

MODIFIKASI SIFAT PSIKOKIMIA DAN RHEOLOGI UBI KAYU BERBASIS KOMBINASI PERENDAMAN DENGAN GARAM DAN HIDROLISA MENGUNAKAN ASAM LAKTAT UNTUK BAHAN BAKU PRODUKSI MIE

Rustanti Wijyaningrum (L2C607050) dan Selfienna Ferdiani (L2C607051)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058
Pembimbing: Dr.nat.Techn.Siswo Sumardiono, S.T., M.T.

ABSTRAK

Tepung ubi kayu termodifikasi diproduksi dengan proses penggaraman menggunakan NaCl dan hidrolisa asam menggunakan asam laktat. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki sifat psikokimia dan rheologi tepung ubi kayu termodifikasi yang meliputi swelling power dan solubility. Ubi kayu yang telah dipotong-potong direndam dalam larutan garam 5%w atau asam laktat 1%w kemudian dikeringkan. Ubi kayu yang telah kering dibuat tepung dan dianalisa sifat psikokimia dan rheologinya. Variabel tetap penelitian ini adalah jenis ubi kayu, berat ubi kayu 1 kg, lama waktu pengeringan, konsentrasi garam 5%w, dan konsentrasi asam laktat 1%w sedangkan variabel berubahnya adalah lama waktu perendaman (2, 4, 6, 8, dan 10 jam). Produk dianalisa sifat-sifatnya yang meliputi swelling power, solubility dan uji teksture mie. Metode analisa swelling power berdasarkan metode Leach (1959), metode analisa solubility berdasarkan metode Kainuma (1967), dan analisa teksture mie dilakukan menggunakan texture analyzer, Lloyd. Dari hasil penelitian diketahui bahwa waktu perendaman tidak mempengaruhi hasil swelling power dan % solubility dan tensile strenght pada mie, perendaman menggunakan 5% garam memiliki hasil yang paling mendekati swelling power dan % solubility tepung terigu. Mie yang dihasilkan dari campuran 50% tepung terigu dan 50% tepung ubi kayu dengan perendaman asam laktat selama 4 jam memiliki tensile strength yang paling mendekati tepung terigu. Mie yang dihasilkan dari campuran 75% tepung terigu dan 25% tepung ubi kayu yang direndam menggunakan garam selama 10 jam memiliki tensile strength yang paling mendekati tepung terigu.

Kata kunci : ubi kayu, asam laktat, garam, swelling power, solubility, tensile strenght

ABSTRACT

Modification of cassava was produced by saltings process using NaCl and acid hydrolysis using lactid acid. The research's aim is to improved physicochemical and rheology properties of modified cassava such as swelling power and solubility. Cassava chips was soaked into 5% w salt solution or 1% w lactid acid solution then dehydrated. Dried cassava was grinded and then analyzed the physicochemical and rheological properties. The fixed variables were cassava species, weight of cassava 1 kg, drying time, salt concentration 5% w, and lactid acid concentration 1% w, while the changed variable was soaking time (2, 4, 6, 8, 10 hours). The product was analyzed its properties such as swelling power, solubility, and noodle texture. The analysis method was adopted from Leach et. al. (1959) of swelling power, Kainuma et. al. (1967) of % solubility, and texture analyzer, Lloyd of noodle texture. The result of this research saw that the soaked time did not effect on swelling power and % solubility and noodle tensile strenght. The variable of 5% salt soaking gave the closed swelling power and % solubility of wheat flour. The noodle product of mixing 50 % wheat flour and 50 % modified cassava flour by lactid acid soaked for 4 hours gave tensile strenght closed to wheat flour, while noodle product of mixing 75 % wheat flour and 25 modified cassava flour by salting for 10 hours gave tensile strenght closed to wheat flour.

