

**PENGARUH FERMENTASI *Lactobacillus casei* TERHADAP SIFAT FISIK
TEPUNG JAGUNG MANIS (*Zea mays saccharata* Sturt)**

[The Fermentation Effects of *Lactobacillus casei* to
Sweet Corn Physical Characteristic]

Liean Ntau¹⁾, Maria F. Sumual¹⁾, Jan R. Assa¹⁾

¹⁾Program Studi Ilmu Pangan, Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melihat sifat fisik tepung jagung fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus casei*. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yaitu perlakuan A (tanpa fermentasi), perlakuan B (fermentasi 24 jam), perlakuan C (fermentasi 48 jam) dan perlakuan D (fermentasi 72 jam). Variabel yang diamati yaitu sifat fisik tepung jagung manis yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan tepung jagung manis yang di fermentasi memiliki nilai rata-rata suhu gelatinisasi 59 °C – 65 °C dan memiliki tingkat kecerahan L* 81,33 – 82,60 dan warna a* - 0,27 – 3,03 dan b* 27,60 – 30,50. Daya serap air 40,53 % – 65,33 %, Daya serap minyak 31 % – 47 %, rendemen 12,63 % – 29,24 %, dan daya kembang tepung jagung manis dicapai pada suhu 95 °C yaitu berkisar 8,23 g/g – 6,57 g/g. Fermentasi menggunakan *Lactobacillus casei* pada pembuatan tepung jagung berpengaruh pada rendemen yaitu pada perlakuan tepung jagung fermentasi 72 jam dan memiliki daya kembang yang tinggi.

Kata kunci: fermentasi *Lactobacillus casei*, jagung manis, sifat fisik tepung

ABSTRACT

*The purpose of this research is to reveal the physical properties of fermented corn meal using *Lactobacillus casei* bacteria. Completely Randomized Design (CRD) was used in this research. *Lactobacillus casei* was use for the fermentation of sweet corn grits and the treatments were duration (hour) of fermentation i.e. without fermentation (control), 24, 48 dan 72 hours. The observed variables were physical properties of sweet corn flour. The results showed that sweet corn flour produced after fermentation has an average of gelatinization temperature ranged between 59 °C – 64,67 °C and have a level of brightness L * 81.33 – 82.60, the colors a * -0.27 – 3.03 and b * 27.60 – 30.50. The water absorption capacity ranged between 40.53% – 65.33%, oil absorption 31% – 47% and the average yield of sweet corn flour after fermentation ranged between 12.63% – 29.24%. The Swelling power of corn flour was maximum at 95 °C and it ranged between 8.23 g/g – 6.57 g/g. Fermentation of sweet corn grits by *Lactobacillus casei* for 72 hours significantly affected yield and swelling power of sweet corn flour.*

*Keywords: *Lactobacillus casei* fermentation, physical properties of flour, sweet corn*

PENDAHULUAN

Tanaman Jagung (*Zea mays. L*) merupakan jenis tanaman pangan biji-bijian, dan tanaman semusim, yang mempunyai siklus hidup selama 80 – 150 hari. Gorontalo termasuk dalam Provinsi dengan komoditas jagung terbaik di Indonesia, dan merupakan pengeksport terbesar ke beberapa Negara terbesar yaitu Negara Malaysia, Filipina dan Korea Selatan mencapai 91,500 ton pertahun. Produksi jagung di Gorontalo tahun 2014 adalah 719,787 ton pipilan kering mengalami peningkatan 7,58 persen dibandingkan produksi tahun 2013 dan produksi jagung untuk tahun 2015 adalah 643,512 ton Data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Gorontalo tahun 2015.

Jagung manis merupakan salah satu komoditas pertanian yang disukai oleh masyarakat petani Gorontalo karena umur panen yang lebih singkat dibandingkan jagung biasa yakni 70 hari pada jagung manis dan 85 - 95 hari pada jagung biasa. dan dapat diolah menjadi tepung (Irawan, 2017).

