

ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT PADA PANGAN FERMENTASI MANDAI

Mangasa Tua Pandapotan Siregar, Endang Kusdiyantini dan
MG. Isworo Rukmi

Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro,
Tembalang, Semarang 50275; Telepon (024)7474754; Fax. (024)76480690
email: mangasa_siregar@yahoo.co.id

Abstract

East Kalimantan has a lot of processed food products traditionally, one of them is mandai which is fermented food made from fruit leather Cempedak (*Arthocarpus champeden*). Lactic acid bacteria involved in the fermentation mandai greatly affect the quality of the final product. This study aimed to perform the isolation and characterization of lactic acid bacteria in the mandai fermentation process. MRS medium was used in the isolation of bacteria for 14 days. Isolation of bacteria during the fermentation process mandai obtaining 17 isolates, nine isolates Gram negative isolates, and eight isolates Gram positive. Eight isolates showed positive results against some of the morphological and biochemical characterization. Including biochemical characterization, acid formation and gas production from glucose, motility test, catalase test, growth at 160C and 480C, hydrolysis of starch, fat hydrolysis, and hydrolysis of casein and acid formation test. Eight isolates bacteria made mandai into processed food products that had a sour taste.

Keywords: lactic acid bacteria, BAL ,bacterial isolates, cempedak skin.

Abstrak

Kalimantan Timur memiliki banyak produk olahan makanan tradisional, salah satunya adalah mandai yang merupakan makanan fermentasi berbahan dasar kulit buah cempedak (*Arthocarpus champeden*). Bakteri asam laktat yang terlibat dalam fermentasi mandai sangat berpengaruh pada mutu produk akhir. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat pada proses fermentasi mandai. Medium MRS Agar digunakan dalam proses isolasi bakteri selama 14 hari. Isolasi bakteri yang didapatkan selama proses fermentasi mandai adalah 17 isolat, dengan sembilan isolat bakteri Gram negatif dan delapan isolat bakteri Gram positif. Delapan isolat bakteri gram positif menunjukkan hasil positif terhadap beberapa karakterisasi morfologi dan biokimia. Karakterisasi biokimia meliputi, pembentukan asam dan produksi gas dari glukosa, uji motilitas, uji katalase, pertumbuhan di 160C dan 480C, hidrolisis pati, hidrolisis lemak, dan hidrolisis kasein serta uji pembentukan asam. Delapan isolat bakteri membuat mandai menjadi produk olahan pangan yang memiliki cita rasa asam.

Kata kunci: bakteri asam laktat, BAL, isolat bakteri, kulit cempedak.

Pendahuluan

Indonesia terkenal dengan berbagai macam makanan tradisional fermentasi yang tersedia di pasar tradisional maupun pasar modern. Mayoritas makanan tersebut diproduksi dalam skala kecil atau skala rumah tangga, makanan yang diolah secara fermentasi tersebut memegang peranan penting dalam memenuhi kebutuhan makanan sehari-hari masyarakat dan banyak mengandung kandungan zat gizi seperti protein, karbohidrat, lemak dan vitamin (Pawiroharsono, 2006).

Kalimantan Timur memiliki banyak produk olahan makanan tradisional dimana salah satunya adalah mandai yang merupakan makanan fermentasi berbahan dasar kulit buah cempedak (*Arthocarpus champeden*) yang terdapat pada bagian tengah atau mesokarp kulit buah. Kulit bagian mesokarp buah cempedak banyak mengandung berbagai zat gizi diantaranya adalah protein, karbohidrat dan vitamin. Hasil fermentasi kulit buah cempedak ini dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan, seperti gorengan maupun dimasak sebagai sayur. Pembuatan mandai bermanfaat untuk daerah tersebut, salah satunya adalah dapat mengurangi limbah organik sekaligus menghasilkan olahan makanan yang tahan lama dan mengandung nilai gizi yang tinggi (Saptorini dkk, 2009). Proses fermentasi mandai terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap persiapan yang meliputi pengupasan dan pencucian kulit buah cempedak bagian tengah (mesokarp), tahap penggaraman yang dilakukan dengan menambahkan garam 25% (b/v), dan tahap perendaman kulit cempedak dalam larutan berkadar garam tinggi selama waktu fermentasi (14 hari). Penambahan garam pada substrat organik menimbulkan rangkaian fermentasi secara spontan dan terjadinya seleksi mikroorganisme yang mengarah pada sukseksi