Keywords: cassava, lactid acid, salt, swelling power, solubility, tensile strenght

PENDAHULUAN

Singkong (*manihot esculenta*), juga disebut ubi kayu, tapioka atau yuca, merupakan salah satu tanaman pangan yang paling penting di daerah tropis lembab, khususnya cocok untuk kondisi ketersediaan hara rendah dan mampu bertahan kekeringan. Singkong merupakan tanaman pangan penting di negara-negara tropis seperti Brazil, Nigeria, Indonesia dan Thailand. Namun, Pemanfaatan secara langsung sebagai bahan utama untuk produk roti dan

mie masih terbatas karena tidak memiliki kemampuan ekspansi selama baking dan sifat elastisitas yang kurang. Hanya tepung terigu yang mampu membentuk viskoelastisitas adonan, yang disebabkan kandungan protein glutenin dan gliadin, yang mampu mempertahankan gas selama fermentasi dan pada tahap awal baking. Kemudian setelah terjadi gelatinisasi, adonan akan terkonversi menjadi bahan elastis (Burrell, 2003; He dan Hosene, 1991).

Pati adalah penstabil tekstur yang baik dan regulator dalam sistem pangan. Namun, penggunaan pati alami (native) menyebabkan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan retrogradasi, sineresis, kestabilan rendah, dan ketahanan pasta yang rendah terhadap pH dan perubahan suhu, dimana hal ini dapat membatasi pemakaian di industri pangan (Singh, et.al., 2004). Pati dimodifikasi untuk meningkatkan kinerjanya untuk memenuhi berbagai industri. Pati dapat dimodifikasi untuk meningkatkan stabilitas pati terhadap panas yang berlebihan, asam, waktu pendinginan atau pembekuan dan untuk mengubah tekstur pati tersebut, untuk meningkatkan atau menurunkan viskositas, untuk memperpanjang atau memperpendek waktu gelatinisasi atau untuk meningkatkan visko-stabilitas. (Cousidine, 1982; Hermansson dan Svegmarm, 1996). Modifikasi pati dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Modifikasi secara fisika dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti perlakuan pemanasan, dengan gesekan pada suatu lempengan, pembekuan dalam liquid nitrogen, radiasi, dan lain-lain (Gonzalez, et.al., 2007; Sagar, et.al., 1998; Ska, et.al., 2000).

NaCl ini berupa bahan padat putih, memiliki bentuk kristal kubus yang transparan, tidak dapat terbakar serta mempunyai titik leleh 801°C (Rizal, T.M., 2005). Fungsi dari perendaman garam adalah melarutkan protein yang terkandung dalam ubi kayu (Widyaningsih dan Murtini, 2006).

Saat ini bakteri asam laktat digunakan untuk pengawetan dan memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan (Chabela, et.al., 2001). Bakteri Asam laktat mampu memproduksi asam laktat sebagai produk akhir perombakan karbohidrat, hydrogen peroksida, dan bakteriosin (Afrianto, et.al., 2006). Fermentasi alami dari pati singkong biasanya menggunakan flora laktat dan asam laktat yang mempunyai peranan penting dalam mengembangkan karakteristik pati ubi kayu yang telah difermentasi. (Dufour et al., 1996; Mestres dan Rouau, 1997). al., 1996; Mestres dan Rouau, 1997).

Gandum merupakan makanan pokok manusia, pakan ternak dan bahan industri yang mempergunakan karbohidrat sebagai bahan baku. Gandum dapat diklasifikasikan berdasarkan tekstur biji gandum (*kernel*), warna kulit biji (*bran*), dan musim tanam. Berdasarkan tekstur kernel, gandum diklasifikasikan menjadi *hard*, *soft*, dan *durum*. Sementara itu berdasarkan warna *bran*, gandum diklasifikasikan menjadi *red* (merah) dan *white* (putih). Untuk musim tanam, gandum dibagi menjadi *winter* (musim dingin) dan *spring* (musim semi). (Sramkova, Z., et.al., 2009)

Gliadins dan glutenins adalah protein penyimpanan dan mencakup sekitar 75% dari total protein. Gliadins dan glutenins terutama terletak di dalam endosperm bertepung dan tidak ditemukan dalam benih lapisan luar atau di germ. Penyimpanan dalam gandum protein unik karena mereka teknologi aktif. Mereka tidak memiliki aktivitas enzim, tetapi mereka memiliki fungsi dalam pembentukan adonan saat mereka mempertahankan gas (Belderok et al., 2000; Sramkova, Z., et.al., 2009).

