

## KARAKTERISTIK TEPUNG TALAS VARIETAS BENTUL DAN SATOIMO HASIL FERMENTASI TERKENDALI DENGAN INOKULUM KOMERSIAL

[The Characterization of Bentul and Satoimo Taro Flour Produced by Controlled Fermentation with Commercial Inoculums]

Santi Dwi Astuti<sup>1,2)</sup>, Nuri Andarwulan<sup>1,3)\*</sup>, Dedi Fardiaz<sup>1,3)</sup>, dan Eko Hari Purnomo<sup>1,3)</sup>

<sup>1)</sup> Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor

<sup>2)</sup> Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

<sup>3)</sup> Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Diterima 26 Agustus 2017 / Disetujui 29 Desember 2017

### ABSTRACT

Taro is one of non-rice carbohydrate sources which is rich in dietary fiber and minerals, mainly potassium, magnesium, calcium, dan phosphorus. The objectives of this research were to obtain taro flour with high amylose content and various pasting properties for different food ingredients through controlled fermentation technology using commercial inoculums. There are two taro varieties studied, namely Bentul and Satoimo. The fermentation time conducted were 12, 24, 36, and 48 hours. The commercial inoculums added were NKL, Bimo CF, and Fermipan. The results showed that fermentation of taro with Bimo CF for 48 hours increase the amylose content (66.82% for Bentul variety and 61.08% for Satoimo). The growth of mold contributed to the increase in amylose content. Longer fermentation time increase the breakdown and final viscosity of Bentul taro flour, but decrease the same characteristics in Satoimo flour. Fermented bentul taro flour has amylograph pattern similar to type A, while Satoimo has type C. Fermentation using Bimo CF for 48 hours produced the highest final viscosity in Bentul taro flour (3405 cP) thus it is potential to be used as a filler in products processed at low temperature. Meanwhile Satoimo taro produced flour with lowest breakdown viscosity (0.75 cP), therefore it is potential to be used as a filler in products processed at high temperature.

**Keywords:** Bentul taro flour, commercial inoculums, controlled fermentation, filler, Satoimo taro flour

### ABSTRAK

Talas merupakan sumber karbohidrat non beras yang kaya serat pangan dan mineral, terutama potasium, magnesium, kalsium dan fosfor. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan tepung talas yang memiliki kadar amilosa tinggi dan sifat *pasting* yang bervariasi untuk digunakan sebagai ingredien pangan yang berbeda melalui teknologi fermentasi terkendali dengan inokulum komersial. Ada 2 varietas umbi talas yang diteliti yaitu Bentul dan Satoimo. Waktu fermentasi yang dilakukan yaitu 12, 24, 36, dan 48 jam. Inokulum komersial yang digunakan yaitu NKL, Fermipan, dan Bimo CF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi talas dengan Bimo CF selama 48 jam menyebabkan peningkatan kadar amilosa (66,82% untuk varietas Bentul 61,08% untuk Satoimo). Pertumbuhan kapang berkontribusi pada tingginya peningkatan kadar amilosa. Fermentasi menyebabkan peningkatan viskositas pada tepung talas Bentul, sedangkan Satoimo menurun. Tepung talas Bentul terfermentasi memiliki kemiripan dengan pola *pasting* tipe A, sedangkan Satoimo tipe C. Talas Bentul yang difermentasi dengan Bimo CF selama 48 jam menghasilkan tepung dengan viskositas akhir yang tinggi (3405 cP) sehingga berpotensi sebagai bahan pengisi pada produk yang diproses pada suhu rendah, dan dengan perlakuan yang sama untuk talas Satoimo menghasilkan tepung dengan *breakdown viscosity* yang rendah (0,75 cP) sehingga berpotensi sebagai bahan pengisi pada produk yang diproses pada suhu tinggi.

**Kata kunci:** bahan pengisi, fermentasi terkendali, inokulum komersial, talas Bentul, talas Satoimo

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara pengimpor gandum nomor dua terbesar di dunia setelah Mesir. Tiap tahun, peningkatan volume impor gandum yang

mencapai 11.793 ton terutama disebabkan oleh peralihan pola konsumsi masyarakat ke makanan berbahan baku gandum terutama mie instan dan roti (Pradeksa *et al.*, 2014). Data BPS menunjukkan impor gandum pada Januari hingga November Tahun 2016 mencapai 9,79 juta ton. Produksi tepung dari umbi-umbian dan sereal lokal dan penggunaannya sebagai bahan baku pangan olahan merupakan salah satu upaya untuk mengurangi

\*Penulis Korespondensi:  
E-mail: andarwulan@apps.ipb.ac.id

ketergantungan impor gandum. Hingga saat ini, industrialisasi tepung dan pati dari singkong, jagung, dan beras telah dilakukan, namun pemanfaatan jenis umbi-umbian yang lain belum optimal.

Salah satu umbi yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan sebagai ingredien pangan dalam bentuk tepung yaitu umbi talas. Sejak dahulu, umbi talas telah banyak dikonsumsi sebagai pangan pokok alternatif pengganti beras dan bahan baku makanan tradisional (dodol, tapai, eyek-eyek, dan keripik). Dan saat ini, tepung talas banyak digunakan untuk produksi keik khususnya di Kota Bogor. Varietas talas yang banyak dibudidayakan di Indonesia diantaranya adalah Bentul (*Colocasia esculenta* var. *esculenta*) dan Satoimo (*Colocasia esculenta* var. *antiquorum*). Varietas Bentul atau talas Bogor yang banyak ditanam di Jawa Barat dan Jawa Tengah bewujud umbi tunggal dengan berat dan ukuran diameter umbi yang besar dan tinggi kadar patinya. Varietas Satoimo yang lebih dikenal dengan talas Jepang atau Safira atau Bithek yang banyak ditanam di Sulawesi, Jawa Barat, dan Jawa Timur bewujud umbi majemuk dengan bentuk, berat, dan ukuran diameter bervariasi, serta berkadar gula tinggi. Produksi talas Bentul di Bogor pada Tahun 2016 mencapai 8.809 ton per 665 Ha luas panen (Maflahah, 2010). Produksi talas Satoimo di Banggai Kepulauan Sulawesi Tenggara mencapai 11.909,26 ton per 512 Ha luas panen (Saidah dan Syafruddin, 2014).

Prosedur pembuatan tepung talas yang dilakukan oleh produsen skala UKM meliputi pengupasan kulit, pengecilan ukuran dimensi umbi, perendaman, pengeringan, penggilingan dan pengayakan. Perendaman dilakukan secara spontan dengan waktu yang bervariasi (2-4 hari) sehingga mutu yang dihasilkan kurang konsisten dari waktu ke waktu, khususnya pada atribut warna tepung yakni putih kecoklatan hingga coklat muda. Untuk menghasilkan tepung yang memiliki sifat fisikokimia yang sesuai dengan tujuan penggunaannya pada produk pangan tertentu, maka selama perendaman dapat ditambahkan mikroba seperti bakteri asam laktat (BAL), kapang dan khamir dengan komposisi dan jumlah tertentu (fermentasi terkendali). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa mie dari tepung oat yang difermentasi dengan *L. plantarum* memiliki tingkat kekenyalan dan elastisitas yang tinggi, serta *cooking loss* rendah (Wan *et al.*, 2011). Roti yang dibuat dari pati singkong yang difermentasi dengan *L. plantarum* memiliki sifat ekspansi *baking* yang tinggi yaitu 8,54-11,51 mL/g (Putri *et al.*, 2011). Bubur yang dibuat dari tepung singkong yang difermentasi dengan *S. cerevisiae* lebih disukai karena teksturnya lebih lunak (Padonou *et al.*, 2010).

Penambahan inokulum komersial seperti NKL, Fermipan dan Bimo CF dapat dilakukan pada

proses fermentasi terkendali. NKL merupakan inokulum yang kaya bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus plantarum* dan khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae*. NKL digunakan pada produksi tapai singkong atau beras (Barus dan Wijaya, 2011). Fermipan merupakan pengembang pada produksi roti manis dan roti tawar dengan komposisi utama khamir *Saccharomyces cerevisiae* (Kustyawati *et al.*, 2013). Bimo CF merupakan inokulum yang digunakan untuk menghasilkan tepung singkong (mocaf) yang berwarna putih, tekstur halus, dan viskositas tinggi. Produk bakeri yang dibuat dari mocaf memiliki daya pengembangan yang tinggi, tekstur lembut, krispi, dan *flavor* yang disukai (Misgiyarta *et al.*, 2013).

Penelitian pembuatan tepung talas melalui fermentasi dan produksi pangan olahan berbasis tepung talas masih terbatas. Oke dan Bolarinwa (2012) melaporkan bahwa proses fermentasi spontan selama 48 jam pada pembuatan tepung talas menyebabkan peningkatan amilosa 5%, kapasitas penyerapan air 24%, dan indeks kelarutan 14%; serta penurunan kalsium oksalat 65%, viskositas puncak 30%, dan viskositas balik 18,4%. Proses fermentasi terkendali dengan *L. plantarum* 10% selama 48 jam pada pembuatan tepung talas menyebabkan peningkatan total BAL dari  $10^2$  menjadi  $10^8$  CFU/mL, pati 17%, dan viskositas 36%, sedangkan serat kasar menurun 35% (Nurani *et al.*, 2013). Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan tepung talas melalui teknologi fermentasi terkendali dengan inokulum komersial yang memiliki sifat fisikokimia dan *pasting* yang bervariasi untuk digunakan sebagai ingredien pangan yang berbeda.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah umbi talas varietas Bentul dengan umur panen 9 bulan yang diperoleh dari perkebunan rakyat Ciawi Bogor dan umbi talas varietas Satoimo dengan umur panen 6 bulan yang diperoleh dari perkebunan PT. Agrolawu Internasional Magetan Jawa Timur. Umbi talas Bentul yang digunakan memiliki bobot  $727 \pm 149,37$  g, panjang  $11,82 \pm 1,84$  cm, dan diameter  $8,78 \pm 0,65$  cm, sedangkan Satoimo memiliki bobot  $95 \pm 15,92$  g, panjang  $5,57 \pm 0,57$  cm, dan diameter  $4,77 \pm 0,45$  cm.

