

**LAPORAN PENELITIAN DIPA
FMIPA ULM SEMESTER GANJIL TA 2019/2020**



**HUBUNGAN LAMA WAKTU FERMENTASI TERHADAP TOTAL BAKTERI
ASAM LAKTAT DAN BAKTERI HALOFILIK PRODUK MANDAI DENGAN
PENAMBAHAN KADAR GARAM TINGGI**

Oleh

Hasrul Satria Nur, S.Si., M.Si
Witiyasti Imaningsih, S.Si., M.Si

Dibiayai oleh DIPA FMIPA ULM Ganjil 2019/2020
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian
Nomor 1425/UN8.1.28/SP/2019

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU, 2020**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN DIPLOMA
FMIPA ULM SEMESTER GANJIL TA 2019/2020**

- | | | |
|------------------------|---|--|
| 1. Judul Penelitian | : | Hubungan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Total Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Halofilik Produk Mandai dengan Penambahan Kadar Garam Tinggi |
| 2. Ketua Peneliti | : | |
| a. Nama Lengkap | : | Hasrul Satria Nur, S.Si., M.Si |
| b. Jenis Kelamin | : | Laki-laki |
| c. NIP | : | 197607092002121002 |
| d. Disiplin Ilmu | : | Mikrobiologi & Bioteknologi Mikrob |
| e. Pangkat/Golongan | : | Penata/III c |
| f. Jabatan Fungsional | : | Lektor |
| g. Program Studi | : | Biologi |
| 3. Jumlah Tim Peneliti | : | 1 (satu) orang |
| Nama Anggota | : | Witiyasti Imaningsih, S.Si., M.Si |
| 4. Lokasi Penelitian | : | Lab. Mikrobiologi – FMIPA ULM, Banjarbaru |
| 5. Waktu Penelitian | : | 12 bulan |
| 6. Jumlah Biaya | : | Rp. 3.000.000,- (Tiga Juta Rupiah) |

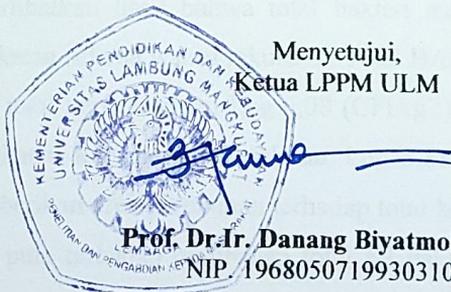


Edy Setiawan Sagar, M.Si., M.Sc., Ph.D
NIP. 196702021991031013

Banjarbaru, November 2020

Ketua Peneliti,

Hasrul Satria Nur, S.Si., M.Si
NIP. 197607092002121002



Menyetujui,
Ketua LPPM ULM

Prof. Dr.Ir. Danang Biyatmoko, M.Si
NIP. 196805071993031020

RINGKASAN

Fermentasi mandai cempedak sudah lazim diproduksi dan diolah serta dimanfaatkan sebagai sumber lauk-pauk bagi kalangan masyarakat di Pulau Kalimantan. Khususnya, Suku Banjar, di Provinsi Kalimantan Selatan. Demikian halnya diversifikasi produk mandai juga telah mengalami banyak jenis variasi aneka olahannya. Akan tetapi, kajian ilmiah (*scientific research*) juga perlu terus dilakukan guna memperoleh data-data ilmiah dari produk mandai cempedak tersebut. Selama ini kajian-kajian riset mandai juga terus dikaji oleh beberapa peneliti terkait kajian dasar dan kajian aplikasi teknologi hasil. Berdasarkan studi pustaka memperlihatkan adanya banyak celah-celah kajian ilmiah yang perlu terus dilengkapi guna keperluan data untuk menjadikan produk mandai sebagai produk pangan lokal asal pulau Kalimantan. Salah satu celah riset (*research gap*) yang perlu dilengkapi adalah jumlah kadar garam dan lama waktu fermentasi yang optimal pada fermentasi mandai terhadap hubungannya dengan parameter-parameter lingkungan selama inkubasi.

Dalam penelitian ini telah dilakukan penambahan kadar garam tinggi dengan konsentrasi 30% (b/v) dalam substrat mandai cempedak (*Artocarpus champeden* (Lour) Spreng.). Inkubasi mandai cempedak dilakukan selama waktu 14 hari inkubasi. Selama waktu inkubasi telah dilakukan pengamatan terhadap parameter mikrobiologi, yaitu total bakteri asam laktat (BAL) dengan metode *Standar Plate Count* (SPC) pada media spesifik *De Man Rogosa Sharpe Agar* (MRS Agar). Berikutnya juga ditentukan total bakteri asam laktat halofilik dengan metode SPC pada media MRS agar yang dimodifikasi dengan 5% *bacteriological sodium chloride*. Sedangkan parameter biokimia produk fermentasi mandai juga diukur terhadap derajat keasaman substrat (pH) dan total keasaman (%) substrat mandai cempedak.

Lama waktu fermentasi dengan penambahan kadar garam tinggi pada fermentasi mandai cempedak memperlihatkan hasil bahwa total bakteri asam laktat dan total bakteri halofilik mengalami peningkatan selama waktu inkubasi. Total BAL mengalami peningkatan di hari ke-5 fermentasi dengan total kepadatan sel Log 6,08 (CFU.g⁻¹). Sementara total BAL halofilik juga mengalami peningkatan kepadatan sel sebesar Log 5,88 (CFU.g⁻¹). Sedangkan lama waktu inkubasi juga memberikan efek perubahan terhadap total kepadatan sel BAL sebesar 0,0616 satu satuan. Demikian pula terhadap perubahan total sel bakteri asam laktat halofilik mengalami

perubahan 0,0361 satu satuan. Terhadap pH dan total asam dari substrat fermentasi juga mengalami perubahan. pH substrat fermentasi mandai mengalami perubahan di hari ke-5 sebesar 2,42 dari pH 4,80 pada substrat awal fermentasi. Berbeda halnya dengan total keasaman substrat yang cenderung mengalami peningkatan pada hari ke-3 fermentasi hingga akhir inkubasi dengan kisaran total asam 0,024%-0,185%. Lama waktu fermentasi juga menunjukkan hibungan terhadap perubahan pH sebesar 0,0401 satu satuan. Sedangkan lama waktu fermentasi juga menunjukkan perubahan total asam substrat sebesar 0,0059 satu satuan.

Lama dan Waktu Inkubasi Produk Hasil Proses Fermentasi Kacang Hijau

Penelitian ini dilaksanakan dan didukung oleh DIPA PMPA ULM dan DIPA DIPA ULM sebagai Dana Penelitian Pelaksana Penelitian Dasar. Dari penelitian ini diperoleh informasi yang signifikan terhadap upaya perbaikan mutu dan lama waktu yang optimal pada pengolahan produk kacang hijau dan kacang hijau yang diolah dengan dapat meningkatkan total asam laktat dan kadar asam laktat bakteri selama waktu inkubasi berlangsung. Disamping itu lama waktu fermentasi memiliki hubungan terhadap perubahan pH dan total asam laktat kacang hijau.

Uraian ringkasnya ini dan penelitian ini merupakan terbitan hasil kerja Dosen PMPA Universitas Lambung Mangkurat dan dukungan penuh yang terkemuka dan terencana penelitian ini. Disamping itu, semoga terbit ini dapat memberikan kepada Program Studi Biologi, Kapda Sub-Bagian Laboratorium Mikrobiologi PMPA ULM dan juga kepada Mahasiswa yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan tugas di laboratorium. Oleh karenanya, ini penelitian berwujud hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu sumber dan informasi ilmiah dalam upaya pengembangan dan peningkatan mutu dan teknologi proses fermentasi kacang hijau.

Bojonegara, November 2020

Tier Peneliti

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunianya, penelitian dapat diselesaikan. Penelitian ini merupakan upaya untuk menggali informasi data riset ilmiah tentang “ **Hubungan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Total Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Halofilik Produk Mandai dengan Penambahan Kadar Garam Tinggi**”. Dengan demikian data-data ilmiah dari penelitian ini dapat memberikan informasi yang komprehensif terhadap kajian fermentasi mandai cempedak.

Penelitian ini dilaksanakan atas dukungan dana DIPA FMIPA ULM Ganjil 2019/2020 dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor: 1425/UN8.1.28/SP/2019. Dari penelitian ini diperoleh signifikansi terhadap upaya perbaikan mutu dan lama waktu yang optimal pada pengolahan produk mandai. Hal ini terlihat dari kadar garam yang ditambahkan dapat meningkat total sel bakteri asam laktat dan bakteri asam laktat halofilik selama waktu inkubasi berlangsung. Disamping itu lama waktu fermentasi memiliki hubungan terhadap perubahan total sel mikrob, derajat keasaman, dan total nilai asam.

Dalam kesempatan ini tim penelitian mengucapkan terima kasih kepada Dekan FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat atas dukungan penuh guna terlaksananya dan terselesaikan penelitian ini. Disamping itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada Progam Studi Biologi, Kepala Sub-Bagian Laboratorium Mikrobiologi FMIPA ULM, dan juga kepada Mahasiswa yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan teknis di laboratorium. Oleh karenanya, tim penelitian berharap hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu sumber data dan informasi ilmiah dalam upaya pengembangan dan peningkatan mutu dan teknologi proses fermentasi mandai cempedak.

Banjarbaru, November, 2020

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN.....	ii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mandai Cempedak dan Diversifikasinya.....	5
2.2 Peran Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Halofilik.....	7
BAB III. METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Fermentasi Mandai Cempedak (<i>Arthocarpus champeden</i> (Lour) Spreng.....	10
3.2 Penentuan Total Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Asam Laktat Halofilik	10
3.3 Deraja Keasaman (pH) dan Total Nilai Asam (%).....	11
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1 Produk Fermentasi Mandai Cempedak (<i>Arthocarpus champeden</i> (Lour) Spreng.	13
4.2 Total Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Asam Laktat Halofilik.....	14
4.3 Derajat Keasaman (pH) dan Total Nilai Asam (%).....	16
4.4 Pembahasan	18
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran	24

DAFTAR PUSTAKA 26
LAMPIRAN 31

1. Analisis produk 14
2. Analisis 15
3. Analisis 16
4. Analisis 17
5. Analisis 18
6. Analisis 19
7. Analisis 20
8. Analisis 21
9. Analisis 22
10. Analisis 23
11. Analisis 24
12. Analisis 25

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Visualisasi produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang. (1) buah cempedak sebagai bahan baku, (2) buah cempedak yang telah dipisahkan dari bagian luar (<i>eksocarpium</i>), (3) kuliat buah bagian tengah (<i>mesocarpium</i>) yang dijadikan sebagai substrat mandai, (4) inkubasi mandai dalam wadah tertutup, (5) produk mandai cempedak, dan (6) mandai olahan oseng	14
2. Aktivitas total bakteri asam laktat dan bakteri asam laktat halofilik pada produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang	15
3. Hubungan lama waktu fermentasi terhadap total BAL pada produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.....	15
4. Hubungan lama waktu fermentasi terhadap bakteri asam laktat halofilik pada produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang..	16
5. Perubahan derajat keasaman (pH) dan total nilai asam (%) produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.....	17
6. Hubungan lama waktu fermentasi terhadap derajat keasaman produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.....	17
7. Hubungan lama waktu fermentasi terhadap total asam produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang	18

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mandai cempedak merupakan produk fermentasi tradisional yang banyak ditemukan pada hampir seluruh daerah di Provinsi Kalimantan Selatan, sebagian daerah di Provinsi Kalimantan Timur dan juga Provinsi Kalimantan Tengah. Mandai cempedak dibuat dari bagian kulit buah bagian tengah (*mesocarpium*) cempedak (*Arthocarpus champeden* (Lour) Spreng.) dengan fermentasi spontan yang disertai penambahan garam dapur. Fermentasi mandai cempedak selama ini dilakukan oleh masyarakat dengan menambahkan garam dapur, dengan ukuran kesukaan dan nilai cita rasa keasinan yang relatif tidak serempak. Beberapa hasil penelitian tentang mandai cempedak telah dilakukan dengan variasi konsentrasi garam rendah, mulai dari 2-5% b/v (Andreastian, 2009), 10% b/v (Nur, 2009), 15% b/v (Emmawati, 2015). Penambahan garam pada fermentasi dapat menjadikan faktor pembatas keberadaan dan seleksi mikroba yang berperan selama waktu fermentasi. Berdasarkan jumlah konsentrasi garam yang ditambahkan pada produk fermentasi, maka dapat dikelompokkan ke dalam produk bergaram rendah dengan penambahan garam 6-8%, produk bergaram tinggi jika lebih dari 20%, dan produk tanpa bergaram jika tidak ada penambahan (0%) dari total berat bahan yang digunakan sebagai substrat dalam fermentasi (Gassem, 2019).

