

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI ASAM LAKTAT AMILOLITIK DARI INDUSTRI PENGOLAHAN PATI SAGU

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF AMYLOLYTIC LACTIC ACID BACTERIA FROM PROCESSING INDUSTRY SAGO STARCH

Kusumaningrum¹, Yusmarini² and Akhyar Ali²

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas
Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Indonesia
ningrum_kusuma99@yahoo.co.id

ABSTRACT

Lactic acid bacteria (LAB) that grow on sago starch processing industry is a bacteria that can grow in the sago-based media. Isolates which able to grow on media sago starch has the amylolytic ability and was the potential to be used in modifying the sago starch microbiologically. The purpose of this study was to isolate and identify lactic acid bacteria from sago starch processing industry. Isolation and purification of lactic acid bacteria were carried on MRS agar medium supplemented with 0.2% CaCO₃ for subsequent screening of lactic acid bacteria that has amylolytic ability. Identification of lactic acid bacteria can be detected by morphological include Gram stain, observation of cell shape, catalase test and testing of gas production from glucose. Thirty-six isolates were able to produce a clear zone on MRS agar medium supplemented with 0.2% CaCO₃, and 10 of them were amylolytic. The identification results show that the 10 isolates were Gram-positive, short-form stem cells, catalase negative. Four isolates belong to the group of homofermentative LAB and six other isolates were heterofermentatif LAB. Suspected lactic acid bacteria were belonged to the genus *Lactobacillus*.

Keywords : sago starch, isolation and identification, lactic acid bacteria, amylolytic ability, *Lactobacillus*

PENDAHULUAN

Sagu (*Metroxylon sp.*) merupakan tanaman asli Indonesia dan merupakan salah satu sumber karbohidrat potensial selain beras. Sagu mampu menghasilkan pati kering hingga 25 ton per hektar, jauh melebihi produksi pati beras atau jagung yang masing-masing hanya 6 ton dan 5,5 ton per hektar

(Notohadiprawiro dan Louhenapessy, 2006). Untuk memperluas penggunaan pati sagu yang ketersediaannya melimpah di Provinsi Riau dan untuk mendukung program diversifikasi pangan, pati sagu dapat dimodifikasi. Proses modifikasi bertujuan untuk memperoleh pati yang memiliki sifat reologi yang lebih baik. Modifikasi pati

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
2. Dosen Pembimbing Mahasiswa Teknologi Pertanian

dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan mikrobiologis. Subagio (2007) dalam Zulaida (2011) telah memodifikasi tepung cassava dengan memanfaatkan Bakteri Asam Laktat (BAL) dan produk yang dihasilkan dikenal dengan sebutan *Modified Cassava Flour* (Mocaf). Tepung Mocaf menyerupai tepung terigu dan mempunyai citarasa khas.

Modifikasi pati sagu secara mikrobiologis telah dilakukan oleh Sinaga (2012) dengan memanfaatkan BAL yang biasanya digunakan untuk memodifikasi tepung cassava dan pati yang dihasilkan dikenal dengan sebutan *Modified Sago Starch* (Mosas). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan pengembangan, tingkat kelarutan, dan viskositas dari Mosas belum memenuhi standar mutu pati sagu. Hal ini mungkin disebabkan oleh sifat pati sagu yang tidak sama dengan tepung cassava sehingga pemanfaatan BAL yang sama tidak memberikan hasil yang sama pada jenis pati yang berbeda. Oleh sebab itu perlu upaya untuk mengisolasi BAL yang mampu memodifikasi pati sagu. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian yang berjudul **“Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Industri Pengolahan Pati Sagu”**.

Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi BAL dari industri pengolahan pati sagu (pati sagu basah dan limbah cair).

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Pati sagu basah dan limbah cair pati sagu yang digunakan pada penelitian diperoleh dari industri

pengolahan pati sagu selat Panjang Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. Bahan kimia yang digunakan untuk isolasi dan identifikasi adalah MRS broth, MRS agar, Nutrien agar, pati, akuades, CaCO_3 , KI, I_2 , larutan pengencer (NaCl 0,85%), larutan cat Hucker's crystal violet, larutan mordan Lugol's iodine, alkohol 70%, larutan safranin, dan H_2O_2 . Bahan lainnya yang digunakan adalah sabun, aluminium foil, kapas, plastik, karet dan koran.