### Pembuatan tepung talas dengan fermentasi terkendali

Umbi talas segar dikupas kulitnya. Pengupasan untuk talas Bentul dilakukan secara manual dengan pisau, sedangkan talas Satoimo dikupas dengan alat pengupas kulit umbi (Armfield, England). Setelah dicuci, umbi diiris tipis (2 mm) dengan mesin

pengiris umbi (Alexanderwerk, Germany). Selanjutnya, 1,5 kg irisan umbi dicuci dengan 4,5 L air minum dalam kemasan (AMDK). Setelah ditiriskan, irisan umbi direndam dalam 4,5 L larutan asam sitrat 0,25% yang dibuat dengan melarutkan 11,25 g asam sitrat (PT. Brataco Chemica, Bogor) dalam 4,5L AMDK selama 1 jam. Fermentor yang digunakan untuk merendam irisan umbi terbuat dari *stainless steel* dan terdiri dari dua tabung. Tabung luar tak berporasi dan tabung dalam yang berporasi. Inokulum komersial sebanyak 9 g dilarutkan secara homogen ke dalam 4,5 L AMDK. Selanjutnya, irisan umbi dituangkan ke dalam air dan pastikan seluruh bahan terendam air (*sub merge fermentation*). Irisan umbi direndam. Setelah ditiriskan, irisan umbi dikeringkan dengan pengering kabinet (Masch. Bau u. Verfahrenstechnik, D-6700 Ludwigshafen, Germany) suhu 60°C hingga kering patah (4-6 jam). Irisan umbi kering digiling dengan mesin penggiling *disk mill* (PD. Karya Mitra Usaha, Bogor). Tepung yang dihasilkan ditimbang dan diayak dengan ayakan 100 mesh (model 66CMS, DE PVT. LTD, England), lalu disimpan pada suhu 5°C (*Refrigerator* Sanyo-SRD167SB) untuk keperluan analisis lebih lanjut. Jarak antara penyimpanan produk jadi hingga analisis dilakukan yaitu 3-14 hari. Hal ini didasarkan atas hasil penelitian Ahmed (2015) yang menyatakan bahwa sifat fisikokimia tepung gandum tidak berubah selama penyimpanan 30 hari pada suhu kurang dari atau sama dengan 27±0,5°C.

#### Desain penelitian dan analisis data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Ada 3 faktor yang dicoba dalam penelitian yaitu jenis varietas talas, waktu fermentasi, dan jenis inokulum komersial. Varietas talas yang digunakan ada 2 jenis yaitu Bentul dan Satoimo. Waktu fermentasi yang dilakukan terdiri dari 4 taraf yaitu 12, 24, 36, dan 48 jam. Waktu fermentasi dibatasi hingga 48 jam karena dari hasil penelitian pendahuluan, fermentasi lebih dari 48 jam menyebabkan bentuk irisan umbi tidak utuh lagi karena terlarut dalam air rendaman. Inokulum komersial yang digunakan ada 3 jenis yaitu NKL (UD. 29 Semarang Jawa Tengah), Fermipan (PT. Sangra Ratu Boga), dan Bimo CF (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen dan Pertanian, Bogor). Fermentasi spontan juga dilakukan dalam penelitian ini. Pembuatan produk dan analisis diulang 3 kali pada waktu yang berbeda.

Data sifat fisikokimia dianalisis dengan ANOVA. Apabila hasil analisis ragam berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan's (DMRT). Selain itu dilakukan analisis korelasi dan analisis komponen utama (*Principle Component Analysis*). Perangkat lunak yang digunakan yaitu MS Excel, SPSS V.20, dan XL STAT.

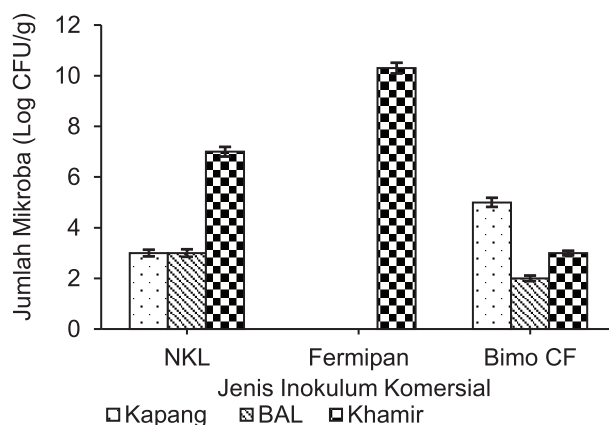
#### Analisis sifat fisikokimia tepung talas

Analisis terdiri dari gula pereduksi Metode Nelson Somogyi, gula total dan pati Metode Anthrone (Sudarmadji *et al.*, 1997 dalam Kustyawati *et al.*, 2013); amilosa (Apriantono *et al.*, 1989 dalam Kustyawati *et al.*, 2013), proksimat (AOAC, 1995) air (Metode 935.29), serat kasar (Metode 991.43), lemak (Metode 922.06), abu metode gravimetri (Metode 940.26), protein metode Kjeldahl (Metode 920.152), pH dengan pH meter digital Milwaukee yang telah dikalibrasi dengan buffer pH 4, 7, dan 10, rendemen (Rahmawati, 2013), densitas kamba (Narayana dan Narasinga, 1984 dalam Adebowale dan Maliki, 2011), kapasitas penyerapan air (Kadan *et al.*, 2003 dalam Rahmawati, 2013); daya pembengkakan (*swelling power*) (Adebowale dan Maliki, 2011), sifat adonan tepung talas menggunakan *Rapid Visco Analyzer TecMaster Newport Scientific Pty Limited Australia-RVA* standar 2 (Syamsir *et al.*, 2011), struktur mikroskopis granula pati dengan mikroskop polarisasi (Olympus-BH2, Olympus Co, Japan), derajat warna putih dengan *whiteness meter* (Kett Electric Laboratoy); jumlah bakteri asam laktat, kapang, dan khamir (Nago *et al.*, 1998 dalam Rahmawati *et al.*, 2013).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Karakteristik mikroba

Komposisi inokulum komersial yang digunakan pada proses fermentasi talas dapat dilihat pada Gambar 1.

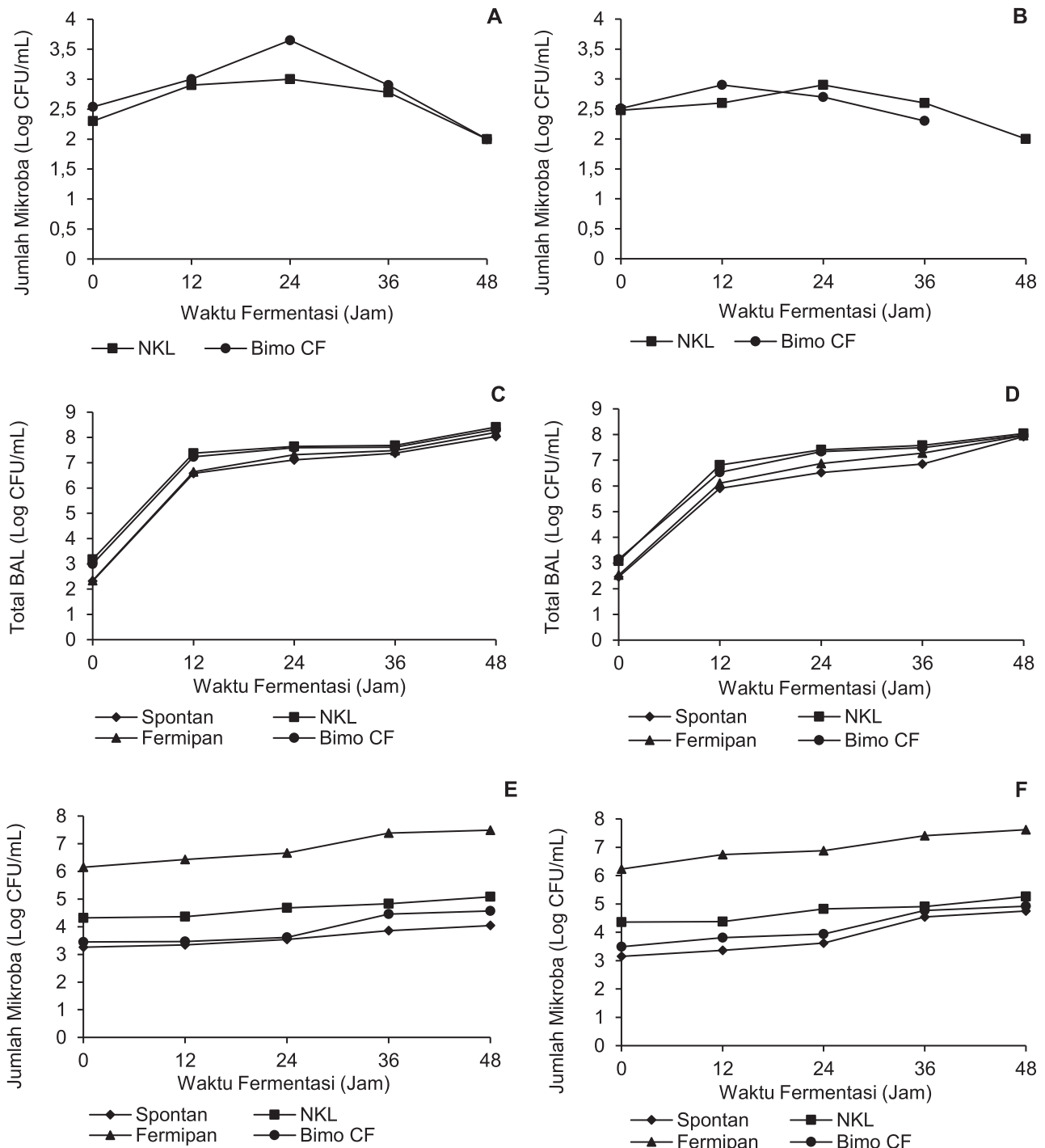


Gambar 1. Komposisi mikroba yang terkandung dalam inokulum komersial

Selama fermentasi, jumlah mikroba akan meningkat. Mikroba mampu menghasilkan enzim-enzim hidrolisis seperti  $\alpha$ -amilase dan  $\beta$ -glukoamilase dan memanfaatkan karbohidrat terutama pati dan gula untuk pertumbuhannya (Omemu *et al.*, 2007; Kustyawati *et al.*, 2013). Secara fermentatif, metabolisme BAL menghasilkan asam-asam organik terutama

asam laktat yang menyebabkan penurunan pH substrat cair (Corsetti dan Settani, 2007). Rahmawati *et al.* (2013) melaporkan bahwa pada fermentasi spontan jagung hingga 72 jam, jumlah total BAL, kapang, dan khamir akan meningkat (4,3 - 8,7 log CFU/mL) dengan peningkatan tertinggi pada pe-

riode 12 jam pertama yang ditandai dengan penurunan pH 6,54 menjadi 4,05. Pertumbuhan kapang, BAL dan khamir selama 48 jam fermentasi dengan inokulum komersial yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi mikroba pada air rendaman dan irisan talas selama fermentasi dengan penambahan inokulum komersial: (A) Kapang, Bentul; (B) Kapang, Satoimo; (C) BAL, Bentul; (D) BAL, Satoimo; (E) Khamir, Bentul; (F) Khamir, Satoimo



