

Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Jagung Termodifikasi Secara Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus plantarum* FNCC-0027

Physico-chemical Characteristics of Modified Corn Flour by Fentation using Lactobacillus plantarum FNCC-0027

Sri Winarti^{1)*}, Dedin Finatsiyatul Rosida²⁾, Ma'faza Rizka Febriana³⁾.

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya, Gununganyar, Surabaya 66092, email: sriwinarti.tp@upnjatim.ac.id

²⁾Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya, Gununganyar, Surabaya 66092, email: dedin.tp@upnjatim.ac.id

³⁾Alumni Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya, Gununganyar, Surabaya, email: mafaza@gmail.com

ABSTRAK

Tepung jagung termodifikasi adalah tepung yang dihasilkan dengan cara memodifikasi jagung untuk menghasilkan sifat tepung yang lebih baik. Salah satu cara untuk memodifikasi tepung adalah dengan cara fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (BAL). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ukuran granula jagung dan lama fermentasi terhadap karakteristik fisiko-kimia tepung jagung termodifikasi menggunakan *Lactobacillus plantarum* FNCC-0027. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2 faktor yaitu faktor pertama ukuran granula jagung (tepung jagung; beras jagung) dan faktor kedua lama fermentasi (0; 24; 48; 72 jam) dengan 3 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA, jika ada perbedaan nyata antar perlakuan, dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah ukuran granula dalam bentuk tepung dan lama fermentasi 72 jam, menghasilkan tepung jagung termodifikasi dengan karakteristik sebagai berikut: total BAL 10,09 log CFU/mL; kadar air 7,46%; kadar pati 71,88%; kadar amilosa 27,04%; daya kembang 7,68 (g/g); daya larut 3,25%; dan terjadi kerusakan struktur granula pada pati jagung. Tepung jagung termodifikasi yang dihasilkan memiliki sifat lebih baik dibandingkan tepung yang tidak dimodifikasi antara lain: peningkatan kadar amilosa, *swelling power*, kelarutan, viskositas dan menurunkan cemaran aflatoxin.

Kata kunci: fermentasi; jagung; *L. plantarum*; tepung termodifikasi

ABSTRACT

Modified corn flour is flour produced by modifying corn to produce better flour properties. One way to modify flour is by fermentation using lactic acid bacteria (LAB). The purpose of this study was to determine the effect of granule size and fermentation time on the physico-chemical characteristics of modified corn flour using Lactobacillus plantarum FNCC-0027. This study used a completely

randomized design (CRD) with a factorial pattern of 2 factors, the first factor was the size of granules (corn flour; corn rice) and the second factor was fermentation time (0; 24; 48; 72 hours) with 3 replications. The data obtained were analyzed using ANOVA, if there was a significant difference between treatments, then further tests were carried out using the DMRT test. The results showed that the best treatment was granule size in the form of flour and 72 hours of fermentation, producing modified corn flour with the following characteristics: total BAL 10.09 log CFU/mL; water content 7.46%; starch content 71.88%; amylose content 27.04%; swelling power 7.68 (g/g); 3.25% solubility; and damage to the granule structure of corn starch. Modified corn flour produced has better properties than unmodified flour, including: increasing amylose content, swelling power, solubility, viscosity and reducing aflatoxin contamination.

Keywords: *corn; fermentation; Lactobacillus plantarum, modified flour;*

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman yang cukup penting bagi kehidupan manusia khususnya di Indonesia. Hal ini dikarenakan jagung adalah komoditi tanaman pangan kedua setelah padi. Produksi tanaman jagung terus meningkat dari tahun ke tahun. Jagung sebagai sumber bahan pangan telah dimanfaatkan untuk makanan pokok (beras jagung), makanan penyela (jagung rebus dan bakar), makanan kecil (berondong, tortilla), tepung, kue, roti, dan bubur. Akan tetapi, tepung jagung alami mempunyai beberapa kendala jika dipakai sebagai bahan pangan maupun non pangan. Jika dimasak membutuhkan waktu yang lama (hingga butuh energi tinggi), juga pasta yang terbentuk keras dan sifatnya yang terlalu lengket serta tidak tahan terhadap perlakuan asam dan suhu tinggi. Oleh karena itu kendala-kendala tersebut perlu diatasi, salah satunya dilakukan pembuatan tepung jagung termodifikasi. Proses modifikasi yang dilakukan pada tepung jagung dapat meningkatkan kualitas tepung jagung. Salah satu cara modifikasi tepung jagung dapat dilakukan dengan cara fermentasi.