Karakteristik tepung sangat menentukan kualitas produk pangan, untuk mendapatkan sifat tepung yang diinginkan, dapat dilakukan modifikasi melalui proses fermentasi (Aini dkk. 2010). Fungsi fermentasi pada pembuatan tepung dapat memodifikasi sifat fisikokimia dan sifat fungsional dari tepung jagung, secara enzimatik. Tepung yang termodifikasi memiliki tekstur yang lebih halus dibandingkan tepung aslinya dan memiliki sifat gelatinisasi yang berbeda, penambahan mikroba seperti bakteri asam laktat pada pembuatan tepung dapat memperbaiki kualitas tepung dan akan meningkatkan pengembangan roti (Gerez dkk. 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik sifat fisik tepung jagung fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus casei*.

METODOLOGI

Pengolahan tepung jagung dilaksanakan di laboratorium Tehnik Hasil Ternak (THT) Fakultas Peternakan, Universitas Sam Ratulangi Manado. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai April tahun 2018. Analisis sifat fisik tepung jagung dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Sam Ratulangi Manado.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung manis dengan umur panen 90 hari dan *starter* Bakteri Asam Laktat yaitu *Lactobacillus casei*, air tomat, akuades, air kelapa muda. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu wadah, ayakan 80 mesh, *eagelberg*, *grinder* GC600, timbangan analitik, oven *memmert une* 400 convection 230V, wadah almunium, tabung reaksi, rak tabung reaksi, vortex, jarum ose, Bunsen, mikropipet, tip, beaker glass.

Prosedur kerja

Jagung manis umur 90 hari, kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 48 jam dengan suhu 60°C sehingga memiliki kadar air $\pm 17\%$, dan dipipil untuk memisahkan biji jagung dari tongkol. Selanjutnya biji jagung ditimbang dan digiling menggunakan gilingan beras jagung hingga diperoleh butiran biji jagung manis yang disebut beras jagung. Beras jagung yang telah ditimbang ditambahkan bakteri *Lactobacillus casei* dengan perbandingan 3g/kg jagung, dan ditambahkan akuades dan air kelapa dengan perbandingan 1:1. Fermentasi dilakukan selama 24, 48 dan 72 jam dan kontrol yaitu tanpa fermentasi. Setelah fermentasi beras jagung dikeringkan kembali didalam oven dengan suhu 55 °C selama 72 jam. Beras jagung yang telah

kering digiling menggunakan *grinder*. Hasil penggilingan berupa tepung jagung kasar, diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 80 mesh untuk menghasilkan tepung jagung manis yang lebih halus. Tepung jagung manis ditimbang untuk menghitung rendemen, selanjutnya dilakukan pengukuran sifat fisik tepung jagung manis.

Metode Analisis

Suhu gelatinisasi (Radley, 1976)

Sampel sebanyak 10 g dipanaskan pada penangas air sambil dilakukan pengadukan. Pengukuran suhu gelatinisasi menggunakan termometer, diawali pada suhu 50 °C sampai seluruh granula pati tergelatinisasi.

Warna tepung (Hutching, 1999)

Sampel dimasukkan pada wadah transparan pengukuran menggunakan *General Colorimeter* dengan menghasilkan nilai L*, a*, dan b*. Nilai L* menyatakan parameter kecerahan (warna kromatis, 0: hitam sampai 100: putih). Warna kromatik campuran merah hijau ditunjukkan oleh nilai a* (a+ = 0-100 untuk warna merah, a- = 0-(-80) untuk warna hijau). Warna kromatik campuran biru kuning ditunjukkan oleh nilai b* (b+ = 0-7 untuk warna kuning, b- = 0-(-70) untuk warna biru).