Dari Gambar 2A dan Gambar 2B nampak bahwa pertumbuhan kapang pada fermentasi talas Bentul lebih besar dibanding Satoimo. Hanya fermentasi dengan penambahan Bimo CF dan NKL yang memperlihatkan pertumbuhan kapang >2,00 log CFU/mL. Fermentasi talas Bentul dengan Bimo CF (Gambar 2a) memperlihatkan pertumbuhan kapang yang lebih tinggi dibanding dengan NKL. Fermentasi dari 0-24 jam meningkatkan jumlah kapang talas Bentul yang difermentasi dengan Bimo CF yaitu 2,54 CFU/mL menjadi 3,65 log CFU/mL (Gambar 2A). Fermentasi talas Satoimo baik dengan Bimo CF maupun NKL memperlihatkan pertumbuhan kapang yang tertinggi pada jumlah yang hampir sama (sekitar 2,90 log CFU/mL). Pada talas Satoimo, kapang meningkat hingga 12 jam fermentasi dan selanjutnya menurun. Pertumbuhan kapang pada fermentasi talas Satoimo dengan Bimo CF hanya terdeteksi hingga 36 jam. Pertumbuhan kapang yang tinggi pada fermentasi talas Bentul disebabkan karena kadar pati dan pH air rendaman lebih tinggi dibanding Satoimo. Kapang memiliki sifat kurang toleran pada pH rendah (Rattanachomsri *et al.*, 2009). Kadar pati tepung talas Bentul alami (tanpa fermentasi) yaitu 77,69% bk, sedangkan Satoimo 64,11% bk. Perubahan pH air rendaman talas Bentul selama 48 jam fermentasi yaitu 6,40 menjadi 5,06 sedangkan Satoimo dari 5,63 menjadi 4,60.

Dari Gambar 2C dan Gambar 2D nampak bahwa pertumbuhan BAL pada talas Bentul lebih tinggi dibanding Satoimo. Peningkatan BAL tertinggi terjadi pada 0-12 jam fermentasi talas Bentul yang difermentasi dengan NKL (dari 3,18 log CFU/mL menjadi 8,41 log CFU/mL). Hal ini dihubungkan dengan tingginya BAL pada inokulum NKL yang ditambahkan (Gambar 1) dan pada 0-12 jam fermentasi masih tersedia nutrisi yang tinggi terutama pati untuk pertumbuhan mikroba. Pertumbuhan BAL diakhir fermentasi (48 jam) menunjukkan jumlah yang hampir sama untuk seluruh perlakuan yaitu berkisar pada 8,00 log CFU/mL. Dari Gambar 2E dan 2F nampak bahwa pertumbuhan khamir selama 48 jam fermentasi pada talas Satoimo lebih tinggi dibanding Bentul. Jumlah tertinggi khamir nampak pada talas Satoimo yang difermentasi dengan Fermipan. Hal ini disebabkan komposisi Fermipan adalah khamir *S. cerevisiae* (Gambar 1). Peningkatan khamir tertinggi terjadi pada 0-12 jam fermentasi talas Satoimo dengan Fermipan (dari 6,28 menjadi 6,74 log CFU/mL).

Jumlah total BAL, khamir, dan kapang diukur dari sampel yang diperoleh dengan mencampurkan air rendaman dan irisan umbi talas di akhir proses fermentasi pada rasio 1:1. Pada fermentasi spontan, di tahap awal (0 jam fermentasi) sudah terdeteksi

adanya BAL dan khamir dengan jumlah yang paling rendah dibanding dengan fermentasi yang dilakukan dengan penambahan inokulum komersial (Gambar 2). Begitu juga fermentasi dengan penambahan Fermipan, di tahap awal sudah terdeteksi adanya BAL dengan jumlah yang hampir sama dengan BAL yang ada pada fermentasi spontan. Mikroba yang tumbuh ini berasal dari irisan umbi yang digunakan.

### Karakteristik kimia tepung talas

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan varietas berpengaruh sangat nyata ( $P<0,05$ ) pada kadar pati, amilosa, gula total, gula pereduksi, protein, lemak, abu, dan serat kasar. Tepung talas Bentul memiliki kadar pati dan amilosa yang lebih tinggi dibanding Satoimo; sedangkan gula total, gula pereduksi, protein, abu, dan serat kasar lebih rendah. Kadar lemak diantara kedua varietas hampir sama. Karakteristik kimia tepung talas Bentul dan Satoimo alami (tanpa fermentasi) dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 nampak bahwa bila dibandingkan dengan tepung Cocoyam dan Taro hasil penelitian Perez *et al.* (2007), tepung talas Bentul memiliki kadar pati dan lemak yang lebih tinggi, sedangkan kadar amilosa, gula total, gula pereduksi, dan abu lebih rendah, kadar protein hampir sama. Talas Satoimo memiliki kadar gula total, gula pereduksi, protein, lemak, dan abu yang lebih tinggi dibanding tepung Cocoyam dan Taro, sedangkan kadar pati dan amilosanya lebih rendah. Tepung Satoimo dalam penelitian ini memiliki kadar amilosa dan protein yang lebih tinggi dibanding tepung Satoimo hasil penelitian Aprianita *et al.* (2009), sedangkan kadar patinya lebih rendah.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ( $P<0,05$ ) pada kadar pati, amilosa, gula total, gula pereduksi, protein, lemak, abu, dan serat kasar. Dari Tabel 2 nampak bahwa penambahan waktu fermentasi (0-48 jam) menyebabkan peningkatan kadar amilosa (hingga 35,14% untuk tepung talas Bentul dan 35,86% untuk Satoimo), sedangkan pati, gula total, gula pereduksi, protein, lemak, abu, dan serat kasar menurun masing-masing sebesar 5,95; 85,45; 60,71; 12,46; 74,87; 54,02; dan 14,43% untuk tepung talas Bentul; dan 11,28; 45,09; 42,71; 7,05; 69,03; 31,61; dan 12,00% untuk Satoimo). Hasil ini sejalan dengan penelitian Sobowale *et al.* (2007) bahwa fermentasi singkong selama 96 jam dengan *L. plantarum* menyebabkan peningkatan kadar amilosa, sedangkan pati, gula, protein, lemak, serat kasar, abu, dan pH menurun. Persentase peningkatan amilosa yaitu 6,57% sedangkan penurunan pati, gula, protein, lemak, serat, dan abu masing-masing sebesar 8,56; 11,71; 23,64; 31,43; 48,19; dan 58,02%.

Tabel 1. Karakteristik kimia tepung talas Bentul dan Satoimo alami (tanpa fermentasi)

Parameter Kimia (%bk)	Varietas Bentul	Varietas Satoimo	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (Cocoyam)*	<i>Colocasia esculenta</i> (Taro)*	<i>Colocasia esculenta</i> var. <i>antiquorum</i> **
Pati	77,69±1,91 <sup>a</sup>	64,11±3,27 <sup>b</sup>	68,50	67,57	80,95
Amilosa	12,64±0,47 <sup>a</sup>	6,83±0,28 <sup>b</sup>	18,13	17,42	4,53
Gula total	2,21±0,10 <sup>b</sup>	24,13±2,27 <sup>a</sup>	3,99	3,63	-
Gula pereduksi	0,27±0,01 <sup>b</sup>	5,02±0,58 <sup>a</sup>	1,65	0,85	-
Protein	6,23±0,10 <sup>b</sup>	9,54±0,06 <sup>a</sup>	6,37	6,18	6,28
Lemak	1,68±0,33 <sup>a</sup>	1,56±0,03 <sup>a</sup>	0,88	0,99	-
Abu	2,50±0,41 <sup>b</sup>	6,23±0,14 <sup>a</sup>	4,25	2,61	-
Serat kasar	7,72±0,33 <sup>b</sup>	14,94±1,23 <sup>a</sup>	-	-	-
Serat pangan	-	-	0,88	8,24	-

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada  $P = 0,05$ ; \* = Perez *et al.* (2007); \*\* = Aprianita *et al.* (2009)

Tabel 2. Karakteristik kimia tepung talas Bentul dan Satoimo yang difermentasi pada waktu yang berbeda