mikroorganisme (Pawiroharsono, 2006). Pemberian garam pada proses fermentasi mandai bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk patogen, sehingga produksi mandai dapat terhindar dari kerusakan dan dapat dikonsumsi (Alcarno, 2001). Menurut Pawiroharsono, (2006) makanan tradisional mandai difermentasi oleh bakteri asam laktat yang menyebabkan cita rasa dari produk mandai tersebut menjadi asam.

Bakteri yang terlibat dalam fermentasi mandai sangat berpengaruh pada mutu produk akhir, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah bakteri asam laktat terlibat dalam proses fermentasi mandai, serta mengetahui karakter atau sifat dari bakteri asam laktat tersebut.

Metodologi

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2013 sampai dengan Januari 2014 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sain dan Matematika, UPT Laboratorium Terpadu, dan Laboratorium Ilmu Nutrisi Dan Pangan Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Bahan dan Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer, gelas ukur, batang pengaduk, pipet ukur, corong, bunsen, gelas beker, labu ukur 10 ml, pipet ukur, hot plate, vorteks, stopwatch, cawan petri, autoklaf, mikroskop, timbangan, sendok, pinset, gunting, pisau, cool box, tabung durham, anaerobik jar, toples, plastik, refrigotor, baskom atau panci dan tabung reaksi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades, medium De Man Ragosa Sharpe (MRS Agar), medium NB (Nutrient Broth), Medium glukosa broth, medium Skim

milk agar (kasein), medium dextrose tripton bromkresol purple agar (DTBPA), indikator fenol merah, indikator brom timol biru, gelatin, medium agar pati, medium lemak (gliserol), Alkohol 70%, Alkohol 96%, hidrogen peroksida 3%, kulit mesokarp buah cempedak (*Arthocarpus champeden*) asal Samarinda Kalimantan Timur, minyak emersi, pewarna Gram A, Gram B, Gram C, Gram D dan garam dapur.

Cara Kerja

Fermentasi Mandai

Fermentasi mandai diawali dengan pemisahan kulit buah bagian tengah (mesokarp) dari kulit bagian luar (eksokarp), kemudian kulit mesokarp ditimbang sebanyak 500 g, yang dilanjutkan dengan pencucian kulit dengan air bersih. Kulit mesokarp yang sudah dicuci ditiriskan dan kemudian diletakkan di dalam baskom atau panci yang dilanjutkan dengan perendaman kulit selama 30 menit di dalam air masak, dengan tujuan untuk menghilangkan getah dan lendir dari kulit mesokarp. Kulit mesokarp selanjutnya ditiriskan sampai kering, dan dimasukkan ke dalam toples steril. Kulit kemudian direndam kembali dengan air mineral sebanyak 1,2 L dan selanjutnya dibubuhi garam dapur sebanyak 25% (b/v), atau 300 g dan dipadatkan dengan perlahan, selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 14 hari hingga didapatkan mandai (Andrestian, 2009).

Isolasi Bakteri Dalam Proses Pembuatan Mandai

Sebanyak 1 g sampel mandai diambil setiap dua hari sekali pada hari ke- 0,2,4,6,8,10,12, dan 14 yang kemudian diencerkan secara bertingkat pada larutan NaCl 0,9% sebanyak 45 ml, dan dihomogenkan dengan menggunakan vortex selama 30 detik. Pengenceran dilakukan bertingkat

hingga pengenceran 10^{-6} . Sebanyak 0,1 ml larutan sampel dari pengenceran 10^{-5} dan 10^{-6} diinokulasikan secara sebaran pada medium MRS agar dan diinkubasi selama 24 - 48 jam pada suhu ruang. Bakteri yang representatif kemudian dimurnikan kembali pada medium MRS agar. Koloni yang terpisah selanjutnya di isolasi pada agar miring untuk dianalisis lebih lanjut (Andrestian, 2009).