Daya serap air (Muchtadi dan Sugiono, 1992)

Sebanyak 25 g sampel diletakkan dalam cawan, kemudian ditambahkan air sebanyak 10-20 ml menggunakan buret. Campuran tersebut diuleni menggunakan tangan sambil ditambahkan air sedikit demi sedikit hingga terbentuk adonan yang tidak lengket pada tangan. Daya serap air dihitung menggunakan persamaan:

$$\left[DSA(\%) = \frac{(\text{jumlah air yang digunakan (ml)})}{(\text{berat sampel})} \times 100\% \right]$$

Daya serap minyak (Rhoma, 2012)

Sampel tepung ditimbang sebanyak 1 g didalam tabung sentrifus kemudian ditambahkan minyak sebanyak 10 ml dan diaduk menggunakan *vortex mixer* selama 30 detik. Sampel kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit dan disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit. Supernatan kemudian ditimbang dan kapasitas penyerapan minyak dinyatakan sebagai persentase berat minyak yang diserap oleh tepung menggunakan persamaan :

$$\left[DSM(\%) = \frac{(\text{jumlah air yang digunakan (ml)})}{(\text{berat sampel})} \times 100\% \right]$$

Rendemen

Rendemen tepung jagung dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat akhir (g)}}{\text{berat awal (g)}} \times 100\%$$

Daya kembang tepung (Li dan Yeh, 2001)

Daya kembang diukur pada kisaran suhu terbentuknya pasta pada tepung yaitu sekitar 55 °C, 65 °C, 75 °C, 85 °C, dan 95 °C, Dengan interval 10 °C, buat suspensi pati dalam botol sentrifus lalu dipanaskan selama 30 menit pada suhu yang telah ditentukan. Tepung dengan konsentrasi 1% dipanaskan pada penangas air dengan suhu 55 °C, 65 °C, 75 °C, 85 °C, dan 95 °C. selama 30 menit, kemudian disentrifusi dengan kecepatan 3.000 rpm selama 30 menit, lalu supernatan dipisahkan dari endapan, Nilai daya kembang diukur dengan membagi berat endapan dengan berat pati kering sebelum dipanaskan (g/g).

Daya kembang dihitung dengan menggunakan persamaan

$$SP = \frac{X - Y}{W}$$

Analisis data

Data hasil penelitian menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Selanjutnya, perlakuan yang memberikan pengaruh berbeda nyata atau sangat nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

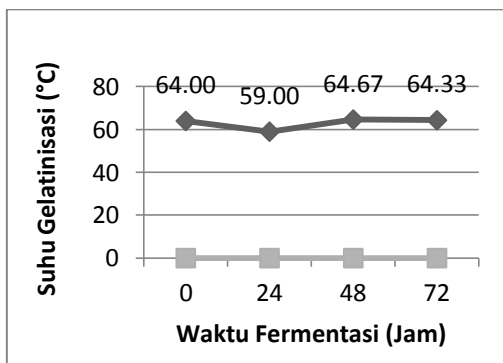
Hasil penelitian terhadap sifat fisik tepung jagung manis yang difermentasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik tepung jagung manis yang difermentasi dan tanpa fermentasi

Parameter Uji	Waktu fermentasi (Mean ± SD)				BNT 5%	
	0	24	48	72		
Gelatinisasi (°C)	64±3,00	59±2,00	64,67±2,08	64,33±208	tn	
Daya Kembang (g/g)	55°C	4,24±1,29	5,40±0,56	5,17±0,61	4,53±1,47	tn
	65°C	4,93±0,40	5,90±2,80	5,73±1,16	4,87±1,62	tn
	75°C	5,57±0,51	6,13±0,40	6,10±0,62	5,70±0,82	tn
	85°C	4,40±0,46	7,03±1,79	6,37±0,35	6,07±1,20	tn
	95°C	6,57 ^a ±1,06	8,57 ^a ±0,84	6,93 ^{ab} ±0,51	8,23 ^{bc} ±0,45	1,43
Warna	L* kecerahan	82,60±2,60	81,80±1,31	81,33±1,12	81,80±0,85	tn
	a* merah	3,03±2,51	0,53±1,19	0,17±0,35	-0,27±0,87	tn
	b* kuning	30,50±0,35	27,60±0,00	29,83±2,08	29,27±1,42	tn
Daya Serap Air (%)	Tepung Jagung	40,53±0,23	60,40±1,06	65,33±1,40	47,83±33,90	tn
Daya Serap Minyak (%)	Tepung Jagung	31±18,88	46±6,24	47±9,71	41±4,04	tn
Rendemen (%)	Tepung Jagung	21,41 ^b ±3,87	12,63 ^a ±2,59	16,01 ^a ±1,01	29,24 ^a ±1,52	4,71
Kadar Air	Tepung Jagung	8,08 ^b ±1,25	5,15 ^a ±0,04	5,86 ^a ±0,24	6,91 ^b ±0,1,95	1,22

