

UPAYA PERBAIKAN SIFAT FISIKOKIMIA TEPUNG UBI KAYU MELALUI PROSES FERMENTASI SAWUT UBI KAYU DENGAN STARTER BAKTERI ASAM LAKTAT *LACTOBACILLUS CASEI* DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI BAHAN BAKU SNACK TRADISIONAL PILUS DAN ROTI MUFFIN

Annisa Kusumaningrum* dan Siswo Sumardiono
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
*email : nisa.ksmningrum@gmail.com

Abstract

Cassava is one of the biggest commodity in Indonesia which is the total amount of its production is 24,080,000 ton/year. This huge amount of cassava can be used as cassava flour so that it could have similar characteristics with wheat flour. Therefore, in this research the cassava is being modified by fermentation method using the lactic acid bacteria starter, i.e. Lactobacillus casei. While the cassava grate is being fermented, the enzyme that could destroy the cassava cell is produced by bacteria so it cause the degradation of starch granula. This condition changes of the physiochemical characteristic of cassava flour produced. The purpose of this research determines the best condition from the variables concentration of lactic acid bacteria starter and fermentation time of the cassava grate to physiochemical characteristic of cassava flour. The best conditions of cassava flour is fermentation time of 48 hour and 6% v/v Lactobacillus casei concentration. Physiochemical characteristic of cassava flour best treatment is the swelling power of 14.13, level of expand "pilus" snack 596.399%, baking expansion 2.28 cm³/g and hardness of muffin cake was 620.262 gf.

Keywords: *cassava fermentation, Lactobacillus casei, physiochemical characteristic, fermentation time, concentration of lactic acid bacteria starter*

1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara pengimpor gandum terbesar kedua di dunia. Impor gandum Indonesia diprediksi menembus 7,1 juta ton dibandingkan dengan tahun sebelumnya yaitu 6,7 juta ton (Suhendra, 2012). Konsumsi gandum di Indonesia sebagian besar digunakan dalam industri mie (*noodle*) 60%, *cookies/snack* 10%, *bakery cake* 20%, dan 10% untuk penggunaan rumah tangga (Aptindo, 2012). Namun produksi gandum di dalam negeri belum cukup untuk memenuhi permintaan domestik yang jumlahnya terus mengalami peningkatan (Kusuma, 2012).

Di Indonesia, ubi kayu (*Manihot esculenta*) dalam produksinya mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dan pada tahun 2011 total produksinya mencapai 24.080.000 ton/tahun. Permintaan domestik gandum yang terus meningkat menjadikan peluang bagi ketersediaan ubi kayu yang besar. Peluang tersebut yaitu dengan memanfaatkan ubi kayu sebagai alternatif pengganti gandum. Ubi kayu dapat dimodifikasi menjadi tepung ubi kayu sehingga mempunyai sifat yang setara dengan tepung gandum. Modifikasi dimaksudkan sebagai perubahan struktur molekul yang dapat dilakukan secara kimia, fisik maupun enzimatik.

Beberapa penelitian terdahulu mengkaji tentang modifikasi dengan bahan baku ubikayu. Diantaranya modifikasi yang telah dilakukan oleh Putri dkk (2011) yaitu pati ubi kayu diradiasi dengan ultraviolet (UVA 315 – 400 nm) selama 9 jam.

Kemudian pati dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 18 jam. Proses fermentasi dilakukan selama 30 menit dengan mencampur 50 g pati, 150 ml air dan 1% starter bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum*. Permasalahan penelitian ini yaitu pembuatan pati dilakukan dengan mengambil sari dari umbi ubi kayu sehingga menyisakan limbah padat atau ampas (Dahlia, 2012). Pada penelitian ini, untuk mengurangi limbah yang dihasilkan, ubi kayu terfermentasi akan langsung diubah menjadi butiran halus yang kering atau disebut dengan tepung ubi kayu. Tepung ubi kayu tidak murni hanya mengandung pati, karena bercampur dengan komponen lainnya seperti air, gula, protein, lemak, serat dan abu. Sedangkan pati adalah penyusun utama tepung.

Fermentasi ubi kayu yang dilakukan oleh Kimaryo *et al.* (1999) menggunakan starter bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum*. Sawut ubi kayu dicampur dengan air pada rasio 50% (w/v) kemudian difermentasi selama 5 hari dengan 5% v/v kultur bakteri *Lactobacillus plantarum*. Pada penelitian membutuhkan waktu fermentasi yang lama yaitu 5 hari (120 jam).