Karakterisasi Morfologi

Karakterisasi sifat morfologi mencakup bentuk, ukuran, dan tepi koloni. Pengamatan morfologi isolat representatif dilakukan dengan pewarnaan gram. Pengecatan gram dilakukan dengan membuat apusan isolat bakteri, isolat bakteri selanjutnya ditetesi dengan larutan cat Hucker's Crystal violet selama 1 menit. Kelebihan pewarna dibilas dengan air mengalir dan dilanjutkan dengan ditetesi larutan Mordan Lugol's Iodine selama 1 menit, kemudian dihilangkan warnanya dengan ditetesi alkohol 96% selama 10-20 detik, setelah itu dibilas dengan air. Apusan isolat kemudian diwarnai dengan larutan Safranin selama 1 menit dan dibilas kembali dengan air mengalir lalu dikeringanginkan. Preparat selanjutnya diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000 kali dengan minyak emersi.

Uji Biokimia Isolasi Bakteri

Menurut Cowan, (1995) pengamatan terhadap karakteristik biokimiawi isolat bakteri asam laktat dilakukan dengan beberapa uji biokimiawi, yang meliputi, pembentukan asam dan gas dari glukosa, motilitas, pertumbuhan bakteri di suhu 14°C dan 48°C , katalase, hidrolisis pati, hidrolisis lemak, dan hidrolisis kasein serta dilakukan uji pendukung berupa uji pembentukan asam.

Uji Proksimat Mandai

Uji proksimat mandai dilakukan dengan menganalisis kadar abu, air, lemak, protein, karbohidrat, dan total asam pada sampel produk.

Hasil dan Pembahasan

Penambahan garam pada proses fermentasi akan menyebabkan mesokarp cempedak mengalami perubahan tekstur, sebelum dilakukan fermentasi mesokarp cempedak bertekstur kasar, keras dan sedikit mengandung air, tetapi setelah dilakukan fermentasi selama 14 hari terjadi perubahan tekstur mesokarp cempedak yaitu menjadi lembek, berwarna lebih cokelat atau lebih gelap, dan permukaan kulit menjadi berlendir. Perubahan tekstur mesokarp cempedak tersebut terjadi karena sel tumbuhan (mesokarp cempedak) direndam pada larutan garam terkonsentrasi (hipertonik). Sel tersebut selanjutnya akan kehilangan air dan juga kehilangan tekanan turgor. Hal tersebut menyebabkan struktur sel menjadi lemah. Sel dalam kondisi hipertonik akan kehilangan air lebih banyak dan menyebabkan sel mengalami plasmolisis. Peristiwa plasmolisis akan menyebabkan tekanan pada sel menjadi terus berkurang sampai di suatu titik yaitu protoplasma sel terkelupas dari dinding sel, hal tersebut menyebabkan munculnya jarak antara dinding sel dan membran. Sehingga seluruh dinding sel akan luruh dan mengkerut. Mesokarp cempedak 100 g, mengandung protein 2,5%, lemak 0,4%, karbohidrat 25,8%, serat 3,4%, dan mineral 67,9% (Sunaryono, 2005). Sebelum dilakukan penambahan garam, mesokarp cempedak berada dalam kondisi pH netral yaitu 6,8, dan setelah dilakukan penambahan garam pH mesokarp cempedak menjadi rendah yaitu 5,3. Penurunan nilai pH selama 14 hari fermentasi terjadi secara signifikan dengan nilai pH akhir fermentasi adalah

3,83. Kondisi pH rendah tersebut membuat mesokarp cempedak menjadi lingkungan yang sesuai bagi munculnya bakteri indigeneous dalam proses fermentasi yang dilakukan secara alamiah. Bakteri ini kemudian melakukan proses penguraian substrat dan melakukan fermentasi yang menghasilkan asam dan mengubah tekstur mesokarp cempedak selama proses fermentasi.

