

Fermentasi Jali Menggunakan Bakteri Selulolitik dan Bakteri Asam Laktat untuk Pembuatan Tepung (Jali Flour Production using Fermentation Cellulolytic Bacterial and Lactic Acid Bacterial)

Rini Handayani

Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Raya Jakarta Bogor Km.46 Cibinong 16911
Email: handayanirini@yahoo.co.uk

Memasukkan: Januari 2018, **Diterima:** Maret 2018

ABSTRACT

Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) is a cereal plant. Jali has a high nutritional content. The protein content of jali is greater than sorghum, which is 11 g / 100 g and a high calcium content of 213 mg / 100 g. Cereal fermentation uses two types of microbes; lactic acid bacteria and cellulolytic bacteria. Selection of the best lactic acid bacteria and cellulolytic bacteria with clear zone testing. Isolates in the clear-zone test were isolates of lactic acid bacteria 478, 504, 508, 520, 525, 540, 543, 546, 548 and cellulolytic bacteria isolates A6, A11, A12. Clear cut test results obtained the best isolates 478 and A11 which are used as fermented cereal jelly inoculum. Jali cereals were fermented with four treatments: control, addition of BAL inoculum, addition of cellulolytic bacterial inoculum and addition of BAL mixed inocula and cellulolytic bacteria. Jali cereal fermentation was carried out for two days and sampling was performed to determine the activity of bacterial growth during fermentation, pH and temperature. The fermented Jali cereal is then dried and made flour. Proximate analysis was performed on Jali flour. The results showed that the addition of bacterial cellulolytic inoculum had a higher protein content of 11.64% compared to other treatments, BAL 7, 43%, BAL + BS 6.26% and 5.08% control. Microscopic analysis was performed to determine the effect of fermentation on starch granules. The use of bacterial inoculum in the manufacture of Jali fermented flour can improve the quality and quantity of nutrient content.

Keywords: *lactic acid bacteria, cellulolytic bacteria, fermentation, Jali cereals.*

ABSTRAK

Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) adalah tanaman sereal. Jali memiliki kandungan gizi tinggi. Kandungan protein jali lebih besar dari sorgum, yaitu 11 g / 100 g dan kandungan kalsium tinggi 213 mg / 100 g. Fermentasi sereal jali menggunakan dua jenis mikroba; bakteri asam laktat dan bakteri selulolitik. Pemilihan bakteri asam laktat terbaik dan bakteri selulolitik dengan pengujian zona bening. Isolat dalam uji zona-clear adalah isolat bakteri asam laktat 478, 504, 508, 520, 525, 540, 543, 546, 548 dan isolat bakteri selulolitik A6, A11, A12. Hasil uji clear cut diperoleh isolat terbaik 478 dan A11 yang digunakan sebagai inokulum fermentasi sereal jali. Sereal Jali difermentasi dengan empat perlakuan: kontrol, penambahan inokulum BAL, penambahan inokulum bakteri selulolitik dan penambahan inokulum campuran BAL dan bakteri selulolitik. Fermentasi sereal Jali dilakukan selama dua hari dan pengambilan sampel dilakukan untuk mengetahui aktivitas pertumbuhan bakteri selama fermentasi, pH dan suhu. Sereal Jali yang difermentasi kemudian dikeringkan dan dibuat tepung. Analisis proksimat dilakukan pada tepung Jali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan inokulum selulolitik bakteri memiliki kandungan protein yang lebih tinggi yaitu 11,64% dibandingkan perlakuan lainnya, BAL 7, 43%, BAL + BS 6,26% dan kontrol 5,08%. Analisis mikroskopik dilakukan untuk mengetahui pengaruh fermentasi pada granula pati. Penggunaan inokulum bakteri dalam pembuatan tepung fermentasi Jali dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas kandungan gizi.

Katakunci: tepung jali, *Coix lacryma-jobi* L., bakteri asam laktat, bakteri selulolitik, fermentasi

PENDAHULUAN

Konsumsi tepung gandum Indonesia termasuk tinggi, menurut data BPS total impor gandum baik konsumsi maupun pakan ternak

pada tahun 2016 mencapai sebesar 10,5 juta ton atau senilai US\$ 2,4 juta dan sebagian besar merupakan impor. Selain Australia, gandum juga diimpor dari Kanada, Amerika Serikat (AS), Argentina, Brasil, Rusia dan sejumlah

negara lainnya. Impor dari negara lain ini tetap penting. Selain itu, jenis dan kualitas gandum yang diimpor juga berbeda-beda sehingga setiap industri mengimpor berdasarkan kebutuhan mereka. Tantangan bagi Indonesia sebagai negara kaya akan sumber daya hayati adalah pemanfaatan sumber pangan alternatif pengganti tepung gandum.

