

KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA PATI GANYONG DAN GADUNG TERMODIFIKASI METODE IKATAN SILANG

Physical and Chemical Characteristics of *Canna edulis* Kerr and *Dioscorea hispida* Dennst Modified Starch with Cross Linking Method

Budi Santoso, Filli Pratama, Basuni Hamzah, Rindit Pambayun

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
Email: budiunsri@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia pati ganyong dan gadung sebelum dan setelah dimodifikasi dengan menggunakan metode ikatan silang (*cross linking*). Penelitian ini terdiri atas dua tahap. Tahap pertama adalah karakterisasi pati dari umbi ganyong dan umbi gadung. Tahap kedua pembuatan pati termodifikasi dari pati ganyong dan gadung melalui ikatan silang dengan menggunakan POCl_3 pada konsentrasi 0,04% (v/v); 0,08% (v/v); dan 0,12% (v/v). Rancangan penelitian tahap pertama menggunakan tabulasi dan tahap kedua rancangan acak lengkap non faktorial dengan lima kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar pati umbi ganyong sebesar 41,35% dan 38,80% untuk pati umbi gadung. Kadar amilosa pati ganyong 17,59% dan pati gadung 8,92%. Pati ganyong modifikasi mengandung fosfat sebesar 15,74 ppm sedangkan pati gadung 9,54 ppm. Ukuran granula pati ganyong berkisar 20-50 μm dan pati gadung 4,32-4,25 μm . Kadar pati dan amilosa umbi ganyong dan gadung setelah dimodifikasi mengalami penurunan secara signifikan dengan semakin tinggi konsentrasi POCl_3 , sedangkan kadar fosfat, derajat substitusi, dan kadar HCN untuk pati gadung mengalami penurunan.

Kata kunci: Fosfat, ganyong, gadung, ikatan silang, pati

ABSTRACT

The research aimed at studying physical and chemical characteristics of *Canna edulis* Kerr and *Dioscorea hispida* Dennst unmodified and modified starch with cross-linking method. This research was divided into two stages. The first stage of the research was characterization of starch from *Canna edulis* Kerr and *Dioscorea hispida* Dennst and the second stage of the research was processing of modified starch from *Canna edulis* Kerr and *Dioscorea hispida* Dennst through cross-linking by using POCl_3 at the concentration of 0.04%(v/v), 0.08%(v/v), dan 0.12%(v/v). There was no specific research design for the first stage of the research. The collected data was tabulated. The research design for the second stage was non factorial completely randomized design with five replications. The results showed that *C. edulis* contained starch content (41.35%) and *D. hispida* (38.80%). *C. edulis* starch had amylose content (17.59%) and *D. hispida* starch 8.92%. The modification of *C. edulis* starch contained of phosphate (15.74 ppm) and *D. hispida* 9.54 ppm. The starch granule was found in *C. edulis* (20-50 μm) and starch granule was in *D. hispida* (4.23 to 4.52 μm). The physical and chemical characteristics of modified *C. edulis* and *D. hispida* starch were not similar to the unmodified starch. The amylose and starch contents in the modified starch was reduced, on the other hand, the phosphate content was increased, whereas the granule size was unchanged.

Keywords: *Canna edulis* Kerr, cross-linking, *Dioscorea hispida* Dennst, phosphate, starch

PENDAHULUAN

Pati alami umumnya mempunyai struktur lemah, gel yang kohesif, suhu gelatinisasi tinggi, kemampuan membentuk gel

tinggi pada dispersi pati, kemampuan menahan air rendah pada suhu rendah, ketahanan dipersi pati rendah terhadap asam, agitasi, dan pasta dengan kecenderungan untuk retrogradasi. Kekurangan sifat pati ini membuat penggunaan terutama pada

industri pangan menjadi terbatas karena keragaman industri pangan modern dan variasi produk pangan yang sangat tinggi membutuhkan bahan baku pati yang toleran secara luas dalam berbagai teknik pengolahan sejak persiapan, penyimpanan, sampai distribusinya. Perbaikan sifat pati ini perlu dilakukan agar penggunaan pati dapat luas, salah satu yang didapat dilakukan adalah memodifikasi pati.