Peralatan gelas yang digunakan pada penelitian adalah tabung reaksi, cawan petri, erlenmeyer, *object glass*, *cover glass*, tabung durham, pipet tetes kaca, gelas ukur, serta gelas piala. Peralatan lain yang digunakan adalah mikro pipet, tip, jarum ose, mikroskop Motic BA 210 BinokulÆrt, timbangan analitik, inkubator, ruang inokulasi (*laminar-flow*), *vortex*, *autoclave*, *hot plate stirrer*, lampu bunsen, pinset, rak tabung reaksi, alat dokumentasi dan alat tulis.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan secara eksperimen yang dikerjakan dalam beberapa tahap percobaan yaitu tahap persiapan, tahap isolasi dan pemurnian, tahap skrining isolat yang bersifat amilolitik dan tahap identifikasi BAL secara morfologi. Selanjutnya data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif.

Pelaksanaan penelitian

Isolasi dan Pemurnian Bakteri Asam Laktat

Prosedur isolasi dan pemurnian BAL mengacu pada Rahayu dan Margino (1997) dalam Yusmarini dkk. (2009). Isolasi BAL dilakukan secara *pour plate*. Sampel diambil sebanyak 1

ml dimasukkan ke dalam 9 ml larutan pengencer (NaCl 0,85%) steril dan dihomogenkan dengan *vortex* hingga tercampur merata. Kemudian dilakukan serial pengenceran hingga 10^{-5} . Masing-masing seri pengenceran diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril kemudian ditambahkan ± 15 ml medium MRS agar yang telah ditambah CaCO_3 0,2% sambil digoyang (supaya CaCO_3 tersebar merata pada medium). Setelah medium MRS agar mengeras, cawan petri dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C dan diinkubasi selama 48 jam. Koloni yang membentuk zona jernih pada medium MRS agar (diduga sebagai BAL) selanjutnya dimurnikan dengan cara diambil dengan jarum ose dan diinokulasikan pada medium yang sama dengan metode goresan (*streak plate*), diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Metode goresan dilakukan berulang-ulang hingga diperoleh koloni dengan bentuk yang seragam dan terpisah.

Skrining Isolat yang Bersifat Amilolitik

Isolat yang menunjukkan zona jernih pada medium MRS agar yang ditambah CaCO_3 0,2% selanjutnya diuji kemampuannya untuk menghasilkan enzim amilase. Prosedur pengujian aktivitas α -amilase secara kualitatif mengacu pada Sarah dkk. (2009). Kultur yang sudah diremajakan, diinokulasi menggunakan ose pada medium NA yang mengandung pati 1% secara aseptis, diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya larutan KI dan I_2 (0,25% kristal iodin ditambahkan pada larutan 1% larutan kalium iodida) ditetaskan ke dalam medium yang ditumbuhi koloni bakteri.

Aktivitas α -amilase ditunjukkan dengan terbentuknya zona jernih disekitar koloni bakteri beberapa saat setelah ditambahkan KI dan I_2 , selanjutnya diukur diameter pada daerah zona jernih.

Identifikasi Bakteri Asam Laktat Secara Morfologi

Isolat yang positif memiliki aktivitas amilolitik selanjutnya diidentifikasi secara morfologi yang meliputi pengecatan Gram, pengamatan bentuk sel, pengujian katalase, dan pengujian produksi gas dari glukosa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Pemurnian Bakteri Asam Laktat

Isolasi merupakan teknik memperoleh kultur murni dengan cara memisahkan satu jenis sel mikroba dari campuran mikroba lainnya. Tujuan isolasi dalam penelitian ini adalah memperoleh kultur murni dari jenis BAL yang memiliki sifat amilolitik. Isolasi dan pemurnian BAL diawali dengan menumbuhkan isolat pada medium MRS agar yang ditambah CaCO_3 0,2%.