1. Isolasi Bakteri Selama Proses Fermentasi Mandai

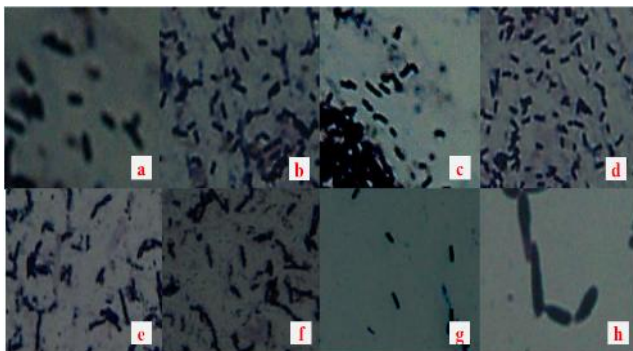
Isolasi bakteri dilakukan setiap dua hari sekali selama 14 hari fermentasi, 17 isolat bakteri yang dapat dilihat pada Tabel. 4.1.

Tabel. 4.1. Isolat bakteri pada 14 hari fermentasi mandai.

| Hari Ke- | Kode Isolat | Gram |
|----------|-----------------|------|
| 0 | M ₁ | - |
| | M ₂ | - |
| 2 | M ₃ | - |
| | M ₄ | - |
| 4 | M ₅ | - |
| | M ₆ | - |
| | M ₇ | - |
| 6 | M ₈ | - |
| | M ₉ | - |
| | M ₁₀ | + |
| 8 | M ₁₁ | + |
| | M ₁₂ | + |
| 10 | M ₁₃ | + |
| | M ₁₄ | + |
| 12 | M ₁₅ | + |
| | M ₁₆ | + |
| 14 | M ₁₇ | + |

Tabel. 4.1. menunjukkan isolat bakteri yang diperoleh, terdiri dari 9 isolat Gram negatif didapatkan pada hari ke-0 sampai hari ke-4, dan 8 isolat Gram positif pada hari ke-6 sampai hari ke-14. Tumbuhnya bakteri Gram negatif dan Gram positif pada medium MRS Agar (OXOID - CMO0359) selama proses fermentasi mandai dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu, medium MRS Agar yang memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi, kemungkinan dapat secara tidak langsung menjangkit beberapa bakteri Gram negatif yang dapat memanfaatkan komponen nutrisi pada medium MRS Agar untuk

pertumbuhannya. Hasrul (2009) dan Mughtadi (2010) menyatakan adanya kemungkinan beberapa bakteri Gram negatif dapat tumbuh pada medium selektif yang digunakan dalam mendapatkan bakteri Gram positif, dikarenakan oleh kemampuan beberapa bakteri Gram negatif yang dapat beradaptasi dengan baik pada kandungan nutrisi pada medium tersebut, dan memanfaatkannya sebagai sumber nutrisi bakteri. Bakteri asam laktat merupakan bakteri Gram positif. Delapan isolat bakteri Gram positif (M_{10} sampai M_{17}) yang diduga bakteri asam laktat tersebut selanjutnya diamati morfologi koloni dan sel, serta sifat - sifat biokimiawinya untuk membuktikan isolat-isolat tersebut merupakan bakteri asam laktat. Hasil pengamatan dan pengujian biokimia terlihat pada Gambar. 4.2. dan Tabel. 4.2., uji biokimia yang dilakukan berdasarkan referensi Cowan, 1995; Cowan dkk. 1974; dan Salminen, 1993.



Gambar 4.2. Morfologi isolat bakteri fermentasi mandai perbesaran 1000X*.

*Keterangan:

- | | |
|---------------|---------------|
| a. Isolat M10 | e. Isolat M14 |
| b. Isolat M11 | f. Isolat M15 |
| c. Isolat M12 | g. Isolat M16 |
| d. Isolat M13 | h. Isolat M17 |

2. Karakterisasi Morfologi Dan Uji Biokimia Isolat Bakteri

Tabel. 4.2. menunjukkan seluruh isolat mempunyai sel berbentuk tunggal (monobasil) dan bersifat Gram positif (Gambar. 4.2). Isolat bakteri M_{10} , M_{12} ,

M_{15} dan M_{17} secara umum memiliki kesamaan dalam bentuk koloni yang irregular dengan tepian undulate, dan elevasi raised, sedangkan isolat M_{11} , M_{13} , dan M_{14} memiliki bentuk koloni punctiform dengan tepian undulate, dan elevasi raised. Isolat M_{16} memiliki bentuk koloni yang berbeda dari koloni yang lain yaitu circular, dengan tepian entire dan elevasi raised. Seluruh isolat mempunyai bentuk sel monobasil namun terdapat perbedaan warna koloni.

