



MODIFIKASI UBI KAYU DENGAN PROSES FERMENTASI MENGUNAKAN STARTER *Lactobacillus casei* UNTUK PRODUK PANGAN

Muchlis Riki Darmawan, Patrick Andreas, Bakti Jos^{*)}, Siswo Sumardiono^{*)}

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Tepung modifikasi ubi kayu (MOCAF) adalah tepung singkong hasil fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Tepung modifikasi ubi kayu memiliki kadar protein dan sifat psikokimia yang lebih baik dari tepung ubi kayu biasa (tanpa fermentasi). Pembuatan tepung modifikasi ubi kayu melalui beberapa tahapan, yaitu penyiapan ubi kayu (pengupasan, pencucian dan pemotongan), fermentasi, pengeringan dan proses perubahan chips kering menjadi tepung. Tepung modifikasi ubi kayu dapat diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan berbagai macam mikroorganisme seperti kultur asam laktat berupa *Lactobacillus casei*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi starter, tebal potongan chips ubi kayu dan penambahan nutrisi terhadap peningkatan kadar protein serta perubahan sifat psikokimia yang dihasilkan. Fermentasi dilakukan dengan menggunakan kultur asam laktat berupa *Lactobacillus casei* dengan konsentrasi starter 1%V, 3%V, dan 5%V dan nutrisi yang digunakan adalah ammonium hidrogen fosfat 5%W. Dalam proses fermentasi digunakan potongan chips ketebalan 2mm, 4mm dan 6 mm. Proses fermentasi dilakukan selama 72 jam, dengan suhu ruangan. Dari hasil penelitian didapatkan: peningkatan protein tertinggi sebesar 3,68% pada variabel 2mm,5%V, %solubility terbaik sebesar 1,63% pada variabel 2mm,5%V, swelling power terbaik sebesar 17,8 pada variabel 2mm,1%V, %karboksil terbesar 0,4% pada variabel 2mm,5%V, tensile strength terbaik pada produk mie sebesar 0,138 N/mm² dengan perbandingan 10% MOCAF dan 90% tepung terigu dan daya kembang pilus sebesar 261,71% pada variabel 5%V.

Kata kunci: fermentasi; ubi kayu; *Lactobacillus casei*; protein; psikokimia

Abstract

Modification of cassava flour (MOCAF) is fermented cassava flour biomass with the help of microorganisms. Modification of cassava flour has a protein content and properties of the physicochemical better than regular cassava flour (without fermenting). Manufacture of modified cassava flour through several stages, namely the preparation of cassava (peeling, washing and cutting), fermentation, drying and the process of conversion chips dried into flour. Modified cassava flour can be produced by fermentation using a wide variety of microorganisms such as the culture of the *Lactobacillus casei* group of lactic acid. This research aims to know the influence of the concentration of a starter, a thick piece of cassava chips and the addition of nutrients to increased levels of protein as well as the changing nature of the resulting physicochemical. Fermentation is carried out using lactic acid cultures of *Lactobacillus casei* starter with a concentration of 1%, 3%, and 5% V and nutrients used is ammonium hydrogen phosphate 5% w. In the fermentation process used pieces of 2 mm thickness of chips, 4 mm and 6 mm. The fermentation process is carried out for 72 hours, with the room temperature. From the results obtained: improvement of the highest protein of 3.68% in 2 mm, 5% V variable, % solubility best of 1.63% at 2 mm, 5% V variable, swelling power best of 17.8% in 2 mm, 1% V variable, % carboxylic 0.4% on the largest variables 2 mm, 5% the best tensile strength in noodle products of 0,138 N/mm² with ratio of 10% MOCAF and 90% of the flour, and pilus expand power of 261,71% on 5% V variable.

Keywords: fermentation; cassava; *Lactobacillus casei*; protein; physicochemical



1. Pendahuluan

Indonesia mempunyai lahan ubi kayu seluas 1,4 juta hektar yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dengan rata-rata produksi ubi kayu sebesar 16 juta ton per tahun. Masyarakat di beberapa wilayah Indonesia mengkonsumsi ubi kayu sebagai makanan pokok. Ubi kayu dapat dikembangkan menjadi berbagai produk olahan melalui agroindustri. Pengembangan agroindustri ubi kayu diharapkan akan memperluas lapangan kerja, meningkatkan pendapatan masyarakat dan petani. Ubi kayu dapat dikonsumsi langsung atau dapat diproses menjadi bahan olahan makanan dan produk non konsumsi (Hartojo dan Ginting, 2002).