Salah satu sumber potensial pengganti tepung adalah Jali (*Coix lacryma-jobi L.*). Jali dipertimbangkan sebagai bahan pangan alternatif sebagai pengganti tepung terigu karena tingginya kandungan protein yang hampir setara dengan sorgum, selain kandungan kalsium yang tinggi 213mg/100g (Setiasih *et al.* 2017).

Tepung jali yang dibuat secara sederhana memiliki tekstur kasar dan berwarna tidak cerah karena jali memiliki struktur biji yang keras (adanya matriks pati dan protein) yang menyebabkan tekstur tepung jali kasar. Sedangkan warna yang kurang cerah diduga karena keberadaan protein (Syahputri & Wardani 2015).

Peningkatan kualitas tepung melalui fermentasi menjadi satu pendekatan cara pengolahan yang cukup efisien. Meskipun telah banyak dilaporkan fermentasi tepung, namun belum banyak diketahui untuk komoditas jali. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik tepung jali yang difermentasi oleh bakteri selulolitik dan bakteri asam laktat (BAL). Tepung jali fermentasi dapat digunakan sebagai substitusi tepung terigu.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bijian jali (*Coix lacryma-jobi L.*) varietas *ma-yuen* yang didapatkan dari Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi LIPI dengan karakteristik memiliki cangkang luar. Pengupasan cangkang luar jali dilakukan menggunakan alat pengupas jali untuk mendapatkan butiran jali yang lebih lunak.

Dalam penelitian ini digunakan 9 isolat bakteri asam laktat (478, 504, 508, 520, 525, 540, 543, 546 dan 548) dan 3 isolat bakteri selulolitik (A6, A11, dan A12). Isolat tersebut merupakan koleksi di Laboratorium Mikrobiologi Industri, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Isolat BAL dipelihara dengan subkultur pada media MRS Agar (*de Man Rogosa and Sharpe* dari SIGMA) dan diinkubasi suhu 37°C selama 3 - 4 hari. Sub kultur isolat bakteri selulolitik dilakukan

pada media *nutrient agar* (NA) dari Merck.

Pengujian kemampuan enzimatik dilakukan dengan mengkultivasi seluruh kultur mikroorganisme selama 24 jam dan diuji kemampuan enzimatiknya secara semikuantitatif pada media dengan substrat spesifik. Untuk pengujian enzim protease, kultur ditumbuhkan pada media *skim milk agar*, komposisi 5 g *skim milk powder* dilarutkan terpisah dalam 50 ml akuades pH 7, 1,25 g pepton dan 5 g agar yang dilarutkan dalam 200 ml akuades pH 7. Untuk pengujian enzim amilase, kultur di tumbuhkan pada media uji yang terdiri atas pati terlarut 1 g, yeast extract 0,2 g, bacto agar 2,5 g yang dilarutkan dalam 100mL akuades pH 7. Media untuk enzim selulase menggunakan media CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) agar dibuat dengan komposisi 0,25 g (NH₄)₂SO₄, MgSO₄, MnSO₄, yeast extract, dan FeSO₄, serta 6,25 g agar dilarutkan dalam 200 ml akuades pH 7 dan 4,5 g CMC dilarutkan terpisah dalam 50 ml akuades pH 7.

Aktivitas enzimatik dihitung berdasarkan diameter zona bening (*clear zone*) pada media setelah 3x24 jam. Untuk memperjelas keberadaan zona beningnya, pereaksi KI+I₂ ditambahkan pada media GYP-pati terlarut dan pereaksi *Cobalt Chlorida* (CoCl₂) ditambahkan pada media GYP-CMC.

Berdasarkan aktivitas enzimatik tertinggi di pilih dua kultur yang digunakan sebagai inokulum fermentasi. Sebanyak dua ose kultur dimasukkan ke dalam 5 ml media MRS cair, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Kepadatan sel dihitung berdasarkan *optical density* pada λ600 nm menggunakan spektrofotometer Merk Shimadzu UV Mini 1240. Sebanyak 2% (v/v) kultur (OD₆₀₀= 1,00) dimasukkan ke dalam 100 ml media MRS cair dan diinkubasi sesuai dengan waktu optimum pada kurva tumbuh yaitu selama 7 jam untuk inokulum BAL dan selama 8 jam untuk inokulum bakteri selulolitik pada suhu 37°C dalam inkubator *rotary shaker Merk Taitek, Double shaker NR 150, kecepatan 120 rpm*.