Modifikasi pati dapat dilakukan baik secara fisik kimia dan enzimatis. Modifikasi pati secara kimia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain ikatan silang (*cross-linking*), esterifikasi, eterifikasi, hidrolisis, dan oksidasi (Fleche, 1985). Menurut Wurzburg (1989) reaksi ikatan silang dapat meningkatkan sifat hidrofobik pati, stabilitas kekentalan, dan ketahanan pati pada suhu dan gaya gesekan tinggi. Wattanachant dkk. (2003) menjelaskan ada beberapa faktor yang memengaruhi proses modifikasi pati metode ikatan silang antara lain jenis pati, pereaksi multifungsional, dan tingkat substitusi hidroksipropil eter dalam pati. Beberapa jenis pati yang telah banyak dikembangkan dan digunakan secara luas serta bersifat lokal yaitu pati ganyong dan gadung.

Pati ganyong berasal dari umbi tanaman ganyong. Sifat fisik dan kimia terutama keseimbangan antara amilosa dan amilopektin sangat baik berturut-turut 24% dan 76% (Santoso dkk., 2007). Pati gadung mengandung karbohidrat cukup tinggi, sekitar 18g dalam setiap 100g umbi gandung (Pambayun, 2008) dengan porsi amilosa dan amilopektin 4,90% dan 95,10% (Pratama, 2008). Selain jenis pati, ikatan silang dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi pereaksi multifungsional yang digunakan. Jenis pereaksi multifungsional yang disering digunakan adalah fosfor oksiklorida (POCl_3), sodium trimetafosfat, dan sodium tripolifosfat. Lack dkk. (2007) mengungkapkan bahwa reaksi ikatan silang molekul pati dengan pereaksi multifungsional terjadi secara optimal pada kondisi pH basa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia pati ganyong dan pati gadung termodifikasi dengan menggunakan metode ikatan silang (*cross linking*).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati ganyong berasal tanaman ganyong (jenis putih) dari Kota Pagaralam, pati gandung dari tanaman gadung berasal dari Desa Gandus Kota Palembang, POCl_3 diperoleh dari CV Alfa Prima Yogyakarta. Alat-alat yang digunakan adalah oven pengering, mesin vakum, desikator, *magnetic stirrer*, kertas saring, dan *hot plate*.

Cara Kerja

Cara kerja pembuatan pati dari umbi gadung dan umbi ganyong adalah sebagai berikut: a) Pemilihan umbi yang berkualitas baik (tua optimum, seperti umbi ganyong berumur 15-18 bulan. Tanda tua optimum ditandai dengan menguningnya batang dan daun tanaman); b) Pengupasan, pembersihan, dan pencucian dengan air mengalir; c) Pamarutan umbi dan penambahan air ke dalam hasil parutan; d) Pemerasan hasil parutan dan penyaringan dengan kain saring; e) Pendiaman air hasil saringan dan pemisahan air dengan endapan yang terbentuk; dan f) Pengambilan endapan dan penjemuran setelah kering disimpan dalam plastik.

Cara kerja pembuatan pati termodifikasi metode ikatan silang (*cross-linking*) dengan menggunakan pereaksi multifungsional POCl_3 adalah: a) Penyiapan natrium sulfat (Na_2SO_4) sebanyak 30g (15% berat kering dari pati) lalu dilakukan penambahan 300 mL air destilasi sambil diaduk dengan pengaduk *magnetic stirrer* skala 3; b) Penambahan pati sebanyak 200g sambil tetap diaduk; c) Penambahan NaOH 5% sambil diaduk dengan magnetik stirrer skala 8 untuk mencegah pati tergelatinisasi dan mengatur pH larutan mencapai 10,5 dan diaduk 30 menit pada suhu ruang; d) Larutan diinkubasi dengan inkubator *shaker* pada suhu $40 \pm 2^\circ\text{C}$ (200rpm, 24jam); e) Penambahan POCl_3 sesuai perlakuan, yaitu sebanyak 0,04%; 0,08%; dan 0,12% (b/b) ditambahkan sambil diaduk dengan skala 8 menggunakan pengaduk *magnetic stirrer* selama 30 menit kemudian diinkubasi pada suhu $40 \pm 2^\circ\text{C}$ (200rpm, 2jam), pH larutan diatur 5,5 dengan 10% larutan HCl yang bertujuan untuk menghentikan reaksi; dan f) Penyaringan pati dengan menggunakan kertas Whatman no 4 sambil dicuci dengan air destilasi selama 5 menit. Pengeringan pati dilakukan pada suhu 45°C selama 6 jam sehingga didapatkan pati dengan kadar air 10-12%.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu: pertama, pembuatan pati ganyong dan gadung. Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisa. Kedua, pembuatan pati ganyong dan gadung termodifikasi ikatan silang menggunakan POCl_3 (Metode Wattanachant dkk., 2003 yang dimodifikasi). Perlakuan adalah konsentrasi POCl_3 (0,04; 0,08; dan 0,12%v/b) menggunakan rancangan acak lengkap non faktorial dengan lima kali ulangan. Parameter yang diamati terdiri atas kadar air metode oven (AOAC, 2005), kadar pati dengan metode hidrolisa asam (AOAC, 2005), kadar amilosa metode IRRI (AOAC, 2005), kadar fosfat metode molibdat-vanadat (AOAC, 2005), ukuran granula pati dengan menggunakan metode mikroskop polarisasi (AOAC, 2005), dan derajat substitusi DS metode (Ruttenberg dan Solarek, 1984) untuk pati termodifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pati Sebelum Modifikasi (*Unmodified Starch*)