Kadar garam yang ditambahkan pada substrat fermentasi dapat digunakan sebagai cara untuk menyeleksi jumlah dan jenis mikroba. Umumnya, mikroba yang berperan dalam produk fermentasi, yaitu kelompok bakteri asam laktat dan halofilik. Disamping itu, penambahan kadar garam dapat berperan dalam mencegah pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk produk pangan (Buckle *et al*, 1987). Demikian halnya pada fermentasi mandai cempedak juga ditemukan beberapa jenis bakteri asam laktat dan khamir. Kelompok bakteri asam laktat, berasal dari *Lactobacillus plantarum* I (Emmawati, 2015), sedangkan kelompok khamir didominasi dari *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces globosus*, dan *Candida valida* (Andreastian, 2009). Sementara itu juga Adawiyah (2007)

menyatakan bahwa dengan penambahan garam selama fermentasi dapat berfungsi dalam mengontrol mikrob, yaitu dengan menginisiasi pertumbuhan mikrob yang diinginkan dengan cara menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan fatogen. Disamping itu, penambahan garam juga dapat berperan dalam menyeleksi pertumbuhan mikrob proteolitik. Mikrob proteolitik dalam fermentasi sangat berperan dalam hidrolisis protein menjadi asam-asam amino (Thariq dkk, 2014).

Oleh karenanya, variasi konsentrasi garam juga dapat dijadikan faktor penentu kualitas dalam pengolahan produk fermentasi mandai cempedak. Hal ini disebabkan oleh mutu produk fermentasi juga ditentukan oleh jumlah kuantitas garam yang digunakan. Seperti halnya hasil penelitian Ijong dan Ohta (1996) yang menyatakan bahwa garam merupakan bahan yang bersifat bakteriostatik, sehingga dapat menghambat dan menekan keberadaan bakteri pembusuk dan fatogen. Disamping itu pula, penambahan garam dengan kadar konsentrasi berbeda juga dapat mempengaruhi kualitas dan tampilan produk. Beberapa hasil penelitian tentang penambahan variasi garam dalam produk fermentasi, telah banyak dilaporkan seperti Ahmed *et al* (2018) menggunakan level konsentrasi garam berbeda (0%, 20%, 25%, dan 30%) pada produk fermentasi *fessiekh*. Demikian pula halnya Wattimena *et al* (2017) melaporkan hasil penelitian tentang efek penambahan konsentrasi garam berbeda (10%, 20%, dan 30%) dan lama waktu fermentasi (2, 3, 4, dan 5 minggu) terhadap total bakteri dan kandungan protein dari produk fermentasi *ina sua* ikan cakalang. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi garam menunjukkan jumlah total bakteri berbeda secara berurutan, yaitu 4,56, 8,98, 7,49, dan 4,37 (Log CFU/ml). Sedangkan lama waktu fermentasi terbaik yaitu pada minggu ke-3 dan 4 fermentasi dengan total bakteri masing-masing $2,5 \times 10^6$ dan $1,2 \times 10^8$ (CFU/ml). Umumnya bakteri yang tumbuh pada produk fermentasi dengan penambahan garam berbeda adalah dari kelompok bakteri halofilik dan halotoleran. Kelompok bakteri halotoleran biasanya dari jenis *Bacillus* sp. *Propioni bacterium* sp, *Leuconostoc* sp., dan *Lactobacillus* sp. (Nara *et al* 2013). Berikutnya kelompok bakteri halofilik yang banyak dijumpai pada produk fermentasi dengan level konsentrasi garam berbeda, yaitu dari genus *Hallobacterium* dan *Halococcus* (Gramdan Huss, 1996). Oleh karenanya, hasil-hasil penelitian tersebut di atas dapat

dijadikan gambaran yang sama mengenai efek pemberian garam dan lama waktu fermentasi terhadap parameter total bakteri asam laktat dan bakteri asam laktat halofilik pada fermentasi mandai cempedak dengan perlakuan kadar garam tinggi. Dengan demikian informasi mengenai penambahan garam pada fermentasi cempedak menjadi lengkap dan dapat digunakan sebagai informasi lanjut untuk mengkaji dan menentukan kualitas produk dalam pengolahan dan pengembangan mandai cempedak.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk mengkaji hubungan lama waktu fermentasi terhadap keberadaan bakteri asam laktat dan bakteri asam laktat halofilik dengan penambahan kadar garam tinggi pada produk mandai cempedak. Disamping itu diamati pula pola perubahan derajat keasaman (pH) dan total keasaman (%) substrat mandai cempedak selama waktu fermentasi.

1.3 Rumusan Masalah

Mandai cempedak adalah produk pangan fermentasi yang dibuat dan diolah dari bahan baku berupa kuliat buah bagian tengah (*mesocarpium*) buah cempedak (*Arthocarpus champeden* (Lour) Spreng.). Mandai cempedak diolah dengan penambahan garam dapur. Secara umum konsentrasi garam yang ditambahkan selama pembuatan mandai cempedak bervariasi sesuai dengan tingkat kesukaan dan cita-rasa masing-masing yang membuat produk mandai tersebut. Selama ini beberapa hasil penelusuran pustaka menunjukkan bahwa beberapa penelitian yang telah dilakukan yaitu berupa penambahan kadar garam dengan konsentrasi rendah. Penambahan garam dengan konsentrasi garam rendah disatu sisi masih memungkinkan pertumbuhan bakteri pembusuk yang dapat mempengaruhi kualitas produk. Oleh karenanya, pada penelitian ini dilakukan penambahan kadar garam tinggi, sehingga akan memungkinkan terjadinya selektifitas terhadap jenis bakteri yang tumbuh dan berkembang secara optimal selama waktu fermentasi. Batasan masalah yang dijadikan parameter pengamatan pada penelitian ini meliputi pengukuran total bakteri asam laktat dan bakteri asam laktat halofilik. Berikutnya juga dilakukan pengamatan terhadap

parameter kimia, sebagai faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada produk fermentasi cempedak. Parameter kimia tersebut adalah derajat keasaman (pH) dan total keasaman (%) substrat selama waktu fermentasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Kajian riset tentang hubungan lama waktu fermentasi terhadap total bakteri asam laktat dan bakteri halofilik ini pada fermentasi mandai cempedak dapat digunakan sebagai bukti ilmiah dalam pengembangan dan perbaikan kualitas produksi mandai. Disamping itu, melalui riset ini dapat diperoleh data ilmiah yang dapat digunakan sebagai *state of the art* untuk penetapan efek penambahan garam dengan hubungan lama waktu fermentasi pada proses fermentasi mandai cempedak yang dapat dikembangkan di masa mendatang menjadi pangan fungsional (*functional food*).

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mandai Cempedak dan Diversifikasinya

Mandai cempedak adalah produk pangan fermentasi lokal yang telah dikenal luas di pulau Kalimantan. Khususnya pada tiga daerah provinsi, yaitu Provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Tengah. Mandai cempedak secara tradisional telah menjadi sumber pangan lokal, khususnya di kalangan Suku Banjar-Kalimantan Selatan. Bagi kalangan masyarakat Suku Banjar, mengolah mandai di saat musim buah cempedak adalah suatu tradisi yang secara turun temurun dilakukan. Hal ini disebabkan oleh keberadaan buah cempedak atau bagi masyarakat setempat, lazim dengan sebutan nama lokal *tiwadak*. Secara taksonomi dan nama lokal, cempedak bernama botani *Artocarpus champeden* (Lour) Spreng. Disamping itu, cempedak memiliki nama sinonim dengan *A. integer* Merr., *A. integrifolia* L., dan *A. polyhema* Persons. Beberapa nama lokal di Indonesia sebagai berikut: tembedak, kakan, bikara, cubadak, nanakan (Sumatra); nangka beurit, nongko cino, comedak (Jawa); tiwadak, tuadak, mangkahai (Kalimantan); campada, nangka balanda, tabodoko, pinasa (Sulawesi), dan tambadak (Papua) (Lempang dan Suhartati, 2013). Berdasarkan klasifikasinya, cempedak memiliki hirarki taksonomi sebagai berikut:

Domain : Eucarya

Kingdom : Plantae

Sub-kingdom : Tracheobionta

Super-divisio : Spermatophyta

Divisio : Magnoliophyta

Classis : Magnoliopsida

Sub-classis : Dilliniidae

Ordo : Urticales

Familia : Moraceae

Genus : *Artocarpus*

Species : *Artocarpus champeden*

Buah cempedak bersifat semu majemuk (*syncarp*) berbentuk silinder sampai bulat dengan ukuran panjang 10-15 x 20-35 cm dengan diameter 10-15 cm. Secara sekilas buah cempedak menyerupai buah nangka, tetapi mempunyai perbedaan secara signifikan. Berdasarkan ukurannya, buah cempedak lebih kecil, berkulit buah halus dengan aroma tajam peralihan antara aroma nangka dan durian yang disertai dengan jumlah getah yang lebih sedikit dibandingkan buah nangka. Karakteristik buah cempedak juga ditandai dengan buah yang ditutupi oleh duri-duri tumpul dengan susunan rapat, gagang buah berukuran 5-6 cm dengan ketebalan kulit buah $\pm 1,0$ cm dan berat buah 0,6-3,5 kg. Khusus untuk buah cempedak matang memiliki karakteristik daging buah berwarna kuning, mudah lepas dari dinding buah atau porosnya. Adapun komposisi nilai gizi dari 100 gram berat kering daging buah matang, terkandung karbohidrat 84-87%; 3,5-7,0%, lemak; 0,5-2,0% ; serat kasar 5,0-6,0 %, dan unsur abu 2,0-4,0% (Verhaj dan Coronel 1997).