Penggunaan kultur bakteri *Lactobacillus plantarum* pada fermentasi ubi kayu sudah banyak digunakan pada penelitian sebelumnya, sehingga peneliti tertarik untuk menggunakan starter bakteri lain yang mudah didapat dan mudah beradaptasi. Salah satunya yaitu *Lactobacillus casei*. Penelitian yang dilakukan oleh Zacharof *et al.* (2012) menunjukkan perbedaan *growth rate* (konstanta kecepatan

pertumbuhan) pada media basal antara *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei*. Konstanta kecepatan pertumbuhan *Lactobacillus casei* yaitu 0,16/jam sedangkan *Lactobacillus plantarum* 0,13/jam. Hal ini menunjukkan *Lactobacillus casei* melakukan pembelahan sel per satuan waktu lebih banyak daripada *Lactobacillus plantarum*.

Hal ini menarik peneliti untuk mempelajari pengaruh penggunaan *Lactobacillus casei* sebagai starter pada fermentasi ubi kayu dan pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia tepung ubi kayu serta aplikasinya sebagai bahan baku snack tradisional pilus dan roti muffin. Pilus merupakan salah satu makanan ringan khas Kota Tegal berbahan baku tepung tapioka. Produk snack pilus di Indonesia banyak dilakoni oleh industri kecil. Usaha memproduksi cemilan pilus memiliki pangsa pasar yang bagus. Muffin merupakan roti yang bahan utamanya adalah tepung gandum.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah ubi kayu sebagai bahan baku yang diperoleh di pasar lokal kota Semarang dan strain bakteri *Lactobacillus casei* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Pusat Studi Pangan dan Gizi UGM.

Alat utama penelitian pada proses fermentasi sawut ubi kayu yang digunakan pisau, timbangan digital, reaktor fermentasi, *USA standard testing sieve ASTM E-11 specification* ukuran 100 mesh, loyang, blender. Alat pada kultivasi bakteri *Lactobacillus casei* yaitu erlenmeyer 500 ml, beaker glass 1000 ml, pH meter, gelas ukur, kapas, autoclave, mikropipet. Alat pada analisa sifat fisikokimia tepung ubi kayu yaitu termometer, pengaduk, *water bath*, kompor listrik, oven listrik, cawan porselen, *tube* dan mesin *centrifuge Hettich zentrifugen D-78532 type 1004, brookfield DV.E viscometer, texture analyzer* dan jangka sorong.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Prosedur Kultivasi bakteri *Lactobacillus casei*

Media yang digunakan sebagai kultivasi *Lactobacillus casei* berupa media cair. Semua bahan pada Tabel. 1 dicampur di dalam erlenmeyer kemudian diaduk rata, pH media diatur 6,5. Media dipanasi pada suhu 100°C selama 5 menit. Sumbat bagian atas erlenmeyer agar kedap udara kemudian sterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C tekanan 1 atm selama 15 menit. 1 ml strain *Lactobacillus casei* diinokulasi kedalam media kultur kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 3 x 24 jam. Setelah 3 hari, starter bakteri dapat digunakan untuk proses fermentasi (Morishita *et al.*, 1974). Perhitungan jumlah bakteri (CFU/ml) pada strain dan starter dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* dengan media isolasi MRS

(*De Mann, Rogosa and Shape*) Agar dan pengenceran sampai 10¹².

Tabel 1. Bahan Media Kultur Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus casei* (Morishita *et al.*, 1974)

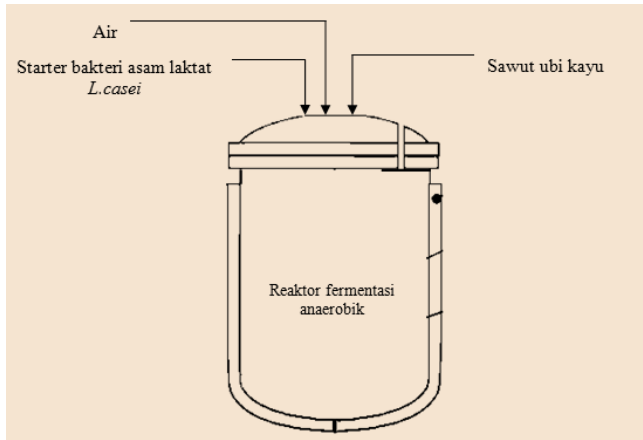
No	Bahan	Konsentrasi
1.	Glucose	10 g/l
2.	KH ₂ PO ₄	2 g/l
3.	K ₂ HPO ₄	2 g/l
4.	MgSO ₄ · 7H ₂ O	0,2 g/l
5.	FeSO ₄ · 7H ₂ O	0,02 g/l
6.	MnSO ₄ · 5H ₂ O	0,04 g/l
8.	Gluten	1,5 ml/l
9.	Biotin	0,01 g/l
10.	Thiamine	0,01 g/l
11.	Lysine	0,05 g/l
12.	Crysteine	0,05 g/l
13.	Disodium succinate (HA-3000)	4 g/l
14.	Sodium chloride	0,02 g/l
15.	Riboflavine	0,001 g/l
16.	Aquadest	1000 ml