Proses fermentasi pada tepung melibatkan peranan Bakteri Asam Laktat (BAL). Menurut Kurniati, dkk. (2012) BAL jenis *Lactobacillus plantarum* banyak digunakan dalam fermentasi berbagai tepung. Bakteri ini dipilih karena bersifat non-patogen, tahan terhadap pH rendah serta dapat menghasilkan enzim-enzim yang mempunyai kemampuan tinggi dalam mendegradasi polisakarida. Menurut Aini, dkk. (2016), proses fermentasi dapat memecah komponen-komponen kompleks menjadi lebih sederhana sehingga dapat mengubah sifat kimia, fisik dan fungsional tepung jagung. Prinsip modifikasi bahan pangan dengan fermentasi

asam laktat adalah BAL menghasilkan enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat mendegradasi dinding sel sedemikian rupa sehingga terjadi modifikasi granula pati dan menghasilkan asam organik. Enzim yang dihasilkan BAL akan mendegradasi sebagian pati menjadi polimer yang lebih pendek rantainya sehingga memperbaiki sifat fungsional tepung. Asam organik yang dihasilkan BAL akan memperbaiki flavour serta mempertahankan warna tepung menjadi lebih baik sehingga memperbaiki sensori produk (Salim, 2011).

Bentuk jagung dan lama fermentasi dapat mempengaruhi kualitas dari tepung jagung temodifikasi. Berdasarkan penelitian Aini, dkk (2010), perlakuan yang dilakukan yaitu perbedaan ukuran partikel (60, 100, 150, 200 mesh), menunjukkan hasil terbaik pada perlakuan 200 mesh. Waktu fermentasi merupakan salah satu faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam proses modifikasi tepung. Berdasarkan penelitian Aini, dkk (2009), perlakuan yang dilakukan yaitu kisaran lama fermentasi (0, 12, 24, 36, 48, 60, 72) jam dimana pada penelitian tersebut rentang waktu yang digunakan sekitar 12 jam untuk tiap perlakuan dengan perlakuan terbaik 72 jam. Lama fermentasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas sifat fisik tepung yang terfermentasi. Semakin lama proses fermentasi, aktivitas mikroba dalam mendegradasi pati semakin besar sehingga akan meningkatkan viskositas, dan tingkat kelarutan. Disisi lain, semakin lama proses fermentasi akan menyebabkan penurunan sifat fisik yang lain seperti aroma dan cita rasa (Anggraeni, dkk., 2014).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jagung yang diperoleh dari pasar Krian, Sidoarjo, bakteri asam laktat (BAL) strain *Lactobacillus plantarum* FNCC0027 yang diperoleh dari Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, media MRS Broth (Oxoid, Ltd), Aquades (Brataco), NaOH 0,1 N, NaOH 1 N Formaldehid 40%, Kalium Oksalat, Indikator PP, Eter, Alkohol 10%, Etanol 95%, HCl 25%, Asam asetat 1 N, arutan iod.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain dishmill, ayakan 80 mesh, *cabinet dryer*, timbangan analitik, oven, SEM (*Scanning Electron Microscopy*), *muffle furnace*, cawan, desikator, gelas piala, gelas ukur, erlenmeyer, centrifuge, pH meter, viskometer, dan *water bath*.

Tahapan Penelitian

1. Pembuatan Starter Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri *Lactobacillus plantarum* dalam medium evendorf diambil menggunakan *micropipet* sebanyak 1 ml, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 5 ml media MRS broth yang telah disterilisasi dengan *autoclave*. Tabung yang telah diinokulasi bakteri kemudian diinkubasi dalam inkubator 37°C selama 24 jam. Setelah inkubasi selama 24 jam, bakteri dalam media MRS *broth* pada tabung reaksi dituangkan secara aseptis ke dalam erlenmeyer ukuran 500 ml yang berisi tepung jagung sebanyak 100 gram dan aquades 100 ml. Kemudian diinkubasi dalam inkubator 37°C selama 24 jam. Setelah 24 jam bakteri dalam erlenmeyer siap digunakan sebagai starter.

