

**PENGEMBANGAN PROSES INOVATIF KOMBINASI REAKSI
HIDROLISIS ASAM DAN REAKSI PHOTOKIMIA UV UNTUK
PRODUKSI PATI TERMODIFIKASI DARI TAPIOKA**



TESIS

**Untuk memenuhi persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2**

Magister Teknik Kimia

ISTI PUDJIHASTUTI

NIM: L4C 008 015

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2010

Abstrak

Pati termodifikasi merupakan produk sangat prospektif dalam industri pangan. Pertimbangan utama dari penelitian ini adalah meningkatnya volume import gandum dan kebutuhan akan pati termodifikasi oleh industri. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan hidrolisis asam laktat dan reaksi fotokimia UV sebagai katalis terhadap tapioka untuk memodifikasi sifat sifat psikokimia dan rheologinya. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh konsentrasi asam, lama penyinaran lampu UV dan waktu pengeringan dengan pengering sinar matahari. Variabel percobaan meliputi konsentrasi asam laktat (0,5; 1; 1,5; 2 dan 2,5%), lama penyinaran dengan lampu UV (10, 15, 20, 25 dan 30 menit) dan waktu pengeringan sinar matahari (2, 3, 4, 5 dan 6 jam). Tahap penelitian yaitu melarutkan tapioka dengan larutan asam laktat kedalam reaktor tangki berpengaduk dengan disinari lampu UV kemudian disaring. Tapioka hasil hidrolisis kemudian dikeringkan dengan pengering sinar matahari. Sifat sifat psikokimia dan rheologi produk ditentukan dengan analisis viskositas, swelling power, kelarutan, baking ekspansi, hardness tengah dan hardness dinding roti muffin. Hasil optimum yang didapat menunjukkan viscositas, swelling power, kelarutan, baking ekspansi, hardness tengah dan dinding roti berturut-turut sebesar 4,500dPa's; 25,75; 2,27%; 3,81 ml/ gr; 169,02 gf dan 305,35 gf. Perubahan sifat psikokimia dan rheologi ini terlihat signifikan jika dibandingkan dengan tapioka asli dan gandum. Selanjutnya produk ini diharapkan dapat digunakan untuk substitusi produk pangan.

Kata kunci: swelling power, hidrolisis asam, fotokimia UV, baking ekspansi.

Abstract

Modified starch is a very prospective conversion starch in the food industry. The main consideration of the research is the increasing volume of wheat import and industries demand of modified starch. The research method is by acid hydrolysis using lactic acid and UV photochemical reaction as catalyst of tapioca in order to modify physicochemical and rheological properties. The purpose of this research is to study the effect of acid concentration, UV lightening, and drying period using sunlight. The experiment variables are lactic acid concentration (0,5; 1; 1,5; 2 and 2,5%), UV lightening period (10, 15, 20, 25 and 30 minutes) and drying period using sunlight (2, 3, 4, 5 and 6 hours). Tapioca was dissolved in lactic acid solution on agitated tank reactor which was lighted by UV lamp and then screened. The hydrolyzed tapioca was then dried by sunlight. The physicochemical and rheological properties of product were determined by viscosity analysis, swelling power, solubility, baking expansion, center and wall hardness of muffin. Optimum result was obtained 4.500 dPa's, 25.75, 2.75%, 3.81 ml/g, 169.02 gf, and 305.55 gf for viscosity, swelling power, solubility, baking expansion, center and wall hardness of muffin respectively. The physicochemical and rheological properties changed significantly compared to initial tapioca and wheat. Moreover, it was expected to use as food product substitution.

Keyword: swelling power, acid hydrolysis, UV photochemical, baking expansion

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pati merupakan zat gizi penting dalam makanan sehari-hari. Menurut Greenwood dan Munro (1979) sekitar 80% kebutuhan energi manusia di dunia dipenuhi oleh karbohidrat. Karbohidrat ini dapat dipenuhi dari berbagai sumber seperti biji-bijian (jagung, padi, gandum), umbi-umbian (kentang, ubi kayu, ubi jalar) dan batang (sagu) sebagai tempat penyimpanan pati yang merupakan cadangan makanan bagi tanaman.

Pati memegang peranan penting dalam berbagai industri seperti kertas, lem, tekstil, permen, glukosa, dekstrosa, sirup fruktosa dan lain-lain. Dalam perdagangan, pati dikenal ada dua jenis yaitu pati biasa yang belum dimodifikasi dan pati yang telah dimodifikasi. Pati yang belum dimodifikasi meliputi semua jenis pati yang dihasilkan dari pabrik pengolahan dasar, misalnya pati tapioka (Koswara, 2006).

Pati tapioka merupakan pati yang diambil dari ubi kayu dimana dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau bahan pembantu pada industri non-pangan. Pemanfaatan tapioka ini masih sangat terbatas, oleh karena itu tapioka akan lebih tinggi nilai ekonominya jika dimodifikasi sifat-sifatnya melalui perlakuan fisik atau kimia, atau kombinasi keduanya (Tonukari, 2004).

Pati asli seperti tapioka, pati jagung, pati sagu dan pati-pati lain mempunyai beberapa kelemahan jika dipakai sebagai bahan baku dalam industri pangan maupun non-pangan (Hee-Young An, 2005). Kelemahan itu diantaranya jika dimasak pati membutuhkan waktu yang lama, pasta yang terbentuk keras dan tidak bening, sifatnya terlalu lengket dan tidak tahan terhadap asam. Kelemahan tersebut menyebabkan pati alami terbatas penggunaannya dalam industri (Kantouch dan Tawfik, 1998).

Sumber dan produksi pati di negara kita sangat berlimpah, yang terdiri dari tapioka, pati sagu, pati beras, pati umbi-umbian selain singkong disamping sumber pati yang belum diproduksi secara komersial (Koswara, 2006). Di lain pihak,

industri pengguna pati menginginkan pati yang mempunyai spesifikasi, kekentalan yang stabil baik pada suhu tinggi maupun rendah, ketahanan yang baik terhadap perlakuan mekanis, dan daya pengentalnya tahan pada kondisi asam dan suhu tinggi. Sifat sifat penting yang diinginkan dari pati termodifikasi (yang tidak dimiliki oleh pati alam) diantaranya adalah : kecerahannya lebih tinggi (pati lebih putih), retrogradasi yang rendah, kekentalannya lebih rendah, gel yang terbentuk lebih jernih, tekstur gel yang dibentuk lebih lembek, kekuatan regang yang rendah, granula pati lebih mudah pecah, waktu dan suhu gelatinisasi yang lebih tinggi, serta waktu dan suhu granula pati untuk pecah lebih rendah. Perkembangan teknologi dibidang pengolahan pati menunjukkan bahwa pati alam dapat dimodifikasi sehingga mempunyai sifat sifat yang diinginkan tersebut. Modifikasi disini dimaksudkan sebagai perubahan struktur molekul yang dapat dilakukan secara kimia, fisik maupun enzimatis. Pati alami dapat dibuat menjadi pati termodifikasi dengan sifat sifat yang dikehendaki atau sesuai dengan kebutuhan (Hee-Young An, 2005).

Dibidang pangan pati termodifikasi banyak digunakan dalam pembuatan sald cream, mayonaise, saus kental, jeli, produk produk konfeksioneri (permen coklat dan lain lain), pengganti gum arab dan lain lain, sedangkan dibidang non pangan digunakan pada industri kertas, tekstil, bahan bangunan, dan bahan pencampur (insektisida dan fungisida, sabun detergen dan sabun batangan). Dewasa ini metode yang banyak digunakan untuk modifikasi pati adalah modifikasi dengan asam, enzim, oksidasi dan ikatan silang (Koswara, 2006). Masing masing metode modifikasi tersebut menghasilkan pati termodifikasi dengan sifat yang berbeda beda.

Beberapa peneliti terdahulu telah melakukan modifikasi pati, diantaranya Atichokudomchai dkk (2000) melakukan penelitian tepung tapioka dihidrolisis dengan asam chlorida dan asam laktat pada suhu kamar untuk mengetahui tingkat kristal pada struktur pati tapioka. Bertolini dkk (2001) dengan tepung tapioka dihidrolisis asam laktat 2% b/b selama 10 menit dan radiasi sinar UV serta sinar Gamma, pada penelitian ini akan diamati pembentukan radikal bebas dalam pati setelah radiasi sinar UV dan Gamma. Vatanasuchart dkk (2003) dengan tepung

tapioka komersial dimodifikasi asam laktat 1% b/b selama 15 menit dan pengeringan dengan UV selama 6-15 jam, dari hasil analisis produk pati termodifikasi tersebut menunjukkan bahwa tekstur dari biskuit yang terbuat dari pati termodifikasi tersebut serupa dengan biskuit yang terbuat dari gandum. Pada tahun 2005 Phimpilai dkk mengadakan penelitian pati tapioka yang direndam dalam asam laktat 1% b/b selama 16 jam dengan kombinasi pengeringan sinar matahari atau oven ultra violet pada suhu 40-60°C. Ternyata pati tapioka yang dikeringkan pada 40°C pada oven cenderung memiliki volume spesifik yang lebih tinggi. Vatanasuchart dkk (2005) juga mengadakan penelitian berbahan baku tapioka komersial dimodifikasi dengan larutan asam laktat 1% b/b dan disinari UV dengan panjang gelombang yang berbeda selama 7-15 jam, penelitian ini menemukan bahwa pada modifikasi pati dengan radiasi UVB dan UVC pati yang dihasilkan mempunyai kemampuan ekspansi lebih besar.

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi tapioka dengan menggunakan asam laktat dan radiasi UV dengan harapan dapat menghasilkan produk pati termodifikasi dengan spesifikasi produk yang mampu digunakan sebagai substitusi gandum atau bahkan menggantikan gandum. Tapioka yang dimodifikasi nantinya dapat digunakan untuk bahan baku produksi roti sehingga import gandum bisa dikurangi. Import gandum mengalami kenaikan setiap tahunnya dan harganya saat ini sudah tidak rasional lagi, sehingga kita harus mencari inovasi teknologi dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang ada.

