2002, Holt *et al.*, 1994).

Hasil uji katalase menunjukkan bahwa isolat yang diperoleh menunjukkan reaksi negatif terhadap uji katalase. Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang tidak mampu memproduksi enzim katalase. Reaksi negatif ditandai dengan tidak adanya gelembung udara, sedangkan reaksi positif ditunjukkan dengan timbulnya gelembung udara. Timbulnya gelembung udara ini memberikan indikasi terbentuknya gas oksigen dari pemecahan hidrogen oksida oleh enzim katalase bakteri tersebut. (Axelsson, 1998; Carr *et al.*, 2002, Holt *et al.*, 1994).

Identifikasi Isolat Bakteri Asam Laktat

Identifikasi jenis bakteri asam laktat dilakukan dengan menggunakan kit API 50 CHL. Pengujian dilakukan berdasarkan kemampuan setiap isolat mendegradasi sumber karbon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan warna media dari ungu menjadi kuning yang menunjukkan reaksi positif (Biomerieux, Marcy l'Etoile, 2009). Hasil uji identifikasi isolat *Lactobacillus sp* dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil pengujian dengan menggunakan Kit API CHL 50 terlihat bahwa isolat CSU-1 mampu memfermentasi L-arabinosa, Methil- β D-Xylopyranosida, Arbutina, Esculina, D-Mannitol, D-Sorbitol, N-acetylglucosamina, Amigdalina, D-Galaktosa, D-Glukosa, D-Fruktosa, Potasium gluconate, D-Rafinosa,

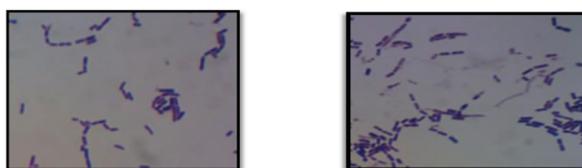
Tabel 1. Karakteristik Bakteri Asam Laktat Asal Jus Limbah Kubis Fermentasi

Karakteristik	Isolat CSU-1	Isolat CSU-2
Bentuk Sel	Batang	Batang
Pengecatan Gram	Positif	Positif
Uji Katalase	Negatif	Negatif
Terbentuk Zona Bening	+	+
Warna Isolat	Putih	Putih Kekuningan
Tipe Fermentasi	Hetero Fermentatif	Hetero Fermentatif

Gambar Makroskopis



Gambar Mikroskopis menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 100X



Gentibiosa, D-Tagatosa, Salicin, D-Cellibiosa, D-Maltosa, D-Laktosa, D-Melibiosa, D-Sacharosa, D-Trehalosa dan Inulin. Berdasarkan hasil fermentasi tersebut dan diaplikasikan pada *software Api webTM*, isolat CSU-1 tersebut termasuk jenis *Lactobacillus brevis* (99,10%). Sel *Lactobacillus brevis* berbentuk batang pendek dan lurus dengan ukuran panjang 2,0 sampai dengan 4,0 μm dan lebar 0,7 sampai dengan 1,0 μm , serta tumbuh secara tunggal atau membentuk rantai pendek. Spesies ini bersifat heterofermentatif, menghasilkan asam laktat-DL dan gas karbondioksida dari glukosa dan fruktosa. Temperatur pertumbuhan optimum dari spesies ini adalah sekitar 10–45 °C (Axelsson, 1998).

Hasil pengujian dengan menggunakan Kit API CHL 50 terlihat bahwa isolat CSU-2 mampu memfermentasi L-arabinosa, D-ribose, Methyl- β -D-Xylopyranosida, D-Galaktosa, D-Glukosa, D-Fruktosa, L-rhamnosa, D-Mannitol, D-Sorbitol, Methyl- α -D-Mannopyranosida, N-acetylglucosamina, Amigdalina, Arbutina, Esculina, Salicin, D-Cellibiosa, D-Maltosa, D-Laktosa, D-Melibiosa, D-Sacharosa, D-Trehalosa, D-Melezitosa, Gentibiosa, D-Turanosa, D-Tagatosa dan Potasium gluconate. Berdasarkan hasil fermentasi tersebut dan diaplikasikan pada *software Api webTM*, isolat CSU-2 tersebut termasuk jenis *Lactobacillus plantarum* (99,99%). Sel *Lactobacillus plantarum* juga berbentuk batang lurus dengan ukuran panjang 3,0 sampai dengan 8,0 μm dan lebar 0,7 sampai dengan 1,0 μm dan pada umumnya tumbuh membentuk rantai. Spesies ini adalah penghasil asam tertinggi diantara spesies bakteri asam laktat yang dapat menghasilkan asam laktat-DL tiga sampai empat kali lebih banyak dari pada yang dihasilkan *Leuconostoc*. Temperatur pertumbuhan dari spesies ini adalah juga sekitar 10-45 °C (Molenaar *et al.*, 2005 dan Boekhorst *et al.*, 2006).