2. Pembuatan Tepung Jagung Termodifikasi

- a) Pencucian; Sampel jagung yang terdiri dari dua ukuran yaitu beras jagung dan tepung jagung yang didapatkan dari pasar kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran.
- b) Perendaman/Fermentasi; Perendaman dilakukan dengan penambahan starter bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* sehingga terjadi proses fermentasi yang terkendali. Proses fermentasi ini dilakukan dengan variasi perendaman selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam pada suhu kamar.
- c) Penirisan; setelah perendaman selesai, tepung jagung ditiriskan untuk mengurangi kadar air. Penirisan ini menggunakan saringan agar jagung tidak ikut terbuang.
- d) Pencucian; dilakukan dengan menggunakan air mengalir. Hal ini dilakukan agar proses fermentasi berhenti.
- e) Penirisan ke-2; dilakukan untuk mengurangi kadar air dan untuk mempercepat proses pengeringan.
- f) Pengeringan; dilakukan dengan cara menempatkan jagung yang telah difermentasi ke dalam loyang atau wadah, selanjutnya dekeringkan dalam *cabinet dryer* selama 5 jam dengan suhu 60°C.
- g) Penepungan; Proses penepungan dilakukan dengan cara penggilingan, yaitu dengan menggunakan *mesin dishmill*.
- h) Pengayakan; pengayakan dilakukan menggunakan ayakan berukuran 80 mesh.

Analisis

1) Prosedur Pengujian *Swelling Power* (AOAC, 2010)

Pengujian *swelling power* dilakukan dengan cara mengambil 0,1 gr tepung jagung termodifikasi, kemudian dilarutkan dalam aquadest 10 ml. Larutan dipanaskan menggunakan water bath dengan temperature 60°C selama 30 menit. Supernatan dipisahkan menggunakan centrifuge dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. *Swelling power* dihitung dengan rumus:

$$\text{Swelling Power} = \frac{\text{Beratpasta}}{\text{Beratsampelkering}} \times 100\%$$

2) Prosedur Pengujian *Sollubility*/kelarutan (AOAC, 2010)

Prosedur pengujian solubility, adalah sebagai berikut 1 gram tepung jagung termodifikasi dilarutkan dalam 20 ml aquadest dan dipanaskan dalam water bath dengan temperatur 60°C selama 30 menit. Kemudian disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit untuk memisahkan supernatant dan pasta yang terbentuk. Supernatant diambil sebanyak 10 ml lalu dikeringkan dalam oven.

$$\text{Sollubility (\%)} = \frac{\text{Beratendapankering}}{\text{Berat supernatant}} \times 100\%$$

3) Prosedur Analisa dengan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) (Moore, et al., 2015)

Sampel ditaburkan diatas dua sisi pita/pengikat. Sampel akan digambarkan pada kekuatan/tenaga akselerator dari 10 kV dengan pengamatan dibawah mikroskop electron.

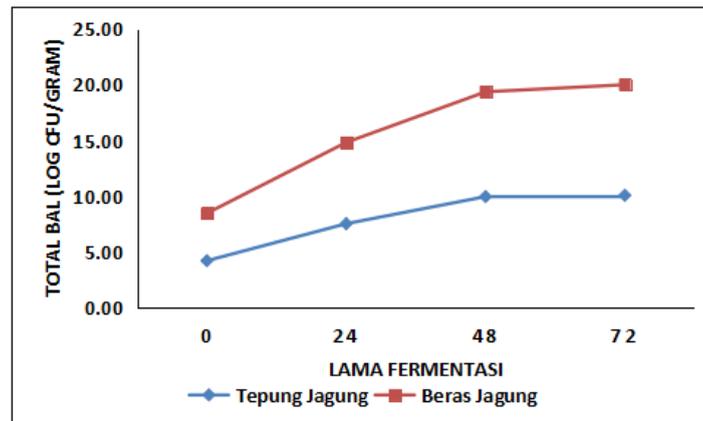
Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2 faktor yaitu faktor pertama ukuran granula pati (tepung jagung; beras jagung) dan factor kedua lama fermentasi (0; 24; 48; 72 jam) dengan 3 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis denga ANOVA, jika ada perbedaan nyata antar perlakuan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total bakteri asam laktat (BAL) pada tepung jagung termodifikasi

Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara ukuran partikel dan lama fermentasi terhadap total bakteri asam laktat (BAL) tepung jagung termodifikasi, dan masing-masing perlakuan berpengaruh nyata (Gambar 1).



