

KARAKTERISASI TEPUNG BERAS TERFERMENTASI SECARA SPONTAN DAN TERKENDALI OLEH *Lactobacillus casei*

Characterization of Fermented Rice Flour Produced by Spontaneous and Controlled Fermentation (Lactobacillus casei)

Nurhayati Nurhayati^{1)*}, Giyarto¹⁾, Dian Putri Ariyanti¹⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
 Jalan Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Jember 68121

*E-mail: nurhayatift@yahoo.com

ABSTRACT

Rice flour contain starch more than 80% db. The digestibility of rice flour can increase by fermentation i.e fermentation of the lactic acid bacteria. The objective of this research was to characterize of the fermented rice flour using by *Lactobacillus casei*. The research was conducted with the fermentation of IR 64 rice variety using *L. casei* also by spontaneous fermentation during 24 and 48 hours. The result showed that the fermented rice flour using *L. casei* for 48 hours had the good characteristic were viscosity 27°C 1,38 Cp, viscosity 70°C 1,55 Cp, viscosity 90°C 5,63 Cp. The other characteristic of the best fermented flour were bacteria population 7,93 log CFU/ml, pH value 2,86, titrated lactic acid 1,20%, degree of whiteness 83,57, water content 8,69%, amylose content 27,95%db, amylopectin content 40,89%db, rate of digestable starch 37,09%db for rapid digestable starch (RDS), 24,97%db for slowly digestable starch (SDS), and 6,78% db resistant starch (RS), starch content 68,84%db, and digestibility value 90,07%db.

Keywords: rice, flour, controlled and spontaneous fermentation, *Lactobacillus casei*

PENDAHULUAN

Produksi beras Indonesia selama tahun 2011 mencapai 37,8 juta ton, sedangkan konsumsi kebutuhan nasional mencapai 139,15 kg perkapita per tahun (Deptan, 2011). Salah satu bentuk hasil pengolahan beras adalah bentuk tepung beras. Manfaat pengolahan beras menjadi tepung yaitu lebih tahan disimpan, lebih mudah dalam pengemasan dan pengangkutan, dan lebih praktis untuk diversifikasi produk olahan.

Pembuatan tepung beras secara konvensional dan modern tidak jauh berbeda, dengan tahapan meliputi dibersihkan dari kotoran, dicuci dan direndam dalam air, ditiriskan, digiling dan dikeringkan sampai kadar air di bawah 14% (BSN, 2009). Namun, tepung beras hasil olahan secara konvensional umumnya mempunyai daya cerna yang rendah. Tepung beras tersebut masih banyak tersusun atas senyawa-senyawa

karbohidrat kompleks yang sulit dicerna (Rukmi, 2002).

Beras terdiri dari karbohidrat kompleks jenis pati (Hubeis, 1984). Pati beras terdiri atas fraksi amilosa dan amylopektin. Menurut Winarno (2008), berdasarkan kandungan amilosanya beras jenis IR 64 termasuk dalam golongan beras beramilosa sedang (20-25%). Rukmi *et al.* (2002) menyatakan bahwa mikroba dapat dimanfaatkan untuk memecah senyawa-senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Campbell-Platt (1994) melaporkan bahwa fermentasi oleh mikroba dapat memperbaiki daya cerna dari karbohidrat.

Salah satu cara untuk memperbaiki daya cerna karbohidrat adalah melalui fermentasi oleh mikroba, seperti bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus casei* adalah bakteri homofermentatif yang menghasilkan 90% asam laktat sebagai metabolit akhir.

Fermentasi sederhana banyak dimanfaatkan dalam pengolahan bahan pangan antara lain mampu menurunkan kadar tanin tepung sorghum (Pranoto dan Triwitono, 2010), meningkatkan derajat putih MOCAF (Subagio, 2006), dan meningkatkan daya cerna protein pada biji millet dan ogi (Nago *et al.*, 1998). Oleh karena itu, dalam penelitian ini dikaji proses pembuatan tepung beras menggunakan fermentasi terkendali dengan *L. casei* dan fermentasi spontan untuk mengetahui karakteristik tepung beras yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *autoklaf*, pipet mikro, tabung ulir, cawan petri, *spektrofotometer*, *viscometer*, ayakan 80 mesh erlenmayer, dan labu ukur.

Bahan yang digunakan adalah beras jenis IR 64 dan kultur *Lactobacillus casei* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Bahan kimia yang digunakan antara lain aquades, asam oksalat, asam klorida (HCl) teknis, asam sulfat (H₂SO₄), Dinitrosalisilat (DNS), natrium hidroksida (NaOH), indikator PP (Penhol Phthalein), MRSA (*de Man Ragosa Sharp Agar*), MRSB (*de Man Ragosa Sharp Broth*), dan alkohol 97%.