Variabel	Varietas	Waktu Fermentasi (Jam)			
		12	24	36	48
Pati (%bk)	Bentul	76,06±2,63 <sup>b</sup>	75,36±2,41 <sup>c</sup>	74,36±2,09 <sup>d</sup>	72,19±0,44 <sup>e</sup>
	Satoimo	59,25±7,64 <sup>g</sup>	57,72±7,42 <sup>h</sup>	56,71±7,65 <sup>i</sup>	55,28±7,58 <sup>j</sup>
Amilosa (%bk)	Bentul	16,01±2,07 <sup>d</sup>	17,19±2,37 <sup>c</sup>	18,83±1,69 <sup>b</sup>	19,69±1,81 <sup>a</sup>
	Satoimo	7,78±1,02 <sup>i</sup>	8,50±0,84 <sup>h</sup>	9,24±0,69 <sup>g</sup>	10,01±0,60 <sup>f</sup>
Gula total (%bk)	Bentul	1,64±0,36 <sup>g</sup>	1,21±0,38 <sup>h</sup>	0,78±0,30 <sup>i</sup>	0,32±0,27 <sup>j</sup>
	Satoimo	19,46±3,33 <sup>b</sup>	17,95±4,57 <sup>c</sup>	15,52±3,69 <sup>d</sup>	12,35±3,62 <sup>e</sup>
Gula reduksi (%bk)	Bentul	0,22±0,03 <sup>g</sup>	0,18±0,03 <sup>h</sup>	0,13±0,03 <sup>i</sup>	0,11±0,02 <sup>j</sup>
	Satoimo	4,63±1,60 <sup>b</sup>	4,18±1,58 <sup>c</sup>	3,86±1,56 <sup>d</sup>	3,42±1,34 <sup>e</sup>
Protein (%bk)	Bentul	6,18±0,13 <sup>g</sup>	6,00±0,15 <sup>h</sup>	5,81±0,19 <sup>i</sup>	5,62±0,17 <sup>j</sup>
	Satoimo	9,14±0,15 <sup>b</sup>	9,00±0,19 <sup>c</sup>	8,95±0,17 <sup>d</sup>	8,83±0,12 <sup>e</sup>
Lemak (%bk)	Bentul	1,19±0,43 <sup>d</sup>	0,88±0,47 <sup>f</sup>	0,69±0,56 <sup>g</sup>	0,50±0,50 <sup>h</sup>
	Satoimo	1,24±0,16 <sup>c</sup>	0,95±0,20 <sup>e</sup>	0,66±0,18 <sup>g</sup>	0,48±0,10 <sup>h</sup>
Abu (%bk)	Bentul	2,23±0,39 <sup>g</sup>	2,14±0,41 <sup>h</sup>	1,89±0,36 <sup>i</sup>	1,20±0,33 <sup>j</sup>
	Satoimo	5,52±0,32 <sup>b</sup>	4,88±0,50 <sup>c</sup>	4,43±0,62 <sup>d</sup>	4,24±0,54 <sup>e</sup>
Serat kasar (%bk)	Bentul	7,28±0,26 <sup>g</sup>	7,09±0,23 <sup>h</sup>	6,95±0,32 <sup>i</sup>	6,88±0,29 <sup>j</sup>
	Satoimo	13,68±0,73 <sup>b</sup>	13,38±0,70 <sup>c</sup>	13,32±0,69 <sup>d</sup>	12,9±0,66 <sup>e</sup>
pH (air perendam)	Bentul	5,98±0,30 <sup>a</sup>	5,66±0,29 <sup>a</sup>	5,50±0,31 <sup>a</sup>	5,21±0,28 <sup>a</sup>
	Satoimo	5,20±0,18 <sup>a</sup>	5,02±0,24 <sup>a</sup>	4,88±0,22 <sup>a</sup>	4,79±0,25 <sup>a</sup>

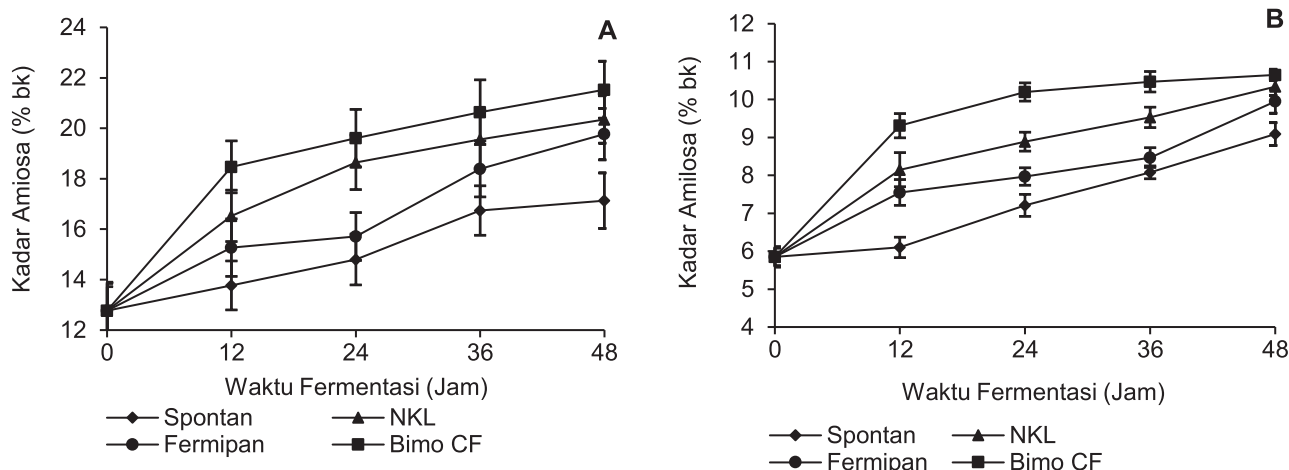
Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada  $P = 0,05$

Penambahan inokulum komersial berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar amilosa dan gula total (data tidak ditampilkan). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa proses fermentasi terkendali oat dengan *Lactobacillus sp.* meningkatkan kadar amilosa, sedangkan kadar gula menurun (Wan *et al.*, 2011). Penambahan inokulum komersial menghasilkan peningkatan kadar amilosa yang lebih tinggi, namun penurunan kadar gulanya lebih rendah dibanding fermentasi spontan (Gambar 3 dan Gambar 4). Fermentasi talas Bentul dengan Bimo CF selama 48 jam menyebabkan peningkatan kadar amilosa terbesar (37,77% bk) seperti nampak pada Gambar 3A dan dengan Fermipan menyebabkan penurunan kadar gula total terbesar (70,26% bk) seperti pada Gambar 4A. Kondisi ini dapat dikaitkan dengan komposisi mikroba pada Bimo CF dan Fermipan. Bimo CF kaya akan kapang sedangkan Fermipan didominasi khamir. Kandungan kapang yang tinggi dan BAL yang rendah pada Bimo CF diduga

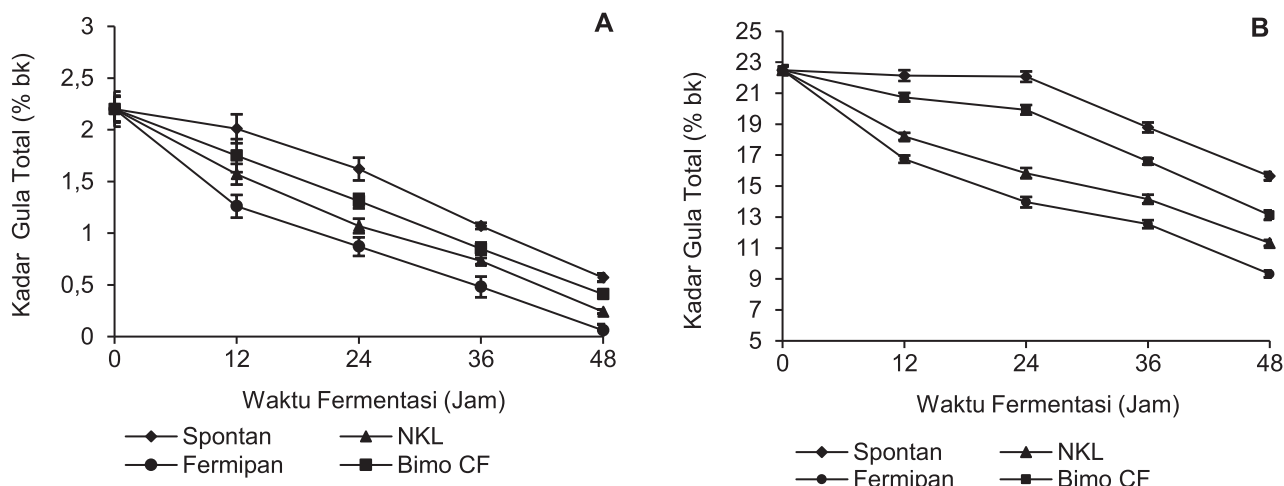
menyebabkan aktivitas enzim selulolitik dan pektinolitiknya tinggi, namun aktivitas enzim amilasena terbatas. Aktivitas enzim amilase pada BAL diduga didominasi oleh enzim  $\beta$ -glukoamilase dibandingkan  $\alpha$ -amilase seperti yang telah dinyatakan oleh Kostinek *et al.* (2007). Rahmawati *et al.* (2013) menambahkan bahwa pada fermentasi spontan jagung, sebagian besar BAL justru tidak mampu menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase. Keberadaan khamir yang menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase memicu pertumbuhan BAL selama fermentasi. Profil peningkatan kadar amilosa dan penurunan kadar gula total pada talas Satoimo mirip dengan Bentul seperti nampak pada Gambar 3B dan Gambar 4B.

#### Karakteristik fisik tepung talas

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan varietas berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,05$ ) pada rendemen, densitas kamba, kapasitas penyerapan air, dan daya pembengkakan.



Gambar 3. Perubahan kadar amilosa tepung talas dengan penambahan inokulum komersial yang berbeda: (A) Bentul, (B) Satoimo



Gambar 4. Perubahan kadar gula total tepung talas dengan penambahan inokulum komersial yang berbeda: (A) Bentul, (B) Satoimo

Fermentasi terkendali talas Bentul menghasilkan rendemen dan daya pembengkakan yang lebih tinggi dibanding Satoimo, namun densitas kamba dan kapasitas penyerapan airnya lebih rendah (Tabel 3). Proses fermentasi mampu mengubah karakteristik fisik yang diakibatkan oleh perubahan karakteristik kimianya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa fermentasi jagung dan talas menyebabkan penurunan rendemen, peningkatan kapasitas penyerapan air, kelarutan, dan daya pembengkakan tepung (Zeng *et al.*, 2012; Oke dan Bolarinwa, 2012).

Kapasitas penyerapan air yang tinggi berkorelasi dengan kadar gula total ( $r = 0,91$ ), protein ( $r = 0,95$ ), abu ( $r = 0,81$ ), dan serat kasar ( $r = 0,95$ ) yang tinggi dari tepung talas Satoimo. Daya pembengkakan yang tinggi berkorelasi dengan kadar pati ( $r = 0,63$ ) dan amilosa ( $r = 0,86$ ) yang tinggi dari tepung talas Bentul. Gula dan serat memiliki kemampuan yang tinggi untuk mengikat air karena banyak

mengandung gugus hidroksil bebas. Gula dan serat memiliki kemampuan untuk mengikat air. Protein dan ion positif dari abu (mineral) mampu berikatan dengan gugus hidroksil pati di permukaan sehingga menghambat masuknya air ke dalam granula (Shandu *et al.*, 2010; Wariyah *et al.*, 2014).