Fermentasi jali dilakukan dengan menimbang 50g bijian jali yang sudah dipisahkan dari cangkang luarnya dimasukkan ke dalam cawan petri (diameter = 20cm). Perlakuan pada penelitian ini meliputi: tanpa inokulum (Kontrol), isolat terpilih bakteri asam laktat

(BAL), isolat terpilih bakteri selulolitik (BS), dan gabungan kedua isolat (BAL+BS) (Tabel 1). Sebanyak 75 ml akuades ditambahkan pada setiap perlakuan dan diinkubasi pada suhu ruang (sekitar 22°C) selama 24-48 jam dengan kondisi ditutup kain kasa. Ulangan sebanyak 3 kali dilakukan pada masing-masing perlakuan (Meryandini *et al.* 2011).

Pengukuran suhu jali yang sedang di fermentasi diukur menggunakan termometer air raksa, dengan cara mencelupkan termometer air raksa ke dalam media fermentasi tersebut, sedangkan pH di ukur menggunakan pH meter merk TOA. Pengukuran dilakukan pada setiap perlakuan, masing-masing 3 x ulangan.

Penghitungan jumlah mikroba dilakukan secara langsung dengan metode cawan permukaan. Cara ini dipakai untuk menentukan jumlah mikroba dihitung secara keseluruhan. Prinsip metode ini adalah sel mikroba yang masih hidup ditumbuhkan pada media agar padat, maka sel mikroba tersebut akan berkembangbiak dan membentuk koloni yang dapat dilihat langsung dengan mata tanpa mikroskop. Sebaiknya jumlah koloni mikroba yang tumbuh dan dapat dihitung berkisar antara 30-300 koloni. Pengenceran sampel membantu untuk memperoleh perhitungan jumlah yang benar, namun pengenceran yang terlalu tinggi akan menghasilkan jumlah koloni yang rendah/ menghancurkan koloni. Metode perhitungan cawan merupakan cara yang paling sensitif untuk menghitung jumlah mikroba.

Rendemen jali diukur dengan menimbang bobot awal, kemudian di lakukan fermentasi selama 48 jam terhadap masing-masing perlakuan. Setelah fermentasi, serealida di timbang kembali. Butiran jali disaring dengan kain kasa kemudian dikeringkan menggunakan oven merk Memmert suhu 50°C selama 12 jam. Rendemen kering jali selanjutnya dihaluskan dan disaring dengan

saringan hingga menjadi tepung menggunakan blender. Serealida jali yang sudah di keringkan di blender sehingga menjadi tepung jali dan di timbang bobot tepungnya sehingga dapat dihitung rendemen dari serealida jali.

Kualitas tepung jali dapat diketahui dengan melakukan analisis proksimat terhadap tepung jali, meliputi analisis kadar air menggunakan metode oven, kadar abu menggunakan metode *drying ash*, pengukuran kadar lemak total menggunakan metode *soxhletasi*, pengukuran kadar protein dilakukan dengan metode *kjedahl*, pengukuran kadar karbohidrat total dalam sampel dihitung berdasarkan perhitungan (dalam persen): % karbohidrat = 100% - % (protein + lemak + abu + air).

Granula pati tepung jali dapat diamati menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) merek JEOL type JSM 5310 M di Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI. Tepung yang akan di analisis menggunakan SEM di siapkan dalam lempeng kecil, kemudian di coating selama 20 menit, lalu di amati menggunakan SEM dengan perbesaran 100 x (Putri *et al.* 2011).

Data dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA) yaitu dengan uji F pada taraf signifikansi 95%, kemudian di lanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL

Berdasarkan hasil pengujian terhadap 9 isolat BAL yang diamati, tidak semua isolat BAL memiliki kemampuan amilolitik, proteolitik, dan selulolitik. Pengamatan kemampuan enzimatik pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik isolat yang potensial yang dapat digunakan sebagai inokulum fermentasi jali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan enzimatik ternyata berbeda pada setiap isolat. Dari 9 isolat BAL yang diamati diketahui dua isolat tidak memiliki kemampuan enzimatik amilase, protease, dan selulase. Sementara 4 isolat BAL diketahui memiliki aktivitas ketiga enzim yang diuji yaitu isolat 478, 508, 520, dan 543 (Tabel 2). Isolat 478 memiliki kemampuan enzimatik tertinggi dengan diameter zona jernih sebagai bentuk lisis substrat yaitu amilase (0,57 ±0.02cm), protease (3,27 ±0.04 cm) dan

Tabel 1. Rancangan perlakuan pemberian inokulum pada jali.