Pemanfaatan buah cempedak telah banyak dikonsumsi serta juga telah banyak dibuat diversifikasi produknya. Umumnya bagian cempedak yang dikonsumsi adalah daging buah cempedak (*pulp*), dikarenakan pada buah cempedak banyak terkandung senyawa aromatik, seperti senyawa gula, alkohol, dan asam amino (Krismawati dan Wigati 2011). Keberadaan senyawa tersebut memberikan ciri khas tersendiri terhadap buah cempedak terhadap aroma, rasa, dan bentuknya yang khas. Selain itu, buah cempedak juga memiliki nutrisi berupa karbohidrat, protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, vitamin B₁, vitamin C, vitamin A, dan air (Fitmawati dkk, 2018). Selain daging buah cempedak yang umum dikonsumsi, bagian lain buah cempedak juga dapat dimanfaatkan seperti biji buahnya. Nauw dkk (2016) melaporkan bahwa masyarakat *Maybrat*, di Papua Barat telah memanfaatkan biji buah cempedak untuk dijadikan sebagai bahan pangan tradisional alternatif. Biji buah cempedak tersebut diolah dengan cara direbus ataupun disangrai. Sedangkan bagi masyarakat Suku Banjar telah pun demikian secara turun temurun memanfaatkan kulit buah cempedak sebagai lauk-pauk, yang lebih dikenal dengan sebutan produk mandai (Nur, 2009). Dalam praktiknya, kulit buah cempedak yang digunakan bersumber dari buah yang masak (*mature*). Kulit buah cempedak yang dijadikan sebagai

substrat dalam fermentasi mandai adalah kulit buah bagian tengah (*mesocarpium*). Mandai cempedak yang telah disiapkan umumnya digarami dengan garam dapur dan disimpan dalam wadah toples sesuai ukuran. Selanjutnya fermentasi dilakukan dalam waktu inkubasi tertentu, mandai cempedak yang telah dapat diolah menjadi sumber pangan alternatif sebagai lauk-pauk dicirikan dengan terbentuknya aroma yang khas dan spesifik mandai dengan substrat yang tidak lembek dan juga tidak keras.

Beberapa laporan penelitian tentang diversifikasi produk berbasis mandai cempedak telah banyak dilaporkan yaitu: dodol mandai (Putranto dkk, 2020), mandai goreng bergaram rendah (Salman dkk, 2019), es krim berbahan bubuk mandai cempedak (Rahmadi dkk, 2018), serundeng mandai (Mulyani dan Ulfiana, 2017), dan *nugget* mandai (Chasanah, 2017). Dengan demikian, maka tidaklah dinampikkan bahwa kajian yang komprehensif terhadap pengolahan dan upaya peningkatan kualitas dalam kajian riset fermentasi mandai cempedak sangat diperlukan dalam hal ketersediaan sumber informasi ilmiah dalam pengembangan produk mandai dimasa mendatang. Hal ini dikarenakan dalam melakukan upaya diversifikasi produk pangan olahan, tentunya sangat diperlukan sumber kajian awal dan dasar ilmiah dari produk mandai tersebut, sebelum mengalami pengembangan produk lebih lanjut. Informasi ilmiah ini akan sangat mendukung bagi ketersediaan sumber informasi bagi konsumen masyarakat akan pentingnya nilai gizi yang terkandung pada suatu produk pangan.

2.2 Peranan Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Halofilik

Bakteri asam laktat telah dikenal luas sebagai kelompok bakteri yang bersifat menguntungkan dalam bidang pangan dan produk pangan. Hal ini disebabkan oleh peranan bakteri asam laktat yang dapat menghidrolisis substrat pati menjadi asam lemak rantai pendek dan komponen-komponen organik lainnya dengan berat molekul rendah, seperti asam-asam amino dan vitamin B (Turpin *et al*, 2011). Selain itu keberadaan bakteri asam laktat (BAL) dalam fermentasi pangan, berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan juga mencegah pembentukan toksin bakteri tersebut (Xiang *et al*, 2019). Proses pemanfaatan substrat oleh BAL dilakukan secara fosforilasi substrat. Oleh

karenanya jalur pemanfaatan substrat pada fermentasi dilakukan melalui dua jalur utama yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Perbedaan ini terletak pada keberadaan enzim kunci pada jalur fermentasi yaitu pada jalur homofermentatif menggunakan jalur *Embden-Meyerhof-Parnas* (*fructose 1,6-bisfosfat aldolase*), sedangkan pada heterofermentatif menggunakan jalur pentose fosfat (*fosfoketolase*).

Bakteri asam laktat telah banyak dilaporkan berperan dalam fermentasi pangan. Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan bahwa BAL berperan dalam peningkatan status kesehatan manusia, seperti penambahan berat, penurunan serum glukosa, dan penurunan level total kolesterol (Xu *et al*, 2020). BAL probiotik juga menunjukkan peranannya sebagai anti inflamasi pada usus (Laurent-Babot dan Guyot, 2017). BAL juga dilaporkan berperan dalam mengurangi kerusakan jantung dan diabetes (Penas *et al*, 2015; Melini *et al*, 2019). Disamping itu juga BAL berperan sebagai antikanker (Rizello *et al*, 2012). Bakteri asam laktat juga ditemukan banyak pada produk fermentasi diberbagai kawasan seperti halnya di Indonesia. Ada beberapa produk fermentasi yang melibatkan peranan BAL, seperti fermentasi sayur asin melibatkan genera *Lactobacillus farciminis*, *Lb fermentum*, *Lb namurensis*, *Lb plantarum*, *Lb casei*, *Lb rhamnosus*, *Lb fabifermentans*, *Lb satsumensis*, *Leuconostoc mesentroides*, *Lb confuses*, *Lb curvatus*, *Pediococcus pentosaceus*. BAL pada fermentasi tempoyak, didominasi oleh genera *Lb plantarum*, *Lb coryneformis*, *Lb casei*, *Pediococcus acidilactici*. BAL pada fermentasi tape, dari genera *Lb curvatus*, *Pediococcus pentosaceus*. BAL pada fermentasi growol, terdiri atas genera *Lb plantarum* dan *Lb rhamnosus*. BAL pada fermentasi bakasam dari genus *Pediococcus acidilactici*. BAL pada fermentasi dadih juga didominasi kelompok *Lactococcus lactis*, *Lb brevis*, *Leuconostoc mesentroides*, *Lb fermentum*, *Lb lactis* dan *Lb rhamnosus* (Nuraida, 2015).

Keberadaan BAL juga banyak ditemukan pada produk fermentasi yang menggunakan penambahan garam, sehingga tidak menutup kemungkinan sebagian besar bakteri asam laktat yang berperan pada fermentasi bergaram bersifat halofilik. Beberapa bakteri asam laktat yang ditemukan pada produk fermentasi bergaram, yaitu *Lactobacillus buchneri* pada fermentasi bekasam daging kelinci (Wulandari *et al*, 2020). *Pediococcus*

pentosaceus ditemukan pada produk fermentasi asinan sayur (Nuraida, 2015). Keberadaan BAL pada produk fermentasi bergaram dijadikan sebagai kunci dalam identifikasi pengelompokan bakteri asam laktat, yaitu melalui uji pertumbuhan pada konsentrasi NaCl (%). Bakteri yang mampu tumbuh pada kadar garam dikelompokkan sebagai bakteri halofilik. Bakteri halofilik dibagi kedalam lima kategori yaitu: (1) non halofilik, jika mampu tumbuh pada kadar garam di bawah 1%, (2) halotoleran, mampu tumbuh optimal pada kadar garam lebih dari 1%, (3) halofilik rendah (*slight*), mampu tumbuh optimal pada kisaran kadar garam 1-3%, (4) moderat halofilik, mampu tumbuh baik pada kisaran garam 3-15%, dan (5) ekstrim halofilik, bakteri halofilik yang tumbuh optimal pada kadar garam di atas 15% (Pavitra *et al*, 2017).

Bakteri halofilik pada lingkungan dengan tekanan osmotik tinggi sebagai hasil induksi konsentrasi NaCl yang tinggi dapat bertahan hidup dengan menggunakan dua strategi adaptasi, yaitu dengan ion-ion anorganik (K^+ , Na^+ , Cl^-) dalam sitoplasma untuk menjaga keseimbangan tekanan osmotik dalam medium. Strategi adaptif ini terjadi pada kelompok bakteri ekstrem halofilik dan halobakteria. Disamping itu kelompok bakteri ini mampu menghasilkan protein spesifik yang stabil dan aktif dalam keadaan lingkungan bergaram tinggi (Madigan dan Oren, 1999; Oren, 2002). Berikutnya, strategi adaptif yang banyak ditemukan pada kelompok bakteri moderat halofilik dengan mengakumulasi osmolit organik spesifik dalam jumlah tinggi dalam sitoplasma yang berfungsi sebagai osmoprotektan, sehingga menghasilkan keseimbangan osmotik tanpa mengganggu metabolisme normal sel (Nieto dan Vargas, 2002). Keberadaan bakteri halofilik pada kondisi ekstrim, memberikan dampak dalam pemanfaatan peran bakteri tersebut untuk diaplikasikan dalam lingkungan dengan kondisi ekstrim, seperti pada proses industri pengolahan pangan, bioremediasi lingkungan, dan proses biosintetik lainnya. Umumnya, bakteri halofilik menghasilkan enzim yang bersifat ekstremozym, yaitu memiliki sifat toleran terhadap suhu tinggi dan stabil dalam keberadaan pelarut organik (Gomez dan Steiner, 2004; Oren, 2010).

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Fermentasi Mandai Cempedak (*Arthocarpus champeden* (Lour) Spreng.)

Buah cempedak yang digunakan sebagai substrat dalam fermentasi mandai berasal dari buah yang telah masak sempurna. Buah cempedak yang masak dipilih sebagai bahan baku dalam fermentasi mandai dikarenakan pada bagian dalam buah cempedak tersebut teksturnya sudah kompak, sehingga ketika difermentasi tidak mudah mengalami pembusukan. Pembuatan mandai cempedak pada penelitian ini dilakukan dengan cara memanfaatkan bagian kulit buah bagian tengah (*mesocarpium*) dari buah cempedak dengan mengacu pada metode fermentasi mandai sebelumnya (Nur, 2009; Andrestian 2009).

Kulit buah bagian tengah buah cempedak (*Arthocarpus champeden* (Lour) Spreng.) dilakukan pembersihan dan pencucian dengan air mengalir hingga bersih. Selanjutnya, kulit buah bagian tengah tersebut ditiriskan dan kemudian diletakkan kedalam wadah yang berisi air masak selama 30 menit untuk menghilangkan getah atau lendir pada kulit buah bagian tengah (*mesocarpium*) dari buah cempedak. Kulit buah bagian tengah cempedak tersebut, selanjutnya dilakukan perendaman dalam air dan digarami dengan garam dapur kristal dengan persentase sesuai dengan tujuan pada penelitian ini, yaitu dengan kadar garam tinggi sebesar 30% (b/v). Fermentasi mandai disimpan dalam wadah penyimpanan (toples plastik) dan diinkubasi secara tertutup selama 14 hari pada kondisi suhu ruang. Selama hari fermentasi dilakukan pengamatan terhadap parameter penelitian yang meliputi total bakteri asam laktat (Total BAL), bakteri asam laktat halofilik, derajat keasaman substrat (pH), dan total nilai asam (%).

3.2 Penentuan Total Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Asam Laktat Halofilik

Total bakteri asam laktat (BAL) ditentukan selama hari fermentasi mandai cempedak tersebut. Penentuan total BAL dilakukan dengan cara menghitung total bakteri asam laktat yang tumbuh pada media spesifik bakteri asam laktat, yaitu *De Man Ragoza Sharpe Agar* (MRS Agar) dengan komposisi gram/ liter, yaitu *peptone* 10, *Lab-Lemco powder* 8, *glucose* 20, *sorbitan mono-oleate* 1 ml, *dipotassium hydrogen*

phosphate 2, $13\text{H}_2\text{O}$ 5, *triammonium citrate* 2, magnesium sulphate $7\text{H}_2\text{O}$ 0,05, agar 10 pada pH $6,2 \pm 0,2$ (Oxoid, 1998). Sedangkan penentuan bakteri asam laktat halofilik juga ditentukan dengan menghitung total bakteri pada medium spesifik BAL (MRS Agar) yang dimodifikasi komposisinya dengan penambahan *sodium bacteriological* dengan persentase sebesar 5% (Ahillah dkk, 2017).