Suhu gelatinisasi

Suhu gelatinisasi adalah suhu pecahnya granula pati karena pembengkakan granula setelah melewati titik maksimum



Gambar 1. Suhu gelatinisasi tepung

Hasil penentuan suhu gelatinisasi dari tepung jagung manis yang dihasilkan menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) pada masing-masing

perlakuan lamanya fermentasi menggunakan *Lactobacillus casei*. Gelatinisasi tepung jagung manis yang terfermentasi terjadi pada suhu 59 °C – 64,67 °C.

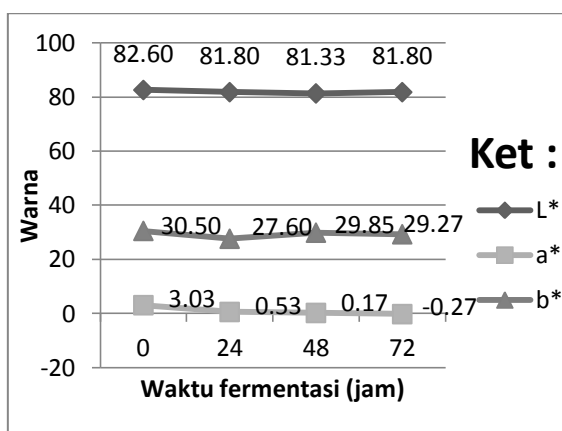
Suhu awal gelatinisasi adalah suhu pada saat ikatan mulai melemah dan terjadinya pembengkakan granula pati. Tepung jagung manis yang terfermentasi dengan perlakuan 24 jam mempunyai suhu gelatinisasi yang terendah yaitu 59°C, perlakuan dengan perendaman 48 jam mempunyai suhu gelatinisasi yang tertinggi yaitu 65 °C, kondisi ini menunjukkan pada suhu tersebut tepung jagung mulai menyerap air dan terhidrasi, jika dibandingkan dengan suhu gelatinisasi pada tepung jagung yang berdasarkan umur panen yaitu pada umur panen 70 hari, 80 hari dan 90 hari memiliki suhu gelatinisasi

lebih tinggi yaitu berkisar 82 – 87°C (Irawan, 2017).

Singh, dkk (2005) menjelaskan suhu puncak gelatinisasi pada tepung jagung yaitu 64 °C – 72,8 °C dan Richana dan Suarni (2007) menjelaskan suhu puncak gelatinisasi jagung bervariasi antara 80 °C – 90 °C. Jika dilihat untuk suhu gelatinisasi pada tepung jagung dengan fermentasi *Lactobacillus casei* mempunyai suhu gelatinisasi terendah yaitu berkisar 59 °C – 65 °C.

Warna

Warna pada tepung jagung mempunyai peranan penting dalam menentukan mutu, selain faktor yang menentukan mutu, warna juga mempunyai arti sebagai indikator kesegaran atau kematangan, indikator kerusakan, serta baik tidaknya cara pengolahan.



Gambar 2. Analisis warna tepung

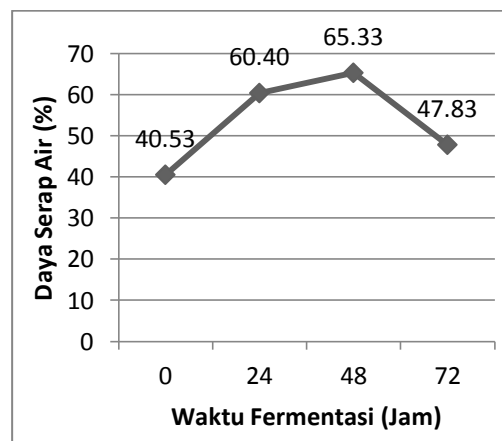
Tepung jagung manis tanpa fermentasi memiliki nilai kecerahan (L*) dan warna merah (a*) dan warna kuning (b*) yang lebih tinggi dari pada tepung jagung yang difermentasi, walaupun perbedaan tidak nyata secara statistik akan tetapi tepung jagung terfermentasi memiliki nilai kecerahan yang baik. Fungsi fermentasi pada pembuatan tepung dapat memodifikasi

sifat fisikokimia dan sifat fungsional tepung jagung.