Richana dan Sunarti (2004) melaporkan bahwa tepung dari umbi Ganyong, Suweg, dan Gambili memiliki kapasitas penyerapan air yang lebih tinggi (1,91-4,13%) dibanding patinya (1,1-2,7%) karena tepung umbi memiliki kadar serat dan protein yang tinggi. Peningkatan kapasitas penyerapan air dan daya pembengkakan sejalan dengan bertambahnya waktu fermentasi disebabkan oleh peningkatan kadar amilosanya (Winger *et al.*, 2014; Oke dan Bolarinwa, 2012). Selain itu, peningkatan daya pembengkakan juga disebabkan karena melemahnya ikatan hidrogen intermolekuler dalam granula pati sejalan dengan bertambahnya waktu fermentasi (Zhu *et al.*, 2010; Yuan *et al.*, 2008).

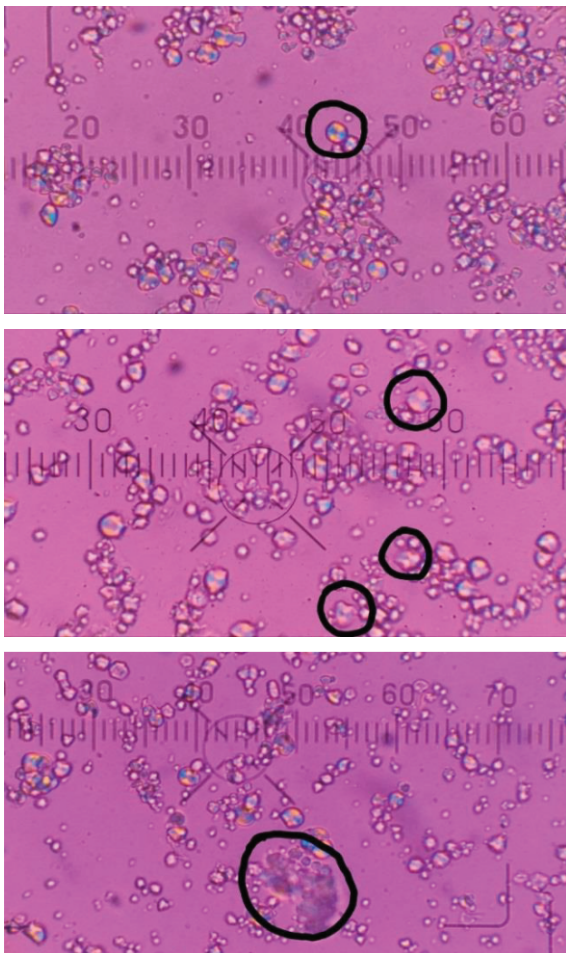


Tabel 3. Karakteristik fisik tepung talas Bentul dan Satoimo yang difermentasi pada waktu yang berbeda

Variabel	Varietas	Waktu Fermentasi (Jam)				
		0	12	24	36	48
Rendemen (% bk)	Bentul	44,14±0,75 <sup>a</sup>	42,42±0,64 <sup>b</sup>	40,06±0,77 <sup>c</sup>	39,16±1,05 <sup>d</sup>	37,49±1,31 <sup>e</sup>
	Satoimo	15,68±0,31 <sup>f</sup>	14,98±0,07 <sup>g</sup>	14,52±0,33 <sup>h</sup>	14,26±0,36 <sup>i</sup>	13,00±0,60 <sup>j</sup>
Densitas kamba (g bk/mL)	Bentul	0,91±0,01 <sup>b</sup>	0,87±0,03 <sup>cd</sup>	0,85±0,03 <sup>d</sup>	0,82±0,04 <sup>e</sup>	0,79 ±0,04 <sup>a</sup>
	Satoimo	0,95±0,01 <sup>a</sup>	0,92±0,02 <sup>b</sup>	0,90±0,03 <sup>c</sup>	0,85±0,03 <sup>d</sup>	0,81±0,03 <sup>e</sup>
Kapasitas penyerapan air (mL/g bk)	Bentul	1,35±0,03 <sup>j</sup>	1,45±0,02 <sup>i</sup>	1,53±0,04 <sup>h</sup>	1,63±0,01 <sup>g</sup>	1,67±0,01 <sup>f</sup>
	Satoimo	2,78±0,04 <sup>e</sup>	2,86±0,08 <sup>d</sup>	2,90±0,08 <sup>c</sup>	2,95±0,12 <sup>b</sup>	3,02±0,16 <sup>a</sup>
Daya pembengkakan (mL/g bk)	Bentul	9,36±0,46 <sup>d</sup>	10,60±0,06 <sup>bc</sup>	10,93±0,25 <sup>b</sup>	11,49±0,38 <sup>ab</sup>	11,91±0,44 <sup>a</sup>
	Satoimo	7,96±0,32 <sup>g</sup>	8,77±0,35 <sup>ef</sup>	9,00±0,30 <sup>e</sup>	9,53±0,38 <sup>d</sup>	10,23±0,54 <sup>cd</sup>
Derajat putih (%)	Bentul	78,95±0,55 <sup>e</sup>	81,86±0,75 <sup>cd</sup>	82,57±0,91 <sup>bc</sup>	83,81±1,04 <sup>b</sup>	86,80±1,12 <sup>a</sup>
	Satoimo	64,13±0,41 <sup>j</sup>	66,65±0,61 <sup>hi</sup>	67,69±0,82 <sup>h</sup>	70,01±0,88 <sup>g</sup>	73,95±0,91 <sup>f</sup>

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada  $P = 0,05$

Penurunan kadar pati tepung talas akibat aktivitas mikroba selama fermentasi menyebabkan hilangnya sifat semikristal granula pati yang ditandai dengan hilangnya pola *birefringence* bila granula pati diamati dibawah mikroskop polarisasi cahaya seperti tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola *birefringence* granula pati tepung talas Bentul hasil fermentasi dengan Bimo CF pada waktu yang berbeda: (A) 0 jam; (B) 24 jam; (C) 48 jam

Dari Gambar 5 nampak bahwa granula pati tepung alami (tidak difermentasi) berbentuk semikristal (diameter  $\pm 20 \mu\text{m}$ ) dengan pola *birefringence* yang jelas. Fermentasi talas selama 24 jam menyebabkan ukuran granula pati tepung talas bertambah kecil (diameter  $\pm 10 \mu\text{m}$ ), sifat semikristal mulai menghilang yang ditandai dengan pola *birefringence* yang mulai memudar. Sifat semikristal granula pati semakin berkurang dan pola *birefringence* tampak lebih memudar saat talas difermentasi hingga 48 jam. Proses fermentasi meningkatkan derajat putih tepung talas. Kenampakan fisik tepung talas Bentul dan Satoimo alami (tanpa fermentasi) dengan tepung yang difermentasi selama 24 jam dengan Bimo CF dapat dilihat pada Gambar 6.

A

B

C



A



B



C



D

Gambar 6. Kenampakan visual tepung talas: (A) Tanpa fermentasi, Bentul; (B) Dengan fermentasi, Bentul; (C) Tanpa fermentasi, Satoimo; (D) Dengan fermentasi, Satoimo



### Karakteristik *pasting* tepung talas

Salah satu sifat fungsional tepung adalah profil *pasting*. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan varietas dan waktu fermentasi berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,05$ ) pada suhu dan waktu gelatinisasi, viskositas puncak, *breakdown viscosity*, dan viskositas akhir (Tabel 4). Suhu dan waktu *pasting* tepung talas Satoimo lebih tinggi dibanding Bentul. Kadar gula, serat, protein, dan abu yang lebih tinggi pada tepung talas Satoimo menghambat gelatinisasi. Komponen-komponen tersebut berkompetisi dengan pati dalam mengikat air sehingga berpotensi menghambat pembengkakan granula. Peningkatan suhu dan waktu *pasting* seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi disebabkan peningkatan kadar amilosanya. Molekul air membutuhkan suhu yang tinggi dan waktu yang lebih lama untuk menembus dan berikatan dengan gugus hidroksil pada struktur heliks rantai amilosa (Singh *et al.*, 2007). Selain itu juga disebabkan karena perbedaan ukuran diameter granula pati. Granula pati talas Bentul memiliki diameter 7  $\mu\text{m}$  (Perez *et al.*, 2007), sedangkan Satoimo 5  $\mu\text{m}$  (Rios *et al.*, 2016). Pati yang memiliki ukuran granula besar seperti pati kentang akan memiliki suhu *pasting* yang rendah dan sebaliknya dengan pati yang memiliki ukuran granula kecil seperti pati beras (Kusnandar, 2010).

Viskositas puncak menunjukkan viskositas saat granula pati mengembang maksimum saat dipanaskan (Kusnandar, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung talas Bentul memiliki viskositas puncak yang lebih tinggi dibanding Satoimo. Hal ini disebabkan karena granula pati talas Bentul berukuran lebih besar dibanding Satoimo. Pati yang memiliki ukuran granula besar akan lebih mudah menyerap air dalam jumlah yang tinggi saat gelatinisasi sebelum akhirnya granula pecah dan sebaliknya dengan pati yang memiliki ukuran granula yang kecil (Cui, 2005). Penambahan waktu fermentasi meningkatkan viskositas puncak tepung talas Bentul (Gam-