	BAL (ml)	Bakteri selulolitik (ml)
Kontrol	-	-
BAL	0,6	-
BAL+BS	0,6	1,5
BS	-	1,5

Tabel 2. Aktivitas enzim bakteri asam laktat

Isolat	Diameter Zona Bening (cm)		
	Protease	Amilase	Selulase
478	3.27±0.04	0.57±0.02	0.22±0.02
504	3.1±0.08	0	0
508	2.53±0.05	0.41±0.01	0.26±0.005
520	3.84±0.01	0.42±0.01	0.21±0.01
525	0	0	0
540	0	0.31±0.01	0
543	1.83±0.02	0.25±0.005	0.26±0.27
546	2.34±0.005	0	0
548	0	0	0

Tabel 3. Aktivitas enzim selulase bakteri selulolitik

Diameter Zona Bening (cm)	
Isolat	Selulolitik
A6	1.35±0.005
A11	1.85±0.08
A12	0

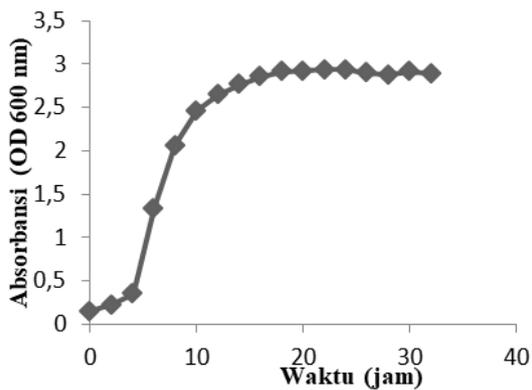
Tabel 4. Perubahan bobot serealial jali

Perlakuan	Berat awal (g)	Berat setelah difermentasi (g)	Berat setelah dikeringkan (g)	Berat akhir / tepung (g)	Rendemen (%)
Kontrol	50	55.3	46.2	38.4	76.8
BAL	50	58.4	44.5	36.3	72.6
BAL + BS	50	60.4	46.6	36.6	73.2
BS	50	69.7	45.8	35.0	70.0

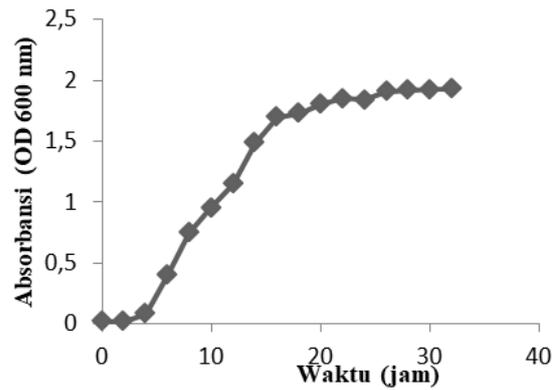
Tabel 5. Kandungan nutrisi tepung jali hasil fermentasi

Perlakuan	N	Kadar air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Protein (%)	Karbohidrat (%)	Serat Pangan (%)
Kontrol	3	4.58±0.01 b	0.24±0.02 a	0.57±0.01 b	5.08±0.02 a	89.52±0.02d	6.73±0.01 a
BAL	3	5.57±0.02 d	0.25±0.03 a	0.68±0.02 c	7.4300±0.02 c	86.06±0.04 b	7.82±0.01 b
BAL + BS	3	4.80±0.02 c	0.24±0.02 a	0.67±0.01 c	6.26±0.01 b	88.02±0.02 c	9.75±0.01 c
BS	3	4.48±0.01 a	0.23±0.01 a	0.49±0.02 a	11.64±0.05 d	83.15±0.06a	10.83±0.01 d

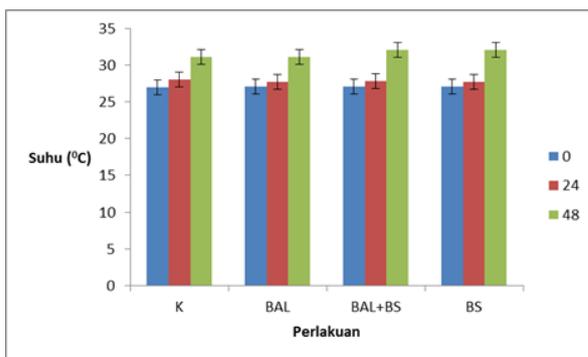
Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata antar perlakuan pada taraf 5% dengan uji Duncan. Perlakuan K (kontrol), BAL, BAL+BS, dan BS.