2.2.2 Tahap persiapan bahan

Tahap persiapan bahan baku dimulai dari ubi kayu segar dibersihkan dari tanah dan kotoran dengan cara dicuci dalam keadaan belum terkupas agar ubi kayu tidak berwarna coklat pada saat dikupas. Setelah ubi kayu bersih dari kotoran/tanah liat, dilakukan pengupasan ubi kayu dari kulitnya dengan menggunakan pisau. Semua ubi kayu yang telah dikupas dan dicuci bersih, dilakukan penyawutan dengan ketebalan 4 mm. Untuk sekali percobaan dibutuhkan ubi kayu sawut seberat 500 g.

2.2.3 Tahap Fermentasi

Tahap fermentasi dilakukan dengan cara mencampur sawut ubi kayu, starter bakteri *Lactobacillus casei* dan air dalam reaktor fermentasi anaerobik. Rasio berat sawut ubi kayu dan air perendam yaitu 1 : 6 w/v. Setelah proses fermentasi, sawut ditiriskan dahulu untuk mengurangi kadar air sebelum dikeringkan. Sawut ubi kayu ditempatkan pada loyang kemudian dijemur dibawah terik matahari selama 3 hari. Sawut kering yang dihasilkan kemudian dilakukan penepungan dengan menggunakan blender. Setelah terbentuk tepung, agar diperoleh ukuran butiran tepung yang seragam, maka dilakukan pengayakan dengan ukuran 100 mesh.



Gambar 1. Alat pada proses fermentasi sawut ubi kayu

2.2.4 Teknik Analisis

Tepung ubi kayu selanjutnya dianalisis untuk menentukan karakteristik tepung yang meliputi *swelling power* dan tingkat pengembangan *snack* pilus. Pada variabel terbaik dilakukan uji lanjutan yaitu *baking expansion* dan *hardness* pada roti muffin.

1). Pengujian *Swelling power*

Karakteristik pembengkakan tepung ubi kayu dianalisis dengan metode yang dilakukan oleh Leach *et al.* (1959). Tepung ubi kayu 0,1 gram dilarutkan dalam aquadest 10 ml, kemudian larutan dipanaskan menggunakan water bath dengan temperatur 60°C selama 30 menit. Supernatan dipisahkan menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit. *Swelling power* dihitung dengan membagi berat pasta dengan berat sampel kering.

2). Analisis Tingkat Pengembangan snack pilus

Tingkat pengembangan tepung (Rahman, 2007) diaplikasikan langsung dengan membuat *snack* tradisional pilus. Adonan dibuat dengan cara mencampur tepung ubi kayu 6 gram dan 3 ml air temperatur 60°C. Adonan dicampur sampai kalis kemudian dibentuk bulat dengan ukuran diameter seragam (D1) 1 cm. Pembuatan adonan bulat dilakukan sebanyak 10 kali agar data yang diperoleh lebih beragam dan dapat mewakili sampel. Diameter adonan diukur menggunakan jangka sorong, baik pada saat sebelum digoreng (D1) maupun sesudah digoreng (D2). Volume adonan dihitung dengan asumsi bahwa adonan berbentuk bola sempurna. Tingkat pengembangan sampel diukur dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Tingkat pengembangan (\%)} = \frac{V_2}{V_1} \times 100\%$$

Keterangan :

V1 = Volume adonan sebelum digoreng (cm³)

V2 = Volume adonan setelah digoreng (cm³)