Salah satu kriteria BAL adalah menghasilkan asam dan indikasi tumbuhnya asam pada medium MRS agar yang ditambah CaCO_3 0,2% adalah adanya zona jernih disekitar isolat. Nurmalinda dkk. (2014) menyatakan bahwa zona jernih di sekitar koloni BAL terbentuk sebagai akibat penetralan oleh CaCO_3 terhadap asam yang dihasilkan oleh BAL. Hasil Isolasi dan pemurnian isolat pada medium MRS agar yang ditambah CaCO_3 0,2% disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil isolasi dan pemurnian isolat pada medium MRS agar yang ditambah CaCO_3 0,2%

No.	Kode Isolat	Zona Jernih	No.	Kode Isolat	Zona Jernih
1	RN1-2312	+	21	RN2-222	+
2	RN1-2313	+	22	RN2-211	+
3	RN1-2411	+	23	RN2-212	+
4	RN1-2412	+	24	RN1-51	+
5	RN2-1211	+	25	RN1-511	-
6	RN2-1212	+	26	RN1-512	+
7	RN2-12131	+	27	RN1-52	+
8	RN2-12141	+	28	RN1-53	+
9	RN2-12142	+	29	RN1-54	+
10	RN2-12111	+	30	RN1-41	+
11	RN2-12112	+	31	RN1-42	+
12	RN2-12121	+	32	RN1-43	+
13	RN1-24121	+	33	RN2-51	+
14	RN1-24111	+	34	RN2-52	+
15	RN1-23121	+	35	RN2-53	+
16	RN1-23131	+	36	RN2-54	-
17	RN1-23132	+	37	RN2-41	-
18	RN1-23133	+	38	RN2-42	+
19	RN1-23134	+	39	RN2-43	+
20	RN2-221	+			

Keterangan : RN1 (pati sagu basah) RN2 (limbah cair pati sagu basah)
+ (menghasilkan asam) - (tidak menghasilkan asam)

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa dari 39 isolat yang diperoleh hanya 3 isolat yang tidak menghasilkan zona jernih pada medium MRS agar yang ditambah CaCO_3 0,2%, sedangkan 36 isolat menghasilkan zona jernih. Penambahan CaCO_3 0,2% pada medium MRS agar berperan dalam seleksi tahap awal pada isolasi dan pemurnian BAL. Sunaryanto dan Marwoto (2012) menyatakan sifat basa yang dimiliki oleh kalsium karbonat (CaCO_3) mampu menetralkan dan melokalisasi produksi asam yang dihasilkan oleh BAL. Koloni BAL berbentuk bulat dan elips yang

berwarna putih dengan zona jernih yang terbentuk di sekeliling koloni.

Bakteri penghasil asam mendominasi isolat bakteri dari pati sagu basah dan limbah cair. Hal ini disebabkan karena pati sagu basah dan limbah cair memiliki kandungan pati yang merupakan sumber karbon yang berperan pada proses metabolisme selnya, sehingga bakteri dapat tumbuh dengan baik pada medium ini. Hal ini terbukti dengan rendahnya nilai pH dari medium yaitu 3,78 untuk pati sagu basah dan 4,63 untuk limbah cair pati sagu. Gunaedi dkk. (2009) menyatakan bahwa kemasaman pada tepung sagu basah secara tradisional sering terjadi

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
2. Dosen Pembimbing Mahasiswa Teknologi Pertanian

dan hal ini disebabkan oleh adanya kegiatan fermentasi spontan yang dilakukan oleh beberapa mikroorganisme diantaranya bakteri asam laktat yang bersifat amilolitik.

Pembentukan asam-asam organik diawali dengan hidrolisis amilum dengan bantuan enzim amilolitik yang dikeluarkan oleh BAL. Hidrolisis akan menghasilkan sakarida yang selanjutnya akan disederhanakan menjadi asam-asam organik. Caldwell (1995) menyatakan bahwa asam-asam organik akan bereaksi dengan CaCO_3 pada medium sehingga terbentuk daerah zona jernih di sekitar koloni bakteri. Perubahan glukosa menjadi asam organik diawali dengan tahapan glikolisis dengan produk intermediat asam piruvat, selanjutnya menjadi asam-asam organik sesuai jalur metabolisme yang digunakannya.