Radiasi *ultraviolet* adalah radiasi elektromagnetis terhadap panjang gelombang yang lebih pendek dari daerah dengan sinar tampak, namun lebih panjang dari sinar-X yang kecil. UV matahari dapat diklasifikasikan ke dalam UVA (315 - 400 nm), UVB (280-315 nm) dan UVC (100 - 280 nm), sementara pendek panjang gelombang kurang dari 290 nm akan mengalami penyerapan yang signifikan dengan suasana di lapisan ozon (WHO, 1994). Radiasi elektromagnetik sinar ultraviolet berkisar antara 400 dan 10 nm, dan terbagi lagi pada beberapa bagian. Kisaran dari panjang gelombang UV yang tidak terlihat kurang dari 400nm. Sebagai tanda awal, dapat dihasilkan panjang gelombang kurang dari 320 nm, karena tidak ada kaca optik yang tersedia untuk menghantarkan gelombang yang lebih pendek (photons) (Masschelein, W. J., 2002).

Mie merupakan bahan pangan yang berbentuk pilinan memanjang dengan diameter 0,07 – 0,125 inci yang dibuat dengan bahan baku terigu dengan atau tanpa tambahan kuning telur (Beans et al., 1974). Sifat khas mie adalah elastis dan kukuh dengan lapisan permukaan yang tidak lembek dan tidak lengket. Sifat tersebut dapat diperoleh dari terigu dengan perlakuan tertentu (Marsono, Y dan Astanu, W.P).

Sekarang ini baru dikembangkan pembuatan terigu dari singkong dengan melalui penambahan garam atau molases untuk mengeluarkan protein dari singkong. Ubi kayu hasil perlakuan ini tidak akan mengeluarkan lendir seperti tepung tapioka dan merupakan karbohidrat murni yang cocok untuk orang yang sedang diet, tepung ubi kayu ini bisa kita buat mie, roti dll. (Dufour et al., 1996; Mestres dan Rouau, 1997; Plata-Oviedo dan Camargo; 1998).

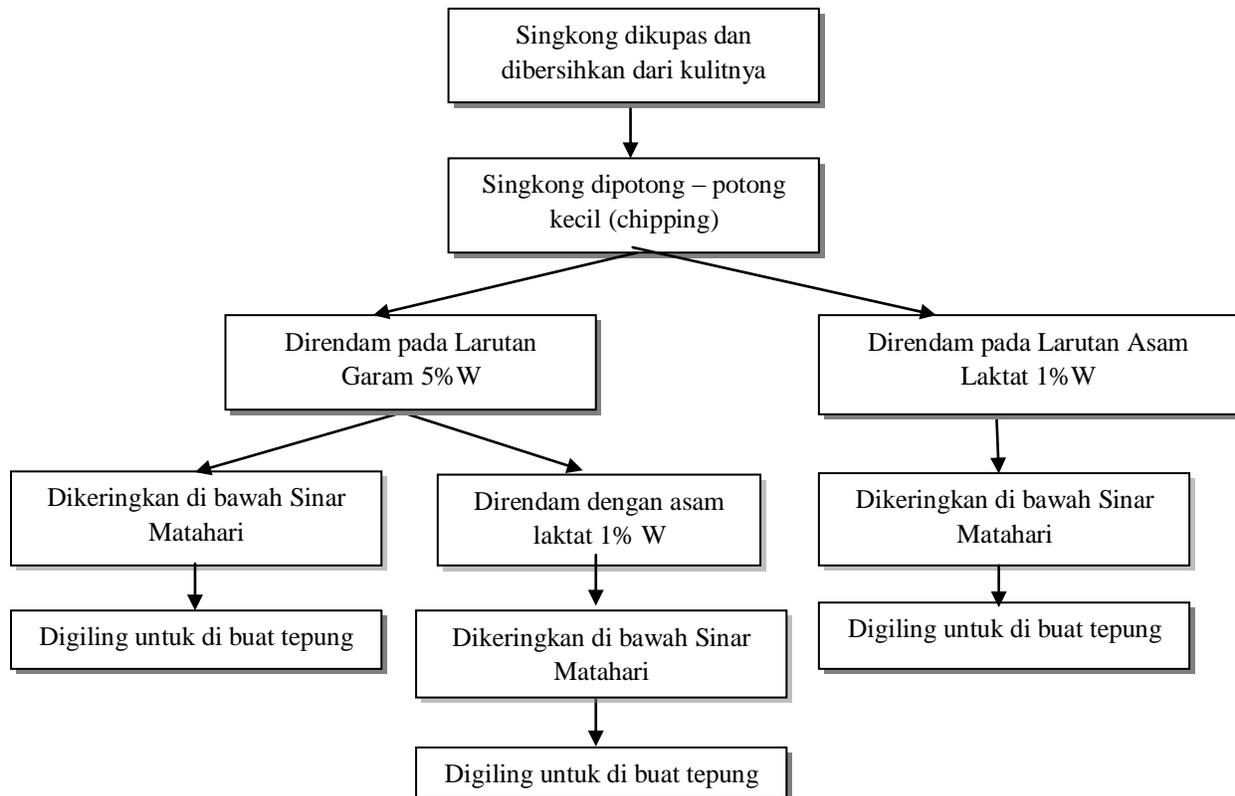
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan produk tepung ubi kayu termodifikasi dengan sifat psikokimia dan rheologi setara terigu menggunakan teknologi proses kombinasi perendaman dengan garam, hidrolisa menggunakan asam laktat dan penjemuran dengan sinar matahari.