Ubi kayu yang langsung dipasarkan setelah panen dan dikonsumsi langsung tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu nilai gizinya masih rendah dan daya tahan serta umur dari ubi kayu tersebut tidak lama. Untuk meningkatkan nilai gizi ubi kayu, dilakukan pengolahan dan modifikasi pada ubi kayu. Proses modifikasi ubi kayu dibagi menjadi dua tipe pengolahan yaitu modifikasi yang masih tradisional dan modifikasi ubi kayu yang sifatnya sudah modern (Franco et al., 2012).

Proses yang digunakan dalam modifikasi ubi kayu secara tradisional tidak rumit dan sederhana. Modifikasi tradisional dapat dilakukan pada skala industri kecil bahkan rumahan karena peralatan yang digunakan masih sederhana dan simpel. Umumnya metode yang dipakai adalah proses pengeringan menggunakan sinar matahari, pencucian, pengupasan yang dilakukan manual dan fermentasi sederhana (Odebo, 2008).

Hasil produk modifikasi ubi kayu yang masih bersifat tradisional beserta kajian penelitian terdahulu diantaranya adalah gaplek, tiwul, sago wafers, kibabu, fufu, gari, lafun, manicuera, tepung ubi kayu, onggok, tepung ubi kayu terfermentasi, dan tapioka.

Modifikasi ubi kayu secara modern memakai teknologi tinggi dan mencakup modifikasi ubi kayu secara fisik, kimia atau mikro biologi. Proses modifikasi modern diterapkan pada industri skala besar. Efisiensi jumlah produk yang dihasilkan juga tinggi tidak seperti proses pengolahan tradisional. Beberapa penelitian terdahulu produk modifikasi ubi kayu secara modern adalah sebagai berikut pullulan, xanthan, polioli, sorbitol, mannitol, maltitol, xylitol, glukosa, dekstrosa, fruktosa, lysine, asam sitrat, monosodium glutamat, maltodekstrin, dan maltosa. Produk olahan tersebut memiliki aplikasi penggunaan yang luas (Shuren, 2001).

Dari beberapa produk olahan ubi kayu di atas, baik modifikasi ubi kayu secara tradisional maupun modern tujuannya adalah meningkatkan nilai gizi dan nilai jual ubi kayu. Peningkatan nilai gizi khususnya protein pada proses modifikasi ubi kayu tradisional tidak signifikan dan belumlah maksimal. Hal ini terjadi karena kurang efisien dan terlalu sederhananya proses modifikasi secara tradisional tersebut. Sementara modifikasi ubi kayu secara modern mempunyai nilai efisiensi dan peningkatan gizi yang tinggi namun proses yang dipakai terlalu rumit dan kompleks. Modifikasi modern hanya cocok untuk industri skala besar. Untuk itu diperlukan metode yang dapat meningkatkan nilai gizi khususnya protein serta pengaruhnya pada sifat psikokimia pada ubi kayu yang penerapannya mudah dan mempunyai peningkatan nilai protein yang maksimal (Mark and Chavarriaga, 2005).

Salah satu metode modifikasi ubi kayu untuk meningkatkan kadar protein serta mengubah sifat psikokimia yang mudah diterapkan dan diaplikasikan ke segala sektor industri baik kecil maupun besar adalah dengan fermentasi. Tepung modifikasi ubi kayu merupakan makanan olahan dari ubi kayu kaya protein yang diproses dengan cara fermentasi. Proses pembuatan tepung modifikasi ubi kayu diawali dengan menjemur ubi kayu yang telah dikupas dan dibersihkan hingga kering. Ubi kayu yang telah kering tersebut (gaplek) kemudian difermentasi dengan starter tepung modifikasi ubi kayu. Diperlukan metode yang tepat untuk mengetahui nilai maksimal peningkatan kadar protein serta pengaruhnya terhadap sifat psikokimia pada tepung modifikasi ubi kayu. Untuk mengetahui peningkatan nilai protein maksimal dan perubahan sifat psikokimia dapat dilakukan dengan penambahan mineral, variasi konsentrasi starter dan potongan chips ubi kayu saat proses fermentasi (Siddharta et al., 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi starter, tebal potongan chips ubi kayu dan penambahan nutrisi terhadap peningkatan kadar protein serta perubahan sifat psikokimia yang dihasilkan. Serta melakukan uji produk terhadap tepung modifikasi ubi kayu yang dihasilkan. Produk yang dibuat dari tepung modifikasi ubi kayu berupa mie dan pilus.