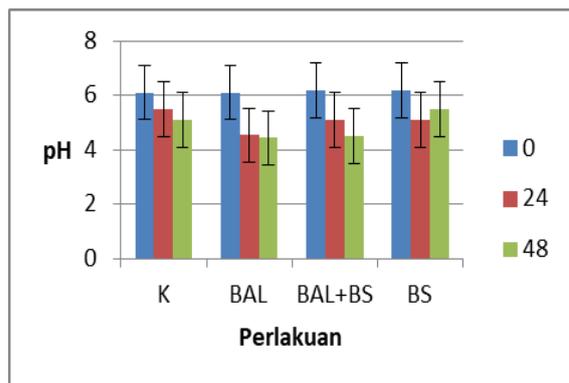
Gambar 1. Kurva Tumbuh Bakteri Asam Laktat



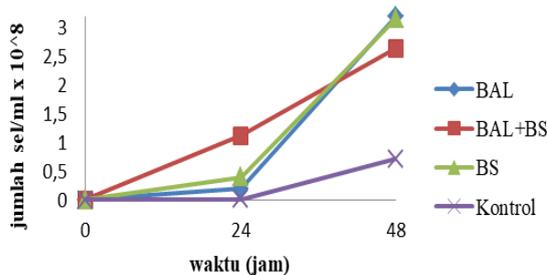
Gambar 2. Kurva pertumbuhan bakteri selulolitik



Gambar 3. Perubahan suhu air rendaman selama proses fermentasi



Gambar 4. Perubahan pH air rendaman selama proses fermentasi



Gambar 5. Jumlah bakteri total dalam air rendaman serealial jali selama 48 jam

selulase ($0,22 \pm 0,02$ cm). Aktivitas selulolitik terbesar didapatkan oleh isolat dengan kode A11 yaitu sebesar $1,85 \pm 0,08$ cm (Tabel 3). Zona bening terbentuk sebagai hasil dari aktivitas enzim selulase terhadap substrat dalam CMC.

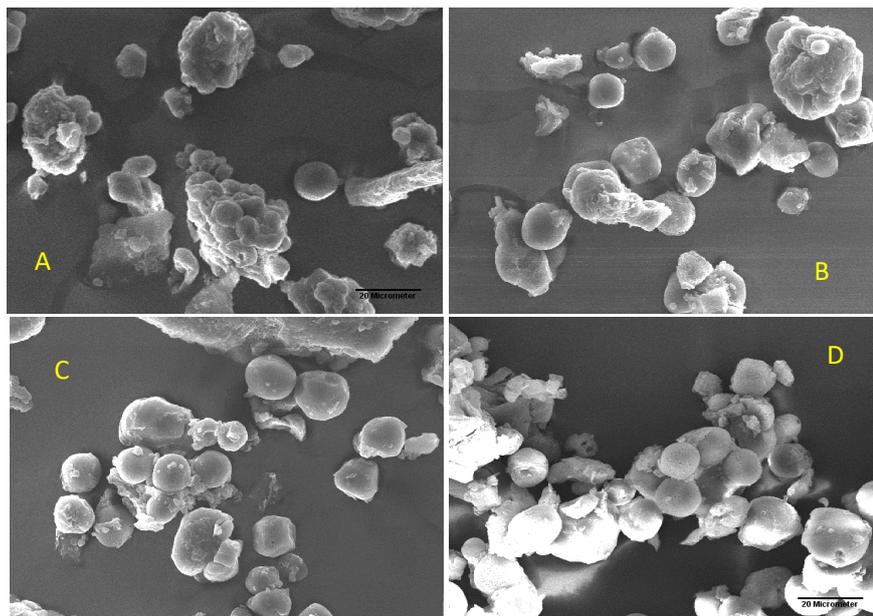
Perlakuan fermentasi serealial jali menunjukkan adanya perubahan pH dan suhu seperti terlihat pada Gambar 3 dan 4.

Jumlah bakteri total dalam air rendaman serealial jali tergantung aktivitas bakteri, dapat dilihat pada Gambar 5. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan inoculum bakteri pada perlakuan bobot serealial Jali dapat dilihat pada Tabel 4.

Kandungan nutrisi yang terkandung dalam tepung jali hasil fermentasi dilakukan analisis proksimat. Hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Tabel 5. Granula pati jali berbentuk *polygonal* dan *sperikel* seperti terlihat pada Gambar 6.