1.2 Perumusan Masalah

Modifikasi tapioka dengan kombinasi reaksi hidrolisis dan fotokimia telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, dan yang paling banyak reaksi hidrolisis asam laktat dan radiasi sinar Ultra Violet dalam pengeringan dengan oven. Namun dalam penelitian tersebut memiliki kekurangan yaitu untuk memperoleh hasil pati modifikasi membutuhkan waktu proses yang relatif cukup lama. Dalam penelitian ini akan dilakukan hidrolisis asam laktat pada reaktor yang dilengkapi lampu UV serta pengeringan dengan sinar matahari yang diharapkan hanya membutuhkan waktu lebih singkat untuk memperoleh hasil pati

modifikasi, dengan karakteristik psikokimia dan rheologi pati yang bisa dipakai sebagai substitusi atau pengganti gandum dalam pembuatan roti.

Pada waktu pengeringan dengan portabel pengering sinar matahari akan dilakukan variasi waktu pengeringan. Pengeringan dilakukan dengan ketebalan 1 cm, dari hasil pengeringan diharapkan akan diperoleh kadar air dari pati termodifikasi antara 10-15%.

1.3. Tujuan Penelitian.

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah :

- a. Mengkaji pengaruh konsentrasi asam terhadap sifat psikokimia dan rheologi tapioka.
- b. Mengkaji pengaruh lama penyinaran dengan lampu ultra violet terhadap sifat psikokimia dan rheologi tapioka.
- c. Mengkaji pengaruh lama pengeringan dengan sinar matahari terhadap sifat psikokimia dan rheologi tapioka
- d. Membandingkan sifat psikokimia dan rheologi antara pati modifikasi, tapioka dan gandum

1.4. Manfaat Penelitian.

Penelitian ini merupakan kajian eksperimental yang menghasilkan data-darta sifat psikokimia serta rheologi tapioka termodifikasi dengan proses reaksi kombinasi hidrolisis dan reaksi fotokimia. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diterapkan pada industri makanan yang berbahan dasar tapioka maupun gandum supaya menghasilkan produk makanan yang berkualitas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Pati

2.1.1. Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik, yang banyak terdapat pada tumbuhan terutama pada biji-bijian, umbi-umbian. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai atom karbonnya, serta lurus atau bercabang (Jane, 1995; Koswara, 2006).

Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Bentuk dan ukuran granula merupakan karakteristik setiap jenis pati, karena itu digunakan untuk identifikasi. Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak Umumnya pati mengandung 15–30% amilosa, 70–85% amilopektin dan 5–10% material antara. Struktur dan jenis material antara tiap sumber pati berbeda tergantung sifat-sifat botani sumber pati tersebut (Greenwood dkk., 1979).

Sumber pati utama di Indonesia adalah beras. Disamping itu dijumpai beberapa sumber pati lainnya yaitu; jagung, kentang, tapioka, sagu, gandum, dan lain-lain (Tharanathan dkk., 2005). Dalam keadaan murni granula pati berwarna putih, mengkilat, tidak berbau dan tidak berasa, dimana secara mikroskopik granula pati dibentuk oleh molekul-molekul yang membentuk lapisan tipis yang tersusun terpusat (Koswara, 2006; Niba dkk., 2002). Granula pati bervariasi dalam bentuk dan ukuran, dimana ada yang berbentuk bulat, oval, atau bentuk tak beraturan. Demikian juga ukurannya, mulai kurang dari 1 mikron sampai 150 mikron ini tergantung sumber patinya seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Granula Beberapa Jenis Pati (Koswara, 2006; Niba dkk. 2002).

Pati	Tipe	Diameter	Bentuk
Jagung	Biji-bijian	15 μm	Melingkar, poligonal
Kentang	Umbi-umbian	33 μm	Oval, bulat
Gandum	Biji-bijian	15 μm	Melingkar, lentikuler
Tapioka	Umbi-umbian	33 μm	Oval, kerucut potong

Sifat-sifat pati sangat tergantung dari sumber pati itu sendiri. Faktor yang menentukan sifat pati antara lain yaitu gelatinisasi. Beberapa karakterisasi gelatinisasi dari pati singkong (tapioka), jagung, kentang, dan gandum seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakterisasi Gelatinisasi Beberapa Jenis Pati (Koswara, 2006)

Pati	Suhu gelatinisasi Koffer ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu pemanasan Brabender ($^{\circ}\text{C}$)	”Peak” viskositas Brabender (BU)
Jagung	62-72	75-80	700
Kentang	58-68	60-65	3000
Gandum	58-64	80-85	200
Tapioka	59-69	65-70	1200

2.1.2. Granula Pati

Pati dalam jaringan tanaman mempunyai bentuk granula (butiran) yang berbeda-beda. Penampakan mikroskopik dari granula pati seperti bentuk, ukuran, keseragaman, bersifat khas untuk setiap jenis pati. Bentuk butiran pati secara fisik berupa semikristalin yang terdiri dari unit kristal dan unit amorf (Greenwood dkk.,

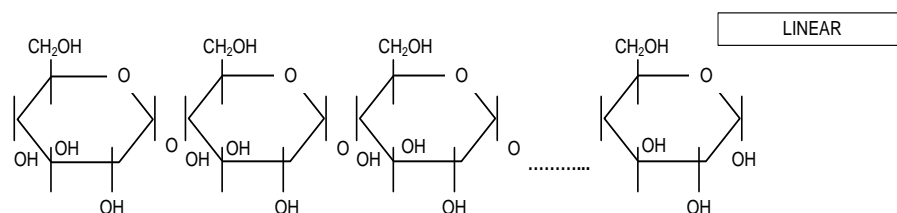
1979). Unit kristal lebih tahan terhadap perlakuan asam kuat dan enzim. Bagian amorf dapat menyerap air dingin sampai 30% tanpa merusak struktur pati secara keseluruhan (Jane, 1995).

Pati yang berasal dari biji-bijian tertentu hanya mengandung amilopektin saja yang dikenal dengan istilah “waxy” atau lilin. Spesies yang penting adalah sorgum lilin, jagung lilin dan beras lilin (Jane, 1995).

2.1.3. Amilosa

Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan bagian polimer dengan ikatan α -(1,4) dari unit glukosa, yang membentuk rantai lurus, yang umumnya dikatakan sebagai linier dari pati. Meskipun sebenarnya amilase dihidrolisa dengan β -amilase pada beberapa jenis pati tidak diperoleh hasil hidrolisis yang sempurna, β -amilase menghidrolisis amilosa menjadi unit-unit residu glukosa dengan memutus ikatan α -(1,4) dari ujung non pereduksi rantai amilosa menghasilkan maltosa (Hee-Joung An, 2005).

Suatu karakteristik dari amilosa dalam suatu larutan adalah kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang dan fleksibel yang selalu bergerak melingkar. Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iodamilosa membentuk warna biru. Dalam masakan, amilosa memberikan efek keras bagi pati (Hee-Joung An, 2005). Struktur rantai amilosa cenderung membentuk rantai yang linear seperti terlihat pada Gambar 1.



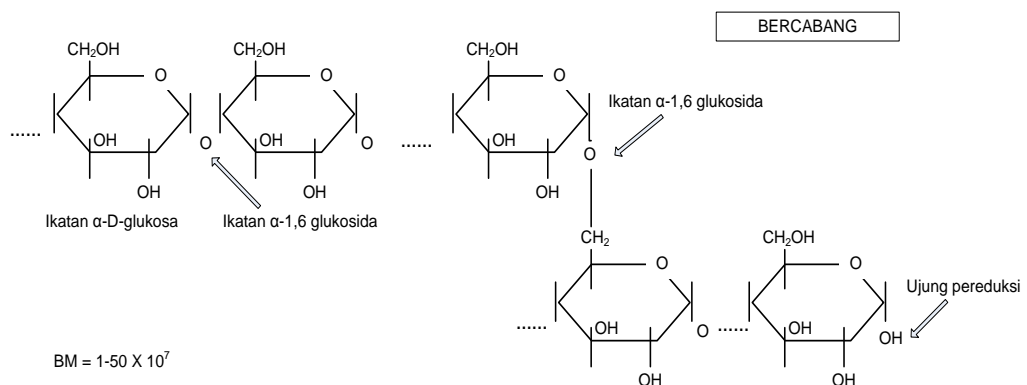
Gambar 1. Rumus Struktur Amilosa

2.1.4. Amilopektin

Amilopektin seperti amilosa juga mempunyai ikatan α -(1,4) pada rantai lurusnya, serta ikatan β -(1,6) pada titik percabangannya. Struktur rantai amilopektin cenderung membentuk rantai yang bercabang seperti terlihat pada Gambar 2. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4–5 % dari seluruh ikatan yang ada pada amilopektin (Ann-Charlotte Eliasson, 2004). Biasanya amilopektin mengandung 1000 atau lebih unit molekul glukosa untuk setiap rantai. Berat molekul amilopektin glukosa untuk setiap rantai bervariasi tergantung pada sumbernya. Amilopektin pada pati umbi-umbian mengandung sejumlah kecil ester fosfat yang terikat pada atom karbon ke 6 dari cincin glukosa (Koswara, 2006).

Amilopektin dan amilosa mempunyai sifat fisik yang berbeda. Amilosa lebih mudah larut dalam air dibandingkan amilopektin. Bila amilosa direaksikan dengan larutan iod akan membentuk warna biru tua, sedangkan amilopektin akan membentuk warna merah (Greenwood dkk., 1979).

Dalam produk makanan, amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (puffing) dimana produk makan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, porus, garing dan renyah. Kebalikannya pati dengan kandungan amilosa tinggi, cenderung menghasilkan produk yang keras, pejal, karena proses mekarnya terjadi secara terbatas (Hee-Joung An, 2005).



Gambar 2. Rumus Struktur Amilopektin

2.2. Sifat-sifat psikokimia dan rheologi produk tapioka termodifikasi

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia (esterifikasi, sterifikasi atau oksidasi) atau dengan mengganggu struktur asalnya. Pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul pati (Tharanathan dkk., 2005).