Hasil uji karakteristik pati seperti yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar pati ganyong adalah 41,35% lebih rendah dibanding hasil penelitian Widowati dkk. (2001), yaitu 49,98 hingga 53,14% dengan rasio amilosa dan amilopektin 1 : 2,22. Rasio kadar amilosa dan amilopektin dalam penelitian ini adalah 1 : 4,7. Suryani (2001) yang melaporkan bahwa kadar pati umbi ganyong sebesar 22,6% dengan rasio amilosa dan amilopektin sebesar 1 : 1,55. Perbedaan asal daerah umbi ganyong yang digunakan diduga penyebab terjadinya perbedaan kadar pati ini. Umbi ganyong yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari Kota Pagaralam Propinsi Sumatera Selatan, sedangkan yang digunakan oleh Widowati dkk. (2001) dan Suryani (2001) berturut-turut berasal dari Ciamis dan Semarang. Umbi gadung mengandung kadar pati 38,80% dan hasil analisis ini lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Flach dan Rumawas (1996) yaitu 88,34%. Karakteristik fisik dan kimia pati ganyong dan gadung seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik fisik dan kimia pati gadung dan ganyong sebelum dimodifikasi

Parameter	Sumber pati	
	Gadung	Ganyong
Kadar pati (%bb)	38,80	41,35
Kadar amilosa (%)	12,42	17,59
Kadar amilopektin (%)	87,58	82,41
Kadar fosfat (ppm)	9,54	15,74
Kadar air (%)	13,22	11,68
Kadar HCN (ppm)	210,66	-
Ukuran granula (µm)	4,23 -4,52µm	20-50 µm

Kadar fosfat bervariasi di antara dua sumber pati yang digunakan dalam penelitian. Pati ganyong dan gadung mengandung fosfat sebesar 15,74 ppm, dan 9,54 ppm. Kadar fosfat yang dilaporkan oleh Direktorat Gizi dan Departemen Kesehatan RI (1996) hanya 0,0009 ppm, jauh lebih rendah dari kadar fosfat pati ganyong dalam penelitian ini. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kadar fosfat adalah keadaan unsur hara dalam tanah. Yuliasih (2008) menyatakan bahwa komposisi kimia, sifat fisik maupun sifat fungsional pati, di antaranya pati sagu dipengaruhi oleh daerah atau tempat dimana sumber pati tersebut tumbuh. Park dkk. (2004) menambahkan bahwa fosfat yang terdapat pada pati murni adalah berbentuk fosfat monoester yang berikatan pada molekul amilopektin pada atom C-2, C-3, dan C-6, seperti yang terdapat pada pati kentang.

Santoso dkk. (2007) menjelaskan bahwa kadar air pati ganyong adalah sebesar 8,20 hingga 8,66% dan nilai kadar air ini lebih rendah dibanding hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1. Hal ini diduga adanya perbedaan lama waktu pengeringan dan kondisi penyimpanan sebelum analisa. Fellow (2000) menerangkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan suatu bahan pangan adalah kadar air awal bahan, kelembaban lingkungan, dan media perantara pemindahan panas. Pati gadung mengandung kadar air lebih tinggi dibanding pati ganyong. Namun, kadar air pati ini masih digolongkan bahan kering karena lebih rendah dari 15% dan aman untuk disimpan. Menurut Winarno (1989) kadar air antara 15 sampai dengan 50% tergolong bahan pangan semi basah, bahan pangan dengan kadar air kurang dari 15% tergolong bahan pangan kering dan kadar air lebih dari 50% adalah bahan pangan basah.