3). Pembuatan Roti muffin

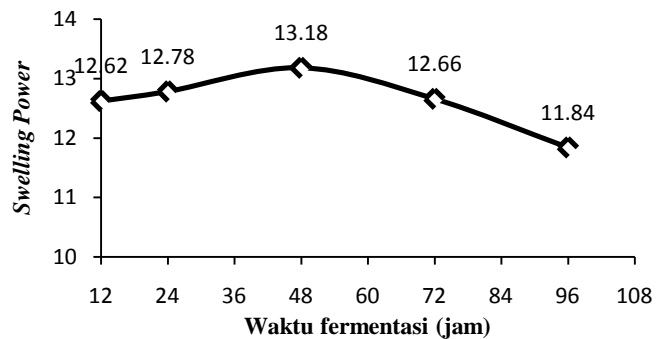
Roti muffin dibuat dengan komposisi adonan yaitu tepung modifikasi 40 gram, susu bubuk, mentega, gula halus, ragi kering, garam, kuning telur dan air secukupnya. Adonan dicampur menggunakan mixer dengan kecepatan sedang sampai kalis. Adonan dimasukan ke *cup* alumunium yang telah dioles mentega kemudian ditutup menggunakan alumunium foil dan didiamkan selama 30 menit. Setelah itu dipanggang dalam oven pada suhu 135⁰C selama 40 menit (Maria's cookbook, 2002). *Hardness* pada roti muffin dianalisa dengan alat *texture analyzer*.

3. Hasil dan Pembahasan

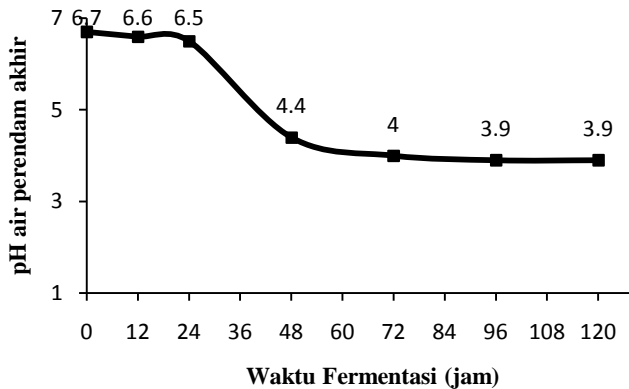
Sebelum proses fermentasi, 1 ml strain *Lactobacillus casei* pada konsentrasi 2,67 x 10¹² CFU/ml dikembangkan pada media yang berisi nutrient. CFU (*Colony Forming Units*) yaitu sel tunggal atau sekumpulan sel yang jika ditumbuhkan dalam cawan akan membentuk satu koloni tunggal (Owens, 1996). 1 liter starter *Lactobacillus casei* yang sudah diinkubasi selama 3 hari dengan konsentrasi rata-rata 3,10 x 10¹² CFU/ml kemudian digunakan sebagai starter pada proses fermentasi ubi kayu.

3.1 *Swelling power* Tepung Ubi kayu

Proses fermentasi sawut ubi kayu dilakukan pada variasi waktu fermentasi 12, 24, 48, 72 dan 96 jam dengan konsentrasi starter bakteri asam laktat *Lactobacillus casei* 1% v/v air perendam.



Gambar 2. Hubungan Waktu Fermentasi Sawut Ubi kayu dengan *Swelling Power* Tepung Ubi kayu



Gambar 3. Hubungan Waktu Fermentasi dengan pH air perendam akhir

Hasil percobaan pada Gambar 2 menunjukkan *swelling power* mengalami kenaikan pada waktu fermentasi 12 dan 24 jam yaitu berturut turut 12,62 dan 12,78 g/g, dan mencapai kondisi terbaik yaitu 13,18 g/g pada waktu fermentasi sawut ubi kayu 48 jam

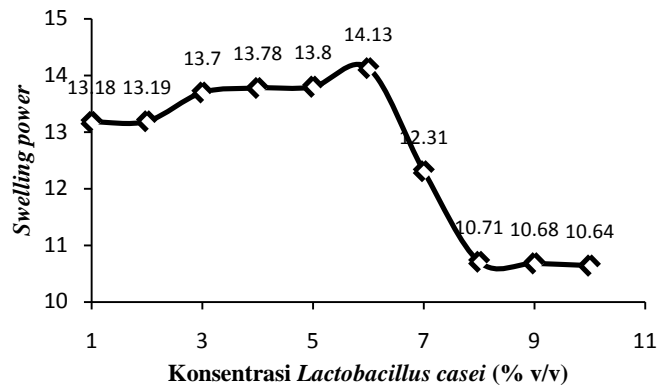
Pada awal fermentasi, jumlah bakteri *Lactobacillus casei* dengan konsentrasi 1% v/v mulai mendegradasi pati pada substrat sawut ubi kayu secara optimal sampai waktu fermentasi 48 jam. Enzim amilase ekstraselular kemudian dihasilkan oleh bakteri untuk merombak pati pada ubi kayu menjadi senyawa-senyawa sederhana sebagai energi untuk aktivitas dan pertumbuhan. Enzim amilase ekstraselular ini memecah ikatan polimer pati menjadi lebih pendek yaitu oligosakarida atau molekul gula sederhana. Adanya proses pendegradasian tersebut mengakibatkan rongga menjadi porous setelah pengeringan sehingga penyerapan air semakin banyak. Hal ini menyebabkan granula pati semakin membengkak dan mengembang sehingga *swelling power* naik.