Karakterisasi biokimia dari isolat (Tabel 4.2.) menunjukkan koloni yang menjurus pada kelompok bakteri asam laktat. Seluruh isolat merupakan bakteri yang bersifat anaerob, hal tersebut sesuai dengan Cowan dkk (1974) dan Salminen (1993), yang menyatakan bakteri asam laktat dapat tumbuh pada kondisi anaerob. Uji katalase menunjukkan delapan isolat tersebut tidak menghasilkan enzim katalase, hasil ini sesuai dengan ciri - ciri dari kelompok bakteri asam laktat, yang disebutkan oleh Cowan (1995), Cowan dkk (1974), dan Salminen (1993). Delapan isolat tersebut juga bersifat non-motil, sesuai dengan yang dinyatakan oleh Salminen (1993), bahwa bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri non-motil. Seluruh isolat tidak dapat tumbuh pada suhu 16°C , namun dapat tumbuh pada suhu 48°C . Bakteri asam laktat dapat tumbuh pada suhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$ dan pada suhu $\pm 15^{\circ}\text{C}$ beberapa isolat bakteri asam laktat tidak dapat tumbuh (Cowan dkk, 1974).

Seluruh isolat dapat menguraikan glukosa menjadi asam dan gas. Hal tersebut sesuai dengan dengan sifat bakteri asam laktat Cowan (1995), Cowan dkk. (1974), dan Salminen (1993). Uji hidrolisis pati, lemak dan kasein terhadap seluruh isolat menunjukkan bahwa isolat - isolat tersebut mampu menghasilkan enzim - amilase, enzim lipase dan enzim protease. Enzim -amilase akan

menghidrolisis kandungan amilum pada mesokarp cempedak menjadi maltosa dan glukosa. Enzim lipase akan menghidrolisis lemak pada mesokarp cempedak menjadi 3 molekul asam lemak, dan 1 molekul gliserol 3-fosfat. Enzim protease akan menghidrolisis kandungan protein pada mesokarp cempedak menjadi peptida dan asam amino (Stanbury, 2003). Berdasarkan penelitian Hasrul (2009) yang melakukan fermentasi mandai selama 14 hari dengan kadar garam 2-5% (b/v) didapatkan isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* yang dominan pada proses fermentasi mandai, serta terjadi perubahan tekstur produk mesokarp cempedak yang telah difermentasi menjadi lebih gelap, berlendir, dan terasa asam saat dikonsumsi. Penelitian Andrestian (2009) yang melakukan fermentasi mesokarp cempedak dengan kadar garam 2-5% (b/v) juga menunjukkan hasil yang sama pada perubahan tekstur mesokarp cempedak yaitu mesokarp cempedak menjadi lebih gelap, berlendir, dan terasa asam saat dikonsumsi.