METODE PENELITIAN

Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ubi kayu, tepung terigu merk Cakra Kembar, garam, asam laktat, dan aquadest. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variabel tetap : jenis singkong yang ada di pasaran (*Mannihot esculenta*), berat singkong 1 kg, lama waktu pengeringan (dikeringkan hingga kering), konsentrasi larutan garam 5% W, Konsentrasi Larutan Asam Laktat 1% W. Sedangkan variabel berubah adalah lama waktu perendaman (2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam, 10 jam).

Pembuatan Tepung Ubi Kayu Termodifikasi

Pembuatan tepung ubi kayu termodifikasi meliputi pembersihan dan pengupasan kulit, pemotongan, perendaman, pengeringan dan penggilingan. Diagram alir proses pembuatan tepung ubi kayu termodifikasi seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1.

Diagram alir pembuatan tepung ubi kayu termodifikasi

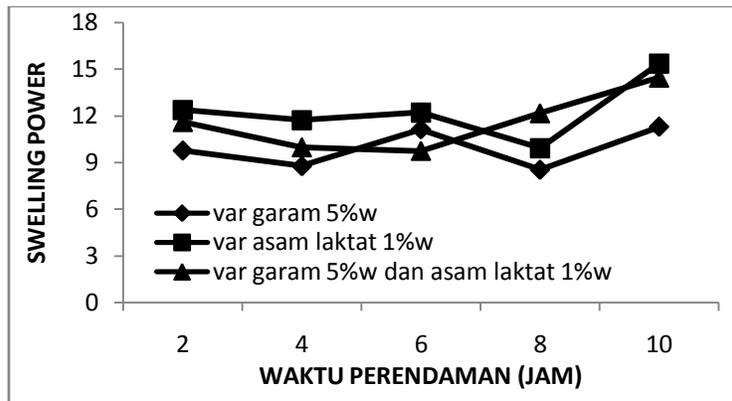
Pembuatan Mie

Pembuatan mie dilakukan sebagai berikut : dibuat campuran tepung terigu dan tepung ubi kayu termodifikasi sebesar 75% : 25% dan 50% : 50% serta tepung terigu 100% sebagai bahan perbandingan. Selanjutnya campuran tersebut ditambahkan air secukupnya. Campuran tepung dan air tersebut dibuat adonan kemudian dibuat menjadi lembaran menggunakan alat pembuat mie. Lembaran mie selanjutnya dicetak menggunakan cetakan mie bergerigi.

Analisa dilakukan terhadap sifat fisika ubi kayu yaitu Tensile Strength. Uji *Tensile strenght* dengan menggunakan alat *texture analyzer, Lloyd*.

HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

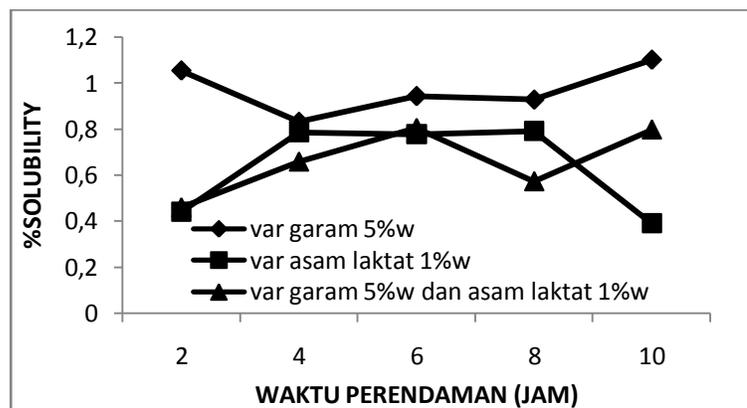
➤ Perbandingan Swelling Power Pada Berbagai Jenis Perendaman



Gambar 2. Grafik hasil swelling power pada perendaman menggunakan garam 5% w, asam laktat 1%w, serta perendaman garam 5%w dan asam laktat 1% w

Swelling power mencirikan daya kembang suatu bahan. Hasil penelitian yang tersaji pada gambar 2. waktu perendaman tidak berpengaruh dengan hasil swelling power karena rata-rata swelling power yang dihasilkan secara signifikan cenderung relatif stabil terhadap waktu. Dari hasil penelitian, perbedaan swelling power dipengaruhi oleh jenis perendamannya. Pada grafik tersebut rata-rata swelling power yang dihasilkan perendaman garam 5%w sebesar 9,90, perendaman menggunakan asam laktat 1%w sebesar 12,33, serta perendaman menggunakan garam 5%w dan asam laktat 1%w sebesar 11,57. Sebagai perbandingan, tepung terigu cakra kembar yang ada di pasaran memiliki swelling power sebesar 9,35 dan tepung ubi kayu dengan perendaman air memiliki swelling power sebesar 6,92. Fungsi garam adalah melarutkan protein yang terkandung dalam ubi kayu (Widyaningsih dan Murtini, 2006) serta garam akan menarik keluar cairan sel jaringan yang mengandung sakarida-sakarida sehingga amilosa dan amilopektin dalam jaringan ubi kayu dapat tereduksi. Sedangkan perendaman menggunakan asam laktat 1%w dan pengeringan dengan sinar matahari menghasilkan depolimerisasi parsial molekul-molekul pati yang disebabkan adanya reduksi molekul amilosa dan amilopektin (Vatanasuchart. N, et.all, 2005). Hidrolisis menyebabkan rantai pati tereduksi dan cenderung lebih pendek sehingga mudah menyerap air. Air yang terserap pada setiap granula pati akan menjadikan granula-granula pati mengembang (Joung An, 2005).

➤ Perbandingan % Solubility Pada Berbagai Jenis Perendaman



Gambar 3. Grafik hasil solubility pada perendaman menggunakan garam 5% w, asam laktat 1%w, serta perendaman garam 5%w dan asam laktat 1% w

Hasil penelitian yang tersaji pada gambar 3 menunjukkan bahwa waktu perendaman tidak berpengaruh terhadap hasil kelarutan karena rata-rata kelarutan yang dihasilkan secara signifikan cenderung relatif stabil terhadap waktu. Dari hasil penelitian, yang mempengaruhi perbedaan kelarutan adalah jenis perendamannya. Pada grafik tersebut rata-rata %solubility yang dihasilkan pada perendaman garam 5%w sebesar 0,97, perendaman menggunakan asam laktat 1%w sebesar 0,64, serta perendaman menggunakan garam 5%w dan asam laktat 1%w sebesar 0,66. Sebagai perbandingan, tepung terigu cakra kembar yang ada di pasaran memiliki %solubility sebesar 1,35 dan tepung ubi kayu dengan perendaman air memiliki %solubility sebesar 0,45.