Selama proses fermentasi, oligosakarida yang dihasilkan diubah menjadi asam organik terutama asam laktat. Bakteri yang tumbuh pada substrat ubi kayu menunjukkan bakteri asam laktat bersifat homofermentatif dimana 95 % glukosa diubah menjadi asam laktat, CO₂ dan senyawa volatil (Muttarakah, 1998).

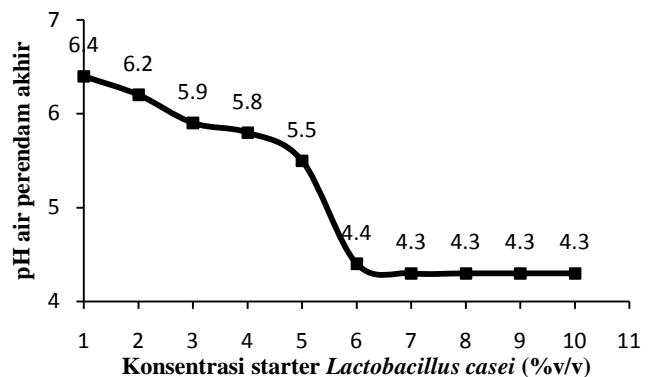
Swelling power mengalami penurunan pada waktu fermentasi 72 dan 96 jam. Pada waktu fermentasi 72 jam, aktivitas bakteri mengalami penurunan dan mati pada waktu fermentasi 96 jam. Hal ini dibuktikan dengan pH air perendam yang diukur pada akhir fermentasi yang ditunjukkan Gambar 3. Ubi kayu yang terfermentasi pada waktu cukup lama menyebabkan air perendam mencapai keadaan asam yang disebabkan oleh aktivitas bakteri pada saat fermentasi. Kondisi asam pada pH rendah mengakibatkan pati lebih cepat terhidrolisis pada ikatan α -(1,4) (Fleche, 1985)

sehingga meningkatkan gugus amilosa dimana amilosa cenderung larut dalam air (Demiate *et al.*, 1999).

Proses fermentasi sawut ubi kayu dengan variabel konsentrasi starter dilakukan pada waktu fermentasi terbaik yaitu 48 jam dengan konsentrasi starter *Lactobacillus casei* yang divariasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 % v/v.



Gambar 4. Hubungan Konsentrasi starter bakteri *Lactobacillus casei* dengan *Swelling power* tepung ubi kayu



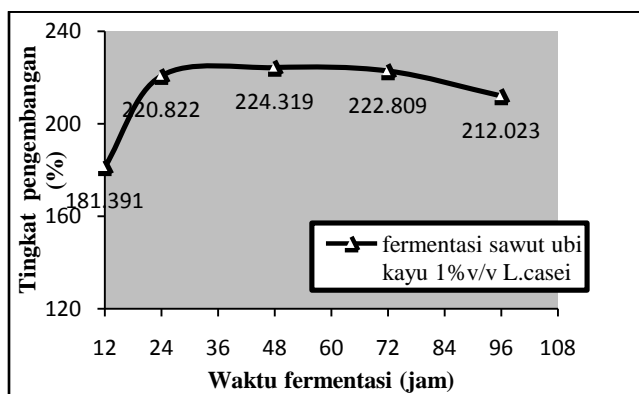
Gambar 5. Hubungan Konsentrasi Starter dengan pH air perendam akhir pada Proses Fermentasi Sawut ubi kayu

Enzim yang dihasilkan bakteri mempunyai aktivitas yang optimal pada kondisi konsentrasi starter 6% v/v dan waktu fermentasi 48 jam sehingga *swelling power* mencapai kondisi terbaik yaitu 14,13. Pada konsentrasi starter 7, 8, 9 dan 10 % v/v nilai *swelling power* menurun yang diakibatkan penambahan starter diatas 6% v/v sudah tidak efektif lagi untuk mendegradasi sawut ubi kayu dalam jumlah tersebut. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 5, pada konsentrasi 7,

8, 9, 10% v/v nilai pH air perendam akhir konstan pada pH 4,3. Selama proses fermentasi glukosa yang dihasilkan dari pendegradasian pati, diubah menjadi asam organik terutama asam laktat sehingga pH menjadi rendah akibat aktivitas asam.