Jumlah total BAL dan bakteri asam laktat halofilik yang tumbuh pada media spesifik masing-masing diukur dengan cara menghitung jumlah total koloni bakteri yang tumbuh pada permukaan media spesifik terhadap kedua jenis bakteri tersebut. Hasil perhitungan total koloni bakteri dari kedua jenis bakteri ditentukan berdasarkan metode *standard plate count* (SPC). Total koloni bakteri yang dihitung dalam kisaran 30 – 300 koloni (Fardiaz, 1989; Yousef & Carlstrom, 2003). Hasil perhitungan total koloni berdasarkan metode SPC dinyatakan dalam satuan *colony forming units* (CFU) per gram. Selanjutnya, interpretasi data total BAL dan bakteri asam laktat dinyatakan dalam (Log_{10} CFU/g). Penentuan total BAL dan bakteri asam laktat dilakukan pada selang waktu 1, 3, 5, 7, 9, 12, dan 14 hari fermentasi.

3.3 Derajat Keasaman (pH) dan Total Nilai Asam (%)

Keasaman substrat dan total nilai asam dari substrat fermentasi mandai dilakukan secara elektrometri dan titrasi asam-basa (AOAC, 1995; Sudarmadji dkk, 1997). Terhadap nilai pH substrat, dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 10 gram cuplikan contoh yang dihomogenkan dengan *aquadest* steril 100 ml. Nilai pH dibaca dengan menggunakan pH meter tipe Oakton yang telah dilakukan kalibrasi menggunakan *buffer* pH 7 dan 4. Pengukuran nilai pH substrat fermentasi mandai dilakukan sebanyak tiga ulangan, sehingga data pH yang diinterpretasikan merupakan nilai rerata.

Nilai keasaman total diukur dengan cara titrasi asam-basa yaitu dengan mengambil sebanyak 10 gram cuplikan contoh dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml, ditambahkan *aquadest* hingga tanda batas dan dilakukan homogenasi serta disaring menggunakan kertas saring. Filtrat sampel diambil sebanyak 10 ml dan dimasukkan kedalam labu *Erlenmeyer*. Selanjutnya dilakukan penambahan indikator *phenolphthalein* 1% (PP) 2-3 tetes. Titrasi dilakukan dengan larutan NaOH 0,1 N

sampai terjadi perubahan warna larutan menjadi merah muda dan dipertahankan hingga 30 detik. Nilai total asam substrat mandai ditentukan dengan mengukur jumlah volume titran NaOH yang terpakai selama titrasi. Berdasarkan jumlah titran yang terpakai selama titrasi dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut:

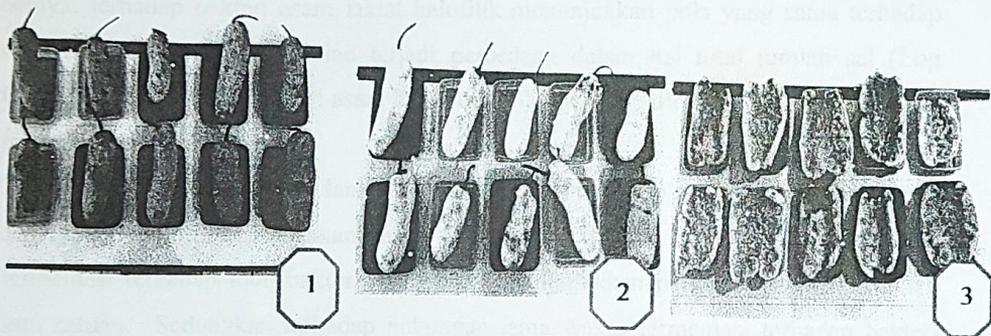
$$\text{Total asam (\%)} = ((V_1 \times N \times \text{BM Asam}) / (V_2 \times 1000)) \times 100\%$$

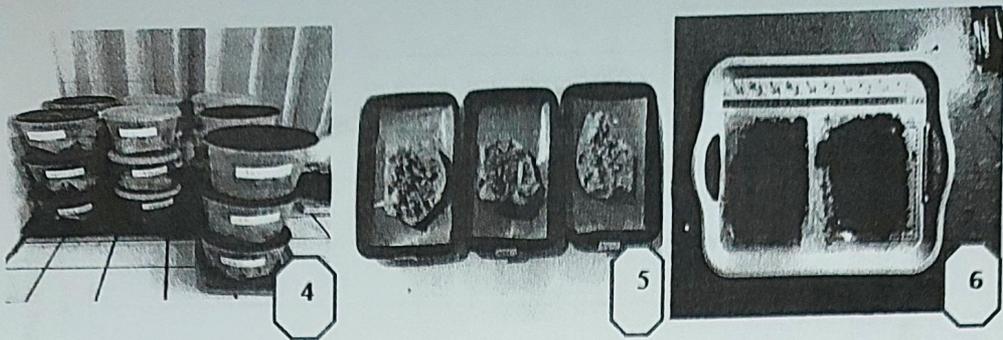
Keterangan : V_1 = volume titran NaOH (ml); N = normalitas NaOH; BM = berat molekul asam laktat (90); dan V_2 = volume contoh (gram).

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Produk Fermentasi Mandai Cempedak (*Arthocarpus champeden* (Lour) Spreng.)

Produk fermentasi mandai cempedak yang diolah dari kulit buah bagian tengah (*mesocarpium*), disajikan sebagai berikut (**Gambar 1**). Mandai cempedak tersebut difermentasi selama 14 hari inkubasi. Hasil fermentasi mandai cempedak, menunjukkan visualisasi kulit buah bagian tengah cempedak yang berbeda dibandingkan dengan substrat awal cempedak. Perubahan tekstur, aroma, dan warna produk mandai terjadi selama waktu fermentasi pada kondisi suhu ruang. Tekstur substrat produk mandai menjadi lebih remah/lembut (*soft*) dibandingkan substrat awal cempedak dengan tekstur yang lebih padat dan kompak. Terhadap aroma selama inkubasi produk mandai terjadi dihari ke lima dan aroma khas produk mandai terus meningkat hingga hari fermentasi. Sedangkan, terhadap warna produk mandai juga terjadi perubahan visualisasi warna substrat yang semula berwarna putih kekuningan cerah menjadi berwarna putih kuning pucat.



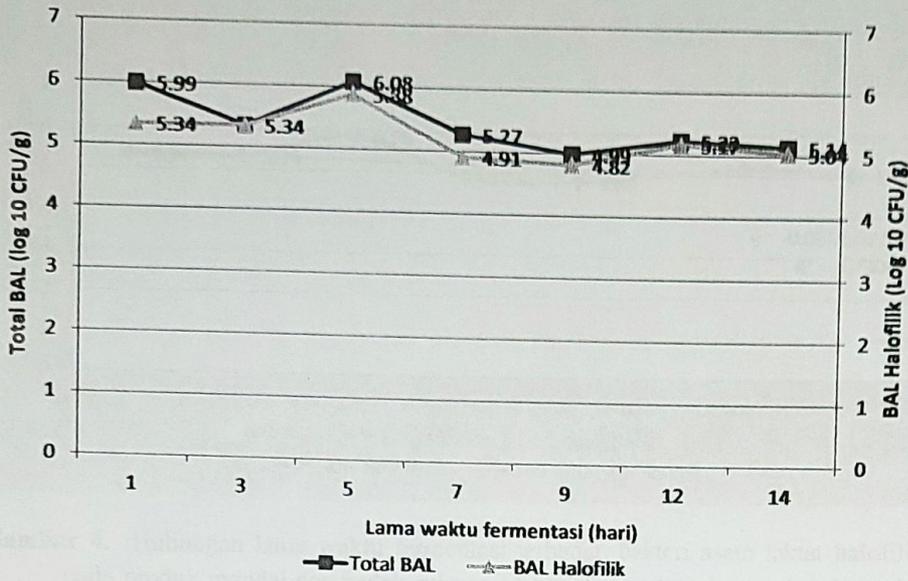


Gambar 1. Visualisasi produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang. (1) buah cempedak sebagai bahan baku, (2) buah cempedak yang telah dipisahkan dari bagian luar (*eksocarpium*), (3) kuliati buah bagian tengah (*mesocarpium*) yang dijadikan sebagai substrat mandai, (4) inkubasi mandai dalam wadah tertutup, (5) produk mandai cempedak, dan (6) mandai olahan oseng.

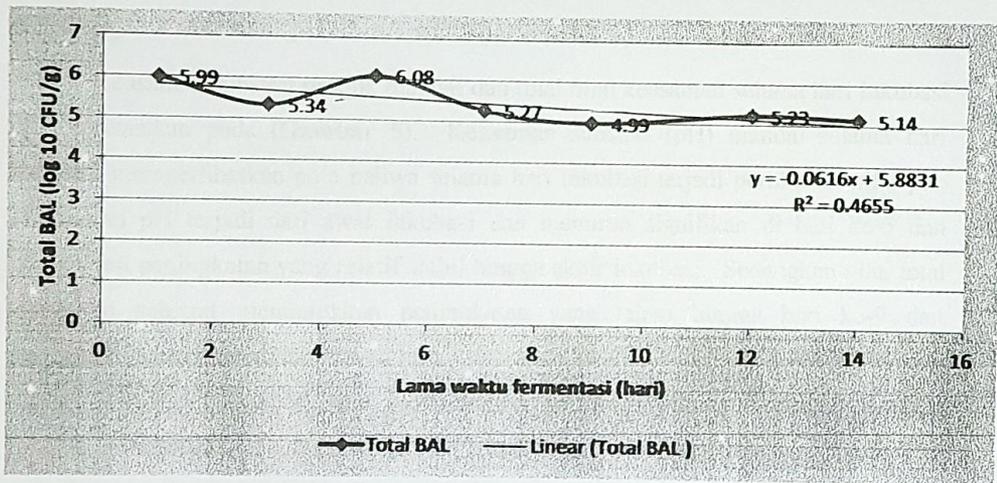
4.2 Total Bakteri Asam Laktat dan Bakteri Asam Laktat Halofilik

Bakteri asam laktat (BAL) dan bakteri asam laktat halofilik selama fermentasi mandai dengan perlakuan kadar garam tinggi disajikan pada (**Gambar 2**). Total BAL selama hari fermentasi menunjukkan pola perubahan aktivitas total BAL. Aktivitas total BAL selama hari fermentasi mengalami peningkatan di hari ke-5 dan menurun di hari ke-9, hingga mengalami kestabilan selama waktu fermentasi. Demikian pula halnya, terhadap bakteri asam laktat halofilik menunjukkan pola yang sama terhadap total BAL, walaupun demikian terjadi perbedaan dalam hal total jumlah sel (Log CFU/g). Total jumlah bakteri asam laktat relatif lebih tinggi dibandingkan yang bersifat bakteri asam laktat halofilik.