Beberapa metode yang dapat memodifikasi pati antara lain modifikasi dengan pemulian tanaman, konversi dengan hidrolisis, *cross linking*, derivatisasi secara kimia, merubah menjadi sirup dan gula serta perubahan sifat-sifat fisik. Modifikasi dengan konversi dimaksudkan untuk mengurangi viskositas dari pati mentah hingga dapat dimasak dan digunakan pada konsentrasi yang lebih tinggi, pati akan lebih mudah larut dalam air dingin dan memperbaiki sifat kecenderungan pati untuk membentuk gel atau pasta (Tharanathan dkk., 2005).

Sifat psikokimia pati yaitu sifat yang menunjukkan morfologi, struktur, dan kristalinitas dari pati. Sifat ini akan berpengaruh pada granula pati baik dalam bentuk gel, larutan, maupun kristal. Kandungan amilosa dan amilopektin memiliki pengaruh yang sangat besar pada sifat fisik pati (Ann-Charlotte Eliasson, 2004). Keduanya saling berhubungan dalam mengubah maupun membentuk sifat yang berbeda-beda tergantung pada perlakuannya. Dalam hal ini yang termasuk sifat-sifat psikokimia pati antara lain kandungan amilosa dan amilopektin, viskositas, gelatinisasi, dan swelling power (Murillo dkk., 2008).

Rheologi adalah ilmu yang mempelajari tentang perubahan bentuk dan aliran bahan yang biasanya digunakan pada bahan makanan. Rheologi data yang biasa dibutuhkan dalam industri makanan antara lain (James N. Be Miller dkk., 1997):

1. *Quality control* dari produk akhir
2. Mengevaluasi tekstur makanan
3. Secara fungsional menentukan komposisi dalam meningkatkan produk.

Sifat-sifat psikokimia dan rheologi produk tapioka termodifikasi seperti: *swelling power*, kelarutan, gugus karbonil, dan gugus karboksil memiliki standard tertentu berdasarkan pada penelitian yang sudah dilakukan terdahulu, seperti yang terlihat pada Tabel.3. *Swelling power* adalah kekuatan tepung untuk mengembang. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain: perbandingan amilosa-amilopektin, panjang rantai dan distribusi berat molekul. Tepung tapioka memiliki *swelling power* medium dibanding dengan tepung kentang dan sereal (James N. Be Miller dkk., 1997).

Tabel.3. Standard Sifat-sifat Psikokimia dan Rheologi Tapioka (Numfor dkk, 1994)

Sifat Psikokimia	Value
Swelling Power (g/g)	28,70 ± 1,5
Kelarutan (%)	29,71 ± 1,3
Gugus Karbonil (%)	0,03
Gugus Karboksil (%)	0,07
Viskositas (cp)	400

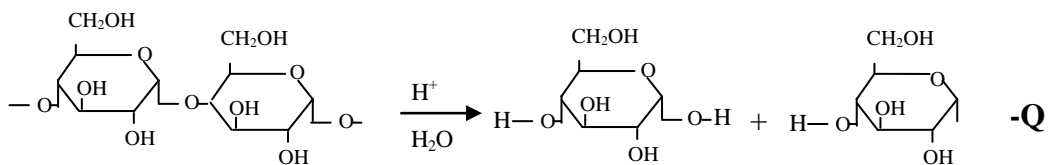
2.3. Modifikasi Pati

2.3.1. Hidrolisis Asam

Perlakuan pati di bawah titik pembentukan gel pada larutan asam akan menghasilkan produk dengan viskositas pasta panas yang rendah dan mempunyai rasio viskositas pasta dingin dan panas yang tinggi dan angka alkali (*alkali number*) yang tinggi dari pati-pati alami. Demikian halnya dalam pemecahan granula pati oleh air panas tidak sama dengan pati alami walaupun mempunyai bentuk granula yang hampir sama dengan pati alami.

Dibandingkan dengan pati aslinya, pati termodifikasi asam menunjukkan sifat-sifat yang berbeda, seperti (1) penurunan viskositas, sehingga memungkinkan penggunaan pati dalam jumlah yang lebih besar (2) penurunan kemampuan pengikatan iodine (3) pengurangan pembengkakan granula selama gelatinisasi (4) penurunan viskositas intrinsik (5) peningkatan kelarutan dalam air panas di bawah suhu gelatinisasi (6) suhu gelatinisasi lebih rendah (7) penurunan

tekanan osmotik (penurunan berat molekul) (8) peningkatan rasio viskositas panas terhadap viskositas dingin dan (9) peningkatan penyerapan NaOH (bilangan alkali lebih tinggi). Akan tetapi sama seperti pati alami, pati termodifikasi bersifat tidak larut dalam air dingin (Koswara, 2006). Karakteristik utama dari pati termodifikasi asam ini adalah kecenderungan untuk retrogradasi lebih rendah dibanding pati lainnya (Klanarong Sriroth, 2002).



Gambar 3. Reaksi hidrolisis starch dengan asam

Konsentrasi asam, temperatur, konsentrasi pati dan waktu reaksi dapat bervariasi tergantung dari sifat pati yang diinginkan. Molekul amilosa mudah terpecah dibanding dengan molekul amilopektin sehingga saat hidrolisa asam berlangsung akan menurunkan gugus amilosa seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Tapioka Modifikasi Hidrolisis Asam dengan Variasi Waktu (Atichokudomchaia dkk., 2000).

Waktu reaksi (jam)	Kandungan Amilosa (%)	Relatif kristalinitas (%)
0	28.80	39.53
12	27.20	41.59
24	26.81	45.60
48	22.82	46.55
96	16.00	47.89
192	6.01	51.01
384	3.06	53.28
768	1.30	57.75

2.3.2. Hidrolisis Enzim

Hidrolisis disini adalah dengan memecah rantai pada pati baik amilosa maupun amilopektin. Enzim yang memecah yaitu α - amilase. terdapat pada tanaman, jaringan mamalia, jaringan mikroba. Dapat juga diisolasi dari *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis* (Niba L.L dkk., 2002).

Cara kerja enzim α - amilase terjadi melalui dua tahap, yaitu : pertama, degradasi amilosa menjadi maltosa dan amiltrotiosa yang terjadi secara acak. Degradasi ini terjadi sangat cepat dan diikuti dengan menurunnya viskositas yang cepat pula. Kedua, relatif sangat lambat yaitu pembentukan glukosa dan maltosa sebagai hasil akhir dan caranya tidak acak. Keduanya merupakan kerja enzim α - amilase pada molekul amilosa (Koswara, 2006). Hal-hal yang mempengaruhi hidrolisa enzim antara lain konsentrasi asam, temperatur, dan waktu pemasakan (O.S Azeez, 2002). Laju hidrolisis akan meningkat bila tingkat polimerisasi menurun, dan laju hidrolisis akan lebih cepat pada rantai lurus. Hidrolisis amilosa lebih cepat dibanding hidrolisis terhadap amilopektin (Gnad T, 2003).

2.3.3. Modifikasi Ikatan Silang (*Cross-Linking*)

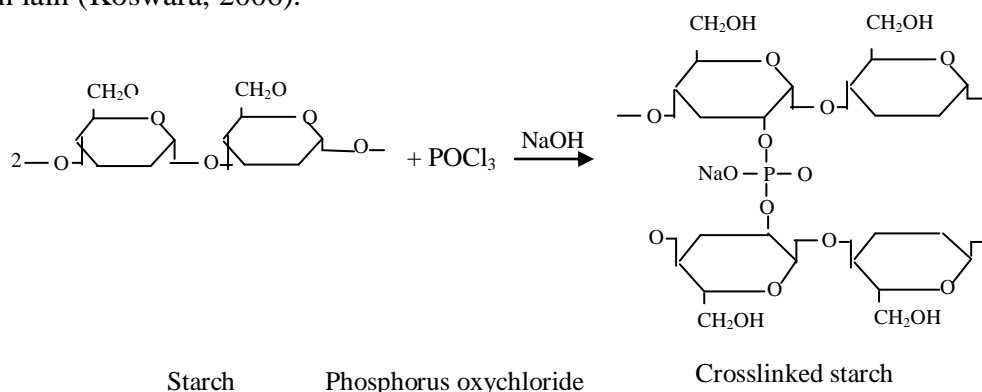
Seperti pada umumnya pati yang dipakai dalam industri ditentukan oleh sifat rheologi dari pasta pati yang dihasilkan dari pati tersebut seperti viskositas, kekuatan gel, kejernihan, dan kestabilan rheologi. *Cross-linking* menguatkan ikatan hidrogen dalam granula dengan ikatan kimia yang berperan sebagai jembatan diantara molekul-molekul. Sebagai hasilnya, ketika pati *cross-linked* dipanaskan dalam air, granula-granulanya akan mengembang sehingga ikatan hidrogennya akan melemah. Tahapan proses reaksinya seperti yang ada pada Gambar 4. (Megumi Miyazaki, 2006).

Cross-linking dipakai apabila dibutuhkan pati dengan viskositas tinggi atau pati dengan ketahanan geser yang baik seperti dalam pembuatan pasta dengan pemasakan kontinu dan pemasakan cepat pada injeksi uap. Pati ikatan silang dibuat dengan menambahkan *cross-linking agent* dalam suspensi pati pada suhu tertentu dan pH yang sesuai. Dengan sejumlah *cross-linking agent*, viskositas tertinggi dicapai pada temperatur pembentukan yang normal dan viskositas ini

relatif stabil selama konversi pati. Peningkatan viskositas mungkin tidak mencapai maksimum tapi secara perlahan-lahan meningkat sampai pemasakan normal, dan ini tidak untuk semua pati karena ada bahan lain terdapat dalam pati yang dapat mempercepat dan memperluas pengembangan misalnya gula (Koswara, 2006).

Untuk menguji sifat-sifat viskositas dari pati yang disebabkan oleh *cross-linking agent* dapat dilakukan dengan mengamati pola viskometrik dan suhu. Jadi untuk produk yang disiapkan untuk membuat makanan asam, *salad drying* diperlukan sejumlah asam organik, agar campuran akhir dapat dipergunakan untuk membentuk bubur pati sebelum dimasak. Cara ini dapat menghasilkan pati dengan ikatan silang yang stabil sehingga pada pemanasan pengembangan granula akan lebih lambat sehingga viskositas akan lebih stabil (Atichokudomchaia dkk., 2000).