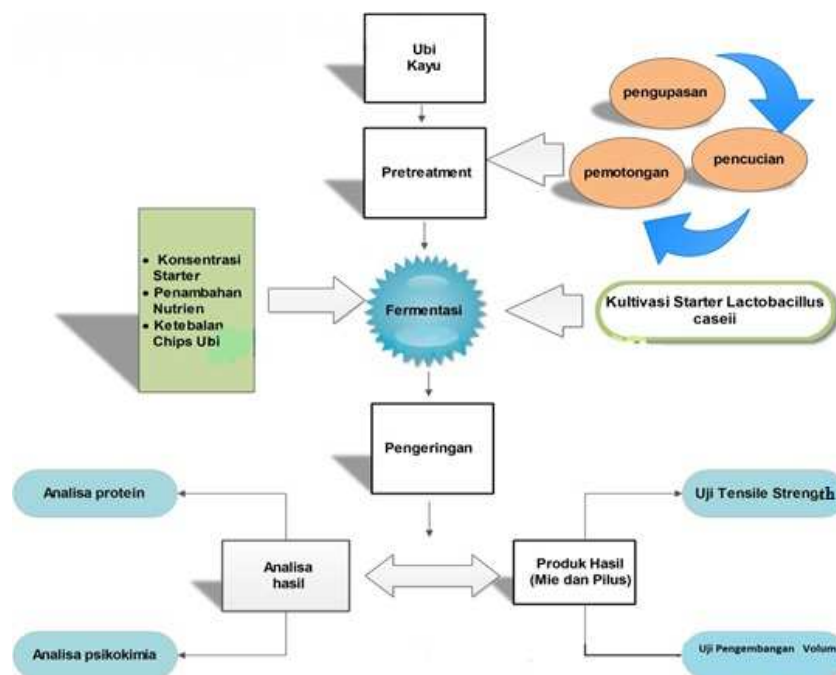
2. Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan antara lain ubi kayu, air, starter *Lactobacillus casei*, ammonium hidrogen fosfat, biotin, cystein, glukosa, gluten, HA-3000, K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , lisin, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4 \cdot 5H_2O$, thiamin, urea, dan yeast ekstrak.

Alat

Alat yang digunakan antara lain tempat fermentasi, rangkaian alat uji analisa protein, satu unit alat Lloyd, peralatan analisisglukosa, *swelling* dan *solubility*.



Gambar 1. Skema Prosedur Penelitian

Prosedur Penelitian

Kultivasi *Lactobacillus casei*:

Kultivasi starter *Lactobacillus casei* bertujuan memperbanyak kultur *Lactobacillus casei* sebanyak 1 liter untuk mencukupi kebutuhan proses fermentasi yang akan dilakukan. Selain itu, kultivasi ini juga berguna untuk meregenerasi starter *Lactobacillus casei* yang akan digunakan.

Pembuatan media kultivasi dilakukan dengan mencampurkan beberapa bahan yang merupakan nutrient pertumbuhan starter *Lactobacillus casei* sesuai komposisi untuk 1 liter media, yaitu Glukosa, KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4 \cdot 5H_2O$, yeast ekstrak, urea, gluten, biotin, tiamin, lisin, cystein dan HA-3000. Bahan media kemudian dilarutkan ke dalam 1 liter aquadest dan diatur pH nya menjadi 6 menggunakan NaOH 33%. Setelah dilarutkan, larutan media dipanaskan hingga mencapai temperatur $100^\circ C$ selama 3 menit. Sterilisasi media dilakukan dengan autoclave (temperatur $121^\circ C$, tekanan 1,1 atm selama 20 menit)

Proses Fermentasi:

Proses fermentasi dalam pembuatan tepung modifikasi ubi kayu bertujuan untuk meningkatkan nilai gizi dan memperbaiki sifat psikokimia yang terkandung di dalam tepung modifikasi ubi kayu. Dalam percobaan ini, berat ubi kayu yang digunakan tiap variabel adalah 1 kg. Fermentasi dilakukan selama 72 jam pada temperatur ruangan dan bersifat anaerob. Variabel berubah yang digunakan pada saat proses

fermentasi adalah konsentrasi starter *Lactobacillus casei*, penambahan nutrisi dan ketebalan potongan chips ubi kayu.