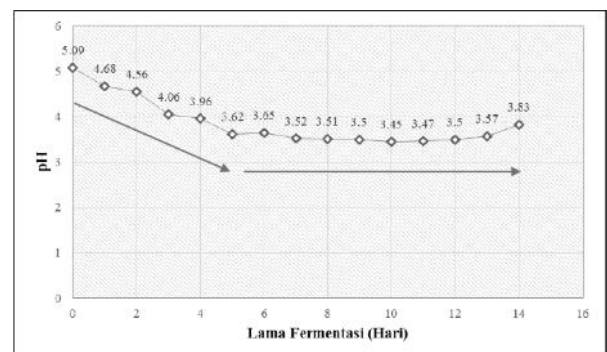
3. Pembentukan Asam

Kemampuan pembentukan asam merupakan ciri utama dalam karakterisasi biokimia terhadap seluruh isolat yang diduga merupakan bakteri asam laktat. Hasil uji pembentukan asam menunjukkan hasil positif yaitu seluruh isolat menghasilkan asam (Tabel 4.2.). Asam terbentuk sebagai akibat proses glikolisis yang dilakukan bakteri dengan merubah glukosa menjadi glukosa 6-fosfat, kemudian diubah menjadi ribulosa 5-fosfat, yang akan dipecah menjadi gliseraldehid 3-fosfat dan asetil-fosfat. Gliseraldehid 3-fosfat kemudian akan diubah menjadi phosphoenolpiruvat, yang akan diubah lagi menjadi asam piruvat, yang kemudian asam piruvat akan didehidrogenasi membentuk asam laktat (Salminen, 1993). Proses ini

mengakibatkan terjadinya penurunan nilai pH yang membuat perubahan warna pada medium akibat produksi asam oleh isolat bakteri.

4. Perubahan pH Pada Proses Fermentasi Mandai

Proses fermentasi mesokarp cempedak selama 14 hari menyebabkan terjadinya perubahan pH seperti terlihat pada Gambar. 4.3., diduga selama proses fermentasi bakteri menguraikan substrat mesokarp cempedak dan menghasilkan senyawa-senyawa yang berupa asam, sehingga produk yang dihasilkan bersifat asam. Proses fermentasi mandai menghasilkan produk pangan yang bercita rasa asam. Bakteri asam laktat yang terlibat dalam proses fermentasi merupakan bakteri yang dapat hidup di kisaran pH 3 hingga 4 (Salminen, 1993).



Gambar 4.3. Perubahan pH fermentasi mandai selama 14 hari.

Nilai pH pada hari ke-0 hingga hari ke-5 cenderung mengalami penurunan yang signifikan, tetapi pada hari ke-6 hingga hari ke-14 nilai pH cenderung stabil (Gambar. 4.3.). Hal tersebut sesuai dengan bakteri yang berhasil diisolasi, pada hari ke-0 hingga hari ke-4, isolat bakteri Gram negatif, sedangkan pada hari ke-6 hingga hari ke-14 diperoleh bakteri Gram positif. Isolat M₁₀ hingga M₁₇ yang diperoleh pada hari ke-6 hingga hari ke-14 didapatkan pada kondisi nilai pH yang

rendah dan cenderung stabil. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai pH yang signifikan akan menyebabkan terjadinya suksesi mikroba (Walstra, 2005).

Kondisi pH yang rendah akan menciptakan lingkungan yang sesuai bagi bakteri tertentu antara lain bakteri asam laktat, sehingga hanya bakteri asam laktat saja yang dapat tumbuh pada saat kondisi pH yang sangat rendah dan cenderung stabil untuk dapat melakukan proses fermentasi mesokarp cempedak.

Menurut Astuti dan Rahmawati (2010), ketahanan bakteri asam laktat pada pH rendah terjadi karena adanya kemampuannya dalam mempertahankan pH internal lebih alkali dari pada pH eksternal yang lebih asam, dan bakteri asam laktat mempunyai membran sel yang lebih tahan terhadap kebocoran sel akibat berada di lingkungan dengan pH rendah hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan Pratiwi (2008), dalam kondisi pH rendah bakteri asam laktat mampu mempertahankan kadar keasaman sitoplasmanya sehingga enzim yang berada di dalam sel tetap dapat bekerja secara optimal.

5. Uji Proksimat Mandai

Uji proksimat dilakukan untuk mengetahui kandungan gizi mandai hasil fermentasi. Uji proksimat yang dilakukan meliputi analisis kadar air, kadar abu, kadar lemak kasar, kadar serat kasar, kadar protein kasar, pH produk, dan total asam laktat. Hasil uji proksimat produk mandai ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Berdasarkan data pada Tabel 4.3., komponen abu produk mandai selama 14 hari fermentasi memiliki jumlah persentase yang lebih besar dari data Andrestian, hal ini menunjukkan kandungan mineral dalam fermentasi mandai 14 hari fermentasi jauh lebih tinggi dibanding data Andrestian.