Tahapan Penelitian

Pembuatan tepung beras spontan dan terfermentasi

Tepung beras diproses dengan fermentasi spontan dan terkendali menggunakan *L. casei*. Beras yang akan dibuat menjadi tepung, disortasi, dilakukan penimbangan kemudian direndam air dengan rasio 1:2 dan 3:4 (b/v). *L. casei* (1% v/v) diinokulasikan pada air perendaman untuk fermentasi terkendali sedangkan fermentasi spontan tidak

diinokulasi *L. casei*. Fermentasi dilakukan selama 37°C selama 24 jam dan 48 jam. Air perendam tersebut diuji TPC, pH dan total asam laktat tertitrisasi. Setelah fermentasi dilakukan pemanenan beras kemudian beras tersebut dicuci dan dikeringkan dengan oven suhu 60°C selama 12 jam lalu ditepungkan dan diayak dengan ukuran 80 mesh sehingga diperoleh tepung beras terfermentasi spontan dan terkendali. Selanjutnya tepung beras tersebut dianalisis.

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok faktorial (RAK) dengan tiga faktor yang diulang sebanyak 2 kali. Faktor pertama adalah rasio perbandingan beras dan air steril yaitu 1:2, dan 3:4 (b/v), faktor kedua adalah fermentasi *L. casei* 1% (v/v) dan fermentasi spontan, dan faktor ketiga adalah lama fermentasi yaitu selama 24 jam dan 48 jam. Masing-masing kombinasi perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali.

Metode Analisis

Parameter yang diamati meliputi: analisis total mikroba (Buriti *et al.*, 2010), pengukuran derajat keasaman (pH) (AOAC, 2005), analisis total asam laktat tertitrisasi (AOAC, 2005), analisis tingkat pencernaan pati (Englyst *et al.*, 1992), pengukuran pati resisten (RS) (Metode Enzimatis) (Zhang *et al.*, 2010), analisis kadar amilosa dan amilopektin (Apriyantono, 1989), analisis viskositas (Viskometer Ostwald) (Moechtar, 1990), analisis kadar air (AOAC, 2005), Pengukuran derajat putih (Gaurav, 2003).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Bakteri

Gambar 1 menunjukkan bahwa total BAL terendah diperoleh dari interaksi perlakuan fermentasi spontan selama 24 jam. Hal ini disebabkan oleh populasi

BAL yang tergantung pada populasi dan spesies BAL yang secara alami terdapat pada bahan mentah. Menurut Nurhayati (2011) menyatakan bahwa fermentasi spontan pisang hingga jam ke-72 didominasi oleh BAL.

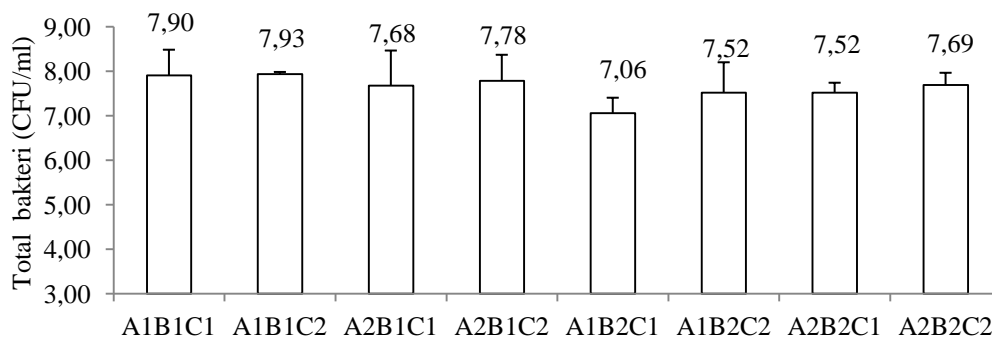
Derajat keasaman (pH)

pH pada perlakuan fermentasi terkendali selama 48 jam terbukti lebih menurunkan nilai pH tepung beras dibandingkan yang dibuat secara fermentasi spontan. Diagram batang derajat asam tepung terfermentasi dapat dilihat pada **Gambar 2**.

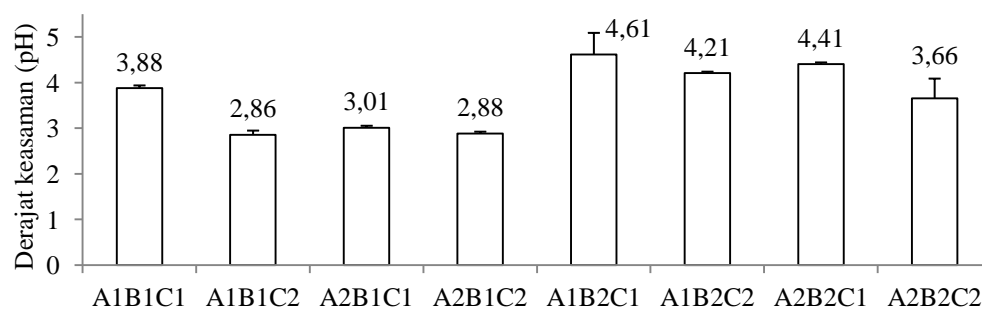
Nilai pH terendah didapat dari interaksi antara ketiga perlakuan yaitu rasio bahan dan air, perlakuan fermentasi dan waktu fermentasi. Hal ini dikarenakan air merupakan media pertumbuhan BAL dalam memudahkan melakukan aktivitas