Pada setiap tingkatan konsentrasi ikatan silang dapat diamati pengembangan granula pati hal ini dapat diamati selama pengolahan. Reaksi yang berlanjut dapat merusak struktur granula ini sehingga pengolahan produk jadi sukar untuk ditangani. Jadi apa bila dilakukan suatu reaksi kimia maka harus dipergunakan *cross-linking* agar produk derivat pati yang dihasilkan dapat diatur sesuai dengan karakteristik viskositasnya. Berjenis *cross-linking agent* telah banyak digunakan seperti hepihlorohidrin, tri-meta fosphat dimana keduanya sering dipakai untuk pembuatan makanan dan juga industri pati. *Cross-linking agent* lain yang banyak dipakai dalam industri adalah: aldehid, di-aldehid, vnyil sulfon, di-aldehid, vnyil sulfon, di-epoksida, bis-hidroksi metil etilen urea, dan lain lain (Koswara, 2006).

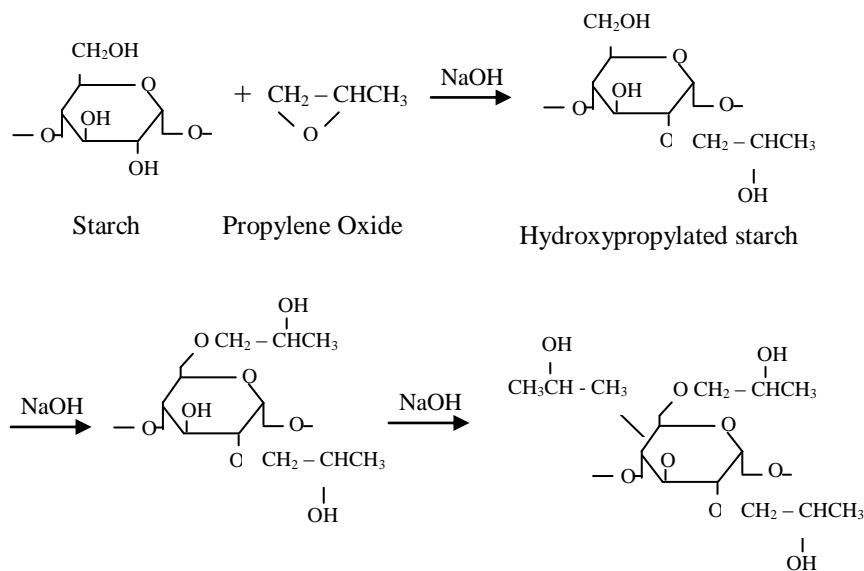


Gambar 4. Reaksi *cross-linking* pada starch

2.3.4. Oksidasi Pati

Pati dapat dioksidasi dengan aktivitas dari beberapa zat pengoksidasi dalam suasana asam, netral atau larutan alkali. Menurut FDA (*Food and Drugs Administration*) zat pengoksidasi diklasifikasikan sebagai pemutih dan oksidant untuk pemutih yang diizinkan adalah oksigen aktif dari peroksida atau khlorin dari natrium hipokhlorida, kalium permanganat, ammonium persulfat. Tahapan oksidasi pati seperti terlihat pada Gambar 5 (Koswara, 2006).

Bila pati telah teroksidasi menjadi produk maka pati ini akan larut dalam air panas membentuk bagian yang lebih kecil tanpa melalui yang mengandung pati teroksidasi dalam jumlah besar dan produk ini memperlihatkan kekuatan pereduksi. Lapisan tipis (film) yang diproduksi oleh larutan ini mempunyai tingkat kekuatan regangan yang rendah dibandingkan dengan pati tak termodifikasi, hal ini memberikan beberapa keuntungan seperti bentuk yang transparan dan kekuatan penetrasi dan sifat ini sangat baik untuk industri kertas, lem dan tekstil (Tharanathan dkk., 2005).



Gambar 5. Reaksi oksidasi pada starch

Penurunan viskositas pati karena proses oksidasi akan menyebabkan produk lebih mudah dioksidasi lagi menjadi turunannya (derivatnya) dan pengaruh yang sama dapat dihasilkan dari oksidasi derivat pati atau

menderivatkan pati teroksidasi, misalnya: pati terposforilasi yang dibuat dengan mempergunakan NaOH dengan produk reaksi dari epiklorohidrin dan amina tertier. Produk derivat ini dioksidasi dengan NaOCl, menghasilkan produk yang sangat baik untuk pelapis kertas (Tharanathan dkk., 2005).

2.4. Proses Hidrolisis Asam dengan Radiasi UV

Belakangan ini aplikasi radiasi sinar UV berkembang pesat dalam dunia industri pangan, dan minuman, dikarenakan semakin murah harga lampu UV dan mudah diperoleh, bahkan sudah tersedia unit skala rumah tangga khususnya untuk pengolahan air minum. Ultra Violet (UV) adalah bagian dari gelombang elektromagnetik. Radiasi ultra violet adalah radiasi elektromagnetik terhadap panjang gelombang yang lebih pendek dari sinar tampak, dan lebih panjang dari sinar X, berkisar antara 400 - 10 nm (Masschelein, 2002).

Menurut Masschelein (2002) sinar UV dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu UV-A panjang gelombang 400-300 nm, UV-B 315-280 nm dan UV-C 280-100 nm. Seluruh jenis panjang gelombang sinar UV disebut gelombang actinic, juga dikenal sebagai gelombang kimia, bertentangan dengan frekuensi gelombang thermic yang lebih tinggi. Actenic melibatkan gelombang energi yang dapat memprovokasi langsung perubahan kimia dalam radiasi molekul. Dua mekanisme dasar yang terjadi yaitu difusi (penyebaran) dan penyerapan. Difusi lebih banyak berkaitan dengan panjang gelombang pendek. Penyerapan oleh nitrogen dan oksigen akan menghilangkan semua vakum ultra violet. Ketika oksigen menyerap panjang gelombang dibawah 200 nm menghasilkan ozon, sedangkan ozon sendiri mengalami penyerapan dalam fotolisis dengan kisaran panjang gelombang 220-300 nm.

Hidrolisis asam laktat dengan radiasi sinar UV telah diteliti oleh beberapa peneliti antara lain: Bertolini dkk. (2000) menyatakan bahwa pada saat proses hidrolisis asam laktat merubah amilosa sehingga mempengaruhi sifat rheologi, misal turunnya viskositas pasta dari tapioka. Selain asam laktat sendiri menurunkan viskositas, radiasi UV pada pati tapioka juga meningkatkan keasaman dan peningkatan volume adonan pati selama pemanggangan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan Penelitian

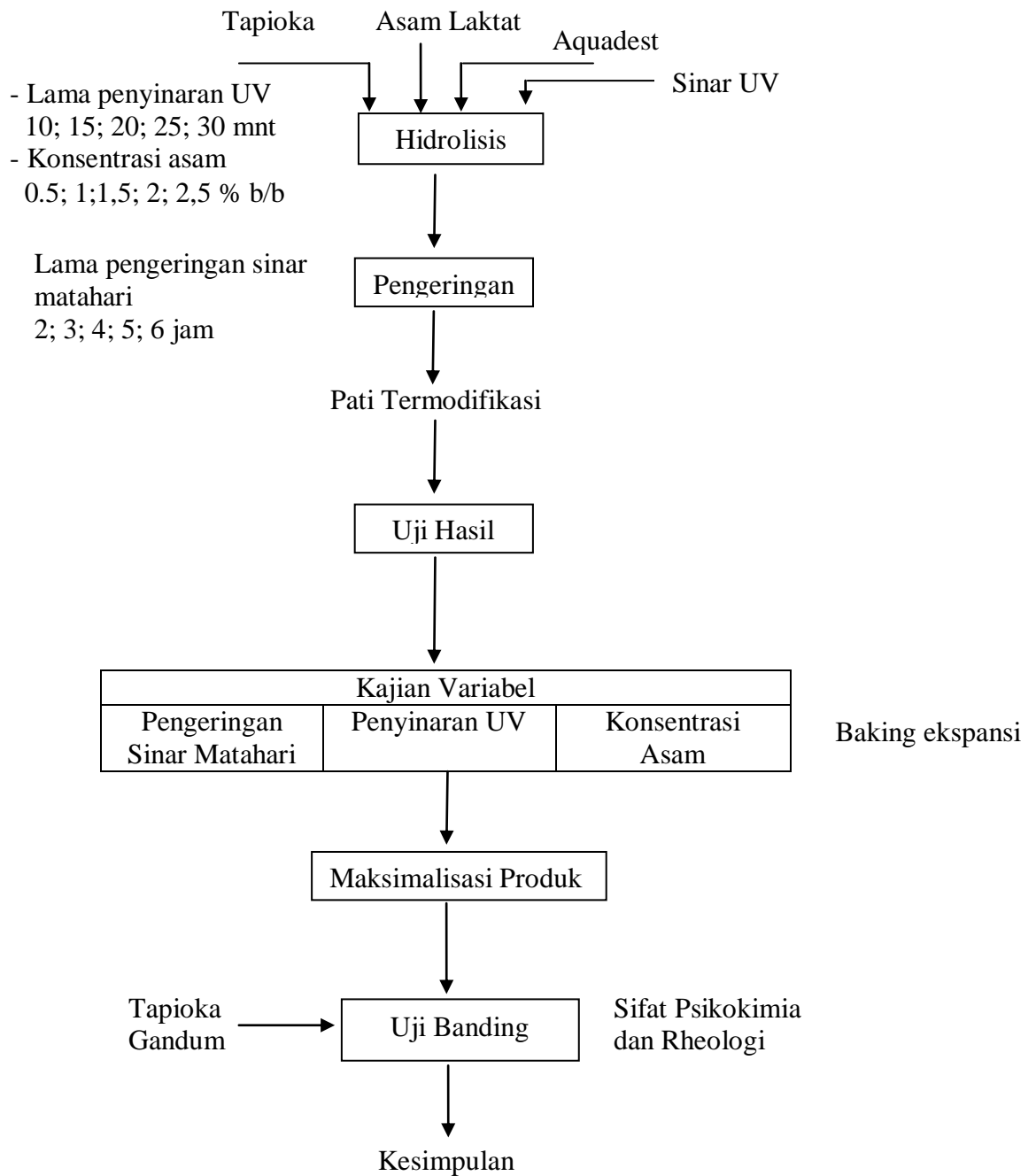
Bahan utama pada penelitian ini adalah tepung tapioka curah yang merupakan produk buatan dari PT Sungai Budi Lampung, aquadest dan asam laktat pa (Merck) tanpa perlakuan lebih lanjut.