Skrining Bakteri Asam Laktat yang Bersifat Amilolitik

Sebanyak 36 isolat yang menghasilkan zona jernih pada medium MRS agar yang ditambah CaCO_3 0,2% diuji kemampuan tumbuhnya pada medium NA yang ditambah pati 1%. Hal ini dilakukan dengan tujuan memperoleh isolat yang bersifat amilolitik.

Pada metode ini, digunakan larutan KI dan I_2 sebagai indikator adanya pemecahan pati menjadi glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis substrat oleh enzim α -amilase dari BAL. Hasil skrining isolat yang bersifat amilolitik dan diameter zona jernih untuk masing-masing isolat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil skrining isolat yang bersifat amilolitik pada medium NA yang ditambah pati 1%

No.	Kode Isolat	Aktivitas Amilolitik	No.	Kode Isolat	Aktivitas Amilolitik
1	RN1-2312	-	19	RN1-23134	-
2	RN1-2313	+	20	RN2-221	-
3	RN1-2411	-	21	RN2-222	-
4	RN1-2412	-	22	RN2-211	+
5	RN2-1211	+	23	RN2-212	+
6	RN21212	-	24	RN1-51	-
7	RN2-12131	+	25	RN1-512	-
8	RN2-12141	-	26	RN1-52	+
9	RN2-12142	-	27	RN1-53	-
10	RN2-12111	-	28	RN1-54	-
11	RN2-12112	+	29	RN1- 41	-
12	RN2-12121	-	30	RN1-42	+
13	RN1-24121	-	31	RN1- 43	-
14	RN1-24111	-	32	RN2-51	-
15	RN1-23121	+	33	RN2-52	-
16	RN1-23131	-	34	RN2-53	+
17	RN1-23132	-	35	RN2-42	-
18	RN1-23133	-	36	RN2- 43	-

Keterangan : + (Membentuk zona jernih)

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa 10 isolat menghasilkan zona jernih pada medium NA yang ditambah pati 1% setelah ditetesi larutan KI dan I₂. Bakteri asam laktat yang dapat tumbuh dengan memanfaatkan pati yang ada pada medium akan memberikan zona jernih di sekitar tempat tumbuhnya. Sukarminah (2010) menyatakan bahwa reaksi positif hidrolisis amilum pada bakteri ditandai dengan tampaknya area jernih di sekitar pertumbuhan bakteri yang diinokulasi. Hal ini disebabkan pati yang ditumbuhi bakteri sudah terhidrolisis oleh enzim amilase menjadi glukosa. Adanya daerah jernih tersebut juga disebabkan eksoenzim dan organisme yang menghidrolisis amilum dalam medium agar.

Reddy dkk. (2003) menyatakan bahwa bakteri amilolitik menghasilkan enzim ekstraseluler di dalam sel dan menggunakannya di luar sel, yaitu untuk menghidrolisis sumber makanan yang mengandung amilum yang

terdapat di lingkungannya. Molekul amilum tidak dapat masuk ke dalam sel bakteri karena ukurannya sangat besar, karena itu molekul amilum dihidrolisis terlebih dahulu oleh enzim amilase ekstraselular menjadi molekul karbohidrat yang lebih sederhana dan kecil ukuran molekulnya. Molekul hasil hidrolisis amilum oleh enzim amilase tersebut selanjutnya akan ditranspor masuk ke dalam sel bakteri dan digunakan sebagai sumber karbon bagi aktivitas pertumbuhan dan kehidupannya.