Proses Pengeringan Ubi Kayu:

Tahap akhir dalam pembuatan tepung modifikasi ubi kayu adalah proses pengeringan. Proses pengeringan dilakukan setelah ubi kayu selesai difermentasi. Metode pengeringan menggunakan sinar matahari. Jangka waktu penjemuran ubi kayu dengan sinar matahari harus tepat. Jangan sampai jaringan ubi kayu masih hidup (masih segar) hingga masih utuh ketika difermentasi, tetapi juga jangan sampai terlalu kering hingga tidak bisa terfermentasi lagi. Proses pengeringan di bawah sinar matahari memerlukan waktu 4 – 5 hari di musim kemarau namun saat musim penghujan jangka waktu pengeringan bisa lebih lama.

Analisa Hasil:

1. Analisa kadar protein

1 gram tepung modifikasi ubi kayu, 10gr Na_2SO_4 anhidrid, 5gr $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 30 ml H_2SO_4 pekat dimasukkan ke dalam labu digester. Panaskan campuran tersebut pelan-pelan sampai tidak terbentuk percikan lagi, kemudian pemanasan diteruskan dengan cepat sampai *digestion* sempurna yaitu larutan menjadi tidak berwarna/jernih. Biasanya *digestion* membutuhkan waktu hingga dua jam. Selama proses *digestion*, labu digester harus sering diputar-putar agar pemanasan merata di seluruh labu digester. Dinginkan labu dan tambahkan aquadest ke dalam labu destilasi. Tambahkan 4gr serbuk Zn untuk mencegah terjadinya *bumping* serta percikan. Selama proses destilasi tambahkan 100 ml larutan NaOH 5 N, kemudian destilat ditampung dalam erlenmeyer yang berisi asam boraks jenuh sebanyak 150 ml. Proses dilakukan sampai NaOH habis. Titrasi destilat yang diperoleh dengan menggunakan HCl. Catat kebutuhan titran. Hitung kadar protein dalam bahan dengan mengalikan kadar nitrogen yang diperoleh dengan faktor konversi.

2. Analisa Psikokimia

a. Pengujian *sollubility*

1 gram tepung modifikasi ubi kayu dilarutkan dalam 20 ml aquadest, larutan tersebut dimasukkan ke dalam waterbath kemudian larutan dipanaskan dengan temperatur 60°C selama 30 menit. Supernatant dipisahkan dengan centrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit lalu diambil 10 ml kemudian dikeringkan dalam oven. Catat berat endapan keringnya.

$$\% \text{ Solubility} = \frac{\text{Berat endapan}}{\text{Volume supernatan}} \times 100\%$$

b. Pengujian *swelling power*

0,1 gram tepung modifikasi ubi kayu dilarutkan ke dalam 10 ml aquadest. Larutan dimasukkan waterbath kemudian dipanaskan dengan temperatur 60°C selama 30 menit. Supernatant dipisahkan dari pasta yang terbentuk dengan bantuan centrifuge, kecepatan yang digunakan 2500 rpm selama 15 menit.

$$\text{Swelling power} = \frac{\text{Berat pasta}}{\text{Berat sampel kering}}$$

c. Gugus karboksil

Gugus karboksil ditentukan dengan cara melarutkan 3 gram tepung modifikasi ubi kayu ke dalam 25 ml HCl 0,1 N dengan pengadukan selama 30 menit, slurry disaring dan dicuci hingga tidak mengandung Cl^- . Uji ada tidaknya Cl^- dengan menggunakan AgNO_3 . Apabila masih terdapat Cl^- filtrate akan menjadi keruh. Endapan yang sudah tidak mengandung Cl^- dilarutkan ke dalam 300 ml aquadest, dipanaskan hingga terbentuk gelatin dan dilanjutkan pemanasan hingga 15 menit. Larutan kemudian ditetesi indikator PP dan dilakukan titrasi menggunakan NaOH 0,1 N. Ulangi prosedur pengujian gugus karboksil menggunakan tepung tapioka.

$$\% \text{ Gugus karboksil} = \frac{(\text{vol. NaOH tepung} - \text{vol. NaOH tepung tapioka}) \times 0,0045 \times 100\%}{\text{Berat sampel}}$$

3. Pembuatan produk dari tepung modifikasi ubi kayu

a. Pembuatan mie

Campuran tepung modifikasi ubi kayu dan tepung tapioka sebanyak 50 gram dengan perbandingan 0%, 10%, 20% dan 30% tepung ubi kayu dibuat adonan dengan penambahan air hingga adonan kalis. Kemudian adonan yang sudah jadi dicetak menjadi mie.