3.2. Alat yang Dipakai

Alat utama penelitian ini adalah reaktor yang sudah dilengkapi dengan pengaduk, dalam penelitian ini digunakan beker glass 2 liter dengan magnetik stiler, lampu UV 25 watt, portabel pengering matahari. Sementara itu alat lain yang dipergunakan meliputi: oven, *centrifuge*, alat penyaring, viskosimeter, timbangan digital, *texture analyser* dan pH meter.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan eksperimen yang dilakukan dilaboratorium dimana secara garis besar tahapan penelitian yang dilakukan ditunjukkan sebagaimana yang tertera pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema Tahapan Penelitian

3.4. Hidrolisis Asam dengan Radiasi UV

Pada tahapan hidrolisis asam dengan radiasi UV dilakukan 15 run dengan 3 variabel berubah. Kegiatan penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan percobaan dengan distribusi perlakuan sebagaimana tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Rancangan Penelitian Hidrolisis Asam dengan Radiasi UV

	Variabel Proses				Hasil
	Pengeringan Sinar Matahari (jam)	Penyinaran UV (menit)	Konsentrasi Asam Laktat (%)	Pengukuran/ Analisis	
1	2,0	15	1,0		
2	3,0	15	1,0		
3	4,0	15	1,0	Baking ekspansi	M opt
4	5,0	15	1,0		
5	6,0	15	1,0		
6	Mopt	10	1,0		
7	Mopt	15	1,0		
8	Mopt	20	1,0	Baking ekspansi	L opt
9	Mopt	25	1,0		
10	Mopt	30	1,0		
11	Mopt	Lopt	0,5		
12	Mopt	Lopt	1,0		
13	Mopt	Lopt	1,5	Baking ekspansi	A opt
14	Mopt	Lopt	2,0		
15	Mopt	Lopt	2,5		
16	Mopt	Lopt	Aopt	Psikokimia dan rheologi	

Kondisi operasi tetap: Suhu $30^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$

Tekanan 1 atm

Perbandingan berat 1 : 3

Kecepatan pengadukan skala 8

3.5. Prosedur Kerja

1. Proses Hidrolisis

Pada tahap ini dimulai dengan membuat larutan asam laktat sesuai dengan konsentrasi yang bervariasi 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5 % dalam 1500 ml aquadest, kemudian melarutkan tapioka sebanyak 500 gram dalam larutan asam laktat dan disinari dengan lampu UV selama 10, 15, 20, 25, dan 30 menit, perlakuan ini dilakukan dalam beker glass 2 liter diatas magnetik stiler dengan pengadukan kecepatan skala 8. Produk yang diperoleh kemudian disaring dengan menggunakan kain saringan, hasil penyaringan dikeringkan diatas portabel pengering sinar mathari dengan variasi lama pengeringan 2; 3; 4; 5; dan 6 jam. Pati kering yang diperoleh kemudian dihaluskan dan disaring dengan saringan 100 mesh.

2. Studi sifat-sifat psikokimia dan rheologi pati termodifikasi yang di proses dengan proses hidrolisis asam dengan penyinaran UV dengan prosedur analisa sebagai berikut :

Pengujian *Swelling power* (Leach dkk, 1959)

Starch 0,1gr 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 rumus :

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

Pengujian Solubility (Kainuma dkk, 1967)

Starch 1 gr dilarutkan dalam 20 ml aquadest, kemudian larutan dipanaskan dalam *water bath* dengan temperatur 60 °C selama 30 menit. Supernatant dipisahkan menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit lalu diambil 10 ml untuk dikeringkan dalam oven dan dicatat berat endapan keringnya.

$$\% \text{ Solubility} = \frac{\text{berat endapan kering}}{\text{volume supernatant.}}$$

Pengujian Baking Ekspansi (Maria's Cook, 2002)

Starch 12,5 gr dicampur dengan susu, mentega, garam, gula, telur, air, *yeast* diaduk dengan mixer kecepatan sedang selama 5 menit. Suspensi (campuran adonan) ditimbang (50 gram) dimasukkan kedalam cetakan muffin dan dipanggang dalam oven selama 25 menit pada suhu 135°C. Setelah dingin kue muffin ditimbang dan diukur volumenya, spesifik volume (baking ekspansi) adalah ml/ gram.

Pengujian Viskositas (AACC, 2007)

Pengukuran viskositas dilakukan secara simultan dengan cara pemanasan dan pengadukan suspensi pati yang diletakkan pada suatu wadah di bagian instrumen. Temperatur sampel yang dianalisa sangat menentukan perubahan profil viskositas dari suatu campuran.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian.

Pada running penelitian dengan judul Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam dan Reaksi Photokimia UV untuk Produksi Pati Termodifikasi dari Tapioka diperoleh hasil seperti terlihat pada Tabel 6.

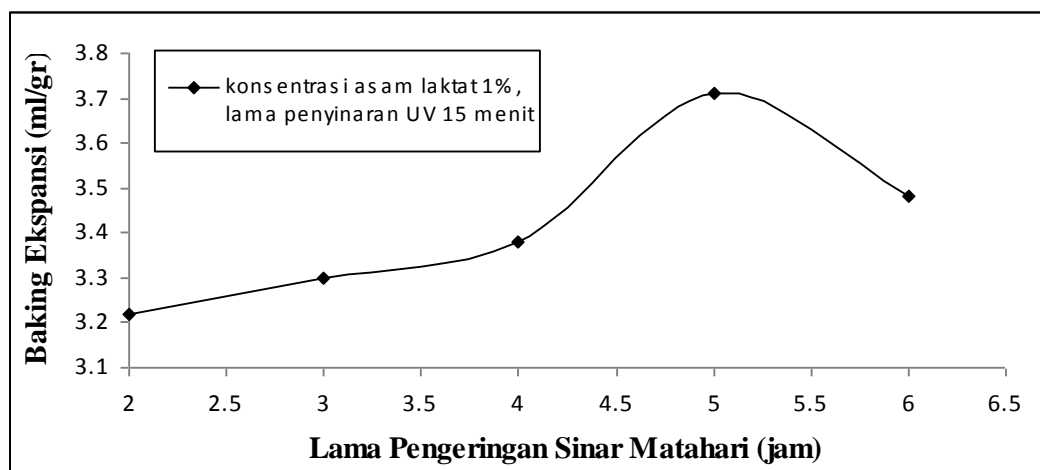
Tabel 6. Data baking ekspansi dan swelling power pati terhidrolisis asam laktat dan UV

Lama pengeringan sinar katahari (jam)	Lama penyinaran lampu UV (menit)	Konsentrasi Asam laktat (% b/b)	Baking ekspansi (ml/ gram)	Swelling power
2,0	15	1,0	3,22	20,65
3,0	15	1,0	3,30	22,45
4,0	15	1,0	3,38	25,44
5,0	15	1,0	3,71	26,75
6,0	15	1,0	3,48	26,75
5,0	10	1,0	3,02	20,59
5,0	15	1,0	3,71	23,08
5,0	20	1,0	3,81	25,46
5,0	25	1,0	3,72	26,53
5,0	30	1,0	3,72	26,88
5,0	20	0,5	2,65	24,65
5,0	20	1,0	3,81	25,38
5,0	20	1,5	3,32	24,88
5,0	20	2,0	2,39	23,75
5,0	20	2,5	2,01	21,17

4.2 Pembahasan Data.

4.2.1 Pengaruh pengeringan sinar matahari terhadap baking ekspansi.

Proses hidrolisis pati dengan asam laktat dan penyinaran lampu UV dilakukan dalam kondisi operasi yang tetara untuk konsentrasi asam laktat 1% b/b, lama penyinaran dengan lampu UV 15 menit, kemudian hasil pati terhidrolisis dikeringkan diatas portabel pengering sinar matahari dengan variasi lama pengeringan yaitu 2, 3, 4, 5, dan 6 jam. Masing masing perlakuan tersebut kemudian dianalisis baking ekspansinya. Data baking ekspansi seperti terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan lama pengeringan sinar matahari dengan baking ekspansi

Gambar 7 menunjukkan makin lama waktu pengeringan maka makin tinggi harga baking ekspansi. Degradasi pati yang disebabkan oleh asam laktat dan sinar UV selama hidrolisis 15 menit serta pengeringan hasil pada portabel pengering sinar matahari selama 5 jam menunjukkan nilai baking ekspansi yang maksimum. Sifat rheologi adonan pati dapat berhubungan dengan ekspansi pemanggangan dan ditingkatkan oleh radiasi UV baik dari sinar matahari maupun lampu UV serta penambahan asam laktat. Baking ekspansi dapat dikaitkan dengan tekanan penguapan, meningkatnya suhu sehingga mendorong pertumbuhan gelembung yang meningkat, pertumbuhan gelembung menyebabkan struktur sel yang dibentuk mengurangi ukuran dan viskositas pati, besarnya

gelatinisasi pati dalam roti adalah penting karena perannya dalam penentuan distribusi air dan menjaga kualitas. Baking ekspansi merupakan perbandingan spesifik volume dengan berat roti, karena spesifik volume dari roti muffin diukur mewakili perluasan karakteristik dari pati yang dimodifikasi dengan asam laktat dan sinar UV dengan pengering sinar matahari (Phimphilai S dkk, 2005).