Fungsi dari perendaman garam adalah melarutkan protein yang terkandung dalam ubi kayu (Widyaningsih dan Murtini, 2006) serta garam akan menarik keluar cairan sel jaringan yang mengandung sakarida-sakarida sehingga amilosa dan amilopektin dalam jaringan ubi kayu dapat tereduksi. Sedangkan pada perendaman asam laktat, asam yang berdifusi ke dalam granula pati akan menjadi molekul-molekul yang lebih kecil dan mudah larut dalam air (Demeate, et.al., 2000). Molekul amilosa mudah terpecah dibanding dengan molekul amilopektin sehingga saat hidrolisa asam berlangsung akan menurunkan gugus amilosa (Atichokudomchaia, et.al., 2000). Di sisi lain, asam laktat dan radiasi UV dengan panjang gelombang yang berbeda pada pati singkong menyebabkan depolimerisasi sebagian molekul amilosa dan membentuk struktur jaringan dengan ikatan hidrogen (Vatanasuchart, et.al., 2003). Hal ini menunjukkan bahwa struktur dapat menyerap air. Hidrolisa pati dengan menggunakan asam organik akan menyebabkan viskositas rendah yang menunjukkan pati terdegradasi (Franco, et.al., 1988).

➤ **Perbandingan Tensile Strength pada variabel perbandingan tepung terigu dan tepung ubi kayu termodifikasi 50% : 50% dan 75% : 25% pada berbagai jenis perendaman**

Tabel 1. Data hasil Tensile Strength dari campuran 50% terigu dan 50% tepung ubi modifikasi serta 75% terigu dengan 25% tepung ubi modifikasi

No.	Variabel		Tensile Strength (N/mm ²)	
	Perlakuan	Waktu (jam)	50% : 50%	75% : 25%
1.	Perendaman Garam 5% w	2	0,011	0,007
2.	Perendaman Garam 5% w	4	0,007	0,008
3.	Perendaman Garam 5% w	6	0,012	0,028
4.	Perendaman Garam 5% w	8	0,013	0,012
5.	Perendaman Garam 5% w	10	0,008	0,016
6.	Perendaman Asam laktat 1% w	2	0,005	0,007
7.	Perendaman Asam laktat 1% w	4	0,019	0,008
8.	Perendaman Asam laktat 1% w	6	0,011	0,013
9.	Perendaman Asam laktat 1% w	8	0,006	0,008
10.	Perendaman Asam laktat 1% w	10	0,012	0,006
11.	Perendaman Garam 5% w dan Asam laktat 1% w	6 dan 2	0,007	0,010
12.	Perendaman Garam 5% w dan Asam laktat 1% w	6 dan 4	0,006	0,009
13.	Perendaman Garam 5% w dan Asam laktat 1% w	6 dan 6	0,010	0,012
14.	Perendaman Garam 5% w dan Asam laktat 1% w	6 dan 8	0,009	0,019
15.	Perendaman Garam 5% w dan Asam laktat 1% w	6 dan 10	0,009	0,009

Hasil penelitian yang disajikan pada tabel 1 merupakan hubungan waktu perendaman terhadap *tensile strength*. *Tensile strength* diperoleh menggunakan alat texture analyzer, Lloyd. Uji tensile digunakan untuk memperkirakan tekstur dari mie setelah dilakukan proses pencampuran tepung terigu cakra kembar dan tepung ubi kayu termodifikasi dengan perbandingan sebesar keduanya 50% : 50% dan 25% : 75% serta ditambahkan air secukupnya. Campuran tepung dan air tersebut dibuat adonan kemudian dibuat menjadi lembaran menggunakan alat pembuat mie. Lembaran mie selanjutnya dicetak menggunakan cetakan mie bergerigi. Uji tensile strength dilakukan

pada lembaran mie mentah. Nilai *tensile strenght* dan jarak patahan yang tinggi berhubungan dengan teksture mie ketika dimakan (Guan, 1998).

Tabel 1. menunjukkan bahwa *tensile strenght* tidak dipengaruhi lama perendaman. Dari hasil penelitian, yang mempengaruhi adalah jenis bahan perendam yang digunakan. Sebagai bahan perbandingan, 100% tepung terigu cakra kembar yang ada di pasaran memiliki *tensile strenght* 0,017 N/mm² dan mie yang dihasilkan dari campuran tepung ubi kayu dengan perendaman asam laktat selama 4 jam dengan 50% tepung terigu memiliki *tensile strenght* yang paling mendekati yaitu sebesar 0,019 N/mm². Untuk terigu 75%, Mie yang dihasilkan dari campuran tepung ubi kayu yang direndam menggunakan garam selama 10 jam dengan 75% tepung terigu memiliki *tensile strenght* yang paling mendekati yaitu sebesar 0,016 N/mm² dan perendaman garam selama 6 jam memiliki *tensile strenght* paling tinggi yaitu 0,027 N/mm². Semakin banyak terigu yang ditambahkan, maka mie akan menjadi lebih elastis, sehingga *tensile strenght* yang dihasilkan akan mendekati *tensile strenght* 100% tepung terigu.