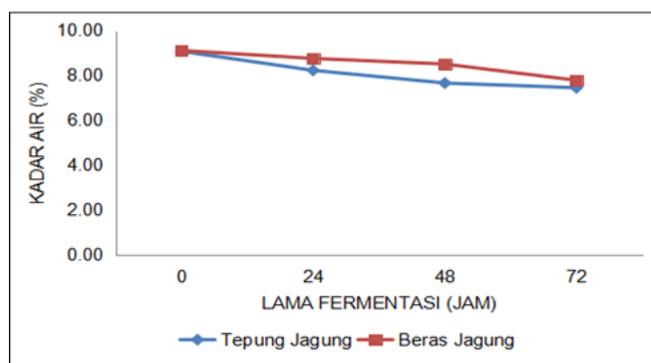
Gambar 1. Pengaruh ukuran partikel dan lama fermentasi terhadap total BAL pada tepung jagung termodifikasi

Pada **gambar 1.** menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin lama waktu fermentasi menunjukkan nilai total BAL yang semakin meningkat. Hal tersebut terjadi karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin mudah BAL untuk mendifusi ke dalam pati jagung, sehingga mempermudah bakteri tersebut dalam memecah molekul senyawa pada jagung yang digunakan sebagai sumber energi dalam pertumbuhannya sehingga pertumbuhan BAL pada fermentasi meningkat dan semakin lama waktu fermentasi, maka semakin lama pula mikroba tersebut dapat memecah molekul senyawa sehingga semakin banyak pula nutrisi yang didapatkan untuk tumbuh sehingga total BAL yang tumbuh semakin meningkat. Menurut Kusumaningrum (2016), mikroba merombak pati menjadi senyawa-senyawa sederhana sebagai sumber energi untuk aktivitas dan pertumbuhan, menjadi gula sederhana yang selanjutnya gula tersebut diubah menjadi asam laktat.

Kadar Air pada tepung jagung termodifikasi

Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara ukuran partikel dan lama fermentasi terhadap kadar air tepung jagung

termodifikasi, dan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap kadar air tepung jagung termodifikasi dapat dilihat pada **Gambar 2**.

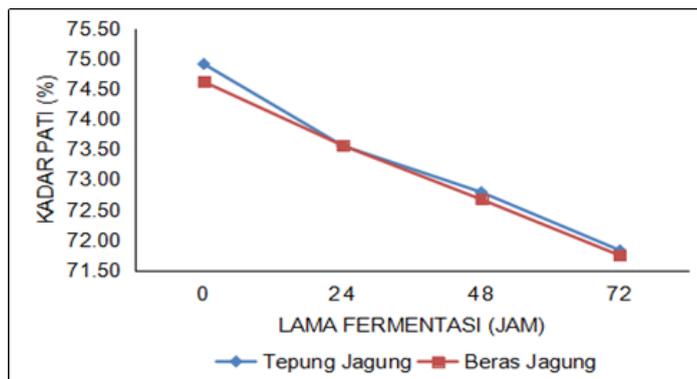


Gambar 2. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap kadar air tepung jagung termodifikasi.

Pada Gambar 2. dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran dan semakin lama fermentasi menunjukkan kadar air tepung jagung termodifikasi yang semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena semakin kecil ukuran, luas permukaan akan semakin besar dan semakin lama waktu fermentasi mengakibatkan semakin lama mikroba kontak dengan bahan yang dapat mempercepat degradasi senyawa yang mengakibatkan molekul-molekul senyawa tersebut rusak sehingga kandungan air yang terdapat didalam molekul mudah menguap. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Akbar dan Yuniarta, (2014), selama proses fermentasi mikroba mendegradasi senyawa-senyawa yang terkandung dalam jagung yang mengakibatkan air yang terikat oleh senyawa-senyawa tersebut berubah menjadi air bebas. Semakin kecil ukuran, maka semakin besar luas permukaan sehingga proses degradasi akan semakin cepat terjadi. Dengan demikian air terikat akan terlepas menjadi air bebas yang semakin mudah mengalami penguapan.

Kadar Pati tepung jagung termodifikasi

Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara ukuran partikel dan lama fermentasi terhadap kadar pati tepung jagung termodifikasi, dan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap kadar pati tepung jagung termodifikasi dapat dilihat pada **Gambar 3**.

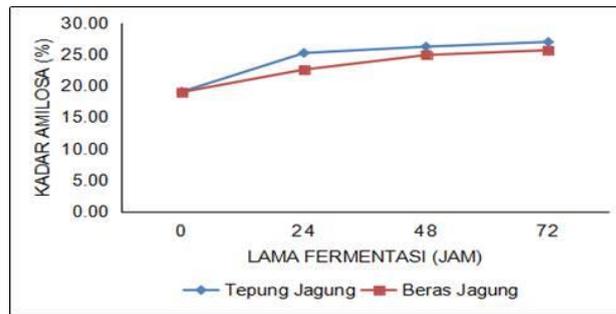


Gambar 3. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap kadar pati tepung jagung termodifikasi.