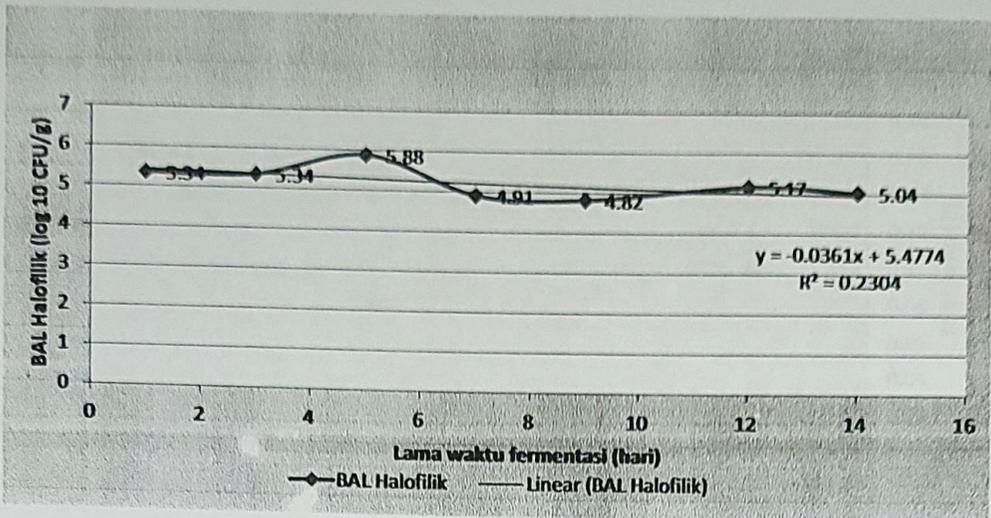
Berikutnya hubungan lama waktu fermentasi terhadap total bakteri asam laktat dan bakteri halofilik dinyatakan dalam (**Gambar 3 dan 4**). Hubungan lama waktu fermentasi terhadap total bakteri asam laktat menunjukkan perubahan sebesar 0,0616 satu satuan. Sedangkan terhadap hubungan lama waktu fermentasi terhadap bakteri asam laktat halofilik menunjukkan perubahan sebesar 0,0361 satu satuan.



Gambar 2. Aktivitas total bakteri asam laktat dan bakteri asam laktat halofilik pada produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.



Gambar 3. Hubungan lama waktu fermentasi terhadap total BAL pada produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.

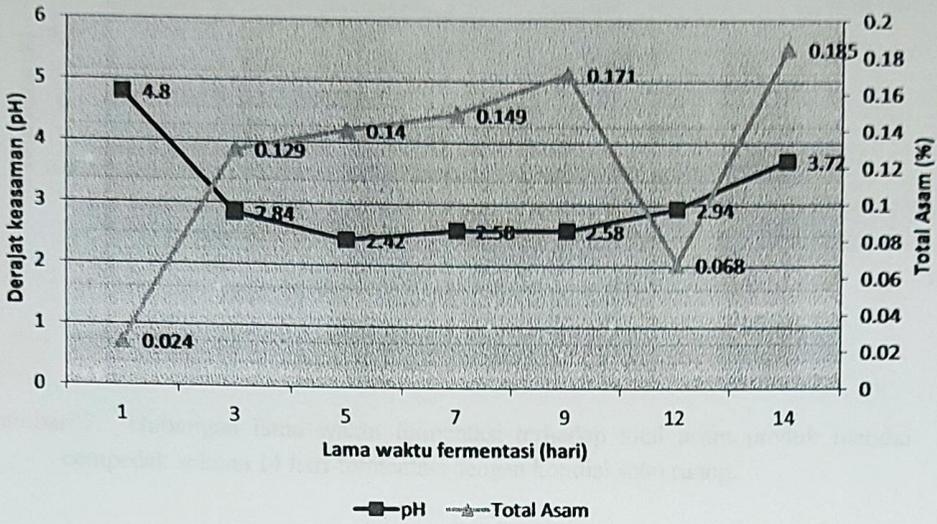


Gambar 4. Hubungan lama waktu fermentasi terhadap bakteri asam laktat halofilik pada produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.

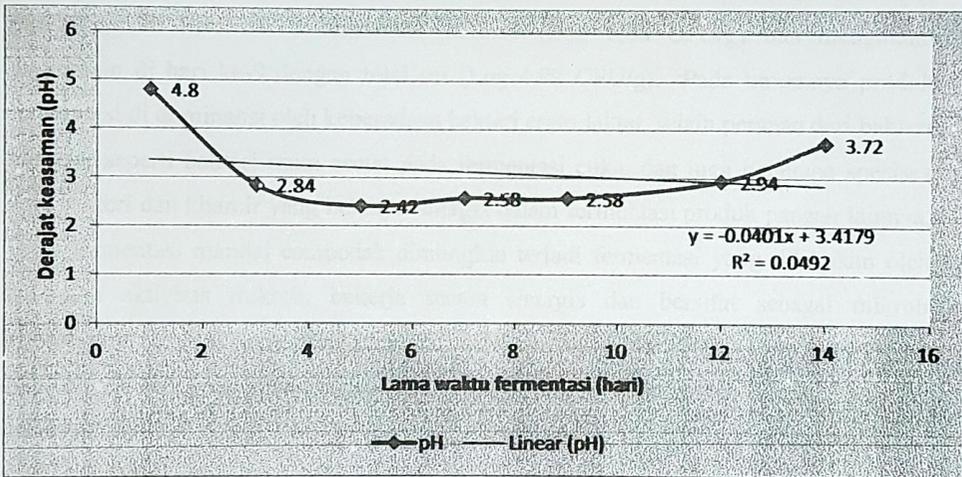
4.3 Derajat Keasaman (pH) dan Total Nilai Asam (%)

Keasaman substrat produk mandai dan total nilai keasaman selama hari inkubasi diinterpretasikan pada (Gambar 5). Keasaman substrat (pH) mandai selama hari inkubasi memperlihatkan pola bahwa selama hari inkubasi terjadi perubahan nilai pH. Penurunan pH terjadi dari awal inkubasi dan menurun signifikan di hari ke-5 dan mengalami peningkatan yang relatif stabil hingga akhir inkubasi. Sedangkan nilai total keasaman substrat menunjukkan peningkatan yang tajam hingga hari ke-9 dan mengalami penurunan di hari ke-12 serta meningkat kembali pada hari ke-14 inkubasi.

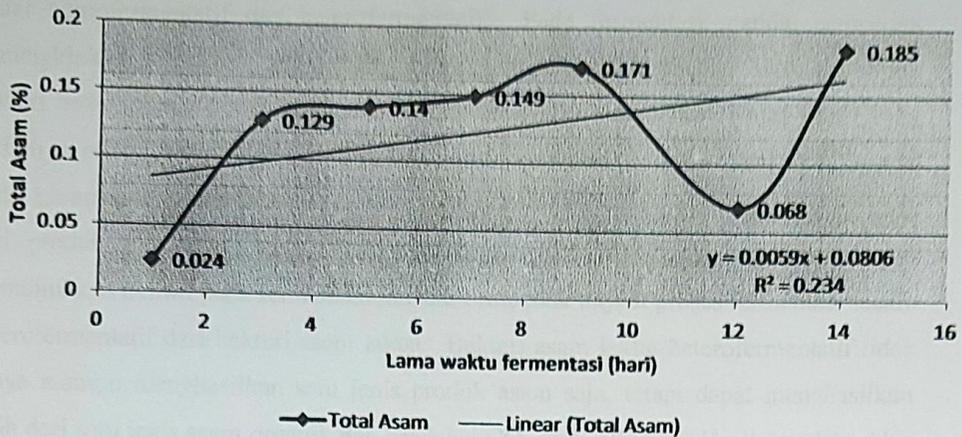
Terhadap hubungan lama waktu fermentasi dengan derajat keasaman substrat mandai, menunjukkan hubungan bahwa lama waktu fermentasi dapat menyebabkan terjadinya perubahan nilai pH sebesar 0,0401 satu satuan. Sedangkan, untuk hubungan lama waktu fermentasi terhadap total nilai asam memperlihatkan bahwa lama waktu inkubasi dapat menyebabkan perubahan terhadap nilai total keasaman (%) substrat sebesar 0,0059 satu satuan. Pola hubungan lama waktu fermentasi terhadap perubahan nilai pH dan total asam substrat produk mandai diperlihatkan pada (Gambar 6 dan 7).



Gambar 5. Perubahan derajat keasaman (pH) dan total nilai asam (%) produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.



Gambar 6. Hubungan lama waktu fermentasi terhadap derajat keasaman produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.



Gambar 7. Hubungan lama waktu fermentasi terhadap total asam produk mandai cempedak selama 14 hari fermentasi dengan kondisi suhu ruang.

4.4 Pembahasan

Total bakteri asam laktat pada fermentasi mandai cempedak mencapai puncaknya di hari ke-5 fermentasi sebesar (Log 6,08 CFU/g) dan mengalami penurunan di hari ke-9 dengan total sel (Log 4,99 CFU/g). Pada umumnya produk fermentasi didominasi oleh keberadaan bakteri asam laktat, selain peranan dari bakteri lainnya, seperti bakteri asam asetat pada fermentasi cuka, dan juga beberapa spesies dari bakteri dan khamir yang bekerja sinergis dalam fermentasi produk pangan lainnya. Pada fermentasi mandai cempedak dimungkinkan terjadi fermentasi yang dilakukan oleh beberapa aktivitas mikroba, bekerja secara sinergis dan bersifat sebagai mikroba konsorsium. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil penelitian Nur (2009) yang melaporkan bahwa pada fermentasi mandai cempedak dengan kadar garam rendah terdapat aktivitas total bakteri ($1,1 \times 10^7$ CFU/g) dan total khamir ($2,8 \times 10^9$ CFU/g). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Andrestian (2009) dengan perlakuan garam 4% (b/v) $2,7 \times 10^9$ CFU/ml dan 5% (b/v) diperoleh total kepadatan sel $1,0 \times 10^{11}$ CFU/ml. Adapun spesies khamir yang ditemukan pada fermentasi mandai cempedak, didominasi oleh *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces globosus*, dan *Candida valida*.

Bakteri asam laktat yang berperan pada fermentasi secara fungsi fisiologis dan aktivitas metabolismenya dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok bakteri asam

laktat homofermentatif dan heterofermentatif. Pada fermentasi mandai cempedak dimungkinkan terjadinya proses fermentasi secara heterofermenter dari kelompok bakteri heterolaktat. Hal ini ditandai dengan adanya produksi asam (total asam) yang kadarnya relatif tinggi. Disamping itu selama fermentasi mandai cempedak dengan kadar garam tinggi juga ditandai dengan adanya proses pembentukan aroma yang khas dari produk mandai tersebut. Adanya aroma khas dan total keasaman tinggi menunjukkan bahwa pada fermentasi mandai cempedak terjadi proses fermentasi secara heterofermentatif dari bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat heterofermentatif tidak hanya mampu menghasilkan satu jenis produk asam saja, tetapi dapat menghasilkan lebih dari satu jenis asam organik dan produksi CO₂ serta alkohol. Hasil penelitian Nur (2005) membuktikan bahwa pada fermentasi buah durian (tempeyok) terbentuk tidak hanya asam laktat, melainkan dari jenis asam organik lainnya, seperti asam asetat, asam butirrat dan asam propionat sebagai hasil aktivitas dari *Lactobacillus casei*.