Tensile strenght 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 (Horseney, 1994). Jaringan gluten pada tepung memiliki sifat viskositas yang dibentuk oleh glutenin sebagai pembawa sifat elastis. Gluten pada tepung memiliki sifat lentur (elastis) dan rentang (ekstansibel), kelenturan gluten ditentukan terutama oleh glutenin, sedangkan kerentanannya ditentukan oleh gliadin (Indah, 1994). Menurut Buckle, (1987) jaringan gluten bersifat viskoelastis, karakteristik itu dibentuk oleh fraksi protein glutenin yang bersifat elastis dan kuat serta protein gliadin yang elastis dan lemas.

KESIMPULAN

1. Adanya perubahan pada sifat psikokimia dan rheologi yang cukup signifikan antara pati termodifikasi dengan pati sebelum modifikasi. Waktu perendaman tidak mempengaruhi hasil swelling power dan %solubility pada tepung ubi kayu termodifikasi.
2. Perendaman menggunakan garam 5%w memiliki hasil yang paling mendekati swelling power dan % solubility tepung terigu yaitu sebesar 9,90 dan 0,97.
3. Waktu perendaman tidak mempengaruhi *tensile strenght* mie yang dihasilkan. Mie yang dihasilkan dari campuran tepung ubi kayu dengan perendaman asam laktat selama 4 jam dengan 50% tepung terigu memiliki *tensile strenght* yang paling mendekati tepung terigu yaitu sebesar 0,019 N/mm².
4. Mie yang dihasilkan dari campuran tepung ubi kayu yang direndam menggunakan garam selama 10 jam dengan 75% tepung terigu memiliki *tensile strenght* yang paling mendekati tepung terigu yaitu sebesar 0,016 N/mm².

SARAN

Penelitian ini dapat menjadi dasar dari penelitian lanjutan di masa depan. Kelanjutan penelitian kombinasi perendaman dengan garam dan hidrolisis menggunakan asam dengan reaksi UV dan modifikasi dengan metode lain diharapkan dapat menghasilkan mie dengan substitusi terigu 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E., E. Liviawaty., dan I. Rostini. 2006. Pemanfaatan Limbah Sayuran untuk Memproduksi Biomasa *Lactobacillus plantarum* sebagai Bahan Edible Coating dalam Meningkatkan Masa Simpan Ikan Segar dan Olahan. Laporan Akhir. Unpad. 113 hlm.
- Atichokudomchaia Napaporn, Sujin Shobngobb, Saiyavit Varavinita., 2000, Morphological Properties of Acid-Modified Tapioca Starch. Weinheim. 283-289.
- Beans, M.M., C.C. Nimmo, J.G. fallington, D.M. Keagy and D.K. Mecham, 1974. Effect of amilase, protease, salt, and pH on Noodle Dough. *Cereal Chemistry* 51 : 427-433.
- Belderok B, Mesdag H, Donner DA (2000) Bread-Making Quality of Wheat. Springer, New York
- Buckle, 1987. Ilmu pangan (terjemahan H. Purnomo). UI, Jakarta.
- Cousidine, D. M. (1982). Foods and food production encyclopedia. NY: John Wiley Inc. p. 142.
- Demiate. I.M, Dupuy.N, Huvenne.J.P, Wosiacki.G. 2000. Relationship between baking behavior of modified cassava starch and starch chemical structure determined by FTIR spectroscopy. *Carbohydrate Polymers* 42: 149-158.
- Dufour, D.; Larsonneuer, S.; Alarcon, F.; Brabet, C. and Chuzel, G. (1996), Improving the bread-making potential of cassava sour starch. In-Cassava Flour and Starch: Progress in Research and Development, ed. D. Dufour, G. M. O'Brieu and R. Best. Cirad- Ciat, Nantes, pp. 133-142