3.2 Tingkat Pengembangan Tepung Ubi kayu

Karakteristik tingkat pengembangan tepung ubi kayu digunakan sebagai bahan pembuat *snack* pilus. Kerenyahan produk berkaitan dengan tingkat pengembangan produk tersebut (Rahman, 2007). Tingkat pengembangan produk diukur dengan membandingkan volume setelah digoreng dengan volume adonan sebelum digoreng.



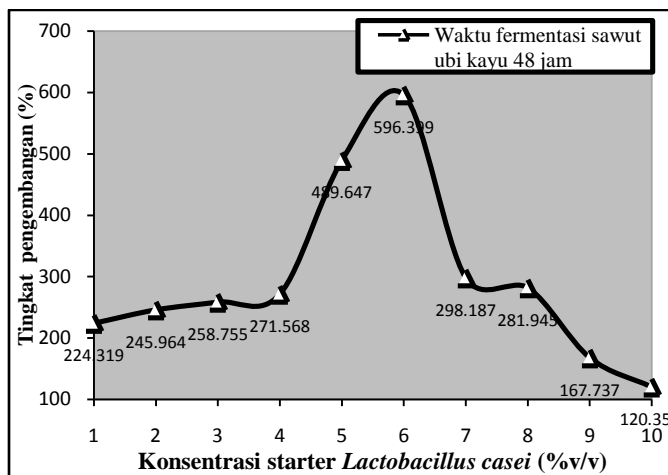
Gambar 6. Hubungan waktu fermentasi dengan Tingkat Pengembangan Tepung Ubi kayu

Pada awal fermentasi, bakteri pada starter memulai aktivitasnya dalam menghasilkan enzim untuk mendegradasi pati ubi kayu. Selama proses fermentasi glukosa yang dihasilkan dari pendegradasian pati, diubah menjadi asam organik terutama asam laktat. Aktivitas enzim dan asam tertinggi pada metode fermentasi menggunakan 1% v/v starter bakteri *Lactobacillus casei* pada waktu fermentasi 48 jam. Pada pembuatan adonan, tepung ubi kayu dicampur dengan air 60°C agar adonan matang. Tingkat kematangan adonan pati mempengaruhi pengembangan pada hasil akhir dan akibatnya akan mempengaruhi kerenyahan (Hariyadi, 1989). Pengembangan volume adonan terjadi pada proses penggorengan. Pengembangan ini dapat terjadi karena terbentuknya rongga-rongga udara pada adonan yang digoreng sehingga menyebabkan air yang terikat dalam adonan menguap (Nurhayati, 1994). Enzim mendegradasi secara optimal ikatan polimer pati menjadi lebih pendek sehingga air yang terikat pada waktu pembuatan adonan lebih banyak. Jumlah air yang terikat dalam bahan

pangan akan menentukan banyaknya letusan yang menguap selama penggorengan. Tingkat pengembangan yang menurun disebabkan oleh asam yang terbentuk menghidrolisis bagian amilosa pati sehingga meningkatkan degradasi amilosa menjadi oligosakarida sederhana. Selama pemanasan (penggorengan) terjadi pemecahan granula pati, sehingga pati dengan kadar amilosa lebih tinggi, granulanya akan lebih banyak mengeluarkan amilosa (Mulyandari, 1992). Asam amino yang terkandung di dalam minyak goreng bereaksi dengan komponen gula sederhana yang terkandung dalam bahan adonan sehingga setelah proses penggorengan, minyak goreng mengalami warna pencoklatan.

Proses fermentasi 48 jam menggunakan 1% v/v starter bakteri *Lactobacillus casei* menghasilkan tingkat pengembangan terbaik pada *snack* pilus. Proses fermentasi 48 jam kemudian divariasikan konsentrasi starternya dari range 1 – 10 % v/v dan diharapkan bakteri dapat mendegradasi pati pada ubi kayu secara optimal.

Tingkat pengembangan terbaik sebesar 596,399% yaitu pada variasi konsentrasi starter 6% v/v. Hal ini menunjukkan pada konsentrasi starter 6 % v/v, enzim dan asam yang dihasilkan oleh bakteri mendegradasi pati ubi kayu secara sempurna. pH air perendam akhir yang terlalu asam pada konsentrasi starter 7, 8, 9, 10 % v/v menyebabkan tingkat pengembangan turun.