Keberadaan bakteri asam laktat pada produk mandai cempedak juga dilaporkan Rahmadi *et al* (2018), yaitu sebesar (Log 3,3±0,5 CFU/ml) terhadap produk mandai yang difermentasi secara spontan. Sedangkan total bakteri asam laktat pada mandai cempedak yang diinduksi dengan biakan pemula (*starter*) *Lactobacillus casei* diperoleh total kepadatan sel BAL (Log 3,3±0,4 CFU/ml). Sementara itu, hasil penelitian Emmawati dkk (2015) telah mengkarakterisasi isolat-isolat BAL asal produk mandai cempedak yang berpotensi sebagai probiotik. Dari hasil karakterisasi BAL tersebut menunjukkan bahwa bakteri asam laktat yang dominan pada fermentasi mandai didominasi dari jenis *Lactobacillus plantarum 1* dengan ID 99,90%. Keberadaan BAL pada fermentasi mandai cempedak menunjukkan bahwa substrat buah cempedak, yaitu kulit buah bagian tengah (*mesocarpium*) merupakan media yang sangat mendukung pertumbuhan optimal BAL. Hal ini dikarenakan pada kulit buah bagian tengah cempedak tersebut terkandung karbohidrat (103,1%), protein (34,73%), lemak (20,83%), dan kadar abu (7,89%) pada periakuan fermentasi mandai cempedak 5% (b/v) (Andrestian, 2009). Hal yang sama dilaporkan oleh Nur (2009) dengan perlakuan kadar garam rendah 10% (b/v) menunjukkan hasil bahwa terjadi penurunan kadar gula reduksi sebagai hasil metabolisme karbohidrat dari 0,845% hingga 0,240%. Penurunan kadar gula reduksi tersebut juga terjadi secara bersamaan terhadap total

penurunan kadar N-total (protein) dari 0,196% hingga 0,159%. Dari kedua hasil ini memperlihatkan adanya pemanfaatan substrat kulit buah cempedak sebagai sumber karbon dan nitrogen yang dibutuhkan oleh bakteri secara umum sebagai sumber energi dan sintesis komponen sel lainnya untuk pertumbuhan optimum bakteri tersebut, seperti keberadaan bakteri asam laktat pada fermentasi mandai cempedak. Disamping itu, Teh *et al* (2010) menyatakan bahwa kandungan senyawa gula pada kulit buah durian (*Durio zibethinus* Murr.), cempedak (*Arthocarpus champeden* (Lour.) Spreng.) dan manggis (*Garcinia mangostana* L.) dapat diasimilasi oleh genera *Lactobacilli* dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan dari kelompok bakteri asam laktat tersebut. Kandungan serat pada kulit buah cempedak juga mendukung viabilitas sel dan perlindungan terhadap sel *Lactobacilli* dalam imobilisasi sel (Lye *et al*, 2012).

Bakteri asam laktat halofilik yang dihitung selama fermentasi mandai cempedak memperlihatkan jumlah kepadatan sel yang relatif lebih rendah dibandingkan total bakteri asam laktat. Hal ini dapat dilihat dari jumlah BAL halofilik selama perlakuan kadar garam tinggi pada fermentasi mandai cempedak, kepadatan sel BAL halofilik dicapai juga pada hari ke- 5 dengan jumlah sel (Log 5,88 CFU/g) dan mengalami penurunan di hari ke 9 fermentasi dengan total sel (Log 4,82 CFU/g). BAL halofilik umumnya mempunyai sifat yang toleran terhadap kondisi lingkungan berkadar garam. Secara umum mikroorganisme halofilik, mampu tumbuh pada kondisi garam tinggi dan mampu beradaptasi pada osmolaritas tinggi, sehingga mikrob halofilik mempunyai kemampuan untuk menjaga keseimbangan tekanan osmotik dari lingkungan dan tahan terhadap efek denaturasi garam. Beberapa larutan yang bersifat sebagai osmoregulator pada kondisi halofilik, yaitu ion potasium (K^+), prolin, ektoin, dan betain (Galinski, 1993; Pavitra *et al*, 2017).

Beberapa hasil penelitian tentang efek penambahan kadar garam menunjukkan kisaran total bakteri halofilik sebesar (Log 3,25-5,14 CFU/g). Penambahan garam pada produk fermentasi juga memperlihatkan bahwa selama fermentasi berlangsung tidak ditemukan adanya pertumbuhan bakteri non patogen (Gassem, 2019). Hernawati dkk (2017) melaporkan bahwa penambahan kadar garam dengan konsentrasi berbeda tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap angka lempeng total mikrob produk *petis* ikan tongkol. Angka lempeng total (ALT) produk *petis* dengan konsentrasi garam 0% (56,66

CFU/g), konsentrasi garam 25% (33,33 CFU/g) dan pada konsentrasi garam 35% (73.33 CFU/g). Akan tetapi, dari hasil ini menunjukkan bukti bahwa penambahan garam memberikan efek terhadap pengaruh nyata pada nilai proksimat produk, yaitu kadar air, kadar lemak, dan kadar protein. Ahillah dkk (2017) juga melaporkan bahwa konsentrasi garam berbeda menunjukkan total bakteri yang bervariasi dari $4,8 \times 10^6$ CFU/ml (25% b/v), $5,1 \times 10^6$ CFU/ml (30% b/v), dan $3,4 \times 10^6$ CFU/ml (35% b/v). Sedangkan, Listiyo dkk (2017) telah mengidentifikasi bakteri asam laktat halofil asal fermentasi saus ikan lele (*Clarias sp.*). Dalam penelitian ini menggunakan perlakuan kadar garam 10% (b/b) dengan hasil identifikasi isolat BAL halofil dari genus *Pediococcus sp.* Menurut Buckle *et al* (1987) pada proses fermentasi ikan dengan kadar garam tinggi, dapat menginisiasi pertumbuhan bakteri asam laktat dari genus *Lactobacillus sp.*, *Leuconostoc sp.*, dan *Pediococcus sp.* Disamping itu, keberadaan BAL pada fermentasi berkontribusi terhadap terjadinya pembentukan *flavour* (aroma) pada produk fermentasi tersebut.

Terhadap lama waktu fermentasi menunjukkan indikasi bahwa selama waktu inkubasi produk mandai dapat memberikan perubahan berbeda terhadap total bakteri asam laktat dan halofilik BAL. Berdasarkan gambar 3 dan 4 terlihat jelas bahwa lama waktu fermentasi memberikan perubahan total BAL sebesar 0,0616 satu satuan dengan koefisien determinasi 0,4655. Hal yang demikian juga terlihat bahwa waktu fermentasi akan memberikan perubahan terhadap bakteri asam laktat halofilik sebesar 0,0361 satu satuan dengan koefisien determinasi 0,2304. Dengan demikian, lama waktu fermentasi dapat dijadikan sebagai faktor pembatas terhadap mutu produk fermentasi. Hasil penelitian Azka *et al* (2018) membuktikan bahwa konsentrasi garam dan lama waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C produk *kimchi*, tetapi tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter kadar air, pH dan total padatan terlarut. Hal yang sama juga dilaporkan pada penelitian Ariefta dkk (2016) yang menyatakan bahwa lama waktu fermentasi 4 hari dengan konsentrasi penambahan ragi tape 2% selama fermentasi biji kakao merupakan perlakuan terbaik. Hal ini dapat dilihat dari karakteristik *pulp* yang diperoleh, yaitu dengan kadar pektin 2,10%, gula reduksi 0,70%, total asam 0,50 meqNaOH/g, dan pH 3,90.

Perubahan derajat keasaman substrat mandai cempedak terjadi selama waktu fermentasi. Nilai derajat keasaman (pH) mandai cempedak berada pada kisaran pH 2,42-4,8. pH awal substrat berada pada pH 4,8 dan mengalami penurunan dihari ke-5 fermentasi sebesar 2,42. Dihari berikutnya perubahan pH relatif stabil hingga diakhir fermentasi terjadi peningkatan kembali pH sebesar 3,72. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan efek pemberian perlakuan kadar garam terhadap perubahan derajat keasaman substrat. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian Yuktika dkk (2017) dengan perlakuan variasi kadar garam 20%, 25% dan 30% (b/b) pada fermentasi udang menunjukkan hasil bahwa penambahan kadar garam dapat menurunkan nilai pH dan meningkatkan total keasaman substrat fermentasi tersebut. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa perlakuan kadar garam 25% (b/b) merupakan perlakuan terbaik. Penurunan pH substrat selama fermentasi terjadi karena adanya penguraian garam (NaCl) menjadi ion Na^+ dan Cl^- . Ion natrium dapat dimanfaatkan oleh kelompok bakteri asam laktat sebagai mikro nutrient untuk pertumbuhan optimal bakteri tersebut. Sementara itu ion Cl^- dapat berikatan dengan molekul air yang dapat meningkatkan akumulasi ion H^+ dalam media, sehingga dapat merubah suasana lingkungan menjadi lebih asam (Desniar dkk, 2009).

Perubahan nilai pH juga berhubungan dengan terjadinya peningkatan total keasaman substrat fermentasi. Nilai total keasaman substrat fermentasi mandai cempedak berada pada kisaran 0,024% - 0,185%. Peningkatan nilai total keasaman substrat mandai cempedak mulai terjadi di hari ke-3 hingga akhir fermentasi. Kendatipun demikian total keasaman substrat fermentasi mandai juga terjadi penurunan di hari ke - 12. Penurunan total keasaman substrat ini dimungkinkan terjadinya proses pembusukan pada kondisi substrat cempedak yang digunakan. Kondisi ini disebabkan oleh substrat mandai cempedak yang digunakan tidak berasal dari satu pohon dengan tingkat kematangan buah berbeda dan kondisi fisik buah yang tidak sama (Gambar 5). Disamping itu penambahan kadar garam juga dapat menurunkan kadar asam laktat yang terbentuk selama fermentasi. Lestari dkk (2017) melaporkan bahwa penambahan larutan garam dapat meningkatkan total asam laktat pada fermentasi *kimchi* lobak. Hal ini dikarekan adanya peran bakteri asam laktat selama fermentasi. Bakteri asam laktat umumnya lebih efektif bekerja pada konsentrasi garam rendah dibandingkan dengan

konsentrasi garam tinggi. Disamping itu, kelompok bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri asidofilus yang toleran terhadap lingkungan pH rendah (Menconi *et al*, 2014). Keberhasilan proses fermentasi juga sangat ditentukan oleh pembentukan asam organik yang tinggi. Umumnya produk fermentasi memiliki cita rasa asam yang dihasilkan dari proses pembentukan asam organik total sebagai hasil aktivitas dari kelompok bakteri asam laktat. Hasil penelitian Ahillah dkk (2017) menunjukkan bahwa konsentrasi garam 30 gr/50 ml memberikan hasil total asam organik yang tinggi sebesar 1,16%, sedangkan pada perlakuan 25 gr/50 ml menghasilkan total asam organik lebih rendah sebesar 0,74%.