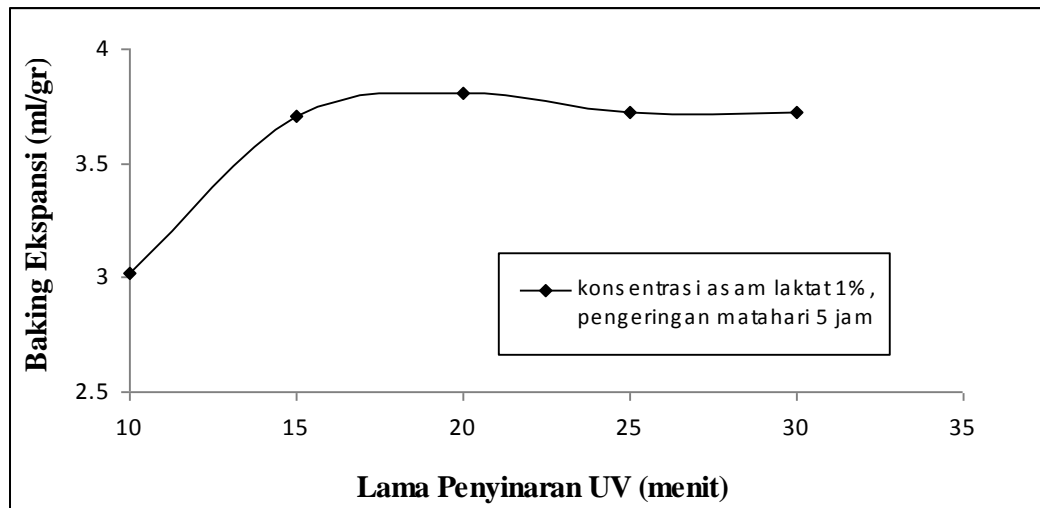
Gambar 7 menunjukkan makin lama waktu pengeringan berarti makin tinggi intensitas radiasi UV yang mempengaruhi sifat pati, pada pengeringan 6 jam harga baking ekspansi mulai menurun. Pengeringan yang terlalu lama akan mengurangi ukuran amilosa dan amilopektin menyebabkan terjadi depolimerisasi dari pati yang akan mengurangi gaya hambatan untuk ekspansi, sehingga menurunkan volume roti muffin.

4.2.2 Pengaruh lama penyinaran lampu UV terhadap baking ekspansi

Pada Gambar 8 ditunjukkan hubungan antara baking ekspansi dengan variasi waktu (lama) penyinaran dengan lampu UV terlihat pengaruh yang signifikan. Untuk lama penyinaran 10, 15, 20, 25, dan 30 menit secara berturut turut menunjukkan baking ekspansi sebesar 3,02, 3,71, 3,81, 3,72, dan 3,72.

Asam yang berdifusi kedalam granula pati akan mendorong terjadinya degradasi granula pati menjadi molekul- molekul yang lebih kecil dan mudah larut dalam air. Semakin lama jumlah tapioka dan asam yang disinari dengan lampu UV berarti makin tinggi intensitas radiasi yang mempengaruhi sifat pati yang terhidrolisis. Semua bahan yang dihasilkan oleh reaksi kombinasi asam laktat dan UV memberikan nilai ekspansi yang cukup tinggi (Demeate dkk, 1999).

Pada kondisi penyinaran selam 25 menit nilai baking ekspansi mulai stabil



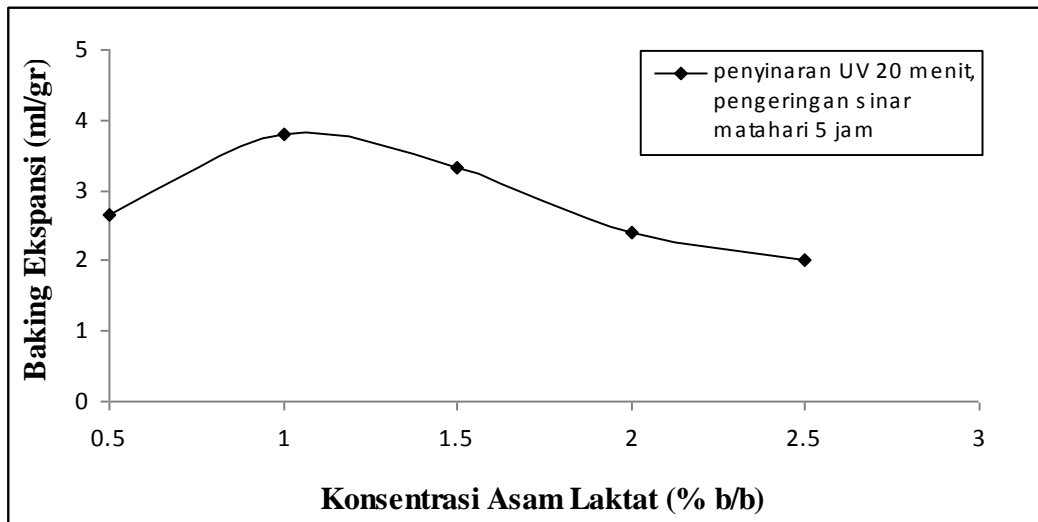
Gambar 8. Hubungan lama penyinaran lampu UV dengan baking ekspansi

Pada kondisi tersebut kemampuan granula pati untuk menyerap air dan jumlah amilopektin sudah maksimum. Amilopektin mempunyai sifat cenderung tidak larut dalam air, sehingga jika kandungan amilopektin tidak meningkat maka banyaknya pasta yang terbentuk dan baking ekspansinya juga mulai stabil.

4.2.3 Pengaruh konsentrasi asam terhadap baking ekspansi

Proses hidrolisis pati dengan sama laktat dan penyinaran sinar UV dilakukan pada lama penyinaran 20 menit dengan konsentrasi asam yang bervariasi yaitu 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5%. Masing – masing perlakuan kemudian dikeringkan diatas portabel pengering sinar matahari selama 5 jam dan hasil pati termodifikasi dianalisis baking ekspansinya. Data baking ekspansi sebagai terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 9.

Gambar 9 menunjukkan hubungan antara konsentrasi asam dengan baking ekspansi dan menunjukkan adanya pengaruh konsentrasi asam dengan baking ekspansi. Pada konsentrasi asam 1% besarnya baking ekspansi naik menjadi 3,81 untuk konsentrasi asam 1,5; 2,0; dan 2,5% secara berturut-turut besarnya baking ekspansi semakin menurun yaitu 3,32; 2,39; dan 2,01.

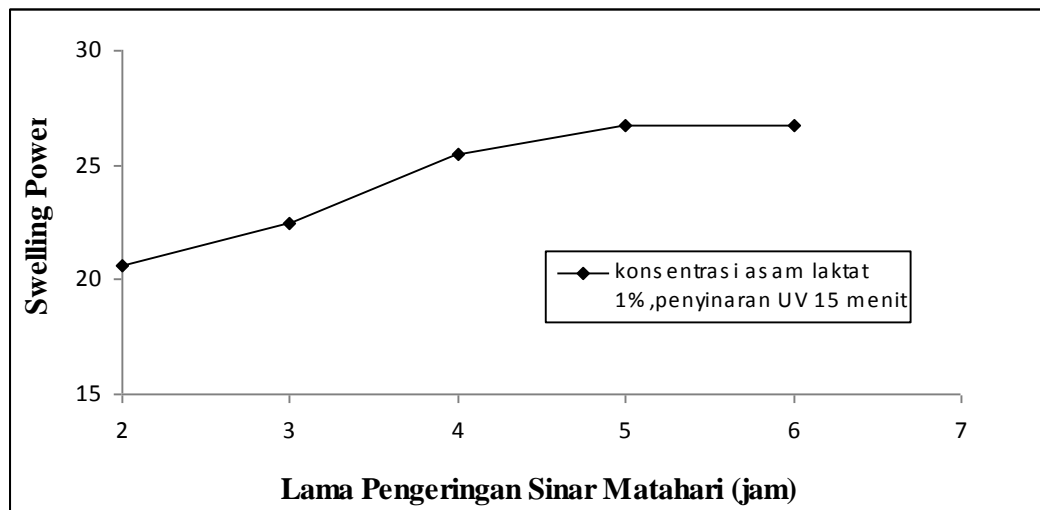


Gambar 9. Hubungan antara konsentrasi asam dengan baking ekspansi

Pada Gambar 9 terlihat bahwa makin tinggi konsentrasi asam laktat harga baking ekspansi cenderung menurun, ini menunjukkan bahwa semakin asam berarti pH nya semakin rendah, sedangkan pengaruh pH pada pati terdapat pada penambahan gugus karbonil (C=O) dan gugus karboksil (C=O-O-H). Kedua gugus tersebut sangat berpengaruh pada viskositas pasta yang terbentuk, karena gugus karbonil sangat berpengaruh pada proses degradasi amilosa, sehingga semakin meningkatnya degradasi amilosa maka pasta yang terbentuk akan semakin sedikit dan akan menurunkan nilai baking ekspansi (Kesselmans dkk, 2004). Pada konsentrasi asam 1,5% nilai baking ekspansi mulai mengalami penurunan karena adanya gugus amilosa yang terbentuk sehingga cenderung larut dalam air dan menyebabkan berkurangnya pasta yang terbentuk.

4.2.4 Pengaruh lama pengeringan sinar matahari terhadap *swelling power*

Proses hidrolisis dengan asam laktat dan sinar UV dilakukan pada konsentrasi asam 1% dengan penyinaran lampu UV selama 15 menit serta lama pengeringan hasil pati terhidrolisis bervariasi yaitu 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; dan 6,0 jam. Masing masing perlakuan kemudian dianalisis *swelling power*-nya. Data *swelling power* seperti terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan lama pengeringan sinar matahari dengan *swelling power*.