Kemampuan Mendegradasi Selulosa

Berdasarkan hasil pengujian kemampuan mencerna selulosa (Tabel 3) didapatkan bahwa bakteri *Lactobacillus brevis* mempunyai kemampuan mendegradasi selulosa lebih baik dibandingkan dengan *Lactobacillus plantarum*. Suardana *et al.* (2007) menyatakan bahwa bakteri *Lactobacillus brevis* yang ditemukan pada rumen sapi bali, mempunyai kemampuan mencerna selulosa. Pengujian aktivitas selulolitik ditunjukkan dengan visualisasi perubahan warna pada media CMC setelah diberi pewarna *congo red*. Hasil uji menunjukkan bahwa isolat mampu merubah warna merah menjadi kuning. Kemampuan bakteri merubah warna dari merah menjadi kuning pada media CMC menandakan bahwa bakteri mampu menghasilkan enzim selulase. Narasimha *et al.* (2005) menyatakan bahwa konsentrasi selulosa 1% merupakan konsentrasi yang optimum untuk produksi selulase.

Lactobacillus brevis dan *Lactobacillus plantarum* memiliki aktivitas enzim selulase yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Hal ini terlihat dari perubahan warna media CMC dari merah menjadi kuning. Perubahan warna ini dikarenakan terjadi perubahan struktur selulosa yang berserat menjadi glukosa. Media CMC yang terhidrolisis oleh enzim selulase jika digenangi oleh pewarna *congo red* tidak akan terwarnai (Narasimha *et al.*, 2005). Interaksi ini berlangsung secara non-kovalen. *Congo red* dijadikan indikator terjadinya degradasi β -D-glukan dalam media agar (Meryandini *et al.*, 2009). Selulosa yang digunakan pada penelitian adalah substrat selulosa komersil yaitu *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dengan konsentrasi 1%. CMC merupakan substrat terbaik untuk menginduksi sintesis enzim selulolitik ekstraseluler (Alam *et al.*, 2004).

Tabel 2. Identifikasi Isolat *Lactobacillus* sp Menggunakan Kit API 50 CHL

No	Tipe Tes	Isolat		No	Tipe Tes	Isolat	
		CSU-1	CSU-2			CSU-1	CSU-2
1	Temoin	-	-	26	Salicin	+	+
2	Glycerol	-	-	27	D-Cellibiosa	+	+
3	Erythritol	-	-	28	D-Maltosa	+	+
4	D-arabinosa	-	-	29	D-Lactosa	+	+
5	L-arabinosa	+	+	30	D-Melibiosa	+	+
6	D-ribosa	-	+	31	D-Sacharosa	+	+
7	D-Xylosa	-	-	32	D-Trehalosa	+	+
8	L-Xylosa	-	-	33	Inulin	+	-
9	D-adonitel	-	-	34	D-Melezitosa	-	+
10	Methyl-βD-Xylopyranosida	+	+	35	D-Raffinosa	+	-
11	D-Galaktosa	+	+	36	Amidon	-	-
12	D-Glukosa	+	+	37	Glycogen	-	-
13	D-Fruktosa	+	+	38	Xylitol	-	-
14	D-Mannosa	-	-	39	Gentibiosa	+	+
15	L-rhamnosa	-	+	40	D-Turanosa	-	+
16	Dulcitol	-	-	41	D-Lyxosa	-	-
17	Inositol	-	-	42	D-Tagatosa	+	-
18	D-Mannitol	+	+	43	D-Fucosa	-	-
19	D-Sorbitol	+	+	44	L-Fucosa	-	-
20	Methyl-αD-Mannopyranosida	-	+	45	D-Arabitol	-	-
21	Methyl-αD-Glucopyranosida	-	-	46	L-Arabitol	-	-
22	N-acetylglucosamina	+	+	47	Potasium gluconate	+	+
23	Amigdalina	+	+	48	Potasium 2 ketogluconate	-	-
24	Arbutina	+	+	49	Potasium 5 ketogluconate	-	-
25	Esculina	+	+	50	kontrol	-	-

Keterangan hasil identifikasi berdasarkan *software Apiweb™*:

Isolat CSU-1: *Lactobacillus brevis* (99,10%)

Isolat CSU-2: *Lactobacillus plantarum* (99,99%)

Tabel 3. Hasil Uji Kemampuan Mendegradasi Selulosa

Media MRS+CMC+Congored	<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
		
Warna Merah	Warna Kuning	Warna Merah Kekuningan

Keterangan: Uji menggunakan media MRS yang ditambahkan 1% *Carboxy Methyl Cellulosa* (CMC) dan 0,1% congored dengan masa inkubasi 24 jam

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah ditemukannya 2 jenis bakteri asam laktat dari jus kubis terfermentasi yaitu *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus brevis* yang mempunyai sifat selulolitik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas fasilitasi pendanaan penelitian disertasi doktor Tahun 2018 yang diberikan oleh Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM), Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.

Daftar Pustaka

- Alam, M.Z., Manchur, M.A., Anwar, M.N. 2004. Isolation, purification, characterization of cellulolytic enzymes produced by *Streptomyces omiyaensis*. *Journal of Biologi Science*, 10, 1647- 1653.
- Ammor. M.S., Mayo, B. 2007. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production. *Meat. Science*, 76(1), 138–146. DOI: [10.1111/j.1574-6976.1993.tb00022.x](https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1993.tb00022.x)
- Axelsson, L. 1998. Lactid acid bacteria: clasification and physiology. In: Salminen S, Wright AV (eds).