Pada **Gambar 3.** dapat diketahui bahwa perbedaan ukuran partikel dan lama fermentasi menunjukkan kadar pati tepung jagung termodifikasi yang semakin menurun. Hal ini terjadi karena pati mengalami degradasi akibat kontak mikroba dengan bahan. Pati merupakan karbohidrat tak larut air dimana pada proses fermentasi ini pati yang terdapat pada jagung didegradasi menjadi senyawa-senyawa yang lebih kecil. Pati tersusun atas amilosa dan amilopektin dimana amilosa pada pati jagung akan didegradasi menjadi glukosa oleh enzim amilase, glukosa digunakan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan mikroba. Menurut Akbar dan Yuniarta, (2014), semakin lama fermentasi berlangsung, maka waktu yang digunakan mikroba untuk mendegradasi pati akan semakin lama, sehingga pati yang terpecah akan semakin banyak dan semakin mudah terdegradasi yang mengakibatkan kadar pati dalam bahan akan mengalami penurunan. Dan semakin kecil ukuran, maka mikroba dalam mendegradasi pati akan lebih mudah. Didukung pernyataan Kusumaningrum dkk (2016) bahwa BAL menghasilkan enzim amilase yang mampu mendegradasi senyawa amilosa menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu glukosa sebagai energi untuk aktivitas dan pertumbuhan.

Kadar Amilosa tepung jagung termodifikasi

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara ukuran partikel dan lama fermentasi terhadap kadar amilosa tepung jagung termodifikasi, dan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang nyata. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap kadar amilosa tepung jagung termodifikasi dapat dilihat pada **Gambar 4.**

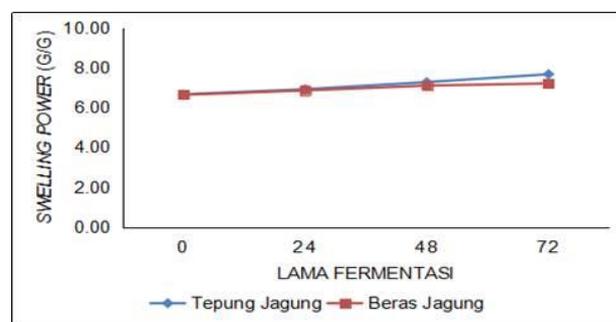


Gambar 4. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap kadar amilosa tepung jagung termodifikasi

Pada **Gambar 4.** dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin lama fermentasi menunjukkan kadar amilosa tepung jagung termodifikasi yang semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan menghasilkan enzim pululanase yang dapat mendegradasi rantai cabang pada amilopektin sehingga dihasilkan amilosa pada tepung jagung terfermentasi. Semakin kecil ukuran dan semakin lama fermentasi, proses pemutusan ikatan akan semakin cepat terjadi. Menurut Akbar dan Yuniarta, (2014), selama fermentasi mikroba memutus ikatan α -1,6 glikosidik yang ada pada rantai cabang amilopektin menjadi rantai lurus amilosa sehingga mengakibatkan kadar amilosa meningkat.

Daya Kembang (Swelling Power) tepung jagung termodifikasi

Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara ukuran partikel dan lama fermentasi terhadap daya kembang (*swelling power*) tepung jagung termodifikasi dan masing-masing perlakuan pengaruh nyata. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap *swelling power* tepung jagung termodifikasi dapat dilihat pada **Gambar 5.**

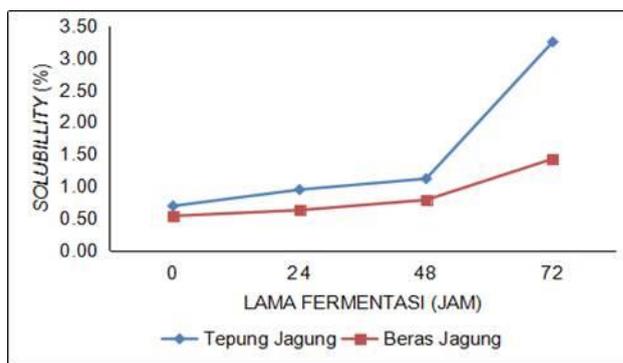


Gambar 5. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap *swelling power* tepung jagung termodifikasi