mikrobiologisnya. Perlakuan fermentasi terkendali dengan penambahan kultur *L. casei* lebih mampu memfermentasi karbohidrat dibandingkan dengan perlakuan fermentasi spontan tanpa penambahan kultur. Hal ini disebabkan karena selama fermentasi BAL dapat mendegradasi gula-gula sederhana (monosakarida) sehingga terbentuk senyawa seperti asam laktat, asam asetat, asam propinoat, alkohol, CO₂, H₂O sebagai hasil akhir dari metabolismenya (Reddy., *et al.*)

Perlakuan fermentasi spontan juga mampu menurunkan pH meskipun tidak sebesar penurunan nilai pH pada fermentasi terkendali. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas mikrobiologis dari bakteri asam laktat yang mampu menurunkan pH. Nurhayati (2011) melaporkan bahwa fermentasi spontan pisang hingga jam ke-



Gambar 1. Populasi bakteri tepung beras hasil fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) dan spontan (B2) selama 24 jam (C1) atau 48 jam (C2)



Gambar 2. Derajat asam selama fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) dan spontan (B2) selama 24 jam (C1) atau 48 jam (C2)

72 didominasi oleh BAL, bakteri asam laktat merupakan bakteri amilolitik yang menghasilkan enzim amilase untuk mendegradasi pati menjadi glukosa sebagai sumber karbon selama pertumbuhannya.

Total Asam Laktat Tertitrasi

Fermentasi terkendali terbukti dapat meningkatkan nilai total asam laktat tertitrasi dibandingkan tepung beras terfermentasi yang dibuat secara fermentasi spontan. Persentase total asam laktat tertitrasi dari tepung beras terfermentasi oleh *L. casei* dan spontan dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Semakin lama waktu fermentasi, maka kesempatan BAL melakukan aktivitas mikroba dalam menghasilkan asam semakin besar. Penambahan kultur *L. casei* 1% (v/v) meningkatkan kadar asam laktat air fermentasi beras. Hal ini diduga penambahan *L. casei* mampu meningkatkan metabolisme pembentukan asam laktat karena dengan ditamhkannya kultur BAL maka populasi cukup untuk mendegradasi pati menjadi gula sederhana.

Menurut Raimbault *et al.* (1996) metabolit utama BAL homofermentatif adalah asam laktat (80% dari total asam) dan BAL heterofermentatif menghasilkan asam laktat berkisar 50-80% dari total asam. BAL mendegradasi pati menjadi

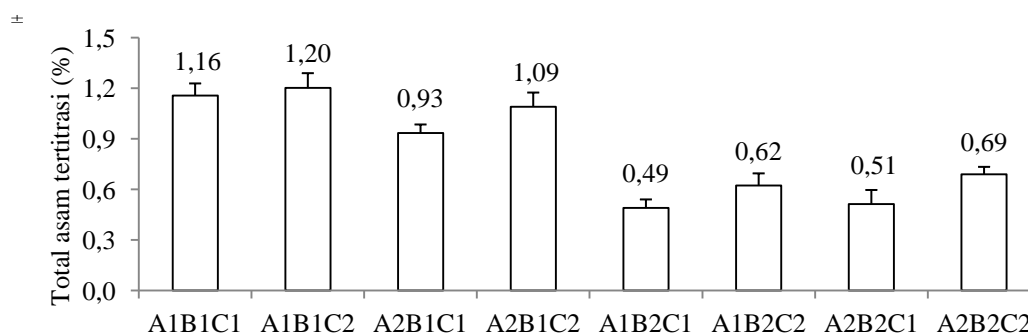
glukosa sebagai substrat karbon yang selama fermentasi diubah menjadi energi dan asam laktat. Winarno (2008) menambahkan bahwa asam laktat yang dihasilkan oleh BAL akan terekskresikan keluar sel dan akan terakumulasi dalam cairan fermentasi. Peningkatan akumulasi asam dapat diketahui dengan penurunan pH.

Derajat Putih

Fermentasi terkendali dapat meningkatkan derajat putih tepung beras terfermentasi dibandingkan tepung beras terfermentasi yang dibuat secara fermentasi spontan. Diagram batang derajat putih tepung beras dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Tepung beras hasil fermentasi terkendali memiliki nilai derajat putih lebih tinggi dari tepung beras fermentasi spontan. Menurut Mulyandari (1992), derajat putih sangat dipengaruhi oleh proses ekstraksi pati. Semakin murni proses ekstraksi pati, maka tepung yang dihasilkan akan semakin putih. Jika proses ekstraksi pati dilakukan dengan baik maka semakin banyak komponen pengotor yang hilang bersama air pada saat pencucian.