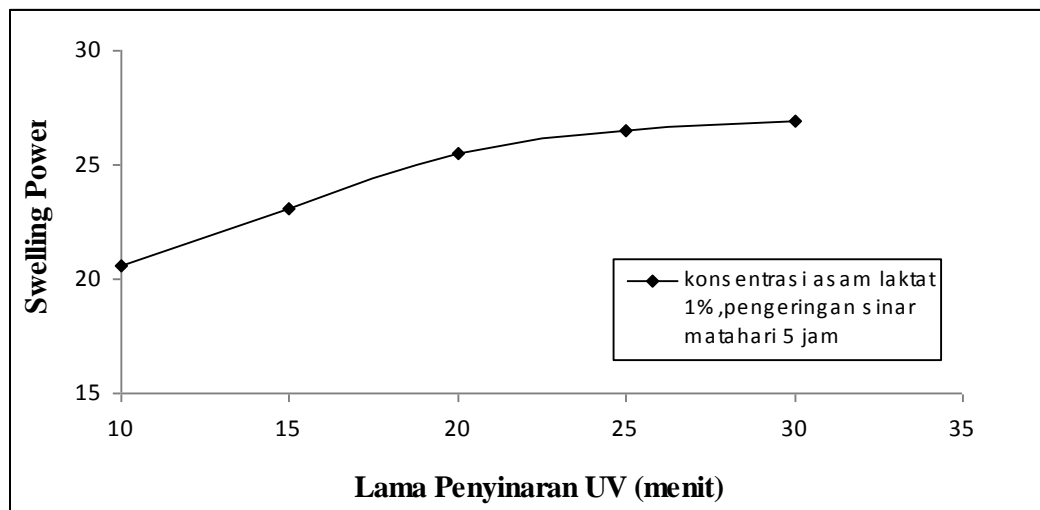
Gambar 10 menunjukkan hubungan antara waktu (lama) pengeringan dengan *swelling power*. Semakin meningkat waktu pengeringan maka *swelling power* akan semakin naik. Semakin lama waktu pengeringan maka suhu akan makin tinggi sehingga granula pati akan membengkak dan mengembang yang mengakibatkan *swelling power* naik (Murillo dkk, 2008).

Pada Gambar 10 terlihat bahwa untuk pengeringan selama 5 jam harga *swelling power* paling tinggi dan selanjutnya stabil, ini menunjukkan bahwa setelah pengeringan selama 5 jam asam yang terdifusi kedalam granula pati sudah mulai berkurang dan terlarut sempurna sehingga rantai amilosa tereduksi sempurna. Ini menyebabkan kecenderungan granula pati untuk menyerap air dan mengembang dengan sempurna. Pengaruh lama pengeringan mempengaruhi juga suhu pada pati hasil hidrolisis dan ini mempengaruhi proses gelatinisasi pati. Pada saat pati tergelatinisasi, granula pati mengembang secara maksimal. Proses mengembangnya granula pati ini disebabkan karena banyaknya air yang terserap kedalam tiap granula pati. Granula pati yang mengembang tersebut menyebabkan *swelling power* menjadi meningkat. Namun jika ini berlangsung dengan suhu yang semakin tinggi, maka granula pati yang mengembang akan rusak, dan menyebabkan granula pati sulit untuk mengembang lagi karena

kemampuan untuk menyerap air sudah maksimum. Hal ini berpengaruh pada harga *swelling power* yang stabil seperti terlihat pada Gambar 10.

4.2.5 Pengaruh lama penyinaran lampu UV terhadap *swlling power*.

Proses hidrolisis pati dengan asam laktat dan penyinaran lampu UV dilakukan pada konsentrasi asam laktat 1% dengan waktu (lama) penyinaran lampu UV bervariasi yaitu 10; 15; 20; 25; dan 30 menit, kemudian hasil pati terhidrolisisnya dikeringkan pada portabel pengering matahari selama 5 jam. Masing masing perlakuan hasilnya kemudian dianalisis *swelling power*. Data *selling power* seperti terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 11.



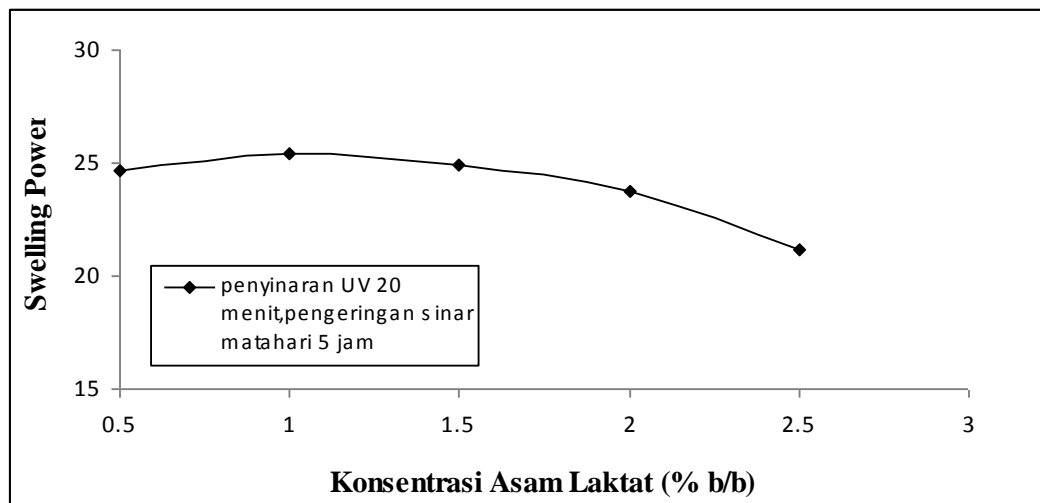
Gambar 11. Hubungan antara lama penyinaran lampu UV dengan *swelling power*

Gambar 11. menunjukkan hubungan antara waktu (lama) penyinaran lampu UV dengan *swelling power*. Pada proses hidrolisis dengan konsentrasi asam laktat 1% harga *swelling power* untuk lama penyinaran lampu UV berturut turut 10; 15; 20; 25; dan 30 menit adalah semakin meningkat yaitu 20,59; 23,08; 25,46; 26,53; dan 26,88. Semakin lama waktu penyinaran dengan lampu UV berarti juga semakin lama waktu hidrolisis, menyebabkan rantai pati tereduksi dan cenderung lebih pendek sehingga mudah menyerap air. Air yang terserap pada setiap granula pati akan menjadikan granula pati mengembang

(Joung An, 2005) dan saling berhimpitan sehingga meningkatkan nilai *swelling power*.

4.2.6 Pengaruh konsentrasi asam terhadap *swelling power*.

Proses hidrolisis asam laktat dilakukan pada lama penyinaran lampu UV 20 menit dengan konsentrasi asam laktat yang bervariasi yaitu 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5% dengan waktu pengeringan pati termodifikasi tetap selama 5 jam diatas portabel pengering sinar matahari. Masing masing perlakuan kemudian dianalisis *swelling power*. Data *swelling power* sebagai terlihat pada Tabel 6 dan Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan antara konsentrasi asam laktat dengan *swelling power*

Pada Gambar 12 terlihat bahwa makin tinggi konsentrasi asam laktat harga *swelling power* cenderung menurun, ini menunjukkan bahwa semakin asam berarti pH nya semakin rendah, sedangkan pengaruh pH pada pati terdapat pada penambahan gugus karbonil (C=O) dan gugus karboksil (C=O-O-H). Kedua gugus tersebut sangat berpengaruh pada viskositas pasta yang terbentuk, karena gugus karbonil sangat berpengaruh pada proses degradasi amilosa, sehingga semakin meningkatnya degradasi amilosa maka pasta yang terbentuk akan semakin sedikit dan akan menurunkan nilai *swelling power* (Kesselmans dkk, 2004). Pada

konsentrasi asam 1,5% nilai *swelling power* mulai mengalami penurunan karena adanya gugus amilosa yang terbentuk sehingga cenderung larut dalam air dan menyebabkan berkurangnya pasta yang terbentuk.

4.3 Hasil analisis produk akhir

Dari hasil percobaan didapat kondisi yang paling baik dari pati terhidrolisis dengan asam laktat dengan penyinaran lampu UV serta pati saat sebelum mengalami modifikasi dan pati gandum sifat psikokimianya seperti yang terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis sifat psikokimia tapioka , pati terhidrolisis (pati hasil) dan gandum

Komponen	Viskositas (dPa's)	<i>Swelling power</i>	Kelarutan (%)
Tapioka	7,000	18,21	2,20
Pati hasil	4,500	25,75	2,27
Gandum	2,500	27,06	2,25

Dari data diatas dapat dilihat perbedaan yang signifikan pada sifat psikokimia antara tapioka (*native starch*), pati hasil, dan gandum. Pati termodifikasi memiliki sifat yang lebih baik dibanding dengan tapioka sebelum dimodifikasi (Narkrusa dkk, 2000). Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya nilai *swelling power* , kelarutan, dan menurunnya viskositas.

Tabel 8. Hasil analisis sifat rheologi tapioka , pati terhidrolisis (pati hasil) dan gandum

Komponen	Baking ekspansi (ml/gram)	<i>Hardness</i> tengah (gf)	<i>Hardness</i> dinding (gf)
Tapioka	2,67	213,69	338,03
Pati hasil	3,81	169,02	305,35
Gandum	3,92	148,64	215,10

Dari data diatas dapat dilihat perbedaan yang signifikan pada sifat rheologi antara tapioka (*native starch*), pati hasil, dan gandum. Dari sifat-sifat yang didapat, pati termodifikasi memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan tapioka sebelum dimodifikasi (Narkrusa dkk, 2000). Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya nilai baking ekspansi dan menurunnya *hardness* tengah dan *hardness* dinding.

Pada Tabel 4.3 terlihat hasil baking ekspansi untuk pati termodifikasi 3,81, ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Phimphilai dkk (2005) menggunakan komposisi olahan roti muffin dengan baking ekspansi sebesar $3,37 \pm 0,89$.