Kadar HCN hanya diukur pada pati gadung, karena pati gadung diketahui mengandung kadar HCN melebihi ambang batas aman untuk manusia. Kadar HCN pati gadung dalam penelitian ini adalah 210,66 ppm atau 2,1066 mg dalam 1 kg. Pati gadung dengan kadar HCN ini tidak aman untuk dikonsumsi. Menurut Pambayun dkk. (1997) dosis mematikan dalam tubuh adalah 0,5 hingga 3,5 mg HCN per kg berat badan. Hasil analisa kadar HCN pati gadung dalam penelitian ini lebih tinggi dibanding yang dihasilkan oleh Pambayun (2008), yaitu sebesar 0,5 sampai 5 ppm. Hal ini diduga proses pengurangan kadar HCN menggunakan metode yang berbeda. Penelitian ini menggunakan metode tradisional dan penelitian Pambayun (2008) menggunakan metode kupas iris secara simultan (KISS).

Pati Termodifikasi (*Modified Starch*)

Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar pati dan amilosa umbi ganyong dan gadung yang telah dimodifikasi mengalami penurunan sedangkan kadar fosfat mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh gugus OH pada amilosa diikat oleh gugus fosfat dari senyawa POCl₃, sehingga sifat amilosa mengalami perubahan. Pengikatan gugus fosfat terhadap gugus hidroksil (OH) ini dapat dijelaskan dengan dua alasan, yaitu secara fisik dan secara kimia.

Secara fisik molekul amilosa mempunyai afinitas yang tinggi terhadap senyawa POCl₃. Hal ini dikarenakan amilosa merupakan molekul yang berbentuk rantai lurus dan mempunyai gugus fungsional dengan posisi yang lebih terbuka, sehingga lebih mudah terjangkau oleh senyawa POCl₃, terutama gugus hidroksil (OH) pada atom C nomor 2. Secara kimia, gugus fungsional OH molekul amilosa khususnya pada atom C nomor 2 sangat bebas dan sangat mudah bereaksi dengan senyawa lain karena posisi sangat terbuka dibanding gugus fungsional OH pada atom C nomor 2 molekul amilopektin. Rantai cabang pada molekul

amilopektin akan membentuk ikatan hidrogen antara cabang yang satu dengan yang lain sehingga atom C nomor 2 akan tertutupi oleh rantai cabang yang berikatan tersebut. Van de Burgt dkk. (2000) menjelaskan bahwa kereaktifan gugus OH pada atom C-2 adalah 60 hingga 65%, gugus OH pada atom C-3 adalah 20% dan gugus OH pada atom C-6 adalah 15 hingga 20%. Substitusi gugus OH pada bagian amilosa lebih tinggi 1,6 hingga 1,9 kali (dalam molar substitusi) dibandingkan amilopektin, karena molekul amilosa ini berada pada bagian amorf. Gugus OH pada bagian amorf dua kali lebih mudah disubstitusi dengan gugus lain per unit anhidroglukosa dibandingkan dengan amilopektin. Hasil penelitian ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Lopez dkk. (2010) bahwa pati setelah dimodifikasi dengan menggunakan ikatan silang (*cross-linking*) secara signifikan ($\alpha=0,05$) menurunkan kadar amilosa.

Tabel 2. Karakteristik fisik dan kimia pati gadung yang setelah dimodifikasi ikatan silang dengan menggunakan POCl₃

Karakteristik	Konsentrasi POCl ₃			
	0%	0,04%	0,08%	0,12%
Kadar air (%)	13,22 ^a	14,13 ^b	14,40 ^b	14,46 ^b
Kadar pati (%bb)	38,80 ^a	36,05 ^b	35,05 ^c	34,54 ^c
Kadar amilosa (%)	12,42 ^a	6,65 ^b	5,80 ^b	3,76 ^c
Kadar fosfat (ppm)	9,54 ^a	15,53 ^b	16,28 ^b	19,15 ^c
Derajat substitusi (DS) 10 ⁻⁴	0,50 ^a	0,81 ^b	0,85 ^b	1,00 ^c
Kadar HCN (ppm)	210,66 ^a	89,67 ^b	59,94 ^c	29,77 ^d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama berarti berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ taraf 5%.