Tepung beras hasil fermentasi terkendali memiliki nilai derajat putih lebih tinggi dari tepung beras fermentasi spontan. Hal ini diduga karena asam laktat atau asam organik lainnya. Adanya asam



Gambar 3. Total asam tertitrasi selama fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) atau spontan (B2) selama 24 jam (C1) atau 48 jam (C2). Huruf yang sama pada diagram batang menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf nyata $P \leq 0,05$

akan memucatkan tepung beras sehingga warnanya menjadi lebih putih. Suasana yang terlalu asam dapat menyebabkan hilangnya suatu pigmen atau warna yang terikat pada beras (Winarno, 2008).

Kadar Air

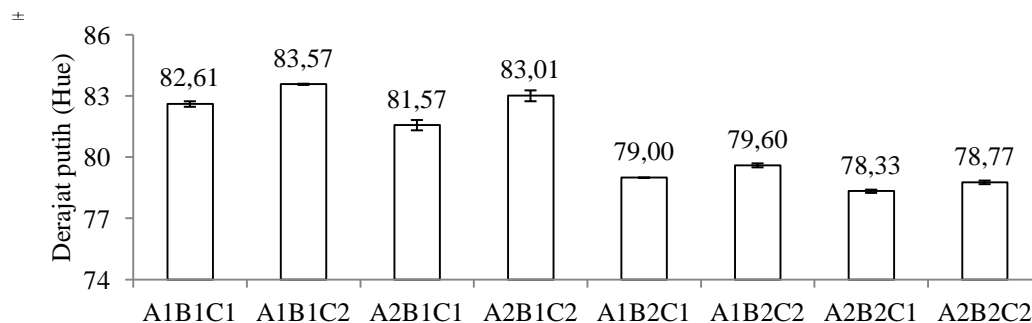
Kadar air merupakan faktor penting dalam menentukan umur simpan produk pangan. Hal ini berkaitan dengan sifat air yang dapat mempengaruhi sifat fisik, perubahan kimia, perubahan mikrobiologi, dan perubahan enzimatis. Dengan kadar air rendah tepung cenderung memiliki daya simpan yang lebih lama. Kadar air tepung beras terfermentasi dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Kadar air tepung cukup rendah berkisar antara 8-9%. Hal ini diduga karena, degradasi pati selama fermentasi oleh BAL menyebabkan menurunnya kemampuan bahan dalam

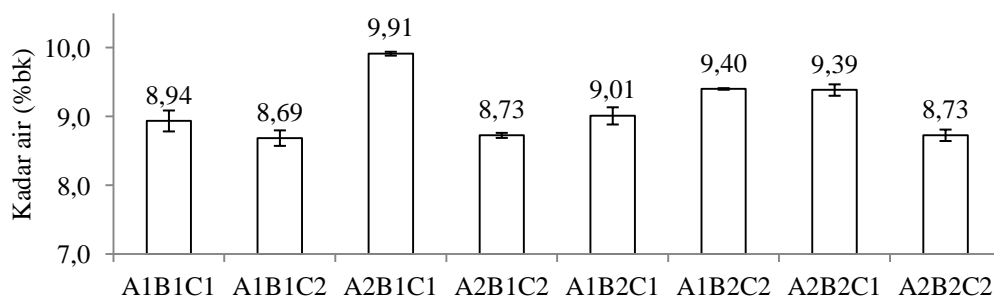
mempertahankan air karena kehilangan gugus hidroksil yang berperan dalam menyerap air. Menurut Englyst *et al* (1992), gugus hidroksil pada granula pati merupakan faktor utama dalam mempengaruhi kemampuan mempertahankan air. Pada bahan berpati, gugus hidroksil ini mempunyai kemampuan besar untuk mempertahankan air karena gugus hidroksil yang mudah dimasuki air. Sifat pati adalah mampu menyerap air sekitar 25% dan akan rendah daya jika pati telah mengalami perubahan seperti degradasi atau gelatinisasi (Winarno, 2008).

Tingkat Kecernaan Pati

Analisis komposisi kimia pati meliputi kadar pati dicerna cepat (RDS), pati dicerna lambat (SDS) dan pati resisten (RS). Data hasil penelitian tingkat kecernaan pati dapat dilihat pada **Tabel 1**.



Gambar 4. Derajat putih tepung beras hasil fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) atau spontan (B2) selama 24 jam (C1) dan 48 jam (C2).