PEMBAHASAN

Bakteri selulolitik dan bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri yang sering digunakan dalam proses fermentasi. Enzim selulase yang diproduksi oleh bakteri selulolitik dapat memecah selulosa sehingga menghasilkan tepung dengan tekstur lembut. Penambahan bakteri selulolitik dalam fermentasi tepung dapat meningkatkan kualitas tepung yang dihasilkan. Penambahan bakteri asam laktat dalam fermentasi dapat menghasilkan tepung dengan tekstur yang lembut dan warna tepung lebih putih dibandingkan tepung tanpa fermentasi (Meryandini *et al.* 2011). Fermentasi asam laktat merupakan proses biologis



Gambar 6. Hasil SEM tepung jali fermentasi dengan perbesaran 100x (A = Kontrol, B = inokulum BAL, C = BAL+BS, D =BS)

yang mengubah gula seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa menjadi energi seluler dan laktat sebagai produk metabolik. Glukosa merupakan substrat pertama yang akan digunakan oleh bakteri asam laktat dalam proses fermentasi.

Suhu fermentasi sangat berpengaruh dalam menentukan jenis mikroba dominan. Jika konsentrasi asam yang dikehendaki telah tercapai maka suhu dapat dinaikkan untuk menghentikan fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi maka jumlah bakteri asam laktat akan meningkat yang disebabkan oleh kondisi substrat masih memungkinkan berlangsungnya metabolisme bakteri asam laktat (Noviana 2013). BAL dapat memberikan manfaat yang positif, yaitu meningkatkan nilai nutrisi makanan, mengontrol infeksi pada usus, meningkatkan pencernaan laktosa, sehingga banyak digunakan dalam pengolahan makanan fermentasi. Bakteri asam laktat juga berperan sebagai probiotik dan dijadikan kultur *starter* pada industri makanan. Peningkatan suhu pada air rendaman serealial jali menunjukkan adanya reaksi biokimia dalam fermentasi substrat. Peningkatan suhu ini disebabkan adanya degradasi polisakarida oleh enzim selulolitik, kemudian berlanjut adanya aktivitas fermentasi senyawa gula terlarut menjadi alkohol dan asam organik. Penurunan pH disebabkan adanya nutrisi yang dibutuhkan oleh BAL untuk

memproduksi asam laktat.

Selama proses fermentasi berlangsung terjadi aktivitas bakteri yang diawali dengan aktivitas degradatif bakteri selulolitik pada serealial jali untuk menghancurkan selulosa oleh enzim selulase sehingga dihasilkan glukosa atau monomer lainnya. Sebagian glukosa hasil degradasi selulase difermentasi lebih lanjut oleh bakteri asam laktat. Aktivitas bakteri selama proses fermentasi terlihat dari adanya perubahan jumlah bakteri total dan jumlah bakteri asam laktat dalam air rendaman.

Jumlah bakteri total dalam air rendaman serealial jali tiap perlakuan mengalami kenaikan selama proses fermentasi. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan inokulum bakteri pada perlakuan. Dari gambar 5 menunjukkan bahwa jumlah bakteri pada perlakuan BAL mengalami peningkatan selama inkubasi 24 jam hingga 48 jam. Pada perlakuan BS dan BAL + BS meningkat pada inkubasi jam ke-48. Meskipun tanpa penambahan inokulum, adanya peningkatan jumlah bakteri pada perlakuan kontrol dikarenakan pada biji-bijian yang belum diproses dapat mengandung bakteri aerob 10^4 sel/g, coliform 10^2 sel/g, khamir dan kapang (Sopiandi 2014). Perubahan jumlah bakteri total dalam air rendaman serealial jali ini dipengaruhi oleh aktivitas masing-masing bakteri dan kondisi lingkungan. Keberadaan dan aktivitas

satu bakteri dapat mempengaruhi keberadaan dan aktivitas bakteri yang lain. Peningkatan jumlah bakteri menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri dan kemampuan melakukan aktivitas degradatif dan fermentatif terhadap substrat yang tersedia.

Pada fermentasi dengan medium cair lebih memungkinkan untuk mengendalikan faktor-faktor fisik dan kimia yang mempengaruhi proses fermentasi seperti suhu dan pH. Suhu dan pH sangat berpengaruh pada pertumbuhan jumlah bakteri. Suhu dan pH yang optimal menentukan jalan proses degradasi dan fermentasi bahan. Fermentasi BAL dapat meningkatkan nilai nutrisi dan palabilitas tepung fermentasi (Sulistiani *et al.* 2016).