- Lactid acid bacteria: microbiology and functional aspects. Marcel Dekker, New York.
- Bacus, J. 1984. Utilization of Microorganism in Meat Processing. Research Studies Press. Letchworth, Herts, England.
- Biomerieux. 2009. API 50CHL medium for invitro diagnostic use. <http://www.biomerieux.com>.
- Boekhorst, J., Wels, M., Kleerebezem, M., Siezen, R.J. 2006. The predicted secretome of *Lactobacillus plantarum* WCFS1 sheds light on interactions with its environment. *Microbiology*, 152, 3175-3183. DOI: 10.1099/mic.0.29217-0
- Carr, F., Chill, J.D., Maida, N. 2002. The lactic acid bacteria: A literature survey. *Critical Reviews Microbiology*, 28(4), 281-370. DOI: [10.1080/1040-840291046759](https://doi.org/10.1080/1040-840291046759)
- Chu, Y.F., Sun, J., Wu, X., Liu, R.H. 2002. Antioxidants and antiproliferative activities of vegetables. *J. Agri. Food. Chem.* 50: 6910-6916. DOI: 10.1021/jf020665f
- Harrigan, W.F. 1998. Laboratory methods in food microbiology. Academic Press, Inc, New York.
- Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., Tillman. A.D. 1997. Tabel komposisi pakan ternak untuk Indonesia. Cetakan keempat. Gadjah Mada University Press.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Peter, H.A., Staley, J.T., Williams, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* Ninth edition. Williams & Wilkins. Baltimore, Maryland. USA.
- Krabi, R. E., Assamoi, A.A., Ehon, F.A., Niamke. 2015. Screening of lactic acid bacteria as potential starter for the production of attieke, a fermented cassava food. *Journal of Faculty of Food Engineering*, 14(1), 21-29
- Meryandini, A., Widosari, W., Maranatha, B., Sunarti, T. C., Rachmania, N., Satria, H. 2009. Isolasi bakteri selulolitik dan karakterisasi enzimnya. *Makara Sains*, 13(1), 33-38. DOI: 10.7454/mss.v13i1.369
- Molenaar, D., Bringel, F., Schuren, F.H., de Vos, W.M., Siezen, R.J., Kleerebezem, M. 2005. Exploring *Lactobacillus plantarum* genome diversity by using microarrays. *Journal of Bacteriology*, 187, 6119-6127. DOI: 10.1128/JB.187.17.6119-6127.2005
- Murtidjo, B.A. 1993. Pedoman Meramu Pakan Unggas. Cetakan Kelima. Kanisius, Yogyakarta.
- Narasimha, G. 2005. Nutrient effects on productions of cellulolytic enzymes by *Aspergillus niger*. *Journal of Biotechnology*, 5, 472-476. DOI: 10.1128/JB.187.17.6119-6127.2005
- Pelczar, M.J., Chan, E.C.S. 1988. Dasar-Dasar Mikrobiologi 2. Universitas Indonesia Press, Jakarta (Diterjemahkan oleh Hadiutomo, Imas, Tjitrosomo dan Angka).
- Plengvidhya, V.F., Breidt, F., Lu, Z., Fleming, H.P. 2007. DNA fingerprinting of lactic acid bacteria in sauerkraut fermentations. *Applied Environmental Microbiology*, 73, 7697-7702. DOI: 10.1128/AEM.01342-07
- Schlegel, H.G. 1995. Mikrobiologi umum. Edisi keenam. Diterjemahkan oleh Baskoro. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suardana, I.W., Suarsana, I.N., Sujaya, I.N., Wiryawan, K.G. 2007. Isolasi dan Identifikasi bakteri asam laktat dari cairan rumen sapi bali sebagai kandidat biopreservatif. *Jurnal Veteriner*, 8(4), 155 – 159.
- Sujaya N., Ramona, Y., Widarini, N.P., Suariani., N.P., Dwipayanti, N.M.U, Nocianitri, K.A., Nursini, N.W. 2008. Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari susu kuda Sumbawa. *Jurnal Veteriner*, 9(2), 52-59.
- Utama, C.S., Mulyanto, A. 2009. Potensi limbah pasar sayur menjadi suplemen fermentasi. *Jurnal Kesehatan Unimus*, 2(1), 6-13.
- Volk, W. A., Wheeler. 1992. Mikrobiologi dasar. Jilid 2. Edisi kelima. Erlangga, Jakarta.
- Walter, H.G., Kohler, G.O. 1978. Treated and untreated cellulosic wastes and animal feeds. *Recent Work Interaksi The United States of America, USA*.
- Zubaidah, E., Saparianti, E., Hindrawan, J. 2012. Studi aktivitas antioksidan pada bekatul dan susu skim terfermentasi probiotik *Lactobacillus plantarum* B2 dan *Lactobacillus acidophilus*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 3(2), 111-118