Gambar 5. Diagram batang kadar air tepung beras hasil fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) atau spontan (B2) selama 24 jam (C1) dan 48 jam (C2)

Tabel 1. Tingkat kecernaan pati tepung beras terfermentasi

Perlakuan	RDS (%bk)	SDS (%bk)	RS (%bk)	Kadar Pati (%bk)
A1B1C1	38,17±0,38	23,59±1,16	7,58±0,43	69,34±0,57
A1B1C2	37,09±0,83	24,97±2,24	6,78±0,18	68,84±2,20
A2B1C1	37,98±0,09	23,62±0,08	7,91±0,91	69,51±0,90
A2B1C2	35,50±0,06	24,52±1,24	7,17±0,67	67,20±1,91
A1B2C1	36,09±0,13	22,30±1,21	10,19±0,70	68,59±1,17
A1B2C2	35,52±1,17	23,58±1,29	9,44±0,04	68,54±0,17
A2B2C1	36,86±0,02	22,69±1,29	10,83±0,23	70,38±0,78
A2B2C2	35,34±0,21	23,14±1,68	10,30±0,59	68,78±0,31

Keterangan: Tingkat kecernaan pati (RDS, SDS, RS) kadar pati) tepung beras hasil fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) atau spontan (B2) selama 24 jam (C1) dan 48 jam (C2).

Fermentasi terkendali oleh *L. casei* dapat menurunkan kadar pati cepat tercerna (RDS) dan pati resisten (RS), akan tetapi kadar pati lambat tercerna (SDS) meningkat. Hal ini dapat disebabkan karena BAL akan mendegradasi RDS terlebih dahulu menjadi senyawa yang lebih sederhana untuk proses metabolisme selama pertumbuhan BAL sehingga RDS akan lebih mudah tercerna daripada SDS, sedangkan kadar RS menurun diduga karena terjadi hidrolisis parsial pada granula pati oleh enzim yang dihasilkan BAL tersebut sehingga sifat resisten granula menurun dan granula menjadi lebih mudah dihidrolisis oleh enzim α -amilase. Hal ini sesuai dengan pendapat Ambriz *et al.* (2008) bahwa proses likuifikasi dengan menggunakan amilase dari *Bacillus subtilis* mampu menurunkan kadar pati resisten tepung pisang.

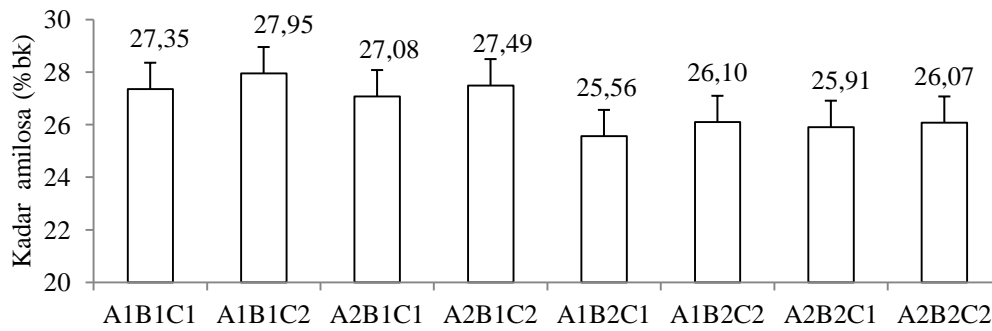
Penurunan kadar pati seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi diduga karena semakin lama waktu fermentasi,

maka semakin cepat pula pati terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut Chen (2003), kadar pati mengalami penurunan sejalan dengan meningkatnya lama fermentasi, karena kemampuan mikroba amilolitik dalam pemecahan pati semakin besar seiring dengan semakin lama fermentasi. Onyango (2003) menambahkan bahwa secara kimiawi perubahan bahan selama fermentasi disebabkan oleh enzim yang dihasilkan mikroba. Proses degradasi pati menjadi gula-gula sederhana yang menyebabkan kadar pati menjadi turun.

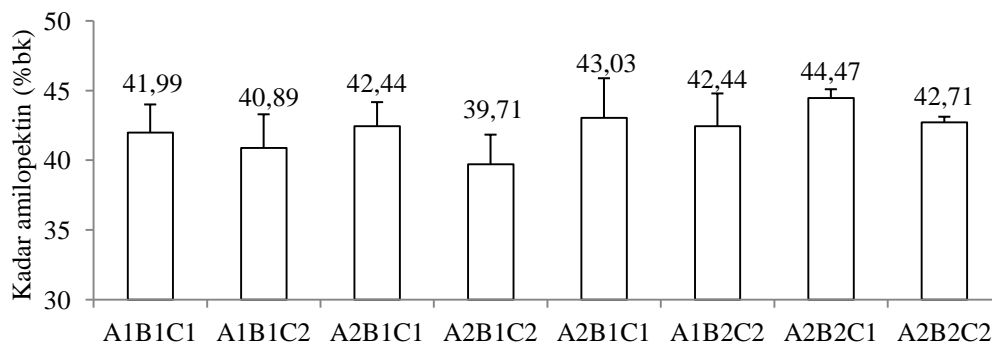
Kadar Amilosa dan Amilopektin

Kadar amilosa

Fermentasi terkendali selama 48 jam pada pembuatan tepung beras dapat meningkatkan kadar amilosa dibandingkan tepung beras hasil fermentasi spontan. Diagram batang kadar amilosa tepung beras terfermentasi dapat dilihat pada **Gambar 6.**