Protein yang terdapat dalam biji jali terdiri atas asam amino *tyrosine, arginine, histide, asam glutamate, lysine* dan *leusine*. Selain kaya akan protein, biji jali juga mengandung lemak esensial, asam lemak miristat dan palmitat. Asam lemak esensialnya terdiri atas 45-55%, asam oleat 35%, dan asam linoleat 39% (Duke 1983).

Penambahan inokulum bakteri selulolitik membuat kandungan proteinnya lebih tinggi di bandingkan tanpa inokulum (kontrol). Syarat kandungan protein dalam tepung minimal 7% (BSN 2006). Pada hasil analisis, kadar protein yang melebihi standar hanya pada perlakuan BAL dan BS yaitu sebesar 7.43% dan 11.64%. Protein utamanya adalah *coixin* yang kaya akan *prolinedan leusin* tapi miskin *lisin* (Chhabra & Rajinder 2015).

Peningkatan kadar protein pada perlakuan fermentasi dengan penambahan inokulum dapat meningkatkan kualitas tepung jali. Hal ini dimungkinkan karena peningkatan protein berasal dari aktivitas mikrob yang menghasilkan protein maupun enzim ekstraseluler (Sulistiani *et al.* 2016). Bakteri proteolitik dapat menghasilkan enzim proteolitik yang dapat mendegradasi rantai polipeptida sehingga polipeptida yang berukuran besar menjadi polipeptida berukuran lebih kecil (Anggraini *et al.* 2014).

Kadar abu pada tepung jali hasil fermentasi memiliki kisaran 0.23-0.25% tidak berbeda nyata dari semua perlakuan. Kadar abu suatu bahan menggambarkan banyaknya mineral yang tidak terbakar menjadi zat yang dapat menguap.

Semakin besar kadar abu suatu bahan makanan, menunjukkan semakin tinggi mineral yang dikandung. Kelembaban dan kandungan bahan kering (abu) sangat penting karena secara langsung mempengaruhi kestabilan dan penyimpanan makanan (Chhabra & Rajinder 2015).

Kadar air pada Tabel 5, terlihat bahwa terjadi peningkatan jumlah kadar air pada setiap perlakuan. Peningkatan ini disebabkan kemampuan bakteri yang berbeda dalam menyerap dan mengikat air. Kadar air tepung jali pada perlakuan kontrol sebesar 4.58%, sedangkan pada perlakuan penambahan inokulum terjadi peningkatan pada penambahan bakteri asam laktat (BAL) dan BAL+BS sebesar 5.58% dan 4.8% serta penurunan kadar air pada perlakuan penambahan inokulum bakteri selulolitik (BS) sebesar 4.49%. Berdasarkan SNI kadar air pada tepung tidak boleh melebihi 14.5% (BSN 2006). Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kualitas pada tepung jali yang dihasilkan. Dengan demikian kadar air pada tepung jali tanpa penambahan inokulum maupun dengan penambahan inokulum memenuhi Standar Nasional Indonesia.

Kadar lemak pada tepung jali hasil fermentasi memiliki kisaran 0.58-0.68%. Kandungan lemak yang rendah membuat tepung jali yang ditambahkan inokulum maupun tanpa penambahan inokulum menjadi lebih sehat dan dapat meningkatkan umur simpan. Kadar lemak dalam tepung jali relatif lebih kecil dibandingkan dengan kebutuhan lemak bagi konsumsi sehari-hari. Oleh karena itu, dalam konsumsi tepung jali ini perlu didampingi dengan konsumsi bahan pangan lainnya sebagai sumber lemak.

Kadar karbohidrat hasil analisis menunjukkan kadar pati yang terkandung dalam tepung jali. Penambahan bakteri selulolitik yang mendegradasi selulosa menjadi glukosa dapat meningkatkan kadar pati.

Pengukuran serat pangan pada tepung jali dilakukan dengan metode enzimatik. Tekstur tepung termodifikasi lebih halus dibandingkan dengan tepung aslinya (Syahputri & Wardani 2015). Pada proses fermentasi sereal, mikroorganisme yang tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel sehingga terjadi pelunakan granula pati. Reaksi *Maillard Browning* yaitu reaksi antara gugus aldehid dari karbohidrat dan grup

amino dari protein yang akan membentuk senyawa coklat yang tidak larut dan berbau (Hill & Sebring 1995). Menurut Mountney (1981) menyatakan bahwa reaksi tersebut dapat dicegah dengan fermentasi yaitu dengan menambahkan bakteri, enzim atau yeast.