Analisa *tensile strength* :

melilitkan mie pada alat pengukur *tensile strength* (Lloyd). Pengait akan menarik mie hingga putus kemudian *tensile strength* dihitung melalui instrumen sensor yang terhubung pada alat pengukur.

b. Pembuatan pilus

Membuat adonan dengan mencampurkan tepung modifikasi ubi kayu sebanyak 5 gram dan air hingga kalis. Adonan kemudian dibentuk menjadi pilus dengan diameter 5cm. Pilus kemudian digoreng selama 5 menit hingga matang.

Analisa pengembangan volume :

Pembuatan pilus sebanyak 20 kali agar data yang didapat lebih beragam dan mewakili sampel. Mengukur diameter pilus saat awal (D_1) maupun akhir (D_2). Volume pilus diukur dengan asumsi pilus berbentuk bulat sempurna. Tingkat pengembangan sampel diukur dengan cara berikut :

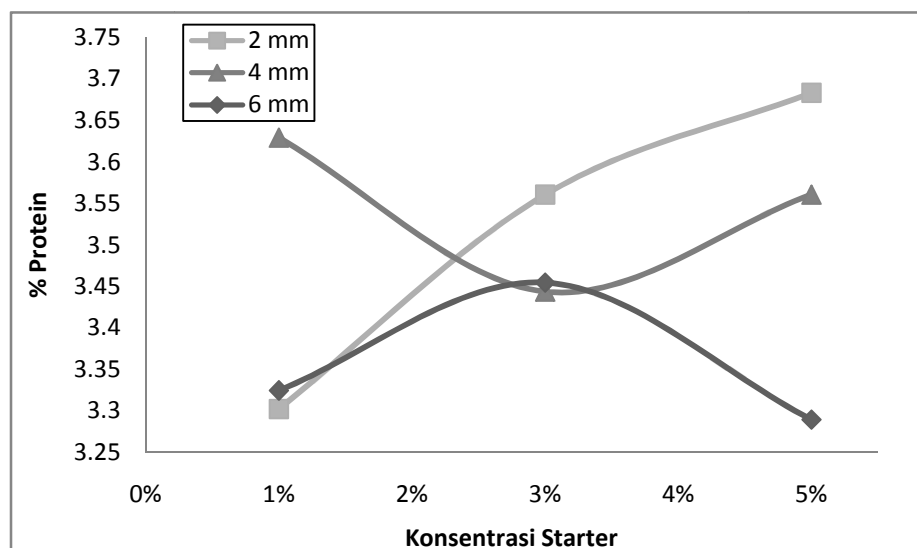
$$\text{Tingkat pengembangan}(\%) = \frac{V_2}{V_1} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini akan dipelajari mengenai pengaruh konsentarsi starter dan ketebalan potongan chips pada proses fermentasi ubi kayu terhadap kadar protein, sifat psikokimia dan produk yang dihasilkan.

Pengaruh Variabel pada Kadar Protein

Proses fermentasi ubi kayu pada percobaan ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan protein dalam tepung ubi kayu. Kadar protein yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Konsentrasi Starter terhadap Kadar Protein pada Berbagai Variabel Konsentrasi Starter dan Ketebalan Chips

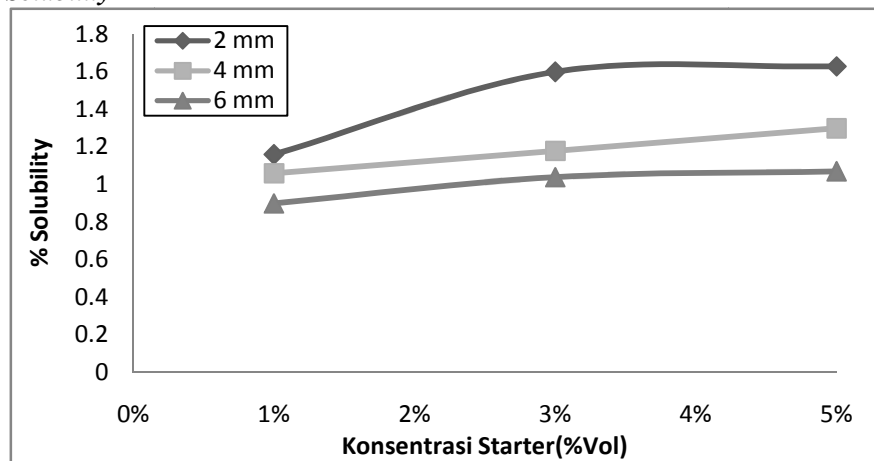
Gambar 2. menunjukkan bahwa hanya variabel konsentrasi starter 5% dan tebal chips 2mm yang mengalami peningkatan kadar protein. Kadar protein yang paling tinggi terjadi pada variabel konsentrasi