Gambar 6. Kadar amilosa selama fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) atau spontan (B2) selama 24 jam (C1) atau 48 jam (C2)



Gambar 7. Kadar amilopektin selama fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) atau spontan (B2) selama 24 jam (C1) atau 48 jam (C2)

Kadar amilosa tepung beras hasil fermentasi terkendali berbeda dengan tepung beras hasil fermentasi spontan. Kadar amilosa tepung beras hasil fermentasi terkendali lebih tinggi dibandingkan tepung beras hasil fermentasi spontan. Peningkatan kadar amilosa pada tepung hasil fermentasi diduga karena aktivitas mikroba amilolitik yang dapat menghasilkan amilase sehingga dapat memutuskan ikatan cabang α -1,6 glikosida pada amilopektin sehingga secara otomatis jumlah rantai amilopektin akan berkurang dan seiring dengan lamanya proses fermentasi mampu meningkatkan jumlah rantai lurus amilosa sebagai hasil pemutusan ikatan cabang amilopektin (Hua-di *et al.*, 2007).

Kadar amilopektin

Fermentasi terkendali selama 48 jam pada pembuatan tepung beras dapat menurunkan kadar amilopektin dibanding tepung beras terfermentasi hasil dari fermentasi spontan. Hasil analisis kadar amilopektin tepung beras dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Tepung beras hasil fermentasi terkendali memiliki kadar amilopektin lebih rendah dibandingkan tepung beras hasil fermentasi spontan. Penurunan kadar amilopektin tepung beras hasil fermentasi terkendali diduga karena pemutusan ikatan α -1,6 glikosida pada amilopektin oleh mikroba yang menghasilkan enzim amilase sehingga membentuk rantai lurus α -1,4 glikosida amilosa. Hal ini sesuai

dengan pendapat Laga (2006) yang menyatakan bahwa kadar amilosa pada pati selama fermentasi akan meningkat, sedangkan kadar amilopektin akan menurun sehingga komposisi yang terdapat dalam pati juga berubah.

Viskositas

Viskositas merupakan suatu ukuran terhadap kecepatan aliran. Semakin lambat aliran berarti viskositas semakin tinggi. Nilai viskositas tepung beras terfermentasi dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tepung beras hasil fermentasi spontan memiliki viskositas yang lebih tinggi dari tepung beras hasil fermentasi terkendali. Kadar amilosa dan amilopektin berpengaruh terhadap viskositas. Penurunan nilai viskositas tepung beras hasil fermentasi terkendali diduga karena meningkatnya kadar amilosa. Peningkatan kadar amilosa diduga karena pemutusan ikatan cabang amilopektin (*debranching*).

Rata-rata nilai viskositas tepung beras fermentasi spontan pada penelitian ini adalah 1,71 cPs pada suhu 70°C dan 6,90 cPs pada suhu 90°C. Rata-rata nilai viskositas hasil fermentasi terkendali adalah 1,58 cPs pada suhu 70°C dan 5,90 cPs pada suhu 90°C. Hal ini sesuai dengan pendapat Laga (2006), bahwa penurunan

viskositas akibat proses *debranching* amilopektin yang terkonversi menjadi fraksi amilosa. Wulan *et al.* (2009) juga melaporkan bahwa viskositas pati hasil pemutusan ikatan cabang memiliki viskositas yang lebih rendah karena suhu gelatinisasi yang lebih tinggi, sehingga dimungkinkan belum tercapai suhu gelatinisasi pada suhu gelatinisasi pada umumnya pati sekitar suhu 60°C.