Menurut Tuschhoff (1989), gugus OH yang dapat disubstitusi oleh gugus lain dalam satu unit anhidroglukosa ada empat gugus OH, yaitu gugus OH yang terdapat pada atom C-2, C-3, dan C-4. Ketiganya merupakan gugus OH sekunder dan C-6 yang merupakan gugus OH primer. Gugus OH sekunder, terutama gugus OH C-2 lebih reaktif dibandingkan gugus OH primer. Van de Burgt dkk. (2000) menambahkan bahwa kereaktifan gugus OH pada atom C-2 adalah 60 hingga 65%, gugus OH pada atom C-3 adalah 20% dan gugus OH pada atom C-6 adalah 15 hingga 20%. Substitusi gugus OH pada bagian amilosa lebih tinggi 1,6 hingga 1,9 kali (dalam molar substitusi) dibandingkan amilopektin, karena molekul amilosa ini berada pada bagian amorf. Gugus OH pada bagian amorf dua kali lebih mudah disubstitusi dengan gugus lain per unit anhidroglukosa dibandingkan dengan amilopektin. Selain itu, Tharanathan (2005) menjelaskan bahwa substitusi gugus OH pati oleh gugus fosfat terjadi secara random

terutama pada daerah amorf dengan paling banyak terjadi pada atom C-2 (67 hingga 78%) diikuti oleh atom C-3 dan C-6 berturut 15 hingga 29% dan 2 hingga 17%.

Tabel 3. Karakteristik fisik dan kimia pati ganyong yang setelah dimodifikasi ikatan silang dengan menggunakan POCl₃

Karakteristik	Konsentrasi POCl ₃			
	0%	0,04%	0,08%	0,12%
Kadar air (%)	11,68 ^a	12,02 ^a	12,61 ^b	13,07 ^b
Kadar pati (%bb)	41,35 ^a	39,36 ^b	37,35 ^c	35,87 ^d
Kadar amilosa (%)	17,59 ^a	15,16 ^b	13,93 ^c	10,85 ^d
Kadar fosfat (ppm)	15,74 ^a	19,82 ^b	23,47 ^c	26,47 ^d
Derajat substitusi (DS) 10 ⁻⁴	0,82 ^a	1,03 ^b	1,23 ^c	1,38 ^d
Kadar HCN (ppm)	-	-	-	-

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama berarti berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNJ taraf 5%

Manoi dan Rizvi (2010) menjelaskan bahwa reaksi fosforilasi pati dengan menggunakan pereaksi multifungsional POCl₃ dapat menghasilkan *monostarch phosphates* melalui metode substitusi dan *distarch phosphates* melalui metode ikatan silang (*cross-linking*). Reaksi fosforilasi tergantung pada kondisi reaksi yang meliputi konsentrasi POCl₃, kadar amilosa, pH, waktu, dan suhu. Lim dan Seib (1993) dan McIntyre dkk. (1990) menambahkan bahwa pada studi P NMR terhadap pati kentang, pati talas, dan pati tepung terigu yang telah dimodifikasi dengan POCl₃ menunjukkan bahwa pati fosfat ditemukan dalam bentuk ikatan kovalen monofosfat pada posisi C-6 D-glukosida dan proporsi minor terdapat pada posisi C-3 D-glukosida.

Kadar fosfat pati gadung dan ganyong setelah dimodifikasi seperti yang disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3 lebih tinggi dibanding sebelum dimodifikasi. Semakin tinggi konsentrasi senyawa POCl₃ kadar fosfat pati yang telah dimodifikasi semakin meningkat secara signifikan ($\alpha=0,05$). Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi senyawa POCl₃ maka semakin banyak ion fosfat yang dapat mensubstitusi gugus OH terutama pada molekul amilosa. Namun, pati gadung yang telah dimodifikasi dengan konsentrasi senyawa POCl₃ 0,04% dan 0,08% berbeda tidak nyata ($\alpha=0,05$). Hal ini disebabkan kadar pati gadung diduga tidak mencukupi untuk mengikat gugus fosfat secara optimal. Blennow dkk. (2000) dengan menggunakan *partial least square regression* (PLS) melaporkan bahwa pada pati kentang ada korelasi yang kuat ($R^2= 0,93$) antara panjang rantai pati dengan derajat fosforilasi dan semakin panjang rantai pati maka semakin banyak fosfat yang terikat.