Perlakuan tanpa fermentasi memiliki nilai kecerahan tertinggi yaitu 82,60 dibandingkan dengan perlakuan perendaman dengan *Lactobacillus casei* untuk fermentasi 24 jam 81,80, 48 jam 81,33, 72 jam 81,80. Sedangkan untuk warna merah (nilai a*) pada tepung jagung terlihat pada perlakuan tanpa fermentasi memiliki nilai tertinggi yaitu 3,03 dibandingkan dengan perlakuan dengan fermentasi dengan *Lactobacillus casei*. Warna kuning (nilai b*) tepung jagung manis tanpa fermentasi adalah 30,50 artinya terlihat lebih kuning dibandingkan dengan tepung jagung manis yang difermentasi.

Daya serap air

Daya serap air (*water absorption*) merupakan salah satu dari berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas tepung. *Water absorption* atau daya serap pada tepung merupakan kemampuan tepung dalam menyerap air.



Gambar 3. Daya serap air

Ukuran partikel, kadar air dan perbedaan kandungan kimia bahan mempengaruhi daya serap air (Mulyandari, 1992 dalam Rufaizah, 2011).

Hasil penelitian didapatkan nilai daya serap air tepung jagung manis dengan masing-masing perlakuan berkisar 40,53 % - 65,33 %. Perlakuan yang memiliki daya serap air tertinggi yaitu pada perlakuan tepung jagung fermentasi 48 jam yaitu 65,33 %. Fermentasi 24 memiliki daya serap air 60,40 % sedangkan tepung jagung fermentasi selama 72 jam memiliki kadar air 47,83 % dan tepung jagung tanpa fermentasi 40,53 %

Hal ini disebabkan bagian lembaga biji jagung manis ikut terbawa pada proses penepungan, bagian lembaga biji jagung memiliki kandungan protein 18,4% (Inglett, 1987).

Kapasitas penyerapan air merupakan kemampuan dalam menyerap air dan menahannya dalam suatu sistem pangan. Penyerapan dan pengikatan air merupakan salah satu sifat protein. Kapasitas penyerapan air menentukan jumlah air yang tersedia untuk proses gelatinisasi pati selama pemasakan. Bila jumlah air kurang maka pembentukan gel tidak mencapai kondisi optimum.

Tepung jagung manis fermentasi memiliki daya serap air tertinggi pada perlakuan fermentasi 48 jam dan tepung jagung fermentasi 24 jam jika dibandingkan dengan perlakuan fermentasi 72 jam dan perlakuan tanpa fermentasi walaupun perbedaannya tidak nyata secara signifikan ($p > 0,05$), fungsi dari penyerapan air memudahkan penghomogenan adonan tepung pada saat dicampur dengan air, tepung yang memiliki daya serap air tinggi cenderung cepat homogen. Adonan homogen berpengaruh terhadap kualitas pengukusan. Tepung yang memiliki daya serap air tinggi akan mengalami gelatinisasi yang merata ditandai tidak adanya spot – spot putih atau kuning

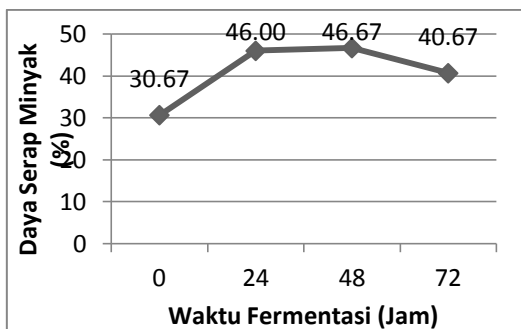
pucat pada adonan yang telah dikukus (Tam dkk., 2004).