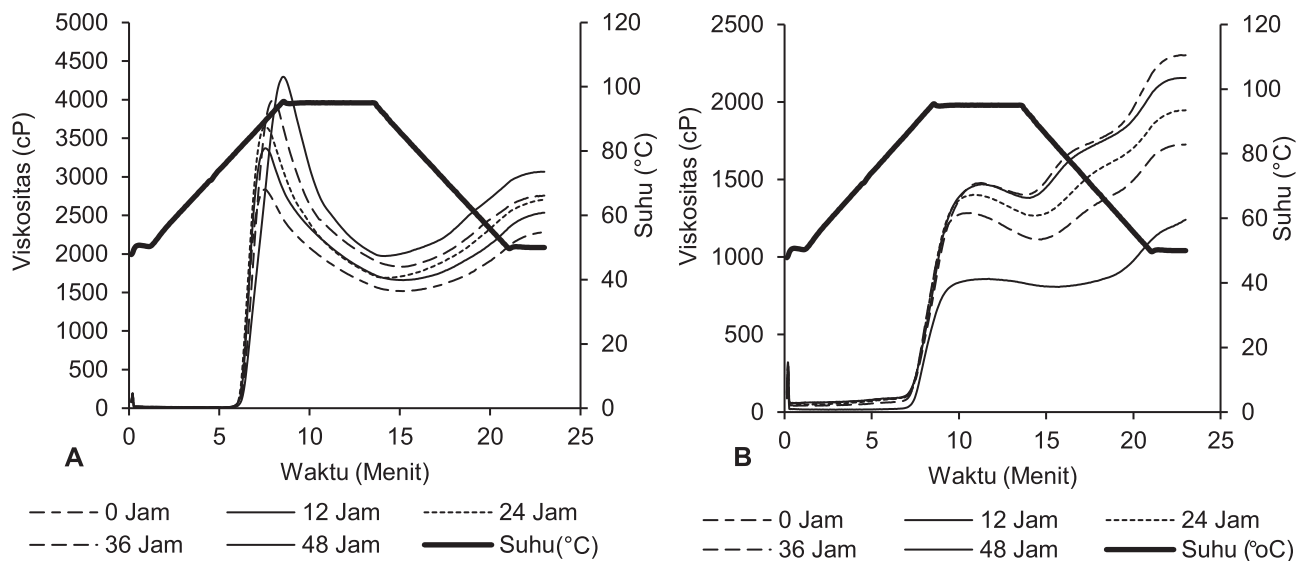
bar 7A). Hal ini terjadi diduga karena melemahnya ikatan hidrogen intramolekuler dalam granula pati (ikatan antar amilosa maupun ikatan antara amilosa dengan amilopektin) sejalan dengan bertambahnya waktu fermentasi (perendaman), sehingga saat tepung terhidrasi dengan air dan dipanaskan, energi kinetik air yang tinggi menyebabkan tingginya ikatan air dengan granula pati (Zhu *et al.*, 2010; Yuan *et al.*, 2008). Selain itu juga dihubungkan dengan peningkatan kadar amilosanya (Wan *et al.*, 2011; Winger *et al.*, 2014; Oke dan Bolarinwa, 2012). Korelasi positif antara kadar amilosa dengan viskositas puncak tepung talas Bentul ditunjukkan dengan nilai  $r = 0,94$ . Pada talas Satoimo, penambahan waktu fermentasi menyebabkan penurunan viskositas puncak (Gambar 7B). Hal ini diduga disebabkan karena aktivitas mikroba selama fermentasi talas Satoimo merusak struktur granula pati. Kerusakan ini ditandai dengan pembentukan lubang di permukaan granula pati dan menyebabkan air yang berimbibisi ke dalam granula saat gelatinisasi kurang dapat diikat dengan baik oleh molekul pati dan pada akhirnya menyebabkan penurunan viskositas puncak (Dura *et al.*, 2014). Perubahan terbesar viskositas puncak terjadi pada fermentasi dengan Bimo CF baik untuk Bentul maupun Satoimo (Gambar 8).

*Breakdown viscosity* diperoleh dari selisih antara viskositas puncak dengan viskositas pasta panas dan menunjukkan tingkat kestabilan pasta pati terhadap proses pemanasan (Kusnandar, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung talas Bentul memiliki *breakdown viscosity* yang lebih tinggi dibanding Satoimo. Nilai *breakdown viscosity* dihubungkan dengan viskositas puncaknya ( $r = 0,98$ ). Tepung talas Bentul memiliki viskositas puncak yang tinggi. Setelah mencapai viskositas puncak dan granula pecah, jumlah air yang keluar dari granula pati sangat besar sehingga menyebabkan nilai viskositas turun tajam (Gambar 7A).

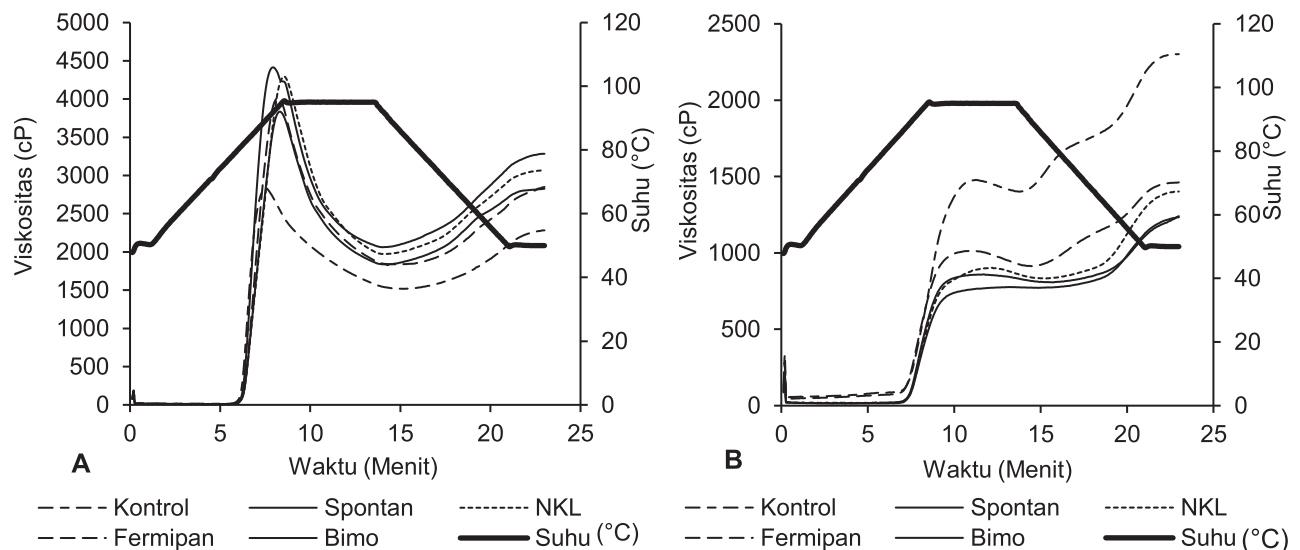
Tabel 4. Karakteristik *pasting* tepung talas Bentul dan Satoimo yang difermentasi pada waktu yang berbeda

Varietas	Variabel	Waktu Fermentasi (Jam)				
		0	12	24	36	48
Waktu gelatinisasi (menit)	Bentul	7,54±0,00 <sup>j</sup>	7,54±0,00 <sup>i</sup>	7,59±0,04 <sup>h</sup>	7,78±0,18 <sup>g</sup>	8,36±0,11 <sup>f</sup>
	Satoimo	10,05±0,14 <sup>e</sup>	10,86±0,34 <sup>d</sup>	11,23±0,03 <sup>c</sup>	11,60±0,19 <sup>b</sup>	12,21±0,41 <sup>a</sup>
Suhu gelatinisasi (°C)	Bentul	78,98±0,25 <sup>j</sup>	79,66±0,06 <sup>i</sup>	79,71±0,04 <sup>h</sup>	80,00±0,16 <sup>g</sup>	80,63±0,18 <sup>f</sup>
	Satoimo	87,10±0,14 <sup>e</sup>	87,43±0,11 <sup>d</sup>	87,74±0,00 <sup>c</sup>	87,84±0,06 <sup>b</sup>	88,7 ±0,23 <sup>a</sup>
Viskositas puncak (cP)	Bentul	3228±83 <sup>e</sup>	3441±193 <sup>d</sup>	3549±201 <sup>c</sup>	3973±277 <sup>b</sup>	4141±263 <sup>a</sup>
	Satoimo	1660±209 <sup>f</sup>	1367±82 <sup>g</sup>	1258±108 <sup>h</sup>	1118±151 <sup>i</sup>	889±99 <sup>j</sup>
<i>Breakdown viscosity</i> (cP)	Bentul	1441±204 <sup>e</sup>	1724±104 <sup>d</sup>	1827±160 <sup>c</sup>	2142±116 <sup>b</sup>	2261±227 <sup>a</sup>
	Satoimo	146±34 <sup>f</sup>	112 ±44 <sup>g</sup>	92±34 <sup>h</sup>	66±24 <sup>hi</sup>	47±28 <sup>i</sup>
Viskositas akhir (cP)	Bentul	2322±132 <sup>e</sup>	2589±106 <sup>d</sup>	2666±103 <sup>c</sup>	2769±144 <sup>b</sup>	3007±214 <sup>a</sup>
	Satoimo	2300±275 <sup>f</sup>	1998±121 <sup>g</sup>	1790±113 <sup>h</sup>	1609±126 <sup>i</sup>	1328±123 <sup>j</sup>

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada  $P = 0,05$



Gambar 7. Profil *pasting* tepung talas hasil fermentasi dengan inokulum Bimo CF dengan variasi waktu fermentasi: (A) Varietas Bentul; (B) Varietas Satoimo

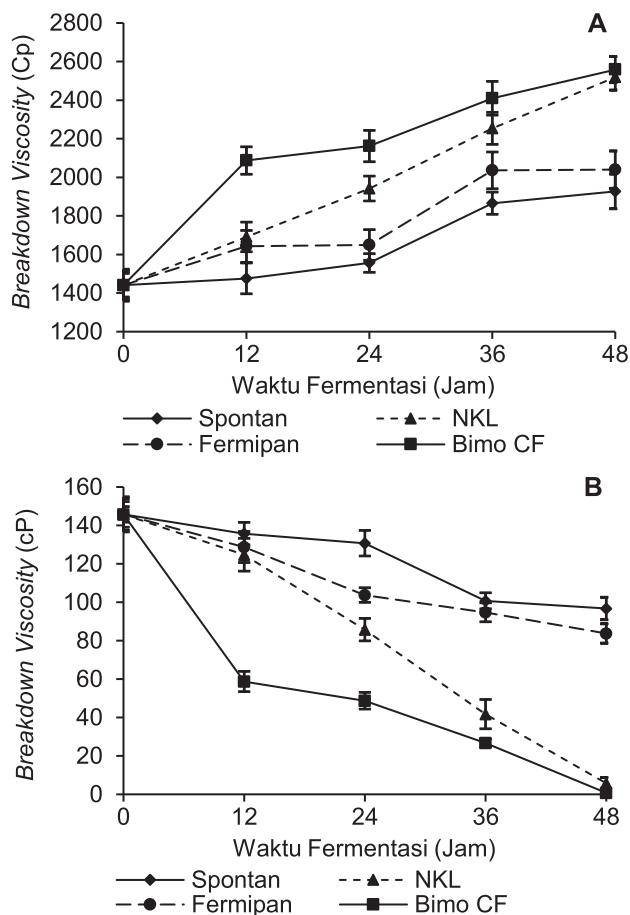


Gambar 8. Profil *pasting* tepung talas hasil fermentasi selama 48 jam dengan variasi jenis inokulum komersial: (A) Varietas Bentul; (B) Varietas Satoimo

Tepung talas Satoimo memiliki viskositas puncak yang rendah. Setelah mencapai viskositas puncak dan granula pecah, jumlah air yang keluar dari granula pati terbatas sehingga viskositasnya masih dapat dipertahankan saat suhu pemanasan dipertahankan 95°C (Gambar 7B). Penambahan waktu fermentasi menyebabkan peningkatan *break-down viscosity* pada talas Bentul sedangkan Satoimo menurun. Penambahan Bimo CF menghasilkan perubahan terbesar *breakdown viscosity* khususnya pada 0-12 jam fermentasi, yaitu 646 cP untuk peningkatan terbesar pada tepung talas Bentul, dan 87 cP untuk penurunan terbesar pada tepung talas Satoimo (Gambar 8 dan 9).