Gambar 7. Hubungan Konsentrasi starter *Lactobacillus casei* dengan Tingkat Pengembangan Tepung Ubi kayu

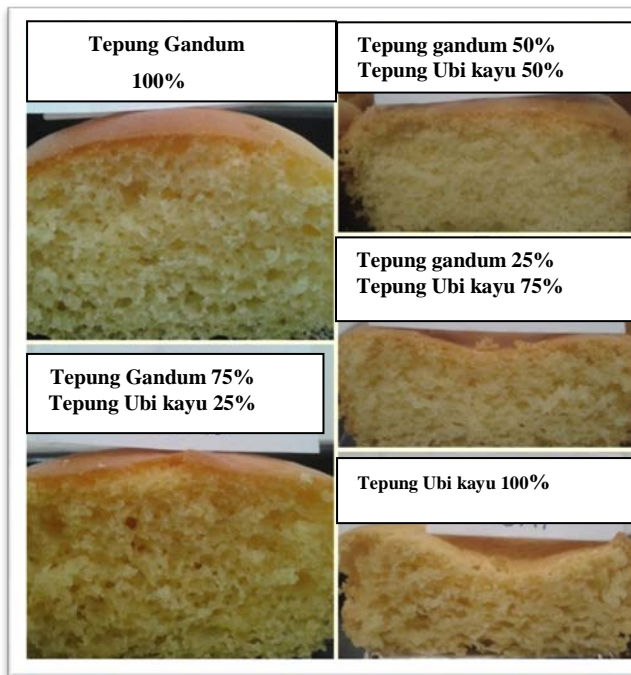
Tingkat pengembangan sebesar 596,399% pada tepung ubi kayu dengan metode fermentasi menggunakan 6% v/v starter bakteri *Lactobacillus casei* ini mendekati standar tingkat pengembangan produk *snack* pilus yang dilaporkan oleh Rahman (2007) yaitu 596,93%.

3.3 Hasil Analisis Tepung Ubi kayu Variabel Terbaik

Dari hasil percobaan didapat kondisi yang terbaik dari fermentasi sawut ubi kayu menggunakan starter bakteri asam laktat *Lactobacillus casei* yaitu pada kondisi operasi, waktu fermentasi 48 jam dan konsentrasi starter 6 % v/v. Selanjutnya tepung ubi kayu diuji lanjut yang meliputi *baking expansion* dan *hardness* pada produk roti muffin.

Tabel 2. Hasil pengujian *baking expansion* roti muffin pada variabel terbaik

Komposisi Tepung		<i>Baking expansion</i> (cm ³ /g)
%Tepung Ubi kayu	%Tepung Gandum	
0 %	100%	2,64
25%	75%	2,28
50%	50%	1,75
75%	25%	1,49
100%	0%	1,36



Gambar 8. Produk Roti Muffin yang dihasilkan dari berbagai komposisi

Komposisi tepung ubi kayu 25 % dan tepung gandum 75 % memberikan nilai *baking expansion* yaitu 2,28 cm³/g mendekati nilai *baking expansion* tepung gandum dengan komposisi 100% yaitu sebesar 2,64 cm³/g. *Baking expansion* merupakan perbandingan spesifik volume dengan berat roti dimana spesifik volume dari roti diukur melalui perluasan karakteristik dari ubi kayu yang dimodifikasi (Phimphilia et al., 2005). Roti muffin dengan komposisi tepung ubi kayu

25 % dan tepung gandum 75 % kemudian diuji *hardness*.

Tabel 3. Hasil analisis *Hardness* pada roti muffin

No	Komponen	<i>Hardness</i> pada roti muffin (gf)
1	Tepung Gandum	548,272
2	Tepung Ubi kayu (fermentasi 6% <i>L.casei</i> , 48 jam)	620,262
3	Tepung Ubi kayu perendaman 72 jam	657,142

Pada Tabel 3 menunjukkan *hardness* roti muffin pada tepung gandum dan tepung ubi kayu modifikasi. *Hardness* pada tepung ubi kayu perlakuan fermentasi menggunakan 6 % v/v starter *Lactobacillus casei* selama 48 jam lebih kecil dibanding tepung ubi kayu dengan perlakuan perendaman selama 72 jam. *Hardness* menunjukkan gaya yang ditimbulkan akibat dari kekerasan roti muffin. Roti dengan tekstur yang keras akan menimbulkan gaya yang besar.