Hubungan lama waktu fermentasi terhadap derajat keasaman substrat mandai cempedak, menunjukkan bahwa selama waktu fermentasi terjadi perubahan nilai pH sebesar 0,0401 satu satuan. Hal demikian juga terjadi pada total keasaman substrat mandai cempedak, juga terjadi peningkatan total keasaman substrat. Perubahan total keasaman substrat terjadi perubahan sebesar 0,0059 satu satuan (Gambar 6 dan 7). Perubahan ini membuktikan bahwa lama waktu fermentasi dapat mengakibatkan terjadinya perubahan terhadap kualitas substrat fermentasi mandai cempedak. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa semakin lama waktu fermentasi dapat berakibat terhadap adanya perubahan kondisi keasaman produk mandai cempedak, sehingga ini dapat berhubungan dengan kualitas dari mandai cempedak tersebut. Dari hasil ini dapat menunjukkan gambaran bahwa penambahan kadar garam dapat meningkatkan nilai pH dan meningkatkan total asam substrat pada rentang tertentu. Todorov *et al* (2010) menyatakan bahwa penurunan kadar asam selama fermentasi terjadi karena adanya pemecahan laktosa oleh enzim β -galaktosidase menjadi asam laktat yang dapat meningkatkan kadar keasaman substrat selama waktu fermentasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penambahan kadar garam dalam fermentasi mandai cempedak dengan kadar garam tinggi, yaitu dengan konsentrasi 30% (b/v) dapat memberikan efek terhadap peningkatan total bakteri asam laktat sebesar Log 6,08 (CFU.g⁻¹) di hari ke-5 inkubasi. Berikutnya juga, terjadi peningkatan yang sama terhadap total bakteri asam laktat halofilik pada hari ke-5 fermentasi mandai cempedak, yaitu Log 5,88 (CFU.g⁻¹). Lama waktu fermentasi memperlihatkan adanya hubungan atau korelasi terhadap perubahan total bakteri asam laktat sebesar 0,0616 satu satuan dengan koefisien determinasi 0,4655. Demikian halnya juga terlihat bahwa lama waktu fermentasi juga dapat mengakibatkan perubahan terhadap total bakteri asam laktat halofilik sebesar 0,0361 satu satuan dengan koefisien determinasi 0,2304.

Parameter kimiawi pada fermentasi mandai cempedak mengalami perubahan terhadap derajat keasaman (pH) substrat. pH substrat mengalami penurunan sebesar 2,42 pada hari ke-5 fermentasi dari pH 4,80 di awal fermentasi. Sedangkan, total keasaman (%) substrat fermentasi mandai cempedak mengalami peningkatan dari hari ke-3 fermentasi hingga akhir inkubasi. Nilai total keasaman substrat fermentasi mandai cempedak berada pada kisaran 0,024%-0,185%. Waktu fermentasi juga memberikan korelasi hubungan terhadap perubahan nilai pH sebesar 0,0401 satu satuan. Sementara itu, lama waktu fermentasi juga menunjukkan hubungan perubahan terhadap perubahan total keasaman substrat sebesar 0,0059 satu satuan.

5.2 Saran

Keterkaitan beberapa parameter mikrobiologi, biokimia, dan fisiologi molekul dalam proses fermentasi mandai cempedak akan menjadi penting untuk dikaji lebih lanjut dan komprehensif guna menetapkan parameter utama yang tepat pada fermentasi mandai cempedak.. Disamping itu, penentuan pola fermentasi yang terjadi selama fermentasi

mandai cempedak juga dapat ditentukan lebih lanjut dengan menguji senyawa-senyawa organik yang terbentuk selama fermentasi berlangsung. Selain itu, bentuk hubungan antara mikrobiota normal yang berperan selama fermentasi juga menjadi kajian yang menentukan peran dan kontribusi dari masing-masing mikroba yang terlibat.

- Agriyanto, A.A. 2008. *Analisis Produk Manda Kain Cempedak melalui Perilaku Asam Cawan dan Pencerahan Inokulum*. Faria, SITH-ITB, Bandung.
- Arifin, C.K., GP Gaudinings, AA Devi Anggrani. 2016. Pengaruh Penambahan Ragi Tape Dan Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Pula Dan Rasa. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agro (JIMA)* 4(1):1-12.
- Alifiah N, Anis R, Widi A, Rizki S, Riza PLM. 2017. Pengaruh Konsentrasi Garam pada Fermentasi Ikan Wader (*Parachanna niloticus*). *Indonesian JBP* 10(2): 12-17.
- Almely, GK, Muhammad FA, Ghadh A.S, Ayu A. 2018. Effect of Different Salt Concentrations Level on Chemical Composition of Wet-Salted Fermented Product (*G...*). *Indonesian JBP* 11(2):280-284.
- Adha ABF, Muhammad TX, Muhammad FX. 2014. Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimiawi dan Organoleptik Kwaci. *Agricoba* 1(1):20-27.
- Pratiwi KA, Riana K, Nisa Gilvane Nurani M. 2019. *Asam Pangas (perjemahan)*. *Infara*. 111 Page.
- Chusnan, U, Hidayat, R, dan Hery L. 2017. Uji Organoleptik Nuga Mandai sebagai Salah satu Diversifikasi Pangan Kalkondan Sajian. *Agrivision* 7(1): 10-13.
- Daudin, D, Fauzan, dan W Wijaya. 2016. Pengaruh Konsentrasi Garam pada Pula Ikan Kembang (*Rastrelliya* sp.) Dengan Fermentasi Mentan. *J Pengolahan Hasil Perikanan*. 13(1): 73-87.
- Fitriawati A, Hery S, Sa Ika N, Cahri A. 2013. Karakterisasi Pula Bekas Airan Laut dan Manda Yang Berpotensi sebagai Probiotik. *Agrivision* 3(3): 146-153.
- Pratiwi K. 1983. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Jakarta. PT Rajagrafindo Persada.
- Purandari, M, A, dan Hery S. 2018. *Pula-Pula Cempedak (Analisis Organoleptik dan Kimiawi)*. *Journal of Applied Food Science*. *Indonesian JBP* 11(2): 280-284.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Adwiyah. 2007. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Andrestian MD. 2009. Standarisasi Produk Mandai Kulit Cempedak melalui Perlakuan Kadar Garam dan Pemberian Inokulum. *Tesis*. SITH-ITB. Bandung.
- Ariefta GA, GP Gandaputra, AA Dewi Anggreni. 2016. Pengaruh Penambahan Ragi Tape dan Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Pulp Biji Kakao. *J Rekayasa dan Manaj Agro* 4(2): 45-52.
- Ahillah N, Aoda R, Windi A, Reni S, Rita PLM. 2017. Pengaruh Konsentrasi Garam pada Fermentasi Ikan Wader (*Rasbora lateristriata*). *Bioedukasi* 10(2): 12-17.
- Ahmed EO, Mohammed EA, Ghada A E, Afra A. 2018. Efeect of Different Salt Concentration Level on Chemical Composition of Wet-Salted Fermented Product (*fessiekh*). *Inter Jour of Fisheries and Aquatic Studies* 6(2): 280-284.
- Azka ABF, Muhammad TS, Muhammad NK. 2018. Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik *Kimchi*. *Agro Technol J* 02(01): 91-97.
- Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH dan Wotton M. 2009. *Ilmu Pangan* (terjemahan). Jakarta. UI Press
- Chasanah U, Hikma E, dan Herry I. 2017. Uji Organaloptik Nugget Mandai sebagai Salah Satu Diversifikasi Pangan Kalimantan Selatan. *Agrisains J* 3(1): 10-13.
- Desniar, D Poernomo, dan W Wijiatur. 2009. Pengaruh Konsentrasi Garam pada Peda Ikan Kembang (*Rastrelliger Sp.*) dengan Fermentasi Spontan. *J Pengolahan Hasil Pertanian*. 12(1): 73-87.
- Emmawati A, Betty SLSJ, lilis N, Dahrul S. 2015. Karakterisasi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Mandai Yang Berpotensi sebagai Probiotik. *Agritech* 35(2): 146-155.
- Fardiaz S. 1989. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Jakarta. PT Raja Grafindo Persada.
- Fitmawati, Via A, dan Nery S. 2018. Jenis-Jenis Cempedak (*Artocarpus champeden Lour.*) di Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Ekotani Jour Penelitian Biol, Bot, Zol dan Mikrobiol* 3(1): 35-43.

- Galinski EA. 1993. Compatible Solute of Halophilic *Eubacteria*: molecular principles, water-solute interaction, stress protection. *Experientia* 49: 487-496.
- Gram L dan Huss HH. 1996. Microbiological Spoilage of Fish and Fish Product. *Inter Journal of Food Microbiology*. 33(1) : 121-137.
- Gomez J dan Steiner W. 2004. The Biocatalytic Potential of Extremophiles and extremozymes. *Food Technol Biotechnol* 2: 223-225.
- Gassem MA. 2019. Microbiological and Chemical Quality of Traditional Salted-Fermented Fish (Hout-Kasef) Product of Jazan Region, Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 26: 137-140.
- Hernawati, Jawiana S dan Heriansah. 2017. Pengaruh Penambahan Garam Terhadap Karakteristik Petis Berbahan Limbah Padat Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). *J Balik Diwa* 8(1): 8-12.
- Ijong FG dan Ohta Y. 1996. Physicochemical and Microbiological Changes Associated with Bakasang Processing-a Traditional Indonesian Fermented Fish Sauce. *Jour of Scienc Food Agri* 71: 69-74.
- Krismawati A dan Wigati I. 2011. Promosi dan Usaha Pelestarian di Jawa Timur. *Plasma Nutfah Indonesia* (23): 1-3.
- Lye HS, The SS, Lim TJ, Bhat R, Ahmad R, Wan Abdullah W, Liong MT. 2012. Bioactive Property of Soymilk Fermented by Agrowastes-Immobilized *Lactobacilli*. *British Food Journal* 114(9): 1339-1353.
- Lempang M dan Suhartati. 2013. Potensi Pengembangan Cempedak (*Artocarpus integer* Merr.) pada Hutan Tanaman Rakyat Ditinjau dari Sifat Kayu dan Kegunaanya. *Info Teknis Eboni* 10(2): 69-83.
- Lestari C, Ismed S, Ridwansyah. 2017. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam dan Suhu Fermentasi Terhadap Mutu Kimchi Lobak. *J Rekayasa Pangan dan Pert* 5(1): 34-41.
- Laurent-Babot C dan Guyot JP. 2017. Should Research on The Nutritional Potential and Health Benefits of Fermented Cereals Focus more On The General Health Status of Populations in Developing Countires. *Microorganisms* 5, 40.
- Madigan MT dan Oren A. 1999. Thermophilic and Halophilic Extremophiles. *Curr Opin Microbiol* 2: 265-269.
- Menconi A, Kallapura G, Lattore JD, Morgan MJ, Pumford NR, Hargis BM, dan Tellez G. 2014. Identification and Characterization of Lactic Acid Bacteria in a Commercial Probiotic Culture. *Biosci Microbiota Food Health Journal* 33(1).

- Mulayani Y dan Dewi NU. 2017. Pemanfaatan Olahan Kulit Buah Cempedak (Mandai) Menjadi Serundeng. *Prosiding Seminar Nasional ke 1 Tahun 2017*. Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda, ISBN 987-602-51095-0-8, 142-148 hal.
- Melini F, Melini V, Luziatelli F, Ficca AG, Ruzzi M. 2019. Health-Promoting Components in Fermented Foods: An up-to-date systematic review. *Nutrients* 11, 1189.
- Nieto JJ dan Vargas C. 2002. Synthesis of Osmoprotectant by Moderately Halophilic Bacteria: Genetic and applied aspects. *Recent Res Devel Microbiol* 6: 403-418.
- Nur HS. 2005. Pembentukan Asam Organik oleh Isolat Bakteri Asam Laktat pada Media Ekstrak Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.). *J Bioscientiae* 2(1): 15-24.
- Nur HS. 2009. Sukseksi Mikroba dan Aspek Biokimiawi Fermentasi Mandai dengan Kadar Garam Rendah. *Makara, Sains* 13(1): 13-16.
- Nara S, Ijong FG, Suwetja IK, Onibala H. 2013. Ina Sua, A Fermented Salted Fish Product from Central Moluccas. *Aquatic Science & Management* 1(2): 160-164.
- Nuraida L. 2015. A Review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesiaan fermented foods. *Food Sci and Human Wellness* 4: 47-55.
- Nauw AJR, Sepus MF, Susilo BH, dan Mecky S. 2016. Pemanfaatan Tumbuhan Cempedak (*Artocarpus champeden*) oleh Masyarakat Kampung Sabun Distrik Aitinyo Tengah Kabupaten Maybart, Papua Barat. *J Ilmu Kehutanan* 1(1): 46-56.
- Oxoid, 1998. *The Oxoid Manual 8th Edition*. Oxoid Limited Wade Road, Basingstoke, Hampshire, RG24 8PW. England.
- Oren A. 2002. Diversity of Halophilic Microorganisms: Environments, phylogeni, physiology, and applications. *J Ind Microbial Biotechnol* 28: 58-63.
- Oren A. 2010. Industrial and Environmental Application of Halophilic Microorganisms. *Environ Technol* 31: 825-834.
- Penas E, Diana M, Frias J, Quilez J, Martinez-Villaluenga C. 2015. A Multistrategic Approach in The Development of Sounderdough Bread Targeted Towards Blood Pressure Reduction. *Plant Foods Hum Nutr* 70: 97-103.
- Pavitra S, Sing A, and Mathur N. 2017. Introduction to Halophiles. *Inter Jour of Multidisciplinary Approach and Studies*. 04(01): 43-60.