Hasil penelitian (Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi senyawa POCl_3 , maka derajat substitusi semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi konsentrasi senyawa POCl_3 , maka semakin banyak ion fosfat yang dapat mensubstitusi gugus OH pada molekul pati terutama pada molekul amilosa melalui reaksi ikatan silang (*cross-linking*). Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa pati ganyong mempunyai nilai derajat substitusi yang lebih tinggi dibanding pati gadung. Hal ini terjadi karena kandungan pati ganyong lebih tinggi dibanding pati gadung. Passauer dkk. (2010) mengemukakan bahwa derajat substitusi (DS) sangat dipengaruhi oleh tipe pati dan ada korelasi yang kuat ($R^2=0.9908$) antara kandungan pati dengan derajat substitusi (DS).

Menurut Tomasik dan Schilling (2004), *distarch phosphate* dengan kadar fosfat kurang dari 0,04% atau derajat substitusi kurang dari 0,21 merupakan pati termodifikasi ikatan silang (*cross-linking*). Lim dan Seib (1993) menambahkan bahwa formasi *distarch phosphate* merupakan reaksi yang paling penting untuk menyiapkan pati termodifikasi sebagai bahan pangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat substitusi (DS) pati gadung dan ganyong yang telah dimodifikasi kurang dari 0,21. Dengan demikian pati yang telah dimodifikasi pada penelitian ini merupakan golongan *distarch phosphate* yang dibentuk dengan reaksi ikatan silang (*cross-linking*).

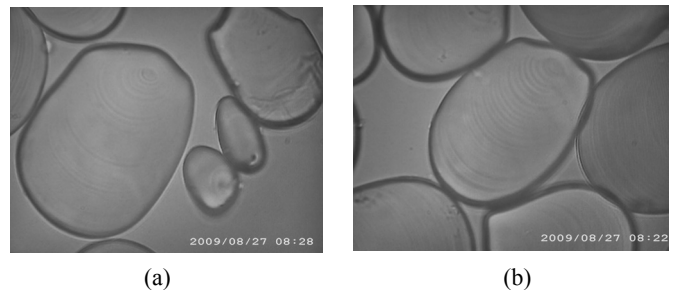
Kadar air pati gadung dan ganyong sebelum dimodifikasi berbeda nyata dengan kadar air pati gadung dan ganyong ($\alpha=0,05$) setelah dimodifikasi (Tabel 2 dan 3), namun peningkatan kadar air ini sangat kecil. Dengan demikian, peningkatan kadar air pati setelah dimodifikasi dapat diabaikan atau dapat dikatakan kadar air pati tersebut tidak mengalami perubahan setelah proses modifikasi.

Kandungan asam sianida (HCN) yang diukur hanya pati gadung, karena kandungan HCN pati ini melebihi ambang batas untuk tubuh manusia. Pambayun dkk. (1997) menjelaskan dosis mematikan dalam tubuh manusia adalah 0,5 sampai 3,5 mg HCN per kg berat badan. Hasil penelitian seperti Tabel 2 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi senyawa POCl_3 menyebabkan penurunan kandungan HCN secara signifikan dan semakin tinggi konsentrasi senyawa POCl_3 kadar HCN semakin rendah. Penurunan kadar HCN pati gadung yang telah dimodifikasi khususnya dengan menggunakan konsentrasi POCl_3 0,12% yaitu sebesar 29,77 ppm atau 0,2977 mg per 1 kg aman untuk dikonsumsi manusia.

