

PENGARUH PROSES MODIFIKASI FISIK TERHADAP KARAKTERISTIK PATI DAN PRODUKSI PATI RESISTEN DARI EMPAT VARIETAS UBI KAYU (*Manihot esculenta*)

(*The Effect of Physically Modification Process on Starch Characteristic and Resistant Starch Production from Four Varieties of Cassava (Manihot esculenta)*)

Nazhrah^{*1}, Elisa Julianti¹, Linda Masniary L¹

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian USU

Jl. Prof. A. Sofyan No. 3 Medan Kampus USU Medan

*e-mail : nazh_august@yahoo.co.id

Diterima 28 Juli 2013/ Disetujui 14 Maret 2014

ABSTRACT

Resistant starch is a starch or starch degradation products that are not digested in the human digestive system so that the starch can escape digestion in the small intestine system but can be fermented by the natural microflora in the large intestine. Resistant starch has a positive impact on health, such as preventing the increase in blood glucose levels significantly. This research used cassava as raw material because it had functional properties i.e resistant starch content that can be obtained through the treatment process. The purpose of this research was to study the influence of physically modification process on the production of resistant starch and to determine the characteristics of the modified starch from four varieties of cassava. The physical process was done by autoclaving at 110°C and 121°C. The research was conducted in two phases, making the natural starch from four varieties of cassava starch and modification of starch. The physical and chemical characteristics of modified starch were tested including moisture, ash, protein, and fat content, pH value, pasting properties, starch granules shape and size, total sugars, starch, and resistant starch content. Modification treatment by autoclaving at 110°C produced the highest resistant starch content (36,78%) and modified starch from yellow tuber-cassava which is modified by autoclaving treatment 121°C had the highest resistant starch content (53,22%).

Keywords: Cassava, Modified Starch, Resistant Starch

PENDAHULUAN

Karbohidrat merupakan senyawa organik yang jumlahnya paling banyak dan bervariasi dibandingkan dengan senyawa organik lainnya yang terdapat di alam. Sumber utama karbohidrat, diantaranya adalah *serealia* (contoh gandum, jagung, beras, dan sorgum), biji-bijian (contoh kacang merah, kacang kedelai, dan kacang hijau), umbi-umbian (contoh ubi kayu, ubi jalar, dan kentang), buah-buahan, sayur-sayuran, susu, dan lain-lain. Karbohidrat juga merupakan sumber energi utama dalam kehidupan manusia.

Kebiasaan mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, terutama makanan dengan jumlah gula sederhana yang tinggi seperti gula pasir, permen, minuman ringan, beberapa jenis produk *bakery*, dan makanan yang diolah dengan panas yang tinggi, tidak selalu berdampak baik bagi kesehatan. Hal ini disebabkan karena pankreas akan bekerja terlalu berat ketika harus memroses gula sederhana dalam jumlah besar, sehingga tidak semua gula diproses menjadi energi. Sebagian gula akan

tetap menjadi gula darah yang tersuspensi di dalam darah. Hal ini akan menimbulkan penyakit diabetes dan kegemukan. Diabetes terjadi karena pankreas yang bekerja terlalu berat sehingga tidak bisa atau hanya menghasilkan hormon insulin dalam jumlah sedikit. Kondisi seperti ini akan menyebabkan kadar gula di dalam darah meningkat.

Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan makanan yang tidak hanya menghasilkan energi yang besar tetapi juga memberikan pengaruh yang baik bagi kesehatan. Dewasa ini, kesadaran masyarakat terhadap kesehatan melalui diet semakin meningkat. Salah satu komponen pangan yang menjadi sorotan yaitu pati resisten atau pati tahan cerna (*Resistant Starch*).

Ubi kayu (*Manihot esculenta*) merupakan sejenis tanaman umbi-umbian yang mengandung karbohidrat tinggi dengan kadar amilosa yang rendah dan amilopektin yang tinggi sehingga dapat dijadikan bahan makanan sumber karbohidrat sebagai pengganti beras (Rismayani,

2007). Menurut Winamo (1992), kandungan pati yang terdapat di dalam ubi kayu adalah 34,6%.

Ubi kayu merupakan bahan pangan lokal yang ternyata tidak hanya mengandung pati biasa dalam jumlah besar tetapi juga memiliki sifat fungsional yang sangat bermanfaat bagi manusia. Sifat fungsional yang penting pada pati ubi kayu di antaranya adalah kandungan pati resisten yang sifatnya mirip dengan serat pangan. Kandungan dan karakteristik pati resisten ubi kayu akan berbeda-beda untuk masing-masing varietas, dan sangat dipengaruhi oleh proses modifikasi pati. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh proses produksi pati resisten dan karakteristik pati resisten dari berbagai varietas ubi kayu, dalam hal ini adalah varietas ubi kayu yang banyak ditanam di Sumatera Utara yaitu ubi kayu ketan, ubi kayu kuning, ubi kayu gunting saga, dan ubi kayu roti.

BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Pertanian USU. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati alami dari empat varietas ubi kayu lokal Sumatera Utara, yaitu ubi kayu ketan, ubi kayu kuning, ubi kayu gunting saga dan ubi kayu roti. Empat varietas ubi kayu tersebut diperoleh dari petani ubi kayu Desa Tambakrejo Kabupaten Deli Serdang. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk modifikasi pati adalah HCl 1% dan 2%, NaOH 0,1 N, dan akuades serta bahan-bahan untuk analisa sifat fisiko-kimia dan fungsional pati ubi kayu seperti etanol, NaOH, H₂SO₄ pekat, K₂SO₄, CuSO₄, hexan, aseton, glukosa standard, phenol, eter, DNS (Dinitrosalisilat).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk analisa kadar air, untuk analisa kadar abu, untuk analisa kadar protein, untuk analisa kadar lemak, untuk analisa total gula, untuk analisa kadar pati, untuk analisa kadar pati resisten, untuk analisa sifat amilograf pati, untuk analisa bentuk dan ukuran granula pati, untuk analisa nilai pH, dan untuk modifikasi pati.

Pembuatan Pati Alami

Ubi kayu (ubi kayu ketan, ubi kayu kuning, ubi kayu gunting saga, dan ubi kayu roti) dikupas dan dicuci kemudian ditimbang beratnya. Bahan dihaluskan dengan menggunakan alat penghalus sampai bahan halus menjadi bubur. Setelah itu, bubur bahan ditambahkan air (1 bagian bubur ditambah dengan 3 bagian air) dan diaduk-aduk agar pati lebih banyak keluar dari jaringan bahan. Kemudian bubur bahan ubi kayu dari masing-masing varietas (ubi kayu ketan, ubi kayu kuning,

ubi kayu gunting saga, dan ubi kayu roti) disaring dengan kain saring sehingga pati lolos dari saringan sebagai suspensi pati dan serat tertinggal pada kain saring. Suspensi pati ditampung pada wadah pengendapan. Lalu suspensi pati dibiarkan mengendap di dalam wadah pengendapan selama 12 jam. Pati akan mengendap sebagai pasta. Setelah mengendap, pasta dicuci sebanyak 3 kali. Kemudian pasta diletakkan di atas loyang dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Setelah pati kering, selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan yang berukuran 80 mesh. Dihasilkan pati ubi kayu dan dikemas di dalam plastik dalam keadaan tertutup rapat.

Modifikasi Pati secara Fisik

Prosedur modifikasi proses fisik mengacu pada metode Sajilata, *et al.*, (2006). Pati alami ubi kayu (ubi kayu ketan, ubi kayu kuning, ubi kayu gunting saga, dan ubi kayu roti) disuspensikan dengan cara menambahkan air dengan perbandingan pati dan air yaitu 1:3. Kemudian suspensi tersebut dipanaskan dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 110°C dan 121°C selama 30 menit. Suhu pemanasan yang digunakan pada penelitian ini adalah suhu 110°C (Berry, 1986) dan suhu 121°C (Berry, 1986; Bjorck dan Nyoman, 1987; Sievert dan Pomeranz, 1989; Sievert dan Wursch, 1993). Setelah dipanaskan, suspensi pati didinginkan pada suhu ruang selama 20 menit dan dilanjutkan dengan penyimpanan pada suhu 4°C selama 24 jam. Kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam dan setelah itu dihaluskan. Pati yang telah dihaluskan, diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh. Pati yang lolos dikemas dengan menggunakan plastik dan tertutup rapat.

Pengamatan dan Analisis Data

Pati termodifikasi yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian karakteristik fisikokimia dan fungsional meliputi sifat amilografi dengan *Rapid Visco Analyzer* (RVA), bentuk dan ukuran granula pati (Mikroskop Polarisasi), kadar air (AOAC, 1995), nilai pH, kadar abu (SNI-01-3451-1994), kadar lemak dengan metode Soxhlet (AOAC, 1995), kadar protein dengan metode Mikro-Kjeldhal (AOAC, 1995), pengukuran kadar pati resisten (Kim, *et al.* 2003), kadar pati dengan metode hidrolisis asam (Apriyantono, *et al.* 1989), dan analisis total gula (Dubois, *et al.* 1956).

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor, yaitu varietas ubi kayu dengan 4 taraf yaitu V₁= ubi kayu ketan, V₂= ubi kayu kuning, V₃= ubi kayu gunting saga, dan V₄= ubi kayu roti .