4. Kesimpulan

Peningkatan nilai *swelling power* dan tingkat pengembangan dari tepung ubi kayu dapat dilakukan dengan proses fermentasi menggunakan starter bakteri asam laktat *Lactobacillus casei*. Nilai *Swelling power* tertinggi yaitu 14,13 terjadi pada kondisi waktu fermentasi 48 jam dan konsentrasi starter bakteri asam laktat *Lactobacillus casei* 6 % v/v, yang menghasilkan nilai tingkat pengembangan tertinggi pula yakni sebesar 596,399%. Hasil analisis akhir dari kondisi terbaik didapat *baking expansion* dan *hardness* roti muffin berturut-turut 2,28 cm³/g dan 620,262 gf. Jika tepung ubi kayu dengan perlakuan fermentasi menggunakan starter *Lactobacillus casei* 6% v/v dibuat menjadi produk makanan maka kekuatan mekar atau mengembangnya meningkat dan membentuk produk roti dengan bahan baku tepung ubi kayu memiliki tekstur yang lebih lembut.

5. Daftar Pustaka

- Aptindo. 2012. *Produksi Gandum Dunia*. Batavia.co.id
- Dahlia, Y. 2012. *Tepung Mocaf Alternatif Pengganti Terigu*. Badan Pendidikan dan Pelatihan Daerah Provinsi Jawa Barat.
- Demiante, N.D., J.P. Huvenneb, M.P. Ceredac dan G. Wosiacki. 1999. *Relationship Between Baking Behaviour of modified cassava starches and starch chemical structure determined by FTIR spectroscopy*. Carbohydrate Polymer, 148 – 149.

- Fleche, G. 1985. *Chemical modification and degradation of starch*. Di dalam : G.M.A.V. Beynum dan J.A Roels (eds.). *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Hariyadi, P. 1989. *Mempelajari kinetika gelatinisasi pati sagu*. Karya ilmiah. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Kimaryo, V.M., G.A. Massawe, N.A. Olasupo dan W.H. Holzapfel. 1999. *The Use of a Starter Culture in The Fermentation of Cassava for The Production of "kivunde" a Traditional Tanzanian Food Product*. International Journal of Food Microbiology, 56 : 179-190.
- Kusuma, L. 2012. *Mengenai Politik Gandum : Masalah di Masa Lalu*. Diakses pada 13 Juni 2012 pukul 21:54 di web leo4kusuma.blogspot.com
- Leach HW, Mc Cowen LD, Schoch TJ. 1959. *Structure of The Starch Granules*. Didalam Daramola. B dan Osanyinlusi. S.A. 2006. *Investigation on Modification of Cassava Starch Using Active Components of Ginger Roots (Zingiber officinale Roscoe)*. African Journal of Biotechnology 10 : 917-920
- Maria's Cookbook. 2002. *Pao de Queiji*. Diambil dari <http://www.maria-brazil.org>, 1 Januari, 2013
- Morishita, T., T. Fukada, M. Shirota, dan T. Yura. 1974. *Genetic basis of nutritional requirements in Lactobacillus casei*. Journal of Bacterial, 120: 1078- 1084.
- Mulyandari, S.H. 1992. *Kajian perbandingan sifat-sifat pati umbi-umbian dan pati biji-bijian*. Skripsi. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Muttarokah. 1998. *Bakteri Asam Laktat Pada Makanan Hasil Fermentasi di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Nurhayati T. 1994. *Pengaruh asam dan bleaching terhadap mutu tepung ikan (fish flour)*. Skripsi. Bogor. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Owens, S. 1996. *Counting Plates and Calculating Results*. Centre for Electron Optics, MSU.
- Phimphilai, S., Oratai C., Kajondaj P. dan Klanarong S. 2005. *Effects of Ultraviolet Radiation and Temperature on Characteristic of Modified Cassava Starch*. Department of Food Technology. Faculty of Engineering and Agroindustry. Maejo University. Thailand.
- Putri, W.D.R., Marseno, Haryadi D.W. dan Cahyanto, M.N. 2011. *Effect of Biodegradation by Lactic Acid Bacteria on Physical Properties of Cassava Starch*. International Food Research Journal, 18(3): 1149-1154
- Rahman, A.M. 2007. *Mempelajari Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Tapioka dan Mocal (Modified Cassava Flour) sebagai Penyalut Kacang Pada produk Kacang salut*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Suhendra. 2012. *RI Pengimpor Gandum Terbesar Kedua di Dunia*. Finance.detik.com
- Zacharof, M.P., R.W Lovitt dan K. Ratanapongleka. 2012. *Optimization of Growth Conditions for Intensive Propagation, grow development and Lactic acid Production of Selected Strains of Lactobacillus*. Multidisciplinary Nanotechnology Center, Swansea University, UK