Identifikasi Bakteri Asam Laktat

Hasil isolasi dan skrining BAL amilolitik yang telah dilakukan menunjukkan bahwa isolat yang ditemukan memiliki persamaan dan perbedaan yang mendasar. Perlu dilakukan identifikasi isolat untuk mengetahui apakah isolat yang diperoleh termasuk BAL atau tidak. Data hasil isolasi dan identifikasi BAL disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil identifikasi BAL

No	Kode Isolat	Gram	Bentuk Sel	Katalase	Produksi Gas
1	RN1-2313	+	Batang pendek	-	-
2	RN2-1211	+	Batang pendek	-	+
3	RN2-12131	+	Batang pendek	-	+
4	RN2-12112	+	Batang pendek	-	-
5	RN1-23121	+	Batang pendek	-	-
6	RN2-211	+	Batang pendek	-	+
7	RN2-212	+	Batang pendek	-	+
8	RN1-52	+	Batang pendek	-	-
9	RN1-42	+	Batang pendek	-	+
10	RN2-53	+	Batang pendek	-	+

Keterangan : + (isolat berwarna violet, kemampuan menghasilkan gas) – (tidak memiliki katalase, tidak menghasilkan gas)

Pengecatan Gram

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semua isolat berwarna ungu yang berarti termasuk kelompok Gram positif. Berdasarkan uji pewarnaan Gram, bakteri dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu kelompok bakteri Gram positif dan kelompok bakteri Gram negatif. Bakteri Gram positif berwarna ungu sedangkan bakteri Gram negatif berwarna merah muda. Hal tersebut didasarkan atas perbedaan struktur dinding sel bakteri. Sudarsono (2008) menyatakan bahwa sel Gram positif mempunyai dinding dengan lapisan peptidoglikan yang lebih tebal dari sel Gram negatif. Bakteri Gram negatif mengandung lipid dan lemak dalam persentase yang lebih tinggi dari pada bakteri Gram positif. Madigan (2011) menambahkan bahwa dinding sel bakteri Gram negatif terdiri dari 5-20% peptidoglikan, selebihnya adalah polisakarida, sedangkan dinding sel bakteri Gram positif mengandung 90% peptidoglikan selebihnya adalah asam teikoat.

Pengamatan Bentuk Sel

Bentuk sel dapat dilihat bersamaan dengan pengamatan pewarnaan Gram yang diamati di bawah Mikroskop Motic BA 210 Binokul^{er}. Bentuk isolat keseluruhan batang pendek. Wood dan Holzapfel (1995) menyatakan bahwa berdasarkan bentuk selnya BAL terdiri dari 2 famili yakni Lactobacillaceae yang berbentuk batang dan terdiri dari Lactobacillus dan Bifidobacterium serta famili Streptococcaceae yang berbentuk bulat terdiri dari genus Streptococcus, Leuconostoc dan Pediococcus. Bakteri

berbentuk batang sering dijumpai pada produk pangan fermentasi. Putri dkk. (2012) telah mengisolasi BAL yang bersifat amilolitik selama fermentasi growol dan isolat yang berbentuk batang lebih mendominasi. Sujaya dkk. (2008) mendapatkan isolat yang berbentuk batang pendek dan batang panjang dari susu kuda Sumbawa.

Pengujian Katalase

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semua isolat tidak mampu menghasilkan enzim katalase. Hal ini dibuktikan dengan tidak terbentuknya gelembung udara. Menurut Lye (2010) katalase adalah enzim yang mengkatalisasikan atau mengurai hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air (H_2O) dan oksigen (O_2). Timbulnya gelembung udara ini memberikan indikasi terbentuknya gas O_2 dari pemecahan H_2O_2 oleh enzim katalase yang diproduksi oleh bakteri tersebut.

Salah satu kriteria BAL adalah tidak memproduksi katalase (katalase negatif). Pada pengujian katalase ini bakteri akan terbagi menjadi 2 jenis yakni bakteri yang bersifat katalase positif, yang berarti bakteri mampu memproduksi enzim katalase dan bakteri yang bersifat katalase negatif, berarti bakteri tidak mampu memproduksi enzim katalase. Setelah ditetesi H_2O_2 isolat mengeluarkan gelembung udara (katalase positif) dan yang tidak mengeluarkan gelembung udara (katalase negatif).