Daya serap minyak

Daya serap minyak dipengaruhi oleh struktur pati, penyerapan air pada jagung pada saat perendaman juga memudahkan penyerapan minyak karena pecahnya molekul kompleks menjadi lebih sederhana.

Tepung jagung manis fermentasi memiliki daya serap minyak tertinggi pada perlakuan fermentasi 48 jam dan fermentasi 24 jam dari pada perlakuan fermentasi 72 jam dan perlakuan tanpa fermentasi walaupun perbedaannya tidak nyata secara signifikan ($p > 0,05$).

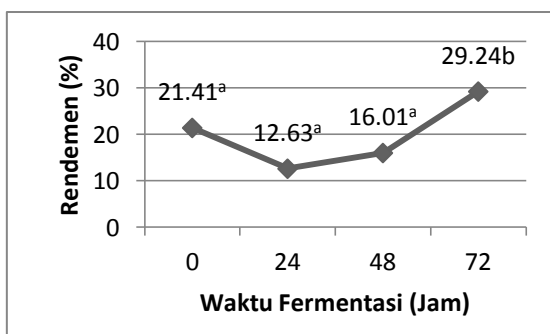
Hal ini berbeda dengan penelitian Aini dkk, (2016) menyatakan kapasitas penyerapan minyak pada tepung dipengaruhi oleh lama fermentasi pada pembuatan tepung jagung, akan tetapi dari jenis jagung yang digunakan berbeda dan memiliki kandungan protein yang berbeda pada umumnya protein yang bersifat hidrofobik memiliki kemampuan yang lebih besar dalam mengikat minyak, kapasitas penyerapan minyak tepung jagung ini lebih besar daripada tepung terigu, yaitu 84,2% hal ini dipengaruhi tepung terigu memiliki kandungan protein tinggi dibandingkan dengan tepung jagung sehingga mempengaruhi kapasitas penyerapan minyak lebih besar pada tepung terigu. Penyerapan minyak merupakan sifat penting dalam formulasi makanan karena dapat memperbaiki flavor dan *mouthfeel* makanan (Odoemelum, 2003).



Gambar 4. Daya serap minyak

Rendemen

Rendemen merupakan presentase produk yang didapatkan dari membandingkan berat awal bahan dengan berat akhir. Sehingga dapat diketahui kehilangan beratnya proses pengolahan. Rendemen didapatkan dengan cara menghitung atau menimbang berat akhir bahan yang dihasilkan dari proses dibandingkan dengan berat bahan awal



Gambar 5. Rendemen tepung

Tepung jagung manis fermentasi selama 72 jam menghasilkan rendemen tertinggi jika dibandingkan dengan tepung jagung fermentasi 48 jam, 24 jam dan pada perlakuan tanpa fermentasi, akan tetapi rendemen pada tepung jagung tanpa fermentasi memiliki nilai tertinggi kedua. Hal ini diduga dipengaruhi oleh kadar air dimana kadar air tepung jagung yang difermentasi selama 72 jam adalah 6,91

dan kadar air tepung jagung manis tanpa fermentasi adalah 8,08. Analisis sidik ragam menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

Daya kembang

Daya kembang atau *swelling power* adalah sifat yang mencirikan daya kembang suatu bahan. Daya kembang dipengaruhi oleh suhu pemanasan suspensi tepung, lama pemanasan, suspensi tepung dan kandungan amilosa dalam pati, suhu pemanasan suspensi tepung berpengaruh terhadap kadar amilosa dan daya kembang. Peningkatan suhu pemanasan mengakibatkan penurunan kadar amilosa dan kejernihan pasta namun meningkat kelarutan dan daya kembang. Peningkatan daya kembang akibat pemanasan pada suhu yang semakin tinggi disebabkan kadar amilosa yang semakin rendah atau amilopektin lebih tinggi (Jading dkk., 2011).

Hasil sidik ragam daya kembang tepung menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$) pada suhu 95 °C. Puncak pengembangan terjadi pada suhu 95 °C dan daya kembang terbesar terdapat pada tepung jagung manis yang difermentasi 72 jam. Adanya bakteri asam laktat termasuk *Lactobacillus casei* mampu mendegradasi dinding sel jagung sehingga granula pati keluar dari sel sehingga mempengaruhi daya kembang tepung pada suhu 95 °C.