- Franco C M L, Ciacco C F, Tavares D Q 1988 Studies on the susceptibility of granular cassava and corn starch to enzymatic attack. Part 2: Study of the granular structure of starch. *Starch/Stärke* 40 29-32
- Gonzalez, R.T., E. Re, E., Anon, M.C., Pilosof A.M.R., dan Martinez, K., (2007), "Amaranth starch-rich fraction properties modified by high-temperature heating", *Food Chemistry*, 103, hal. 927-934.
- Guan, F. 1998. Studies on Oriental noodles: New probes to measure noodle strength and an objective laboratory method of noodle making, PhD dissertation. Kansas State University: Manhattan, KS.
- He, H. and R.C. Hosney. 1991. Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chem.* 68(4) : 334-336.
- Hee-Young An., 2005, Effects of Ozonation and Addition of Amino acids on Properties of Rice Starches. A Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana state University and Agricultural and Mechanical College
- Hermansson, A. M., & Svegmak, K. (1996). Developments in the understanding of starch functionality. *Trends in Food Science and Technology*, 7, 345-353
- Hosney, R.C. 1994. *Pasta and Noodles Principles of Cereal Science and Technology* Second Edition. American Association of Cereal Chemists, Minnesota.
- Indah.S.U.1994. Pengolahan Roti .Pusat Antar Pangan Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada , Yogyakarta.
- Kainuma K, Odat T, Cuzuki S (1967). "Study of starch phosphates monoesters". *J. Technol, Soc. Starch* 14: 24 – 28.
- Leach HW, Mc Cowen LD, Schoch TJ (1959). "Structure of the starch granules. In: swelling and solubility patterns of various starches". *Cereal Chem.* 36: 534 – 544.
- Marsono, Y.; Astanu, W.P.; Pengkayaan Protein Mie Instan dengan Tepung Tahu. *Agritech* vol 22, no. 3, hal 99-103.
- Massachelein, W.J. 2002. *Ultraviolet Light in Water and Wastewater Sanitation*. United State of America : Lewis Publishers.
- Mestres, C. and Rouau, X. (1997), Influence of natural fermentation and drying conditions on the physicochemical characteristics of cassava starch. *J. Sci. Food Agric.*, **74**, 147-155.
- Rizal, T.M., Pengaruh Kadar Garam Dapur (NaCl) Dalam Media Pendingin Terhadap Tingkat kekerasan Pada Proses Pengerasan Baja V-155. 2005. Laporan Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
- Sagar, A. D. V., M.A., Thomas, E.L., Armstrong, R.C., dan Merrill, E.W., (1998), "Irradiation-modification of starch-containing thermoplastic blends. I. Modification of properties and microstructure", *Journal of Applied Polymer Science*, 61, hal. 139-155
- Singh, J., Kaur, L., dan Singh, N., (2004), "Effect of acetylation on some properties of corn and potato starches", *Starch*, 56, hal. 586-601.
- Ska, J. S. K., F., dan Tomasik, P., (2000), "Deep-freezing of potato starch", *International Journal of Biological Macromolecules*, 27, hal. 307-314.
- Sramkova, Z.; Gregova, E., and Sturdik, E., (2009). Chemical Composition and Nutritional Quality of Wheat Grain. *Acta Chimica Slovaca*, Vol. 2, no. 1, 2009, page 115-138
- Vatanasuchart, N., Naivikul O., Charoenrein, S., Sriroth K. (2003). Effects of Different UV Irradiations on Properties of Cassava Starch and Biskuit Expansion. *Kasetsart J. (Nat. Sci)*, 37 : 334 – 344.
- Vatanasuchart, N., Naivikul, O., Charoenrein, S., Sriroth, K. (2005). Molecular properties of Cassava Starch Modified With Different UV Irradiations to Enhance Baking Expansion. *Carbohydrate Polymers*, 61 : 80 – 87.
- Widyaningsih, T.D. dan E.S. Murtini, 2006. Pengolahan Masa Kini. [16 Februari 2008]. [http:// www.e-dukasi.net/trubus Agrisarana](http://www.e-dukasi.net/trubus Agrisarana).