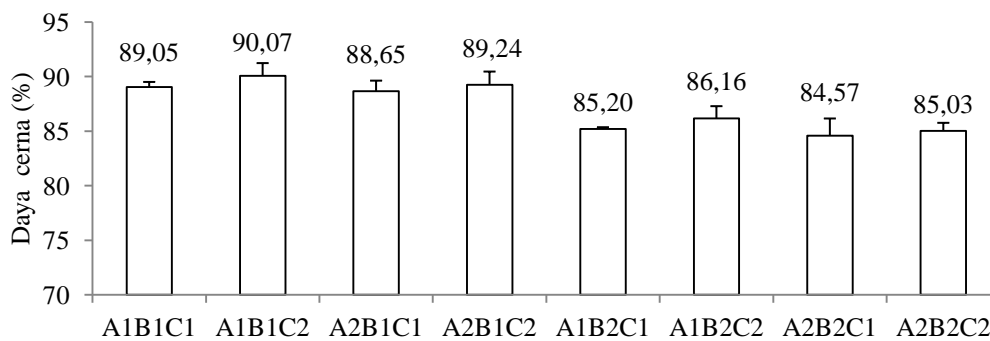
Daya Cerna Pati

Daya cerna tepung beras dengan perlakuan fermentasi spontan lebih rendah dibandingkan perlakuan fermentasi terkendali. Penurunan daya cerna pati diduga berkaitan dengan adanya perlakuan fermentasi. Perlakuan fermentasi terkendali dengan *L. casei* dapat meningkatkan daya cerna karena *L. casei* merupakan BAL homofermentatif yang bersifat amilolitik (Nurhayati, 2011). Pada saat fermentasi beras berlangsung terdapat penurunan pH sebagai akibat dari aktivitas metabolisme mikroba. Hal ini membuat konsentrasi larutan semakin asam. Asam juga dapat menghidrolisis pati sehingga saat proses hidrolisis berlangsung akan menurunkan gugus amilosa dan amilopektin. Diagram batang daya cerna tepung beras dapat dilihat pada **Gambar 8**.

Tabel 2. Nilai viskositas tepung beras terfermentasi

Perlakuan	Viskositas (cP)		
	27°C	70°C	90°C
A1B1C1	1,42±0,02	1,57±0,02	5,93±0,02
A1B1C2	1,39±0,03	1,56±0,02	5,64±0,19
A2B1C1	1,45±0,03	1,61±0,02	6,25±0,11
A2B1C2	1,41±0,04	1,60±0,03	6,14±0,02
A1B2C1	1,48±0,04	1,73±0,02	6,64±0,18
A1B2C2	1,46±0,01	1,70±0,04	6,28±0,06
A2B2C1	1,49±0,02	1,73±0,02	7,59±0,01
A2B2C2	1,47±0,03	1,72±0,01	7,11±0,08

Keterangan: Nilai viskositas selama fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) atau spontan (B2) selama 24 jam (C1) atau 48 jam (C2)



Gambar 8. Daya cerna pati tepung beras hasil fermentasi pada perbandingan beras dan air 1:2 (A1) atau 3:4 (A2) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* (B1) atau spontan (B2) selama 24 jam (C1) dan 48 jam (C2)

Lehninger (1982) menyatakan bahwa berdasarkan mekanisme hidrolisis enzimatis, amilosa dapat dihidrolisis hanya dengan satu enzim yaitu alfa-amilase. Amilopektin mempunyai rantai cabang, sehingga yang pertama kali dihidrolisis adalah bagian luar oleh alfa-amilase, kemudian dilanjutkan oleh alfa glukosidase. Berat molekul amilopektin lebih besar dibandingkan dengan amilosa. Berdasarkan pertimbangan ini, maka amilopektin memerlukan waktu yang lebih lama untuk dicerna dibandingkan dengan amilosa. Enzim β -amilase mampu menghidrolisis secara sempurna pada rantai amilosa yang mengandung ikatan β -1,4 glikosidik (Whitaker, 1994 dalam Harieanie, 2009).

KESIMPULAN

Tepung beras hasil fermentasi dengan rasio beras dan air 1:2 (b/v) yang difermentasi dengan *Lactobacillus casei* selama 48 jam memiliki karakteristik terbaik berdasarkan tingkat kecernaan pati (RDS 37,09%, SDS 24,97%, RS 6,78%), kadar pati 68,84% dan daya cerna 90,07% dengan karakteristik sebagai berikut: populasi bakteri 7,93 log CFU/ml, derajat asam 2,86, total asam tertitrasi 1,20%, derajat putih 83,57, viskositas 27°C 1,38 Cp, viskositas 70°C 1,55 Cp, viskositas 90°C 5,63 Cp, kadar air 8,69%, kadar

amilosa 27,95%, kadar amilopektin 40,89%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambriz SLR, Hernandez JJI, Acevedo EA, Tovar J, Perez LAB. 2008. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *J Food Chem.* 107: 1515–1521.
- AOAC. 2005. *Official method of analysis associated of official agricultural chemists.* Washington D.C. USA.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, Sedamawati dan S. Budiyo., 1989. *Analisis Pangan.* PAU Pangan dan Gizi, IPB Press.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 3549-2009 *Tentang Tepung Beras.* Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Buckle, K. A, R. A Edward, G. H. Fleet dan M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan.* Diterjemahkan oleh H. Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Buriti, C. A, Castro I. A, Saad S. M. I. 2010. Viability of *Lactobacillus acidophilus* synbiotic guava mousses and its survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. *Int J Food Microbiology,* 137: 121-129.