starter 5% dan tebal potongan chips 2mm, yakni menghasilkan kadar protein sebesar 3,68%. Sedangkan kadar protein pada variabel kontrol (fermentasi tanpa nutrien) didapat sebesar 0,98%. Pada variabel ketebalan chips singkong sebesar 2mm nilai protein yang didapat terus naik seiring peningkatan konsentrasi starter. Hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi starter maka isolat yang dihasilkan semakin banyak dan luas permukaan singkong pada variabel ini paling besar dibanding variabel lain sehingga kontribusi terhadap penambahan protein singkong semakin besar. Sedangkan pada variabel ketebalan yang lain, prosen protein turun disebabkan berkurangnya strain *Lactobacillus casei* setelah 36 jam karena luas permukaan kontak bakteri dengan media kecil sehingga menyebabkan *carbon limitation* dan aciditas yang tinggi pada media fermentasi yaitu singkong (Adentunde et al., 2010).

Pengaruh Variabel pada Sifat Psikokimia

Proses fermentasi ubi kayu pada percobaan ini bertujuan untuk mengetahui berbagai sifat psikomia tepung yang dihasilkan.

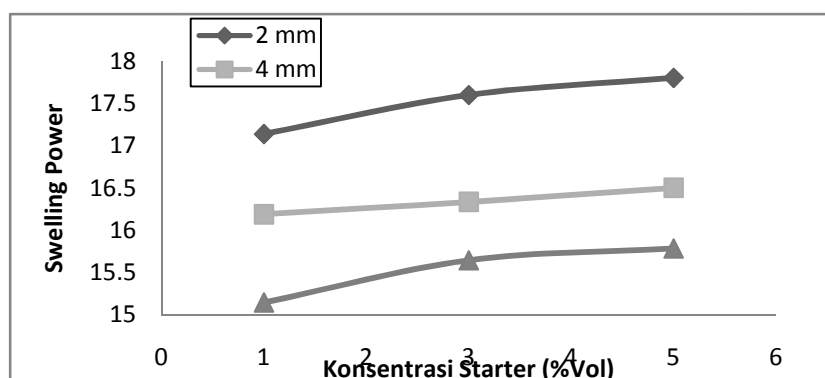
a. Solubility



Gambar 3. Pengaruh Hubungan Konsentrasi Starter terhadap % Solubility pada Berbagai Variabel Konsentrasi Starter dan Ketebalan Chips

Dalam Gambar 3. terlihat bahwa *solubility* meningkat seiring bertambahnya konsentrasi starter. Nilai *solubility* terbesar yang didapat dari tepung singkong hasil fermentasi *Lactobacillus casei* ini sebesar 1,63% pada variabel konsentrasi starter 5% dan ketebalan chips singkong 2mm. Nilai ini lebih besar bila dibandingkan dengan variabel kontrol (tanpa nutrien) yang memiliki nilai 0,94%. Fermentasi dapat meningkatkan *solubility* dan kapasitas air yang dapat diserap tepung. Selama fermentasi, aktifitas proteolitik menyebabkan penambahan polar group pada granula pati. Penambahan polar group yang signifikan ini meningkatkan hidrofilitas dari tepung singkong (Etudaiye et al., 2009). Degradasi molekul juga pati terjadi selama proses fermentasi. Degradasi komponen pati akan mengubah sifat psikokimia tepung singkong termasuk *solubility*. Di dalam pati terdapat ikatan antara amilosa dan amilopektin. Amilosa mempunyai sifat larut dalam air sedangkan amilopektin bersifat tidak larut dalam air (Rose et al., 2001).

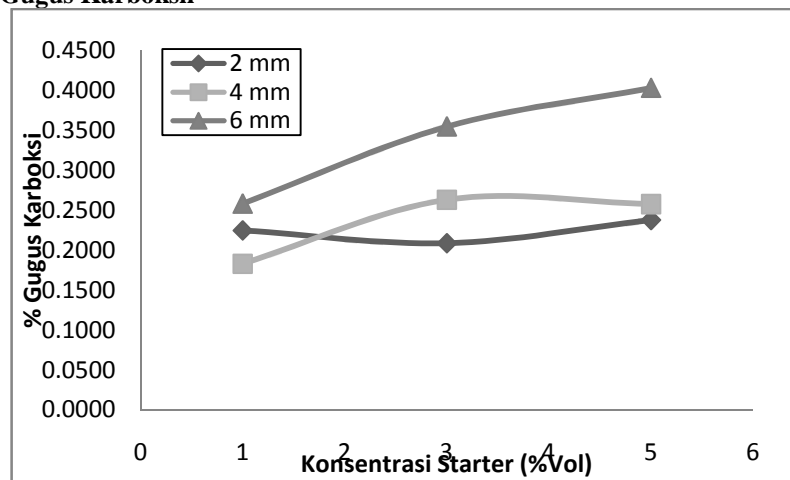
c. Swelling Power



Gambar 4. Hubungan Konsentrasi Starter dan Ketebalan Chips terhadap *Swelling Power* pada Berbagai Variabel Konsentrasi Starter dan Ketebalan Chips