- Putranto TS, Tri W and Sarim. 2020. Innovation in Traditional Food Products as Local Wisdom on Dodol Mandai. *Pertanika J Soc Sci & Hum* 28(S1): 181-190.
- Rizzello CG, Nionelli L, Coda R, Gobetti M. 2012. Synthesis of The Cancer Preventive Peptide Lunasin by Lactic Acid Bacteria During Sounderdough Fermentation. *Nutr Cancer* 64: 111-120.
- Rahmadi A, Kartika S, Nikmatul K, Frio H, Sitohang S, Yuliani, and Aswita E. 2018. Bacterial Population and Chemical Characteristics of Fermented Mandai Cempedak with starter Induction. *Microbiology Indonesia* 12(3): 83-91.
- Rahmadi A, Farezza ARF dan Marwati. 2018. Karakterisasi Sifat Sensoris, Proksimat, Antioksidan, Total BAL, dan Uji Pasar Es Krim. *J Riset Teknol Industri* 12(2): 66-76.
- Sudarmadji S, Bambang H, Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertenian*. Yogyakarta. Liberty.
- Salman Y, Siti H, dan Fifyal Y. 2019. Analisis Penggunaan Low Sodium Salt terhadap Kadar Natrium dan Daya Terima Mandai Goreng. *J Kedokteran dan Kesehatan* 15(1): 63-69.
- Teh SS, Ahmad R, Wan-Abdullah W, Liong MT. 2010. Enhanced Growth of Lactobacilli in Soy Milk upon Immobilization on Agrowaste. *J Food Sci.* 75(3): 155-164.
- Todorov SD, Ho P, Velho MP, Dicks LMT. 2010. Characterization of Bacteriocins Produced by Two Strains of *Lactobacillus Plantarum* Isolated from Beloura and Chourico, Traditional Pork Products from Portugal. *Journal of Meat Science* 84: 334-343.
- Turpin W, Humblot C, Guyot JP. 2011. Genetic Screening of Functional Properties of Lactic Acid Bacteria in a Fermented Pearl Millet Slurry and in The Metagenome of Fermented Starchy Foods. *Appl Environ Microbiol* 77: 8722-8734.
- Thariq AS, Swastwa F, dan Surti. 2014. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Garam pada Ikan Kembung (*Rastrelliger neglectus*) terhadap Kandungan Asam Glutamat Pemberi Rasa Gurih (UMAMI). *J Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 3(3): 104-111.
- Wulandari E, Husmy Y, Toto S, dan Kusmajadi S. 2020. Quality and Probiotic Lactic Acid Bacteria Diversity of Rabbit Meat Bekasam-Fermented Meat. *Food Sci of Animal Resource* 40(3): 362-376.

- Xiang H, Sun-Waterhouse D, Waterhouse GIN, Cui C, Ruan Z. 2019. Fermentation-Enabled Wellness Foods: A fresh perspective. *Food Sci Hum Wellness* 8: 203-243.
- Xu Y, Zhou T, Tang H, Li X, Chen Y, Zhang I, Zhang J. 2020. Probiotic Potential and Amyolytic Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Chinese Fermented Cereal Foods. *Food Control* 111, 107057.
- Verhej EWM dan Coronel RE. 1997. *Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2: Buah-buahan yang dapat dimakan*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Yousef AE, Carolyn C. 2003. *Food Microbiology: A Laboratory Manual*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- Yuktika S, Ekris S, Endha SD, Shinta DM, Rizqa DS. 2017. Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam Terhadap Kualitas Fermentasi Udang. *Bioedukasi* 10(2): 18-22.



SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN
 Nomor 1425 /UN8.1.28/SP/2019

hari Rabu tanggal enam bulan Maret tahun dua ribu sembilan belas, kami yang bertanda tangan

di bawah ini :
 Nama : Drs. Abdul Gafur, M. Si., M.Sc., Ph.D.
 Jabatan : Dekan Fakultas MIPA Unlam

nam hal ini disebut sebagai PIHAK PERTAMA

Nama : Hasrul Satria Nur, S.Si, M. Si
 Jabatan : Dosen Program Studi Biologi Fakultas MIPA Unlam

Judul : " Hubungan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Total Bakteri Asam Laktat Dan Bakteri Halofilik Produk Mandai Dengan Penambahan Kadar Garam Tinggi" yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian ini disebut sebagai PIHAK KEDUA.

dua belah pihak setuju dan sepakat untuk mengikat diri dalam Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian sebagaimana tercantum dalam pasal-pasal di bawah ini:

Pasal 1

PIHAK PERTAMA menyerahkan kepada PIHAK KEDUA Pelaksanaan penelitian dengan Judul "**Hubungan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Total Bakteri Asam Laktat Dan Bakteri Halofilik Produk Mandai Dengan Penambahan Kadar Garam Tinggi**"

Biaya Pelaksanaan Penelitian Sebesar Rp. 3.000.000,- (Tiga Juta Rupiah) dibayarkan dalam 2 (dua) tahap sbb:

- Tahap I sebesar $70\% \times 3.000.000$ dari = Rp. 2.100.000,- (Dua Juta Seratus Ribu Rupiah) dibayarkan setelah penandatanganan kontrak kerja.
- Tahap II Sebesar $30\% \times 3.000.000 =$ Rp. 900.000,- (Sembilan Ratus Ribu Rupiah) dibayarkan setelah laporan akhir diserahkan oleh PIHAK KEDUA dan disetujui oleh PIHAK PERTAMA (5 September 2019).

Pasal 2

a PIHAK KEDUA berkewajiban menyerahkan laporan pelaksanaan penelitian paling lambat **05 September 2019**

b Laporan akhir harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- Bentuk/ukuran kertas kuarto A4
- Warna Cover **Hijau Muda**
- Dibawah bagian kulit ditulis : Biaya oleh **DIPA- PNPB FMIPA ULM Tahun Anggaran 2019** Sesuai dengan SK Dekan FMIPA ULM
- Format cover serta format lainnya harus mengikuti petunjuk penulisan laporan akhir Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat oleh Perguruan Tinggi Tahun 2018 yang diterbitkan oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat KEMENRISTEKDIKTI.



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Jl. Jend. A Yani Km. 36,0 Kampus Unlam Banjarbaru Kalsel 70714 Telp. /Fax. (0511) 4773112

2.2) PIHAK KEDUA berkewajiban mempublikasikan hasil penelitian sebagai artikel penelitian sekurang-kurangnya dalam jurnal nasional atau prosiding seminar nasional ber-ISBN dengan jumlah publikasi sekurang-kurangnya sama dengan jumlah tim pelaksana penelitian jika total biaya pelaksanaan penelitian sebesar Rp. 3.000.000,- (tiga juta rupiah) kali sejumlah Tim Pelaksana Penelitian.

2.3) Jumlah publikasi sebagaimana dimaksud pada ayat 2.2 boleh 1 buah publikasi jika total dana penelitiannya hanya Rp. 3.000.000,- (tiga juta rupiah) untuk satu tim pelaksanaan tersebut

2.4) Publikasi sebagaimana dimaksud pada ayat 2.2 harus merupakan hasil/luaran (outcome) dari hasil penelitian ini, kecuali bagi anggota tim peneliti yang mendapatkan dana hibah dari Kemenristekdikti atau dana hibah kompetitif yang lain.

Pasal 3

1) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan laporan pelaksanaan penelitian sampai batas waktu yang ditetapkan, maka kepadanya akan dikenakan sanksi sebagai berikut:

- a) Keterlambatan sampai dengan **30 September 2019** akan dikenakan sanksi denda sebesar 10% dari nilai kontrak
- b) Keterlambatan sampai melewati **1 Oktober 2019** akan dikenakan sanksi denda sebesar 25% dari nilai kontrak
- c) PIHAK KEDUA tidak berhak mengusulkan proposal penelitian dengan dana DIPA PNBP FMIPA ULM tahun-tahun berikutnya sampai kewajibannya terkait laporan pelaksanaan dan denda dipenuhi.

2) Apabila PIHAK KEDUA tidak berhasil mempublikasikan artikel penelitian sebagai hasil dari penelitian ini sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2.2, sekurang-kurangnya dibuktikan dengan surat penerimaan untuk dimuat dari penerbit jurnal, maka kepadanya akan dikenakan sanksi berupa kehilangan hak untuk mengusulkan proposal penelitian dengan dana DIPA PNBP FMIPA ULM tahun-tahun berikutnya sampai kewajibannya terpenuhi.

Pasal 4

1) Apabila PIHAK KEDUA bermaksud merubah Pelaksanaan/Judul/Jangka Waktu/Lokasi penelitian, maka PIHAK KEDUA harus mengajukan permohonan perubahan tersebut secara tertulis kepada PIHAK PERTAMA dengan menjelaskan alasan perubahan.

2) Perubahan dapat dibenarkan hanya apabila sudah ada Persetujuan dari PIHAK PERTAMA.

3) Apabila PIHAK KEDUA berhenti dari Jabatannya sebelum pelaksanaan perjanjian selesai, maka PIHAK KEDUA wajib menyerahkan kepada pejabat baru yang menggantikannya.

Pasal 5

1) PIHAK KEDUA diwajibkan melibatkan mahasiswa di dalam pelaksanaan kegiatan penelitian

2) PIHAK KEDUA diwajibkan melibatkan teknisi/laboran Laboratorium FMIPA ULM apabila kegiatan penelitian dilaksanakan seluruhnya atau sebagian di Laboratorium FMIPA ULM

Pasal 6

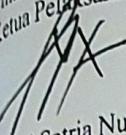
1) Perjanjian Pelaksanaan Penelitian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak dan mempunyai kekuatan hukum yang sama.



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Jl. Jend. A Yani Km. 36,0 Kampus Unlam Banjarbaru Kalsel 70714 Telp./Fax. (0511) 4773112

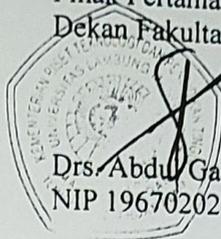
Pihak Kedua
Ketua Pelaksana


Hasrul Satria Nur, S.Si, M. Si
NIP 197607092002121002

Banjarbaru, 6 Maret 2019

Pihak Pertama

Dekan Fakultas MIPA Unlam,



Drs. Abdul Gafur, M. Si., M.Sc., Ph.D.
NIP 196702021991031013

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi

Dr. Ir. H. Badruzsaufari, M.Sc
NIP 196405201991031002