Viskositas akhir menunjukkan kemampuan pati untuk membentuk pasta kental atau gel setelah

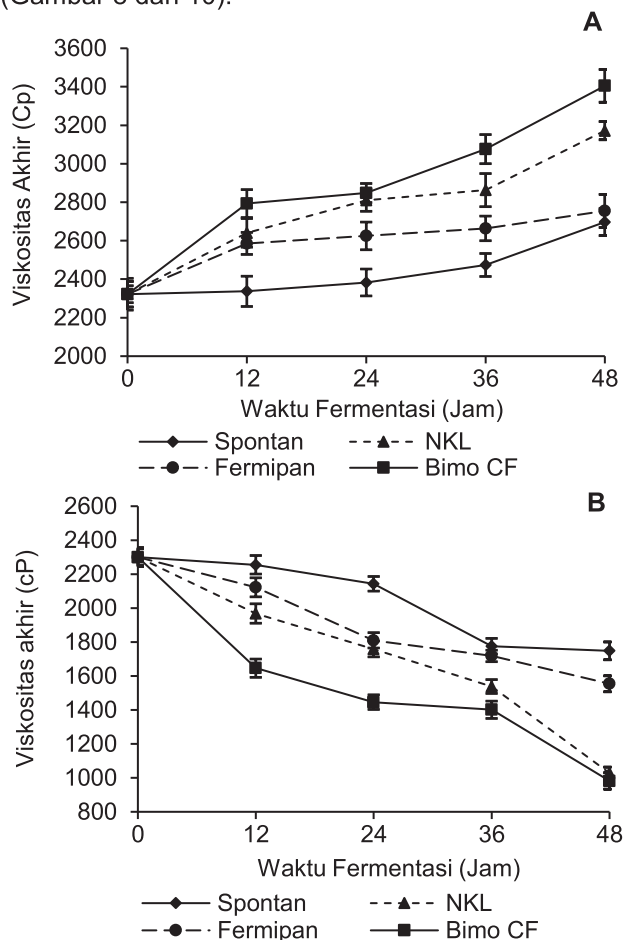
proses pemanasan dan pendinginan dan menandai ketahanan pasta terhadap gaya geser yang terjadi selama pengadukan (Kusnandar, 2010). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung talas Bentul memiliki viskositas akhir yang tinggi lebih tinggi dibanding Satoimo. Penambahan waktu fermentasi akan meningkatkan viskositas akhir pada tepung talas Bentul sedangkan Satoimo menurun (Gambar 7). Viskositas akhir dihubungkan dengan kemampuan molekul amilosa untuk retrogradasi, yaitu kemampuan molekul amilosa untuk berikatan kembali (reasosiasi) dengan molekul amilosa yang lain atau dengan molekul amilopektin (Tong *et al.*, 2014; Winger *et al.*, 2014).



Gambar 9. Perubahan *breakdown viscosity* tepung talas dengan varietas dan jenis inokulum komersial yang berbeda selama fermentasi terkendali: (A) Bentul; (B) Satoimo

Penambahan waktu fermentasi akan menghasilkan peningkatan kadar amilosa yang tinggi pada tepung talas Bentul sehingga kemampuan retrogradasinya tinggi yang ditunjukkan oleh viskositas akhirnya yang tinggi. Korelasi positif antara kadar amilosa dengan viskositas akhir tepung talas ditandai dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,93. Rahmiati *et al.* (2016) melaporkan bahwa kemampuan retrogradasi yang tinggi dari amilosa menyebabkan peningkatan viskositas akhir. Pada tepung talas Satoimo, penambahan waktu fermentasi akan menghasilkan peningkatan amilosa, namun ternyata viskositas akhirnya menurun. Hal ini diduga karena molekul amilosa yang ada berupa rantai dengan derajat polimerisasi yang rendah sehingga kemampuan retrogradasinya terbatas. Kemampuan retrogradasi amilosa yang rendah menyebabkan turunnya viskositas akhir pati tergelatinisasi saat didinginkan (Zaidul *et al.*, 2007; Yuan *et al.* 2008). Penambahan Bimo CF menyebabkan perubahan terbesar viskositas akhir khususnya pada 0-12 jam fermentasi, yaitu 471 cP untuk peningkatan

terbesar pada tepung talas Bentul dan 654 cP untuk penurunan terbesar pada tepung talas Satoimo (Gambar 8 dan 10).



Gambar 10. Perubahan viskositas akhir tepung talas dengan varietas dan jenis inokulum komersial yang berbeda selama fermentasi terkendali: (A) Bentul; (B) Satoimo

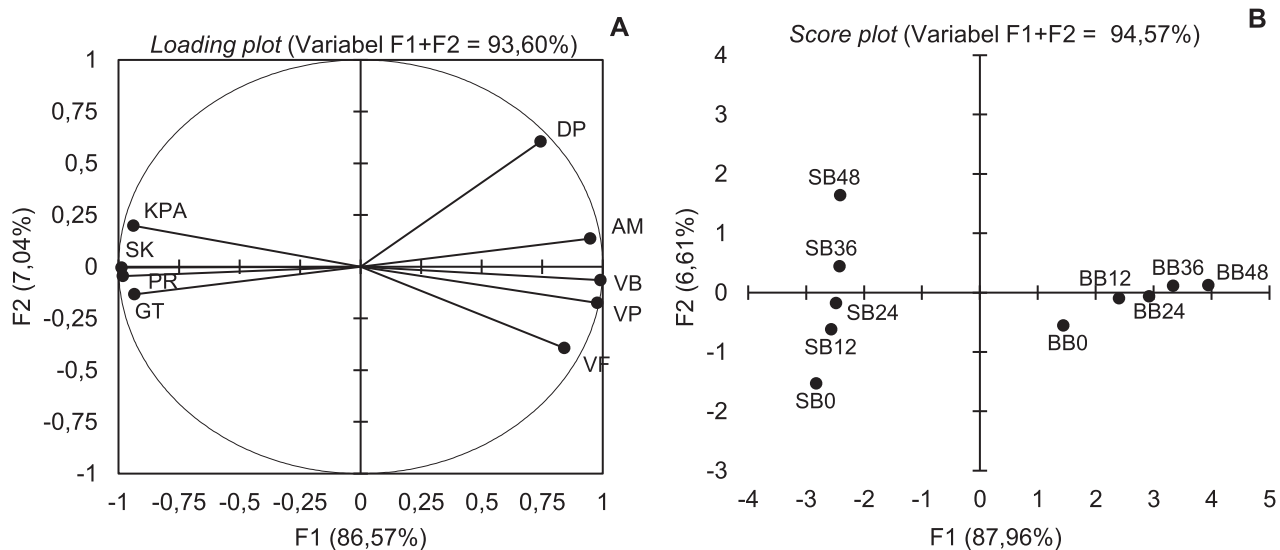
Tepung talas Bentul yang difermentasi dengan inokulum Bimo CF selama 48 jam memiliki pola *pasting* yang mirip dengan tipe A, karena dengan fermentasi, tepung yang digelatinisasi mampu mengembang lebih tinggi dari tepung kontrol yang ditunjukkan dengan tingginya viskositas maksimum serta terjadi penurunan viskositas yang ditandai dengan tingginya *breakdown viscosity* (Gambar 8A). Jenis tepung ini berpotensi sebagai bahan pengisi pada es krim dan produk lain yang tidak membutuhkan pemanasan suhu tinggi (Kusnandar, 2010). Dengan perlakuan yang sama, untuk varietas Satoimo memiliki pola *pasting* yang mirip dengan tipe C dimana tepung mengalami pengembangan terbatas yang ditunjukkan dengan tidak adanya viskositas maksimum dan *breakdown viscosity* (Gambar 8B) sehingga berpotensi sebagai bahan pengisi pada produk yang diproses pada suhu tinggi (Winger *et al.*, 2014).

Hasil analisis *Principle Component Analysis* (PCA) pada Gambar 11 menunjukkan bahwa tepung talas Bentul yang difermentasi dengan inokulum Bimo CF selama 0 jam (BB0), 12 jam (BB12), 24 jam (BB24), 36 jam (BB36), dan 48 jam (BB48) akan berada pada posisi yang sama dengan kelompok variabel viskositas akhir (VF), viskositas puncak (VP), *breakdown viscosity* (VB), amilosa (AM), dan daya pembengkakan (DP); sedangkan tepung talas Satoimo yang difermentasi dengan inokulum Bimo CF selama 0 jam (SB0), 12 jam (SB12), 24 jam (SB24), 36 jam (SB36), dan 48 jam (SB48) akan berada pada posisi yang sama dengan kelompok variabel kapasitas penyerapan air (KPA), protein (PR), serat kasar (SK), dan gula total (GT). Hasil ini menegaskan bahwa talas Bentul yang difermentasi dengan Bimo CF menghasilkan tepung dengan kadar amilosa dan viskositas yang tinggi, sedangkan pada Satoimo menghasilkan tepung dengan kapasitas penyerapan air yang tinggi dan viskositas yang rendah.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung talas Bentul memiliki kadar pati, amilosa, rendemen,

daya pembengkakan, viskositas puncak, *breakdown viscosity*, dan viskositas akhir yang lebih tinggi dibanding Satoimo; sedangkan kadar gula, protein, serat kasar; densitas kamba, kapasitas penyerapan air, suhu dan waktu gelatinisasinya lebih rendah. Penambahan waktu fermentasi (hingga 48 jam) menyebabkan peningkatan kadar amilosa, kapasitas penyerapan air, daya pembengkakan, suhu dan waktu gelatinisasi, sedangkan kadar pati, gula, protein, lemak, serat kasar, rendemen, dan densitas kamba menurun. Pertumbuhan kapang berkontribusi pada besarnya peningkatan kadar amilosa tepung talas. Penambahan waktu fermentasi meningkatkan viskositas puncak dan *breakdown viscosity* tepung talas Bentul, sedangkan pada Satoimo menurun. Tepung talas Bentul terfermentasi memiliki kemiripan dengan tipe *pasting* A, sedangkan Satoimo tipe C. Talas Bentul yang difermentasi dengan Bimo CF selama 48 jam menghasilkan tepung dengan viskositas puncak yang tinggi sehingga berpotensi sebagai bahan pengisi pada produk yang diproses pada suhu rendah, dan dengan perlakuan yang sama untuk talas Satoimo menghasilkan tepung dengan *breakdown viscosity* yang rendah sehingga berpotensi sebagai bahan pengisi pada produk yang diproses pada suhu tinggi.