Pada Gambar 4. terlihat bahwa *swelling power* meningkat seiring bertambahnya konsentrasi starter. *Swelling power* tertinggi didapat pada variabel konsentrasi starter 5% dan tebal chips 2mm sebesar 17,8 sedangkan variabel kontrol (tanpa nutrien) memiliki nilai sebesar 14,68. Hal ini dikarenakan adanya jumlah kandungan amilosa yang bertambah. Pati dengan amilosa yang tinggi akan meningkatkan kemampuan *swelling*, sehingga semakin tinggi amilosa maka *swelling*-nya makin tinggi. Amilosa dalam pati termodifikasi akan bertambah seiring bertambahnya konsentrasi starter dan seiring bertambahnya kandungan gugus karboksilatnya (Fatchuri dan Nur Wijayatingrum, 2009).

c. Gugus Karboksil



Gambar 5. Hubungan Konsentrasi Starter dan Ketebalan Chips terhadap Gugus Karboksil pada Berbagai Variabel Konsentrasi Starter dan Ketebalan Chips

Pada Gambar 5. menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi dari starter maka kadar karboksilnya cenderung bertambah. Kadar karboksil terbesar yang didapat dari tepung singkong hasil fermentasi *Lactobacillus casei* ini sebesar 0,4% pada variabel konsentrasi starter 5% dan ketebalan chips singkong 2mm lebih tinggi dibandingkan dengan variabel kontrol (fermentasi tanpa menggunakan nutrien) yang memiliki nilai kadar karboksil 0,22%. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya terbentuk asam organik lemah penyusun gugus karboksil. Keberadaan gugus karboksil ini menghalangi berkurangnya amilosa dan retrogradasi. Dari grafik dapat dilihat bahwa jumlah kadar karboksil tertinggi diperoleh pada konsentrasi 5%, 6mm yaitu 0,403%. Hal ini sesuai dengan syarat JECFA bahwa kadar karboksil maksimal yang diperoleh dari proses oksidasi tidak lebih dari 1,1%.

Pengaruh Variabel pada *Tensile Strength* dari Mie Tepung Termodifikasi

Tepung fermentasi yang dihasilkan diuji coba sebagai bahan baku pembuatan mie, setelah itu mie diuji *tensile strength*-nya untuk mengetahui kelayakannya.

Tabel 1. *Tensile strength* pada Variabel Mie Tepung Terigu dan Campuran Tepung Terigu & Tepung Ubi Kayu Termodifikasi

No.	Variabel		<i>Tensile Strength</i> (N/mm ²)
	Perlakuan	Perbandingan (w/w)	
1.	Tepung terigu		0.17930
2.	Perendaman starter 5%V; tebal potongan chips 2 mm	10:90	0.13800
3.		20:80	0.07630
4.		30:70	0.04308

Tabel 1. mengindikasikan bahwa semakin banyak tepung ubi kayu termodifikasi dalam campuran maka nilai *tensile strength*-nya menurun. *Tensile strength* atau daya regang berhubungan dengan kadar protein, dimana kadar protein yang tinggi memberikan nilai daya putus yang tinggi pula. Hal ini karena dengan semakin tinggi kadar protein berarti semakin panjang ikatan peptidanya, sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk memutuskan ikatan peptidanya tersebut (Hoseney, 1994).