Tabel 4.3. Kandungan nilai gizi produk mandai per 100 gram bahan kering.

| Komponen | Kadar Garam 25%* (%) | Kadar Garam 2-5%** (%) |
|-------------|----------------------|------------------------|
| Air | 4,41 | 6,8 |
| Abu | 77,53 | 4,3 |
| Lemak | 4,43 | 7,5 |
| Serat Kasar | 6,98 | 8,7 |
| Protein | 2,34 | 9,1 |
| Karbohidrat | 14,79 | 63,6 |
| pH | 3,83 | 3,72 |
| Total Asam | 2,25 | 2,75 |

*Fermentasi mandai 14 hari (Mangasa, 2014),

**Fermentasi mandai (Andrestian, 2009).

Komponen air, lemak, serat kasar, protein dan karbohidrat data Andrestian menunjukkan data yang lebih besar persentasenya dibanding data fermentasi mandai selama 14 hari. Perbedaan persentase nilai gizi disebabkan oleh adanya perbedaan pemberian kadar garam yang berkaitan dengan kehadiran bakteri selama proses fermentasi (Hasrul, 2009). Pemberian garam saat fermentasi akan menyebabkan nilai pH pada mesokarp cempedak menjadi rendah, kondisi pH rendah tersebut membuat mesokarp cempedak menjadi lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan bakteri pada fermentasi mandai. Bakteri yang telah mampu hidup dalam kondisi pH rendah tersebut, selanjutnya akan menghasilkan enzim yang berperan dalam proses pemecahan komponen gizi yang terdapat pada mesokarp cempedak.

Hasrul (2009) dan Andrestian (2009), melakukan fermentasi mandai dengan menggunakan kadar garam 2-5% (b/v)** dengan waktu fermentasi 14 hari, menunjukkan hasil persentase nilai gizi lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi mandai yang menggunakan kadar garam 25% (b/v)*. Kadar garam yang tinggi menyebabkan jumlah bakteri yang hadir selama proses fermentasi semakin banyak dan membuat komponen gizi yang terdapat pada mesokarp cempedak menjadi

turun, akibat dari pemecahan dan penggunaan komponen gizi yang dilakukan oleh bakteri.

Kesimpulan

Selama 14 hari proses fermentasi, terdapat delapan isolat bakteri asam laktat (BAL) yang berperan dalam proses fermentasi mandai.

Daftar pustaka

- Ahira, A. 2012. Mengenal Manfaat Cempedak. Diambil dari <http://www.anneahira.com/buah-buahan-cempedak.htm> diakses pada 30 Oktober 2013 pukul 16.05 WIB.
- Alcama IE. 2001. Fundamentals of microbiology. Boston: Jones and Bartlett.
- Andrestian, M. D. 2009. Standarisasi Produksi Mandai Kulit Cempedak melalui Perlakuan Kadar Garam dan Pemberian Inokulum. Tesis. SITH-ITB. Bandung
- Apriyantono, A. 2007. Analisis Pangan. Bogor: Penerbit Institut Pertanian Bogor.
- Astuti, dan A. Rahmawati. 2010. Asimilasi Kolesterol dan Dekonjugasi Garam Empedu oleh Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Limbah Kotoran Ayam Secara In Vitro. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY.
- Cappuccino, J. G. & N. Sherman. 2002. Microbiology a laboratory manual. 6th Ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Cowan S.T, J.G. Holt, J. Liston, R.G.E. Muray, C.F. Niven, A.W. Ravin dan R.Y. Stainer. 1974. Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology. 8th Ed. The Williams and Wilkins Company, Baltimore. U.S.A
- Cowan S.T. 1995. Manual For The Identification Of Medical Bacteria. 2nd Ed. Cambridge University Press. London, New York, Melbourne.
- Fleet G. 2004. Microbial ecology in the design, development and safety of fermented foods and beverages. Sydney: The University of New South Wales.
- Funke B. R, G.J Tortora, C.L Case. 2004. Microbiology: an Introduction 8th Ed. Benjamin Cummings: San Francisco.
- Hasrul, S. 2009. Sukses Mikrobiologi dan Aspek Biokimiawi Fermentasi Mandai dengan Kadar Garam Rendah. Makalah Sains Vol.13 p.13-16.
- Harley, J. P. & L. M. Prescott. 2002. Laboratory Exercises in Microbiology. McGraw-Hill Publisher. USA.
- Heyne, K, 2007. Tumbuhan Berguna Indonesia Cetakan I. Badan Litbang Kehutanan: Jakarta.
- Jay B.H.A, Z. Ruyuri, L. Chan (Eds). 2008. Microbial Production: Applications and Perspectives. Caister Academic Press. London.
- Kusmiati, W. dan T.Malik 2002. Microbia dalam prespektif. Lactic Acid Bacteria in Fermented Foods of Indonesian origin. Journal Agritech 12(9) : 1-5
- Ljungh, A. (Eds). 2009. Lactobacillus Molecular Biology: From Genomics to Probiotics. Caister Academic Press. London.
- Madigan, M.T., J. M. Martinko, D. A. Stahl, and D. P. Clark. 2012 Brock's Biology of Microorganisms 13th Edition. Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings, San Francisco.
- Muchtadi, 2010. Bakteri Asam Laktat (BAL) dan Pengaruhnya, Lactic Acid Bacteria in Fermented Foods of Indonesian origin. Journal Agritech 12(3): 2-7.