Pada **gambar 5**, dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran partikel dan semakin lama fermentasi menunjukkan daya kembang tepung jagung termodifikasi yang dihasilkan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan adanya aktivitas perombakan pati jagung oleh BAL yang menyebabkan granula pati menjadi berongga sehingga lebih mudah menyerap air dan pada saat pati dipanaskan akan mudah mengembang, selain itu adanya pemutusan ikatan cabang 1,6 amilopektin oleh BAL menjadi amilosa meningkatkan kandungan gugus hidroksil sehingga daya serap air semakin tinggi dan menyebabkan daya kembang meningkat. Sesuai dengan Akbar dan Yuniarta, (2014), daya mengembang mengalami peningkatan dengan semakin besar lama waktu fermentasi. Kekuatan pembengkakan pada tepung menggambarkan kemampuan pati berinteraksi dengan molekul air. Pemanasan pada pati dengan adanya air dapat menyebabkan granula pati secara cepat mengembang. Didukung oleh Pinem, dkk. (2017) bahwa tinggi rendahnya kemampuan *swelling power* dari suatu pati dipengaruhi oleh kandungan amilosa pati tersebut. Menurut Darmawan, dkk. (2013) bahwa pati dengan amilosa yang tinggi akan meningkatkan kemampuan *swelling power* sehingga semakin tinggi amilosa *swelling power* juga semakin tinggi.

Daya Larut (*Solubility*) tepung jagung termodifikasi

Berdasarkan analisis ragam dapat diketahui bahwa terdapat interaksi yang nyata antara ukuran partikel dan lama fermentasi terhadap daya larut tepung jagung termodifikasi dan masing-masing perlakuan memberikan pengaruh nyata. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap *solubility* tepung jagung termodifikasi dapat dilihat pada **Gambar 6**. Pada **gambar 6**, dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran dan fermentasi yang semakin lama menunjukkan daya larut tepung jagung termodifikasi yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pada proses fermentasi terjadi pemutusan ikatan amilopektin menjadi amilosa, dimana amilosa memiliki sifat larut air. Sesuai dengan pernyataan Aulia, dkk. (2018) selama fermentasi terjadi pemutusan rantai cabang (amilopektin) sehingga meningkatkan rantai lurus (amilosa), didukung pernyataan Haryadi, dkk (2011), bahwa amilosa yang memiliki rantai lebih pendek akan mudah larut air serta Syamsir (2013), bahwa amilosa termasuk senyawa yang bersifat polar, jadi semakin banyak komponen amolisa, maka kelarutan semakin meningkat.



Gambar 6. Pengaruh ukuran partikel jagung dan lama fermentasi terhadap *solubility* tepung jagung termodifikasi

Hasil Analisa tepung jagung termodifikasi pada perlakuan terbaik dibandingkan bahan baku

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis bahan baku yaitu beras jagung dan tepung jagung hasil modifikasi (**Tabel 1**). Pada **Tabel 1**, menunjukkan hasil penelitian kadar air sebesar 9,27%, lebih rendah dibandingkan kadar air Aini, dkk (2009) yaitu sebesar 9,70% dan berdasarkan SNI 01-3727-1995 masih memenuhi standart yaitu maksimal 10%. Kadar abu sebesar 0,49% berdasarkan SNI 01-3727-1995 masih memenuhi standart yaitu maksimal 1,5%. Kadar protein terlarut sebesar 0,10%, lebih rendah dibandingkan kadar protein terlarut Aini, dkk (2016) yaitu sebesar 1,30%. Kadar pati sebesar 75,07% lebih tinggi dibandingkan kadar pati Aini, dkk. (2009) yaitu sebesar 71,30%. Kadar amilosa sebesar 19,04%, lebih rendah dibandingkan kadar amilosa Aini, dkk. (2009) yaitu sebesar 20,45%. *Swelling power* sebesar 6,43 g/g, *Solubility* sebesar 0,48%. Viskositas sebesar 30,22 cPas. pH sebesar 6,98. Rendemen sebesar 66,87%, lebih tinggi dibandingkan rendemen Aini, dkk. (2009) yaitu sebesar 59,63%. Cemaran aflatoksin sebesar 1,6 ppb, lebih rendah dibandingkan cemaran aflatoksin menurut SNI (2009) yaitu sebesar <15ppb.