1. Mahasiswa Teknologi Pertanian
2. Dosen Pembimbing Mahasiswa Teknologi Pertanian

Pengujian Produksi Gas dari Glukosa

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa dari 10 isolat yang diuji empat diantaranya bersifat homofermentatif dan 6 diantaranya bersifat heterofermentatif. Isolat RN1-2313, RN2-12112, RN1-23121 dan RN1-52 tergolong ke dalam kelompok BAL homofermentatif sedangkan isolat RN2-1211, RN2-12131, RN2-211, RN2-212, RN1-42 dan RN2-53 tergolong ke dalam kelompok BAL heterofermentatif.

Perbedaan dari keduanya terletak pada kemampuannya dalam memanfaatkan glukosa pada proses metabolisme selnya. Ditinjau dari hasil metabolisme glukosa, BAL terbagi menjadi dua golongan, yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Perbedaan metabolisme glukosa oleh BAL homofermentatif dan heterofermentatif dapat dibedakan dengan mengetahui keberadaan enzim-enzim yang berperan di dalam jalur metabolisme glikolisis. (Wood dan Holzapfel, 1995). Pada proses homofermentatif terdapat enzim aldolase, sedangkan pada proses heterofermentatif terdapat enzim phosphoketolase yang mempengaruhi produk akhir metabolisme karbohidrat. Bakteri asam laktat yang bersifat homofermentatif menghasilkan produk akhir berupa asam laktat sedangkan pada kelompok heterofermentatif selain asam laktat juga dihasilkan asam asetat, etanol dan karbondioksida (Salminen dkk., 2004).

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan sepuluh isolat amilolitik bersifat Gram positif dengan hasil pewarnaan yang berwarna biru gelap atau ungu dan bentuk sel secara

keseluruhan batang pendek serta katalase negatif sebanyak empat isolat bersifat homofermentatif dan 6 isolat lainnya bersifat heterofermentatif. Hal ini menunjukkan bahwa semua isolat adalah BAL, dan diduga masuk dalam golongan *Lactobacillus*. Menurut Cullimore (2000) *Lactobacillus* memiliki sel yang berbentuk panjang, batang silinder (kadang-kadang melengkung), sedang dan pendek, sering berbentuk *coryne* atau batang bulat serta selnya juga sering membentuk rantai. Ray (2001) menyatakan bahwa *Lactobacillus* memiliki ciri-ciri yaitu selnya berbentuk batang dengan ukuran dan bentuk yang sangat beragam, beberapa biasanya sangat panjang dan beberapa lainnya bersifat batang bulat. Bentuk sel tunggal atau rantai yang pendek sampai panjang, anaerob fakultatif, Gram positif, kebanyakan spesies tidak bergerak dan *mesophylic* (tetapi beberapa jenis bersifat *psychotrops*). *Lactobacillus* merupakan genus terbesar dalam kelompok BAL dengan hampir 80 spesies berbeda tersebar luas di alam dan diantaranya terdapat pada beberapa substrat yang mengandung sumber pati.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Isolasi dan pemurnian BAL memperoleh 36 isolat yang memproduksi asam dan sepuluh isolat diantaranya bersifat amilolitik. Hasil identifikasi terhadap isolat amilolitik menunjukkan bahwa isolat termasuk kelompok bakteri asam laktat dengan kriteria Gram positif, sel berbentuk batang pendek, katalase negatif dan 4 diantaranya bersifat homofermentatif dan 6 isolat lainnya bersifat

heterofermentatif. Kemungkinan terbesar dari 10 isolat BAL yang telah diidentifikasi termasuk dalam kelompok *Lactobacillus*.

Saran

Identifikasi lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui spesies BAL dan perlu dilakukan pemanfaatan isolat untuk memodifikasi pati sagu.

Pernyataan

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini merupakan bagian dari payung penelitian “Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Industri Pengolahan Pati Sagu dan Pemanfaatannya dalam Memodifikasi Pati Sagu secara Mikrobiologis” yang ketuaioleh Dr. Yusmarini, S.Pt. M.P.