- Cambell-Platt, G. 1994. Fermented food- a worlds perspective. *Food Research International*, 27: 253.
- Chen, Z. 2003. "Phsycochemical Properties of Sweet Potato Starches and teir Aplication in Noodle Products". [Disertasi]. Belanda: Wageningen University.
- [Deptan] Departemen Pertanian. 2011. "Produksi Beras 2011". Laporan Departemen Pertanian. Departemen Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Earle, R. L., 1969. *Satuan Operasi Dalam Pengolahan Pangan*. Penerjemah : Zein Nasution. Sastra Hudaya, Bogor.
- Englyst, H. N, S. M. Kingman, and J. H. Cummings. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clin. Nutr.* 46: S33-S50.
- Fardiaz, Srikandi.1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gauray, F. 2003. *Digital Color Imaging Handbook*. CRC Press.
- Hadioetomo, R. S. 1994. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek*. PT Gramedia, Jakarta.
- Halferich, W. dan D. C. Westhoff. 2002. *All About Yogurt*. Prentice Hall. Inc: New York.
- Harianie, L. A. R., Yunianta., Bambang, D. A. 2009. Pembuatan pati tinggi amilosa secara enzimatis dari pati ubi kayu (*Manihot esculenta*) dan aplikasinya untuk pembuatan maltosa. *El-Hayah*, 1 (1): 14-24.
- Hua-di, Y., Wei, S., Zheng-xiang, W. 2007. *Bacterial Isolation and Pullulanase Characterization*.http://en.enki.com.cn/article_en/CJFDTOTALSPYK200709003.htm. [Diakses Tanggal 26 Desember 2012].
- Hubeis, M. 1984. *Pengantar Pengolahan Tepung Sereal dan biji-bijian*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. FATETA IPB, Bogor.
- Lehninger, A.L. 1982. *Principles of Biochemistry*. Worth, Pub., New York.
- Laga, A. 2006. "Pengembangan Pati Termodifikasi dari Substrat Tapioka dengan Optimalisasi Pematangan Rantai Cabang Menggunakan Enzim Pullulanase". Prosiding Seminar Nasional PATPI, 2-3 Agustus 2006.
- Miller, J.B. Pang, E dan Bramall, L..1992. Rice : High or low glycemic index food. *Am. J.Clin.Nutr.* 56 : 1034-1036.
- Moechtar, 1990. *Farmasi Fisika Bagian Sturktur Atom Dan Molekul Zat Padat dan Mikromeretika*. Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Mulyandari, S.H. 1992. *Kajian Perbandingan Sifat-Sifat Pati Ubi-Umbian danPati Biji-Bijian*. Skripsi. IPB, Bogor.
- Nago, M. C., HHounhouigan, J. D., Akissoe, N., Zanou, E., dan Mastress, C. 1998. Characterization of the beninese traditional ogi, a fermented maize slurry: physicochemical and microbiological aspects. *Int. j. Food Science and Technology*, 33: 307-31.
- Nigam, P, Singh, D. 1995. Enzyme and microbial systems involved in starch processing. *Enzyme and Microbial Technology*, 17: 770-778.
- Nurhayati. 2011. "Peningkatan Sifat Prebiotik Tepung Pisang Melalui Fermentasi dan Siklus Bertekanan-Pendinginan". Disertasi. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Pranoto, Y. dan Triwitono, P. 2010. "Peningkatan Kecernaan Pati dan Perubahan Karakteristik Tepung Sorgum dengan Proses Fermentasi". Tidak Diterbitkan. Hibah Penelitian Strategis Nasional. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Subagio, A. 2006. "Ubi Kayu: Substitusi Berbagai Tepung-Tepungan". *Food Review Indonesia*, 3 (8): 26-29.
- Onyango, C, Okoth, M. W. 2003. The pasting behaviour of lactic fermentation uji (an East African Sour Porridge). *J. Science Food Agricultural*, 83: 1412-1418.
- Raimbault, M., Toro, C. R., Giraud, E., Soccol, C., Saucedo, G. 1996. *Fermentation in Cassava*

Bioconversion. CIAT Publication 271
ISBN 958-9439-888. Columbia.

- Rukmi, *et al.* 2002. Pembuatan Starter kering kultur campuran bakteri asam laktat dan *Saccharomyces cereviceae* untuk proses fermentasi produk sereal instan. *Jurnal Tek. Pert.*, 4 (1): 56-69.
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wulan, N. S., Widyaningsih, T. D., dan Ekasari, D. 2007. Modifikasi pati alami dan pati hasil pemutusan rantai cabang dengan perlakuan fisik/kimia untuk meningkatkan kadar pati resisten pada pati beras. *J. Teknologi Pertanian*, 8 (2): 80-87.
- Zhang, H., Jin, Z. 2010. Preparation of resistant starch by Hydrolysis of maize starch with pullulanase. *J. Carbohydrate*.