Menurut Ginting, dkk (2005), perbedaan hasil analisis dapat disebabkan oleh varietas, umur panen, iklim dan jenis tanah. Proses fermentasi pada tepung jagung menggunakan bakteri asam laktat dapat memperbaiki sifat tepung antara lain: meningkatkan kadar amilosa, swelling power, kelarutan, viskositas dan menurunkan cemaran aflatoksin pada tepung jagung yang dihasilkan. Hal ini dapat meningkatkan kegunaan tepung tersebut pada industry pangan.

Tabel 1. Karakteristik Tepung Jagung Termodifikasi dan Bahan Baku

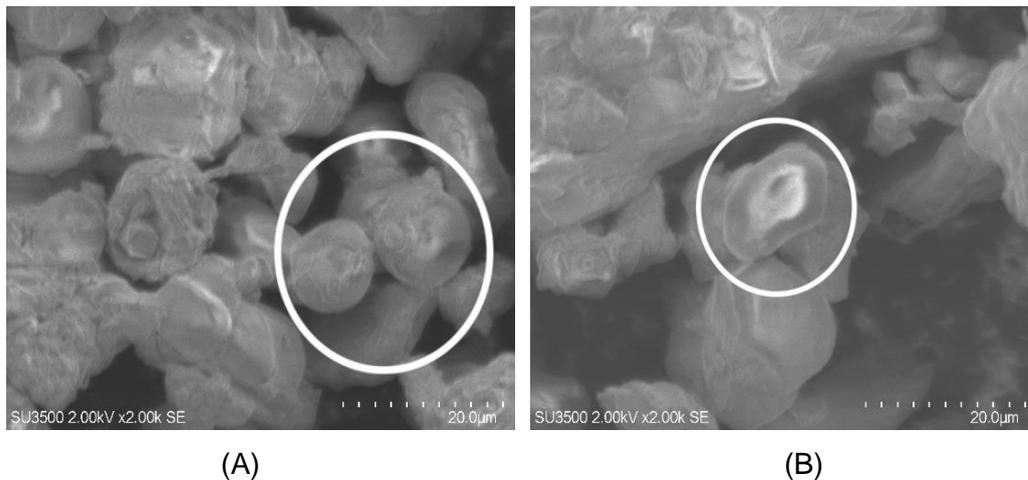
Komponen	Tepung Jagung Termodifikasi	Beras Jagung	Tepung Jagung Termodifikasi (Literatur)
Kadar air	7,46%	9,27%	7,11% ^b
Kadar abu	0,29%	0,49%	0,2% ^d
Kadar protein terlarut	0,06%	0,10%	2,48% ^d
Kadar pati	71,83%	75,07%	72,17% ^b
Kadar amilosa	27,04%	19,04%	24,03% ^b
Swelling power	7,68 g/g	6,43 g/g	8,69 g/g ^b
Solubility	3,25%	0,48%	-
Viskositas	266,6 cPas	30,22 cPas	927,1 cPas ^b
pH	2,67	6,98	-
Rendemen	86,9%	66,87%	78,29% ^b
Cemaran Aflatoksin	0,4 ppb	1,6 ppb	<15ppb ^a

Sumber: Sumber :a(SNI, 2009), b(Akbar, dkk, 2014) dan d(Apriliani, dkk, 2009)

Hasil SEM (*Scanning Electron Microscopy*) terhadap granula pati jagung

Analisis terhadap tepung jagung menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) bertujuan untuk mengetahui terjadinya perubahan fisik pada granula pati (Kartikasari, dkk.2014). Hasil analisis SEM dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Berdasarkan hasil analisa pada **Gambar 7**. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan pada hasil SEM (*Scanning Electron Microscopy*) sampel tepung jagung pada fermentasi 0 jam (A) menunjukkan bentuk granula dalam kondisi utuh dan jika dibandingkan dengan tepung jagung pada fermentasi 72 jam (B) struktur granula terlihat mengalami kerusakan yang ditunjukkan pada lingkaran putih. Kerusakan struktur terjadi akibat dari aktifitas BAL, dimana BAL (*Lactobacillus plantarum*) merusak granula sehingga dinding granula mengalami pengikisan dan memiliki bentuk yang tidak utuh. BAL merusak granula bertujuan untuk memperoleh nutrisi untuk pertumbuhannya. Menurut Kusumaningrum (2016), mikroba yang tumbuh selama proses perendaman akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel sehingga terjadi pembebasan granula pati. Enzim amilase kemudian dihasilkan oleh bakteri untuk merombak pati menjadi senyawa-senyawa sederhana sebagai energi untuk aktivitas dan pertumbuhan.