Ini sesuai dengan literatur tentang modifikasi Hydroxypropylasi pati (Schmitz dkk, 2005). Jika pati ini dibuat menjadi produk makanan, maka kekuatan mekar atau mengembangnya akan meningkat dapat terlihat dari nilai *swelling power* dan baking ekspansi, sehingga akan membentuk produk olahan missal roti dengan tekstur yang lebih lembut (nilai *hardness* dan viskositas turun). Hal ini disebabkan karena *swelling power* dan baking ekspansi yang tinggi dan viskositasnya yang cenderung lebih rendah dari sifat aslinya. *Swelling power* yang tinggi karena meningkatnya amilopektin pada pati. Dalam produk makanan, amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*) dimana produk makanan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, porus, garing dan renyah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kondisi akhir reaksi hidrolisis yang paling baik seperti konsentrasi asam, lama penyinaran dengan UV, dan lama pengeringan hasil berturut-turut yaitu 1%, 20 menit, dan 5 jam. Hasil analisis dari kondisi tersebut didapat viskositas, *swelling power*, kelarutan, baking ekspansi, dan *hardness* tengah serta *hardness* dinding berturut-turut 4,500 dPa's; 25,75; 2,27%; 3,81 ml/gr; 169,02 gf dan 305,35 gf. Hasil dari penelitian terlihat adanya perubahan pada sifat psikokimia dan rheologi yang cukup signifikan antara pati termodifikasi dengan pati sebelum modifikasi dan gandum. Ini terlihat dari meningkatnya nilai *swelling power* dan baking ekspansi serta menurunnya viskositas dan *hardness* dari pati bila dibandingkan dengan sebelum mengalami modifikasi. Nilai *swelling power*, baking ekspansi, viskositas serta *hardness* dari pati hasil modifikasi nilainya mendekati nilai dari gandum, ini mengisyaratkan bahwa pati hasil modifikasi dapat dipakai sebagai pengganti atau untuk substitusi kebutuhan akan gandum.

5.2 Saran

Penelitian ini dapat menjadi dasar dari penelitian lanjutan dimasa depan. Kelanjutan penelitian kombinasi reaksi hidrolisis asam dengan reaksi fotokimia UV dan modifikasi dengan metode lain merupakan kajian yang menarik dalam bidang pangan.

BAB VI

RINGKASAN

Pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan. Pati secara luas juga dipergunakan dalam industri seperti kertas, lem, tekstil, permen, glukosa, dekstrosa, sirup fruktosa, dan lain-lain. Dalam perdagangan dikenal dua macam pati yaitu pati yang belum dimodifikasi (*native starch*) dan pati yang telah dimodifikasi (*modified starch*). Pati alami seperti tapioka, pati jagung, sagu dan pati-patian lain mempunyai beberapa kendala jika dimasak membutuhkan waktu yang lama (hingga butuh energi tinggi), juga pasta yang terbentuk keras dan tidak bening. Modifikasi disini dimaksudkan sebagai perubahan struktur molekul baik dilakukan secara kimia, fisik maupun enzimatik sehingga dapat merubah sifat psikokimia dan rheologi dari pati. Modifikasi pati dengan hidrolisis asam laktat telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu seperti hidrolisis asam laktat dan radiasi sinar UV diantaranya adalah: Vatanasuchart dkk (2003) meneliti tentang modifikasi pati dengan hidrolisis asam laktat 1% b/b dengan pengeringan menggunakan sinar UV selama 6-15 jam. Phimphilai dkk (2005) mempelajari tentang kombinasi pengering sinar matahari dan oven dengan UV pada suhu 40-60°C. Vatanasuchart dkk (2005) juga mengadakan penelitian berbahan baku tapioka dihidrolisis dengan asam laktat 1% dan disinari UV dengan panjang gelombang yang berbeda. Penelitian ini akan mengkombinasikan reaksi hidrolisis asam dan reaksi fotokimia UV sebagai katalisator untuk memproduksi pati termodifikasi. Hidrolisis asam merupakan proses pemasukan/ penggantian atom H kedalam gugus OH pada pati sehingga membentuk rantai yang cenderung lebih panjang dan dapat mengubah sifat sifat psikokimia dan sifat rheologi dari pati.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh konsentrasi asam laktat, lama penyinaran sinar UV dan lama pengeringan dengan sinar matahari terhadap sifat – sifat psikokimia dan rheologi dari tapioka termodifikasi.

Proses hidrolisis dimulai dengan membuat larutan asam laktat sesuai dengan konsentrasi yang bervariasi 0,5; 1; 1,5; 2; dan 2,5% b/b dalam 1500 ml aquadest, kemudian melarutkan tapioca sebanyak 500 gram dalam larutan asam laktat dan disinari dengan sinar UV selama 10, 15, 20, 25, dan 30 menit hasil pati termodifikasi disaring dan dikeringkan diatas portable pengering sinar matahari dengan lama pengeringan yang bervariasi 2, 3, 4, 5, dan 6 jam. Kemudian produk akhir dianalisis sifat-sifat psikokimia dan rheologi seperti *swelling power*, kelarutan, viskositas, baking ekspansi dan *hardness*.

Kondisi akhir reaksi hidrolisis asam laktat yang paling baik seperti konsentrasi, lama penyinaran UV, dan lama pengeringan sinar matahari berturut-turut yaitu 1% b/b, 20 menit, dan 5 jam. Hasil analisis dari kondisi tersebut terdapat perubahan sifat psikokimia dan rheologi yang cukup signifikan antara pati termodifikasi dengan tapioca sebelum modifikasi. Ini terlihat dari meningkatnya nilai *swelling power*, baking ekspansi serta menurunnya viskositas dan *hardness* dari tapioka bila dibandingkan dengan sebelum mengalami modifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

AACC, 2007, Pasting properties of oat-rapid viscosity analysis. AACC Method 76-22, Page 1-3, October 10, 2007.

Ann-Charlott Eliasson., 2004, Starch in Food. Woodhead Publishing Limited Cambridge England.

Atichokudomchaia Napaporn, Sujin Shobsngobb, Saiyavit Varavinita., 2000, Morphological Properties of Acid-Modified Tapioca Starch. Weinheim. 283-289.

Azeez.O.S., 2002, Production of Dextrins from Cassava Starch. Electronic Journal of Biotechnology Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso- Chile. Vol.7 No.1.

Bertolini. A.C, Mestres. C, Colonna. P, Raffi. J., 2001, Free radical formation in UV- and gamma –irradiated cassava starch. Carbohydrate Polymers 44 : 269-271

Bertolini. A.C, Christian Mestres., Raffi J., Alain Bulon., Dan Lemer., dan Paul Colonna., 2001, Photodegradation of Cassava and Corn Starches. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49 (2) : 675-682.

Bertolini. A.C, Chistian Mestres., Denis Lourdin., Guy Della Valle dan Paul Colonna., 2001, Relationship between thermomechanical properties and baking expansion of sour cassava starch (Polvilho azedo). Journal of the Science of Food and Agriculture 81: 429-435.

Bertolini.A.C, Chistian Mestres., Paul Colonna. 2000. Rheological Properties of Acidified and UV-Irradiated Starch. Starch/ Starke 52 : 340-344.

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 Vol. 5 (10), pp. 917-920, 16 May 2006.

Demiante. 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.

Greenwood, C.T. dan D.N. Munro.,1979, Carbohydrates. Di dalam R.J. Priestley,ed. Effects of Heat on Foodstuffs. Applied Science Publ. Ltd., London.

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.

James N. Be Miller dan West Lafayette, 1997, Starch Modification : Challenges and Prospects, USA, Review 127-131.

Jane, J., 1995, Starch Properties, Modifications, and Application, Journal of Macromolecular Science, Part A.32:4,751-757.

Kainuma K, odat T, Cuzuki S, 1967, Study of starch Phosphates Monoester. J. Technol, Soc. Starch 14: 24-28.

Kantouch dan Tawfik. S.,1998, Gelatinization of Hypochlorite Oxidized Maize Starch in Aqueous Solutions. Starch 50 Nr.2-3.S.114-119.

Kanarong Sriroth, Kuakoon Piyachomwan, Kunruedee Sangseethong dan Christopher Oates, 2002, Modification of Cassava Starch , Paper of X International Starch Convention, Cracow, Poland.

Kesselmans, Annen, Ido Pleter Blecker, and Ten Boer. 2004. Oxidation of Starch, United States Patent no 6.777.548.B1, 23 November 2004.

Koswara, 2006, Teknologi Modifikasi Pati. Ebook Pangan.

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 Vol. 5 (10), pp. 917-920, 16 May 2006.

Masschelein, W.J, 2002, Ultra violet Light in Water and Wastewater Sanitatioin. Lewis Publishers is an Imprint of CRC Press LLC.

Megumi Miyazakia, Pham Van Hunga, Tomoko Maedad dan Naofumi Morita, 2006, Recent Advances in Applivcation of Modified Starches for Breadmaking, Elsevier Journal.

Murillo, C.E.C., Wang, Y.i., dan Perez, L.A.B., 2008, Morphological, Physicochemical and Structural Characteristics of Oxidized Barley and Corn Starches, Starch/ Starke Vol 60, 634-645.

Narkrugs. Wand Emmerich Berghofer. 2000. Physicochemical Properties of Modified Cassava Flour and Starch for Carrugated Boord Adhesive. Bangkok Thailand.

Niba L.L., Bokanga, Jackson, Schlimme, 2002, Phycsicochemical Properties and Srtarch Granular Characteristics of Flour from Various Manihot Esculenta (Cassava) Genotypes. Journal of Food Science. Vol. 67, No.5.

Numfor dkk., 1994, Physicochemical Changes in Cassava Starch and Flour Associated With Fermentation: Effect on Textural Properties.

Phimphilai.S., Oratai Chumnan., Kajorndaj Phimphilai dan Klanarong Sriroth., 2005, Effects of Ultraviolet radiation and Temperature on Characteristics of Modified Cassava Starch. Departement of Food Technology. Faculty of Engineering and Agroindustry. Maejo University. A Sansai, Chiangmai, Thailand.

Tharanathan., Rudrapatman., 2005, Starch-Value Addition by Modification, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Vol 45, 371-384.

Tonukari. J.N., 2004, Cassava and Future of Starch. Electronic Journal of Biotechnology, ISSN: 0717-3458, Vol 7, No 1, Issue of April 15. 2004.

Vatanasuchart.N., Naivikul.O., Charoenrein.S., Sriroth.K., 2003, Effects of Different U V Irradiations on Properties of Cassava Starch and Biscuit Expansion, Kasetsart.J. (Nat. Sci) 37: 334-344.

Vatanasuchart.N., Naivikul.O., Charoenrein.S., Sriroth.K., 2005, Molecular Properties of Cassava Starch with Different U V Irradiation to enhance Baking Expansion, Carbohydrate Polymers 61: 80-87.