DAFTAR PUSTAKA

- Caldwell, R.D. 1995. **Microbial Physiology and Metabolism**. Wim. C. Brown.
- Cullimore, R.D. 2000. **Principal Atlas For Bacterial Identification**. Lewis Publisher. United States of America.
- Gunaedi, T., S. Margino., L. Sembiring dan R. Pratiwi. 2009. **Seleksi bakteri amilolitik penghasil asam organik dari tepung sagu basah masam**. Di dalam prosiding Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XIV.24-25 Juli 2009.UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Lye, H.S., G. R. R. Ali dan M. T. Liong. 2010. **Mechanisms of cholesterol removal by lactobacilli under conditions that mimic the human gastrointestinal tract**. International Dairy Journal, volume 20: 169-175.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko., D.A. Stahl dan D. Clark. 2011. **Biology of MicroorganismsThirteenth Edition**. Pearson Education International. USA. New York.
- Nurmalinda, A., Periadnadi dan Nurmiati. 2013. **Isolasi dan karakterisasi parsial bakteri indigenous pemfermentas. dari buah durian (*Durio zibethinus* Murr.)**. Jurnal Biologi Universitas Andalas, ISSN : 2303-2162.
- Notohadiprawiro, T. dan J.E. Louhenapessy. 1992. **Potensi sagu dalam penganekaragaman bahan pangan pokok ditinjau dari ketersediaan lahan**. Simposium Sagu Nasional, UNPATTI, Pemda Maluku, dan BPPT. Ambon 12-13 Oktober 1992.
- Putri, W. D. R., Haryadi., D. W. Marseno dan M. N. Cahyanto. 2012. **Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat amilolitik selama fermentasi growol, makanan tradisional indonesia**. Jurnal Teknologi Pertanian, volume 13: 13 -60.

- Ray, B. 2001. **Dasar-dasar Mikrobiologi Pangan**. Diterjemahkan oleh Rindit Pambayun dan Rahmat Hari Purnomo. Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Reddy, N.S., A. Nimmagadda dan K.R. Rao. 2003. **An overview of the microbial α amylase family**. African Journal of Biotechnology, volume 2: 645–648.
- Salminen, S., A.V. Wright dan Ouwehand, A. 2004. **Lactic acid bacteria: Microbiology and Functional Aspects**. 3th edition. Revised and Expanded. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Sarah, S.R. P. dan H.S. Putro. 2009. **Isolasi α -amilase termostabil dari bakteri termofilik *Bacillus stearothermophilus***. Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sinaga, P. 2012. **Pembuatan Modified Sago Starch (Mosas) secara fermentasi menggunakan bakteri asam laktat**. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sudarsono, A. 2008. **Isolasi dan karakterisasi bakteri pada ikan laut dalam spesies ikan gindara (*Lepidocibium flavobronneum*)**. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sujaya, I N., Y. Ramona., N.P. Widarini., N.L.P. Suariani., N.M.U. Dwipayanti., K.A. Nocianitri dan N.W. Nursini. 2008. **Isolasi dan Karakterisasi bakteri asam laktat dari susu kuda Sumbawa**. Jurnal Veteriner, volume 9: 52-59.
- Sukarminah, E., D.M. Sumanti dan I. Hanidah. 2010. **Mikrobiologi Pangan**. Jurusan Teknologi Industri Pangan Fakultas Teknologi Industri Pertanian Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Sunaryanto.R dan B. Marwoto. 2012. **Isolasi, identifikasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari dadih susu kerbau**. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, volume 14:228-233.
- Wood, B. J. B. dan W. H. Holzapfel. 1995. **The Genera of Lactic Acid Bacteria**. Blackie Academic & Professional. Germany.

Yusmarini, Indrati, R. Utami, T dan Y. Marsono. 2009. **Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat proteolitik dari susu kedelai yang terfermentasi spontan.** Jurnal Natur Indonesia, volume 12: 28-33.

Zulaidah, A. 2011. **Modifikasi ubi kayu secara biologi menggunakan starter bimo-cf menjadi tepung termodifikasi pengganti gandum.** Tesis Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.