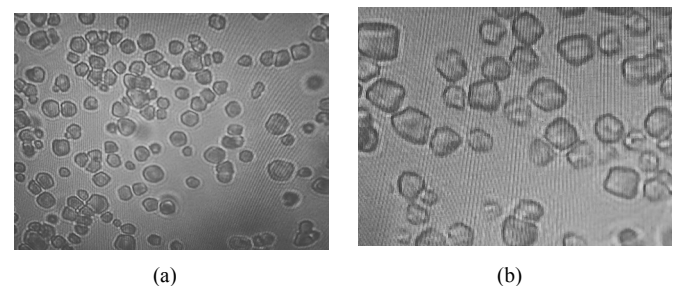
Selain itu, data hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah penambahan POCl_3 0,08% pada tahapan proses pembuatan pada gadung termodifikasi, pH suspensi pati gadung mengalami penurunan secara drastis dari pH 10,26 menjadi 1,98. Hal ini disebabkan senyawa POCl_3 apabila diuraikan

akan menghasilkan ion P^+ dan OCl^- . Ion P^+ cenderung bersifat asam sehingga semakin tinggi jumlah POCl_3 , maka pH suspensi pati semakin turun. Hal ini mengakibatkan penambahan NaOH akan semakin banyak untuk menaikkan pH suspensi pati menjadi 10,5 atau kondisi alkali. Dengan semakin banyak NaOH yang ditambahkan maka semakin banyak pula NaOH yang dapat bereaksi dengan HCN yang menghasilkan NaCN dan H_2O , sehingga kadar HCN akan turun. Hasil penelitian ini sependapat dengan Damat dkk. (2000) yang melaporkan bahwa kandungan HCN di dalam *edible film* cenderung menurun dengan meningkatnya pH suspensi *edible film* dari campuran biji karet dengan kasein.

Bentuk dan ukuran granula pati seperti yang disajikan Gambar 1 dan Gambar 2 tidak mengalami perubahan baik pada pati gadung maupun ganyong setelah dimodifikasi ikatan silang. Hasil penelitian ini sependapat dengan Wurzburg (1989) menyatakan bahwa tidak terjadi perubahan penampilan pada granula pati yang telah dimodifikasi dengan menggunakan metode ikatan silang (*cross-linking*). Pengaruh proses modifikasi ikatan silang hanya terlihat pada saat granula pati dipanaskan dalam air atau proses gelatinisasi.



Gambar 1. Bentuk granula pati ganyong dengan perbesaran 1000x a) sebelum modifikasi dan b) setelah modifikasi 0,12% POCl_3



Gambar 2. Bentuk granula pati gadung dengan perbesaran 1000x a) sebelum modifikasi dan b) setelah modifikasi 0,12% POCl_3

KESIMPULAN

Kadar pati dan amilosa umbi gadung dan ganyong mengalami penurunan secara signifikan setelah dimodifikasi sedangkan kadar fosfat dan derajat substitusi umbi gadung dan ganyong mengalami peningkatan setelah dimodifikasi.