KESIMPULAN

Tepung jagung hasil fermentasi dengan *Lactobacillus casei* mempengaruhi sifat fisik tepung yaitu daya kembang dan rendemen yang tertinggi pada perlakuan fermentasi selama 72 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Gunawan, W, Budi, S. 2016. *Sifat, fisik, dan fungsional tepung jagung yang diproses melalui fermentasi*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Universitas Jendral Soedirman.
- Aini, N., Hariyadi, P., Muchtadi, T.R. dan Andarwulan, N. (2010). *Hubungan antara waktu fermentasi grits jagung putih dengan sifat gelatinisasi tepung jagung putih yang dipengaruhi ukuran partikel*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo, 2015. *Gorontalo dalam angka 2015*. <https://gorontalo.bps.go.id>. Diakses 15 September 2017.
- Ganzle, M.G., Lopenen, J. dan Gobbetti, M. (2008). Proteolysis in sourdough fermentations: mechanisms and potential for improved bread quality. *Trends in Food Science and Technology*.
- Gerez, L.C., Rollan, G.C. dan Font de Valdez, G. (2006). *Gluten breakdown by Lactobacilli and pediococci strains isolated from sourdough*. *Letters in Applied Microbiology*.
- Hutching, J. B. 1999. *Food Color and Appearance*, 2nd ed. Aspen publisher. Inc. Gaithersburg. Maryland.
- Inglett, G. E. 1987. Kernel, Structure, Composition and Quality. Ed. Corn: Culture. Processing and Products. Avi Publishing Company, Westport.
- Irawan, F. 2017. *Pengaruh Umur Panen Terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt)*. Tesis. Program Studi Ilmu Pangan. Universitas Sam Ratulangi.
- Jading dkk. 2011. *Karakteristik fi sikokimia pati sagu hasil pengeringan secara fluidisasi menggunakan alat pengering cross flow fluidized bed bertenaga surya dan biomassa reaktor*.
- Li, J.Y., dan Yeh, A.I. 2001. Relationship between thermal, Rheological Characteristics, and Swelling Power for Various Starches. *J. Food Engineering*.
- Muchtadi, R. dan Sugiyono. 1992. *Ilmu Pengetahuan bahan pangan. Petunjuk Laboratorium*. Departemen Pendidikan dan kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor.
- Mulyandari, S.H. (1992). *Kajian Perbandingan Sifat-Sifat Pati Umbi-Umbian Dan Pati Biji-Bijian*. IPB, Bogor dalam Rufaizah, Ummi. 2011. *Pemanfaatan Tepung Sorghum (Sorghum bicolor Moench) Pada Pembuatan Snack Bar Tinggi Serat Pangan dan Sumber Zat Besi Untuk Remaja Puteri*. Departemen Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia. IPB. Bogor.

- Odoemelum, S.A. (2003). Chemical composition and functional properties of conophor nut (*Tetracarpidium conophorum*) flour. *International Journal of Food Science and Technology*.
- Potter, N.N. & Hotchkiss, J. H., 1995, Food Science, CBS Publishers & Distributors, New Delhi.
- Radley, J. A. 1976. *Physical Methods of Characterising Starch*, In: Radley (Ed), Examination and Analysis Of Starch and Starch Products, Applied Science Publisher Ltd, London.
- Richana N. dan Suarni. 2007. Teknologi Pengolahan Jagung. In Sumarno et al. Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Singh, N., K. S. Sandhu and M. Kaur. 2005. Physicochemical properties including granular morphology, amylose content, swelling and solubility, thermal and pasting properties of starches from normal, waxy, high amylose and sugary corn. *Progress in Food Biopolymer Research*. Vol 1: 43-55. <http://www.ppti.usm.my/pfbr>.
- Tam L. M., Corke, H., Tan, W.T., Li, J., dan Collado, L.S. 2004. Production of bihon type noodle from maize starch differing in amylose content. *J Cereal Chem*.