Pengaruh Variabel pada Daya Kembang Kacang Pulus Tepung Termodifikasi

Tabel 2. Tingkat Pengembangan Volume tiap Variabel Konsentrasi Starter pada Tebal Potongan Chips 2mm

No	Variabel	Tingkat pengembangan (%)
1	Konsentrasi 1%	170,93
2	Konsentrasi 3%	215,43
3	Konsentrasi 5%	261,71

Tabel 3. Tingkat Pengembangan Volume Variabel Kontrol

No	Variabel Kontrol	Tingkat pengembangan (%)
1	Tepung singkong	126,15

Dari tabel 2. didapat tingkat pengembangan yang berbeda tiap variabel. Tingkat pengembangan volume terbesar dimiliki oleh variabel penambahan starter 5% berat sebesar 261,71%. Kemampuan mengembang tepung ubi kayu sangat dipengaruhi oleh kandungan amilosa. Amilosa dapat mengikat air dengan baik, sehingga semakin tinggi kadar amilosa dalam tepung maka adonan yang didapat semakin mengembang (Moorthy, 2006). Kandungan amilosa juga memberi ketahanan tekstur yang baik, sehingga adonan tidak mudah pecah. Sedangkan amilopektin memberi karakteristik adonan mudah pecah (Rahman, 2007).

4. Kesimpulan

Tepung ubi kayu termodifikasi (MOCAF) yang memiliki kadar protein tertinggi ialah tepung dengan konsentrasi starter 5% dan ketebalan potongan chips 2mm. Sifat psikokimia tepung MOCAF yakni *solubility*, *swelling power*, dan kadar karboksil terbesar diperoleh pada penggunaan tepung dengan konsentrasi starter 5% dan ketebalan potongan chips 2mm. Hasil *tensile strength* pada perlakuan konsentrasi starter 5% dan tebal chips 2mm, hasil terbaik didapat pada perbandingan tepung ubi kayu termodifikasi dan tepung terigu sebesar 10 : 90. Hasil pengembangan kacang pilus untuk tebal potongan chips 2mm, hasil terbaik didapat pada tepung dengan konsentrasi starter 5%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada segenap laboran Laboratorium Instrumentasi, Laboratorium Mikrobiologi Industri, dan Laboratorium Operasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro atas kontribusinya membantu menyukseskan dan meminjamkan tempat penelitian.

Daftar Pustaka

- Adetunde, A.A., Onilude. 2010. *Effect of Particulate Materials on Lactic Fermentation of New Local White Variety Cassava (Bianbasse) Using Both Spontaneous and Starter Culture*. Academic Journal. 4(1): 045-050.
- Etudaiye, H.A., Nwabueze, T.U., Sanni, L.O. 2009. *Quality of Fufu Processed from Cassava Mosaic Disease (CMD) Resistant Varieties*. African Journal of Food Science. 3(3):061-067.
- Fatchuri, A. dan N. Wijayatiningrum, F. 2009. *Modifikasi Cassava Starch dengan Proses Oksidasi Sodium Hypoclorite untuk Industri Kertas*. Semarang. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Franco, C., Morales, J., Alves, F. 2012. *Effect of Ball Milling on Structural and Physicochemical Characteristic of Cassava and Peruvian Carrot Starch*. Wiley-VCH. 65(3): 200-209.



- Ginting, E. dan Hartojo, K. 2002. *Cassava Processing Technologies Unsed In Indonesia*. Malang. Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute.
- Hoseney, R.C. 1994. *Principles of Cereal Science and Technology 2nd ed.* St. Paul, MN. American Association of Cereal Chemists.
- Mark, H., and Chavarriaga, P. 2005. *Cassava (Manihot esculenta Crantz): Reproductive Biology and Practices for Confinement of Experimental Fields Trial*. Program for Biosafety Systems International Food Policy Research Institute.
- Moorthy, S.N., Andersson, L.A., Eliasson, A.C., Santacruz, S., Ruales, J. 2006. *Determination of Amylose Content in Different Starches Using Modulated Differential Scanning Calorimetry*. Wiley Starch Starke.58(5):209-214.
- Odebode, S. 2008. *Apropriate Technology for Cassava Processing in Nigeria : User's Point of View*. Journal of International's Women Stusies. 9(3):269-286.
- Rahman, A.M. 2007. *Mempelajari Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Tapioka dan MOCAL (Modified Cassava Flour) sebaai Penyalut Kacang pada Produk Kacang Salut*. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Rose, K., Moss, R., Rahman, S., Appels, R., Doddard, F., Mc Master, G. 2001. *Evaluation of the 40 mg Swelling Test for Measuring Starch Functionally*. Elsevier Journal. 53:21-26.
- Siddharta G.V., Costa A.O., Lepine F. 2010. *Cassava Wastewater as a Substrate for the Simultaneous Production of Rhamnolipids and Polyhydroxyalkanoates by Pseudomonas aeruginosa*. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 36: 1063-1072.
- Shuren, J. 2001. *Production and Use of Modified Starch and Starch Derivatives in China*. Ho Chi Minh. Proc. 6th Regional Workshop.