- Muchtadi, T.R. 2010. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. Alfabeta, Bandung.
- Pawiroharsono S. 2006, Indonesian traditional-fermented food and its prospect for advanced industries. Presentasi Ilmiah Universitas Hamburg: Hamburg. 5 Mei 2006.
- Pottier N. 2008. Food Science : Lactic Acid Bacterial. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company, Inc.
- Rolling W.F.M dan B. Prasetyo. 2008. A Research on the microbiology of traditional indonesian kecap production (Thesis). Vrije Universiteit. Amsterdam.
- Roller S. 2003. Natural Antimicrobials for The Minimal Processing of Foods. CRC Press, Boca Raton.
- Saptorini, N, E. Widayati, dan L. Sari, 2009. Tanaman Cempedak Edisi II. Penerbit: Penebar Swadaya, Jakarta.
- Shors, T. 2008. Understanding Microbial. Jones and Bartlett Publishers. Colorado.
- Stanbury, W. 2003. Principles of Fermentation Technology, 2nd Edition. Great Britain : MPG Books Ltd.
- Steinkraus K H. 2002. Fermentation in the words food processing. Comprehensive review in food science and food safety. Vol 1. Cornell University: Institute of Food Technology. New York.
- Suharti, S.dan H. Alrasyid, 2003. Pedoman Teknis Tanaman Buah Nangka (*Artocarpus Heterophyllus Lamk*). Informasi Teknis No. 41. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Konservasi Alam: Bogor.
- Sunaryono, H., 2005. Cempedak (*Artocarpus champeden*) Jilid II. Yayasan Kanisius: Jakarta.
- Todar, K. 2009. The Growth of Bacterial Population. <http://textbookofbacteriology.net/growth.html> Diakses pada 31 Oktober 2013 pk. 15.29 WIB.
2011. Fermentation of food by lactic acid bacteria. Todars Online Textbook of Bacteriology.
- U.S. Pharmacopeia, National Formulary, 2002, 25/NF 20, U.S. Pharmacopoeial Convention, Rockville, MD.
- Walstra, P.2005. Fermentation Science and Technology. 2nd Ed. CRC. Press.New York.
- Winarni. 2004. Diktat Teknik Fermentasi. Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Yunandar, 2003. Gabungan Nangka dan Cempedak. Buletin Informasi Pertanian, No. 05. Departeman Pertanian.
- Yusmarini, T., J. Liani dan R. Sitohang. 2010. Aktivitas Bakteri Asam Laktat dan Khamir dalam Fermentasi Makanan Tradisional. Jurnal teknologi dan industri pangan 21(2): 129-134.