Gambar 7. (A) Granula pati jagung pada pada bahan baku (fermentasi 0 jam); (B) Granula pati jagung termodifikasi pada lama fermentasi 72 jam dengan perbesaran 500x.

KESIMPULAN

Ukuran partikel pada jagung dan lama fermentasi berpengaruh terhadap karakteristik tepung jagung termodifikasi yang dihasilkan. Perlakuan terbaik adalah ukuran partikel dalam bentuk tepung dan lama fermentasi 72 jam yang menghasilkan tepung jagung termodifikasi dengan karakteristik sebagai berikut: total BAL10,09 log CFU/mL; kadar air 7,46%; kadar pati 71,88%; kadar amilosa 27,04%; daya kembang 7,68 (g/g); daya larut 3,25%; dan terjadi kerusakan struktur granula pada pati jagung. Tepung jagung termodifikasi yang dihasilkan memiliki sifat lebih baik dibandingkan tepung yang tidak dimodifikasi antara lain: peningkatan kadar amilosa, *swelling power*, kelarutan, viskositas dan menurunkan cemaran aflatoksin.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Purwiyatno, H., Tien, R.M., dan Nuri, A. 2009. Hubungan Sifat Kimia dan Rheologi Tepung Jagung Putih dengan Fermentasi Spontan Butiran Jagung. *Forum Pascasarjana* Vol 32(1): 33-43.
- Aini, N., Purwiyatno, H., Tien, R.M., dan Nuri, A. 2010. Hubungan Antara Waktu Fermentasi Grits Jagung dengan Sifat Gelatinisasi Tepung Jagung Putih yang di Pengaruhi Ukuran Partikel. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol 21(1): 18-24.
- Aini, N., Gunawan, W., dan Budi, S. 2016. Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Tepung Jagung Yang Diproses Melalui Fermentasi. *AGRITECH* Vol 36(2): 160-169.

- Akbar, M. R., dan Yunianta. 2014. Pengaruh Lama Perendaman Na₂S₂O₅ dan Fermentasi Ragi Tape Terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Jagung. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol 2(2): 91-102.
- AOAC. 2010. *Official Methods of Analysis*. Wahington DC. Association of Official Analytical Chemist Inc.
- Darmawan, R. M. 2013. Memodifikasi Ubi Kayu Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Starter *Lactobacillus casei* Untuk Produk Pangan. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industry*. 2(4): 137-138.
- Ginting, E., Yudi, W., Siti, A. R., dan Jusuf. 2005. Karakteristik Pati Beberapa Varietas Ubi Jalar. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* Vol 24(1): 9-18.
- Haryadi. 2011. Teknologi Modifikasi Tepung Kasava. *Jurnal AGRITECH* Vol 31(2): 88-92.
- Kurniati, L. I., Aida, N., Gunawan, S., dan Widjaja, T. 2012. Pembuatan MOCAF dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus plantarum*, *Sacharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknik POMITS* Vol 1(1): 1-6.
- Kartikasari, S. N., Puspita, S., dan Achmad, S. 2016. Karakterisasi Sifat Kimia, Profil Amilografi (RVA) dan Morfologi Granula (SEM) Pati Singkong Termodifikasi Secara Biologi. *Jurnal Agroteknologi* Vol 10(1): 12-24.
- Kusumaningrum, A., dan Siswo, S. 2016. Perbaikan Sifat Tepung Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi Sawut Ubi Kayu dengan Starter Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* Vol 5(2): 31-33.
- Moore, S. A., Yongfeng ai., Chang, F., Jay, L. J. 2015. Effects of alpha-amylase reaction mechanisms on analysis of resistant-starch contents. *Journal Carbohydrate Polymers* 115: 465-471.
- Pinem, M. F., Yusmarini., dan Usman, P. 2017. Modifikasi Pati Sagu dengan Memanfaatkan *Lactobacillus plantarum* 1 yang Diisolasi dari Industri Pengolahan Pati Sagu. *JOM Faperta* Vol 4(1): 1-12.
- Salim, E. 2011. *Mengolah singkong menjadi Tepung Mocaf*. Lily publisher. Yogyakarta.
- SNI. 2009. *Persyaratan Batas Maksimum Kandungan Mikotoksin dalam Pangan*.
- Syamsir, E., Hariyadi, P., Fardiaz, D., Andarwulan, N., Kusnandar, F. 2012. Pengaruh Proses Heat-Moisture Treatment (HMT) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XXIII(1): 100-106.