Keterangan: Amilosa (AM), gula total (GT), protein (PR), serat kasar (SK), kapasitas penyerapan air (KPA), daya pembengkakan (DP), viskositas puncak (VP), *breakdown viscosity* (VB), viskositas akhir (VF); Tepung talas Bentul yang difermentasi dengan inokulum Bimo CF selama 0 jam (BB0), 12 jam (BB12), 24 jam (BB24), 36 jam (BB36), dan 48 jam (BB48); Tepung talas Satoimo yang difermentasi dengan inokulum Bimo CF selama 0 jam (SB0), 12 jam (SB12), 24 jam (SB24), 36 jam (SB36), dan 48 jam (SB48)

Gambar 11. *Principle Component Analysis* karakteristik fisikokimia dan *pasting* tepung talas hasil fermentasi terkendali: (A) *Loading plot*; (B) *Score plot*



## DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale OJ, Maliki K. 2011. Effect of fermentation period on the chemical composition and functional properties of Pigeon pea (*Cajanus cajan*) seed flour. *Int Food Res J* 18: 1329-1333.
- Ahmed MSH. 2015. Effect of storage temperature and periods on some characteristics of wheat flour quality. *Food Nutr Sci* 6: 1148-1159. DOI: 10.4236/fns.2015.612120.
- [AOAC] Association of Official Agricultural Chemists. 1995. *Official Methods of Analysis: Method 991.43-Determination of Crude Fiber*. Washington DC.
- Barus T, Wijaya LN. 2011. Mikrobiota dominan dan perannya dalam cita rasa tape singkong. *Biota* 16: 354-361. DOI: 10.24002/biota.v16i2.119.
- Corsetti A, Settani L. 2007. Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food Res Int* 40: 539-558. DOI: 10.1016/j.foodres.2006.11.001.
- Cui SW. 2005. *Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties and Applications*. 432 p. CRC Press, USA. DOI: 10.1201/9780203485286.
- Dura A, Blaszczyk W, Rosell CM. 2014. Functionality of porous starch obtained by amylase or amyloglucosidase treatments. *Carbohydr Polym* 101: 837-845. DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.10.013.
- Kostinek M, Specht I, Edward VA, Pinto C, Egounlety M, Sossa C, Mbugua S, Dortu C, Thonarte P, Taljaard L, Mengu M, Franza CMAP, Holzappel WH. 2007. Characterization and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures. *Int J Food Microbiol* 114: 342-351. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.09.029.
- Kusnandar F. 2010. *Kimia Pangan: Komponen Makro*. 264 hlm. Dian Rakyat, Jakarta.
- Kustyawati ME, Sari M, Haryati T. 2013. Efek Fermentasi dengan *S. cerevisiae* terhadap karakteristik biokimia tapioka. *Agritech* 33: 281-287. DOI: 10.22146/agritech.9549.
- Maflahah. 2010. Model sistem kelembagaan pengembangan industri talas. *Agrointek* 4: 87-99.
- Misgiyarta, Mu'arif S, Arkenan Y. 2013. Strategi teknologi dan manajemen inovasi industri tepung kasava fermentasi. *J Teknik Industri* 3: 64-77.
- Nurani D, Sukotjo S, Nurmalasari I. 2013. Optimasi proses produksi tepung talas (*Colocasia esculenta*, L. schott) termodifikasi secara fermentasi. *J IPTEK* 8: 65-71.
- Oke MO, Bolarinwa IF. 2012. Effect of fermentation on physicochemical properties and oxalate content of cocoyam (*Colocasia esculenta*) Flour. *ISRN Agronomy* 2012: 1-4. DOI: 10.5402/2012/978709.
- Omemu AM, Oyewole OB, Bankole MO. 2007. Significance of yeasts in the fermentation of maize for ogi production. *Food Microbiol* 24: 571-576. DOI: 10.1016/j.fm.2007.01.006.
- Padonou SW, Nielsen DS, Akissoe NH, Hounhouigan JD, Nago MC, Jakobsen M. 2010. Development of starter culture for improved processing of lafun, an african fermented cassava food product. *J Appl Microbiol* 109: 1402-1410. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2010.04769.x.
- Perez EE, Gutierrez ME, De Delahaye EP, Tovar J, Lares M. 2007. Production and characterization of *Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta* flours. *J Food Sci* 72: S367-S372. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00420.x.
- Pradeksa Y, Darwanto DH, Masyhuri. 2014. Faktor-faktor yang mempengaruhi impor gandum Indonesia. *Agro Ekonomi* 25: 44-53. DOI: 10.22146/agroekonomi.17381.
- Putri WDR, Haryadi DW, Marseno, Cahyanto MN. 2011. Effect of biodegradation by lactic acid bacteria on physical properties of cassava starch. *Int Food Res J* 18: 1149-1154.
- Rahmawati. 2013. *Isolasi dan Identifikasi Mikroorganisme Indigenus dan Aplikasinya pada Fermentasi Jagung serta Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung yang Dihasilkan*. [Disertasi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Rahmawati, Dewanti-Hariyadi R, Hariyadi P, Fardiaz D, Richana N. 2013. Isolation and identification of microorganism during spontaneous fermentation of maize. *J Teknol Industri Pangan* 24: 38-44. DOI: 10.6066/jtip.2013.24.1.33.
- Rahmiati TM, Purwanto YA, Budijanto S, Khumaida N. 2016. Sifat fisikokimia dari 10 genotipe ubi kayu (*Manihot esculenta* Cantz) hasil pemuliaan. *Agritech* 36: 459-466. DOI: 10.22146/agritech.16771.
- Rattanachomsri U, Tanapongpipat S, Eurwilaiichitr L, Champreda V. 2009. Simultaneous non-thermal saccharification of cassava pulp by multi-enzyme activity and ethanol fermentation by *Candida tropicalis*. *J Biosci Bioeng* 107: 488-493. DOI: 10.1016/j.jbiosc.2008.12.024.
- Richana N, Sunarti TC. 2004. Karakterisasi sifat kimia tepung umbi dan tepung pati umbi ganyong, suweg, ubi kelapa, dan gembili. *J Pascapanen* 1: 29-39.

- Rios KR, Mondragon EG, Campos MS, Jimenez MR, Luna JL, Martinez IL, Ancona DB. 2016. Physicochemical and nutritional characterization of starch isolated from *Colocasia antiquorum* cultivated in Oaxaca, Mexico. *J Chem* 2016: 1-7. DOI: 10.1155/2016/6721418.
- Saidah, Syafruddin. 2014. Pengaruh Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Talas Jepang di Kabupaten Banggai Kepulauan. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi: Inovasi Teknologi Tanaman Aneka Kacang dan Umbi untuk Mewujudkan Sistem Pertanian BioIndustri Berkelanjutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. ISBN/ISSN 978-979-1159-65-4. <http://www.balitkabi.litbang.pertanian.go.id>. [2 Maret 2017].
- Shandu KS, Maninder, Mukesh K. 2010. Studies on noodle of potato and rice starches and their blend in reation to their physicochemical pasting and gel properties. *LWT-Food Sci Tech* 43: 1289-1293. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.03.003.
- Singh J, Kaur L, McCarthy OJ. 2007. Factors influenching the physico-chemical, morphological, thermal, and rheological properties of some chemically modified starches for food appllications - a review. *Food Hydrocolloid* 21: 1-22. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2006.02.006.
- Sobowale AO, Olurin TO, Oyewole OB. 2007. Effect of lactic acid bacteria starter culture fermentation of cassava on chemical and sensory characteristics of fufu flour. *Afr J Biotechnol* 6: 1954-958. DOI: 10.5897/AJB2007.000-2297.
- Syamsir E, Hariyadi P, Fardiaz D, Andarwulan, Kusnandar F. 2011. Karakteristik tapioka dari lima varietas ubi kayu (*Manihot utilisima* Crantz) asal Lampung. *J Agrotek* 5: 95-105.
- Tong C, Yaling C, Fufu T, Feifei X, Yan H, Hao C, Jinsong B. 2014. Genetic diversity of amylose content and RVA pasting parameter in 20 rice accessions grown in Hainan, Cina. *Food Chem* 161: 239-245. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.04.011.
- Wan J, Huang W, Zhong J, Huang L, Patricia RD, Liu B. 2011. Effects of LAB fermentation on physical properties of oat flour and its suitability for noodle making. *Cereal Chem* 88: 153-158. DOI: 10.1094/CCHEM-12-09-0160.
- Wariyah CH, Anwar C, Astuti M, Supriyadi. 2014. Pasting properties of calcium fortified rice. *Int Food Res J* 21: 1025-1029.
- Winger M, Khouryieh H, Aramouni F, Herald TJ. 2014. Sorghum flour characterization and evaluation in gluten-free flour tortilla. *J Food Quality* 37: 95-106. DOI: 10.1111/jfq.12080.
- Yuan ML, Lu ZH, Cheng YQ, Li TL. 2008. Effect of spontaneous fermentation on the physical properties of corn starch and rheological characteristics of corn starch noodle. *J Food Eng* 85: 12-17. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.06.019.
- Zaidul ISM, Yamauchi H, Takigawa S, Matsuura-Endo C, Suzuki T, Noda T. 2007. Correlation between the compositional and pasting properties of various potato starches. *Food Chem* 105: 164-172. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.03.061.
- Zeng J, Gao H, Li G, Zhao X. 2012. Characteristic of corn flour fermented by some lactobacillus species. *China Aca J El Publ House* : 312-315.
- Zhu LJ, Liu QQ, Sang Y, Gu MH, Shi YC. 2010. Underlying reasons for waxy rice flours having different pasting properties. *Food Chem* 120: 94-100. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.09.076.