Serat pangan merupakan komponen dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan manusia. Kisaran kandungan serat pangan pada tepung jali antara 7.82-10.84% dan semua perlakuan lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol yaitu 6.73%. Peningkatan kadar serat pangan membuktikan bahwa dengan perlakuan penambahan inokulum dapat meningkatkan kadar serat pangan pada tepung.

Pengamatan secara mikroskopik menunjukkan efek modifikasi pati pada struktur serat, butiran, dan sifat *birefringence* pati. Dalam semua perlakuan bisa dilihat adanya perubahan struktur butiran pati dan serat. Semakin banyak penambahan bakteri selulolitik, struktur serat dan pati yang pecah lebih besar. Ini membuktikan penambahan bakteri selulolitik yang mempengaruhi perubahan struktur serat.

SEM juga dapat digunakan untuk mengamati perubahan struktur mikro protein setelah fermentasi (Amadaou *et al.* 2010).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fermentasi jali menggunakan inokulum bakteri selulolitik (A11), meningkatkan kadar protein tepung (2x) dan struktur partikel yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

Amadou, I., MT. Kamara, A. Tidjani, MBK. Foh & WL. Gou. 2010. Physicochemical and Nutritional Analysis of Fermented Soybean Protein Meal by *Lactobacillus plantarum* Lp6. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 5 (2): 114-118.

Anggraini, VP., S. Andini, Y. Martono, S. Hartini, SY. Setiawan, A. Putra & H. Saputra. 2014. Optimalisasi Fermentasi Tepung Jali (*Coix lacryma-jobi* L) Termodifikasi Ditinjau dari Kadar Protein

Terlarut. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains IX. UKSW Salatiga, 21 Juni 2014. 5 (1): 608-611.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-3751-2006. Tepung terigu. <https://www.scribd.com/document/357241134/SNI-01-3751-2006-tepung-terigu-untuk-makanan-pdf>.

Chhabra, D. & RK. Gupta. 2015. Formulation and Phytochemical Evaluation of Nutritional Product Containing Job's Tears (*Coix lacryma-jobi* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2015. 4 (3): 291-298.

Duke, JA. 1987. *Coix lacryma-jobi* L. Hand Book of Energy Crops. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Coix_lacryma-jobi.html.

Hill, WM. & M. Sebring. 1973. *Desugarization*. Dalam: WJ. Stadelmen and OJ. Cotterill (Editor). *Egg Science and Technology*. Food Products Press. An Imprint of The Haworth Press, Inc., New York.

Meryandini, A., V. Melani, & TC. Sunarti. 2011. Additional of *Cellulolytic Bacteria* to Improved The Quality of Fermented Cassava Flour. *African Journal of Food Science and Technology* 2 (2): 30-35.

Mountney, GJ. 1981. *Poultry Product Technology*. Second Eddition. The Avi Publishing Cooperation. New York.

Noviana, Z. 2013. Optimisasi Proses Fermentasi Melalui Variasi Persentase dan Rasio Inokulum *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, dan *Leuconostoc mesenteroides* untuk Menghasilkan Tahu dengan Kandungan Protein dan Isoflavon yang Tinggi.[Tesis]. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Putri, WDR., DW. Haryadi, Marseno & MN.Cahyanto. 2011. Effect of *biodegradation* by *Lactic Acid Bacteria* on physical properties of cassava starch. *International Food Research Journal* 18 (3): 1149-1154.

Setiasih, IS., MB. Santoso, I. Hanidah & H. Marta. 2017. Pengembangan Kapasitas Masyarakat Dalam Menggunakan Hanjeli Sebagai Alternatif Pengganti Beras Sebagai

- Pangan Pokok dan Produk Olahan. *Jurnal Penelitian & PKM* 4 (2):129-389.
- Sopiandi, T. & Wardah. 2014. Mikrobiologi Pangan. CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- Sulistiani, Rini H. & Yati SS. 2016. Efek Fermentasi Bakteri Asam Laktat pada Nilai Proksimat Tepung Jali (*Coix lacryma-jobi* L). Prosiding Seminar Nasional Biologi (SEMABIO). Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati. Bandung, 31 Mei 2016. 335-343.
- Syahputri, DA. & AK. Wardani. 2015. Effects of Jali (*Coix lacryma jobi* L) Fermentation in Flour Production on Physical and Chemical Characteristics of Cookies and White Bread. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (3): 984-995.