Kadar HCN umbi ganyong mengalami penurunan secara signifikan setelah dimodifikasi. Bentuk dan ukuran pati dari umbi gadung maupun ganyong tidak mengalami perubahan setelah dimodifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC (2005). *Official Methods of Analytical Chemistry*. Washington D.C. University of America.
- Blennow, A., Engelsen, S.B., Munck, L. dan Moller, B.L. (2000). Starch molecular structure and phosphorylation investigated by a combined chromatographic and chemometric approach. *Carbohydrate Polymer* **41**: 163-174.
- Damat, Muljohardjo, M. dan Haryadi. (2000). Pembuatan edible film dari campuran protein biji karet dengan kasein. *Agrosain* **13**(2): 415-425.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1996). *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bhartara Karya Aksara, Jakarta.
- Fellow, P.J. (2000). *Food Processing Technology, Principle and Practice*. CRC Press. Cambridge, England.
- Flach, M. dan Rumawas, F. (1996). *Plant Resource of South East Asia*. Backhuys Publics. London. Hal 63-65.
- Fleche G. (1985). Chemical modification and degradation of starch. *Dalam*: Van Beynum, G.M.A. dan Rods, J.A., editor. *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker, New York and Bassel
- Lack, S., Dulong, V., Picton, L., Cerf, D. L. dan Condamine, E. (2007). High-resolution nuclear magnetic resonance spectroscopy studies of polysaccharides cross-linked by sodium trimetaphosphate: A proposal for the reaction mechanism. *Carbohydrate Research* **342**: 943-953.
- Lim, S. dan Seib, P.A. (1993). Preparation and pasting properties of wheat and corn starch phosphate. *Cereal Chemistry* **70**: 137-143.
- Lopez, O.V., Zaritzky, N.E. dan Garcia, M.A. (2010). Physicochemical characterization of chemically modified corn starches related to rheological behavior, retrogradation and film forming capacity. *Journal of Food Engineering* **100**: 160-168.
- Manoi, K. dan Rizvi, S.S.H. (2010). Physicochemical characteristics of phosphorylated cross-linked starch produced by reactive supercritical fluid extrusion. *Carbohydrate Polymer* **81**: 687-694.
- McIntyre, D.D., Ho, C. dan Vogel, H.J. (1990). One-dimensional nuclear magnetic resonance studies of starch and starch products. *Starch/Stärke* **42**: 260-267.
- Pambayun, R. (2008). *Kiat Sukses Teknologi Pengolahan Umbi Gadung*. Penerbit Ardana Media, Yogyakarta.
- Pambayun, R. dan Parwiyanti (1997). *Detoksifikasi HCN pada Umbi Gadung dengan Berbagai Teknologi Proses*. Laporan akhir penelitian. Lembaga Penelitian. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Park, D.P., Sung, J.H., Choi, H.J. dan Jhon, M.S. (2004). Electroresponsive characteristics of highly substituted phosphate starch. *Journal of Material Science* **39**: 6083-6086.
- Passauer, L., Bender, H. dan Fischer, S. (2010). Synthesis and characterization of starch phosphates. *Carbohydrate Polymer* **82**: 809-814.
- Pratama, F. (2008). *Karakteristik Sirup Glukosa dari Pati Gadung*. Laporan penelitian dasar (*fundamental research*). Progam Penelitian Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M), Ditjen Dikti tahun 2008.
- Rutenberg, M.W. dan Solarek, D. (1984). Starch derivate: production and uses. *Dalam*: Whisler, R.L., BeMiller, J.N. dan Paschall, E.F, editor. *Starch: Chemistry and Technology*. Academic Press. Inc., Tokyo.
- Santoso, B., Manssur, A. dan Malahayati, N. (2007). Karakteristik sifat fisik dan kimia edible film dari pati ganyong. *Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dosen Ilmu Pertanian dalam Rangka Seminar dan Rapat Tahunan (Semirata) Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri (BKS PTN) Wilayah Barat*. Universitas Riau, 14-17 Juli 2007.
- Suryani, C.L. (2001). Karakteristik amilografi pati ganyong putih, ubi jalar, dan garut serta sifat-sifat sohun yang dihasilkan. *Kumpulan Makalah Seminar Nasional Teknologi Pangan, Buku C: Pangan dan Gizi, Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) Semarang*.
- Tharanathan, R.N. (2005). Biodegradable films and composite coating: past, present and future. *Trends in Food Science and Technology* **14**: 71-78.
- Tomasik, P. dan Schilling, H. (2004). Chemical modification of starch. *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry* **59**: 175-403.
- Tuschhoff, J.V. (1989). Hydroxypropylated starches. *Dalam*: Wurzburg, O.B. (Ed.). *Modified acid in dreid guava*

- during storage. *Journal of Food Engineering* **51**: 21-26.
- Van de Burgt, Y.E.M., Bergsma, J. Bleeker, I.P. Mijland, P.J.H.C., Kamerling, J.P. dan Vliegthart, J.F.G. (2000). Structural studies on methylated starch granules. *Reviews Starch/Starke* **53**: 281-287.
- Wattanachant S., Muhammad K., Hashim D.M. dan Rahman R.A. (2005). Effect of cross-linking reagents and hydroxypropylation levels on dual modified tapioca starch properties. *Food Chemistry* **80**: 463-471.
- Widowati, S., Hadiatmi, Soekarto, S.T. dan Damayanti, N. (2001). Karakterisasi sifat fisiokimia tepung ganyong (*Canna edulis kerr*) dan kesesuaian untuk produk pangan. *Buletin Agrobio* **18**: 109-120.
- Winarno, F.G. (1989). *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Wurzburg, O.B. (1989). *Modified Starch, Properties, and Uses*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Yuliasih, I. (2008). *Fraaksinasi dan Asetilasi Pati Sagu (Metroxylon sagu Rottb) serta Aplikasi Produknya sebagai Bahan Campuran Plastik Sintetik*. Disertasi. Program Pascasarjana. Program Studi Ilmu Pangan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.