Faktor II adalah metode modifikasi pati resisten dengan 2 taraf perlakuan yaitu P_1 = metode *autoclaving* (110°C), P_2 = metode *autoclaving* (121°C). Setiap perlakuan dibuat dalam 3 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA), dan perlakuan yang memberikan pengaruh yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (*Least Significant Range/LSR*).

Karakteristik Pati Termodifikasi dari Empat Varietas Ubi Kayu

Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa varietas ubi kayu dan proses modifikasi pati memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisikokimia pati ubi kayu. Karakteristik fisikokimia pati termodifikasi dari empat varietas ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengaruh varietas ubi kayu terhadap karakteristik fisikokimia pati ubi kayu termodifikasi

Parameter	Ubi kayu ketan	Ubi kayu kuning	Ubi kayu gunting saga	Ubi kayu Roti
Kadar air (%bk)	9,08 ^a	8,46 ^a	8,92 ^a	9,23 ^a
Kadar abu (%bk)	6,55 ^c	9,46 ^b	9,44 ^b	10,56 ^a
Kadar lemak (%bk)	0,32 ^a	0,19 ^c	0,34 ^a	0,24 ^b
Kadar protein (%bk)	1,13 ^a	1,31 ^a	1,41 ^a	1,25 ^a
Nilai pH	5,65 ^b	5,68 ^b	5,53 ^b	6,00 ^a

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%
- Data terdiri dari 3 ulangan

Tabel 2. Pengaruh proses modifikasi pati ubi kayu terhadap karakteristik fisikokimia pati ubi kayu termodifikasi

Parameter Mutu Pati	Proses Modifikasi Fisik	
	<i>Autoclaving</i> 110°C	<i>Autoclaving</i> 121°C
Kadar air (%bk)	13,77 ^a	11,99 ^b
Kadar abu (%bk)	0,32 ^a	0,32 ^a
Kadar lemak (%bk)	0,32 ^a	0,27 ^b
Kadar protein (%bk)	1,17 ^b	1,52 ^a
Nilai pH	4,87 ^a	4,93 ^a

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%
- Data terdiri dari 3 ulangan

Kadar air

Kadar air pati termodifikasi tertinggi terdapat pada perlakuan *autoclaving* 110°C yaitu sebesar 13,77%. Semakin tinggi suhu *autoclaving* maka kadar air akan semakin rendah. Hal ini berhubungan dengan proses penguapan air dari pati, dimana semakin tinggi suhu maka penguapan air akan semakin meningkat, sehingga kadar air akan semakin rendah.

Kadar abu

Tabel 1 menunjukkan bahwa pati dari ubikayu varietas roti memiliki kadar abu yang tertinggi. Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan suhu *autoclaving* pada proses modifikasi pati ubi kayu secara fisik memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kadar abu pati modifikasi. Perbedaan kadar abu pada setiap varietas ubi kayu dipengaruhi oleh perbedaan kandungan mineral yang terdapat di dalam umbi pada setiap varietas, cara bercocok tanam seperti pemupukan, dan adanya kontaminasi udara dan tanah pada proses

pengolahan. Kadar abu juga dipengaruhi oleh proses ekstraksi dan pencucian pati dengan air sehingga mineral yang larut air akan mudah terbuang bersama ampas (Soebito (1988) dalam Richana dan Sunarti (2004)).

Kadar lemak

Tabel 1 menunjukkan bahwa perbedaan varietas ubi kayu memberikan perbedaan kadar lemak. Tabel 2 menunjukkan bahwa perbedaan suhu pada proses modifikasi pati secara fisik juga memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar lemak pati modifikasi. Peningkatan suhu *autoclaving* akan menyebabkan penurunan kadar lemak. varietas Proses modifikasi tidak secara langsung dapat mempengaruhi komponen lemaknya tetapi lebih mempengaruhi komponen patinya. Thomas dan Atwell (1997) menyatakan bahwa lemak dalam bahan berpati terdapat sebagai kompleks dengan bagian nonpolar (di dalam rantai polimer) molekul amilosa. Perubahan struktur pati yang terjadi akibat perlakuan modifikasi yang diberikan pada

ubi kayu karena tidak bersifat menghidrolisis amilosa, diduga tetap mempertahankan lemak berada di dalam rantai polimer amilosa, sehingga tidak menghasilkan perbedaan kadar lemak diantara perlakuan modifikasi.

Kadar protein

Tabel 1 menunjukkan bahwa perbedaan varietas ubi kayu memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kadar protein ubi kayu. Umbi-umbian umumnya bukan merupakan sumber protein. Tabel 2 menunjukkan bahwa peningkatan suhu autoclaving akan meningkatkan kadar protein pati modifikasi. Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya penurunan kadar air pati, sehingga secara relatif terjadi peningkatan kadar protein pati.

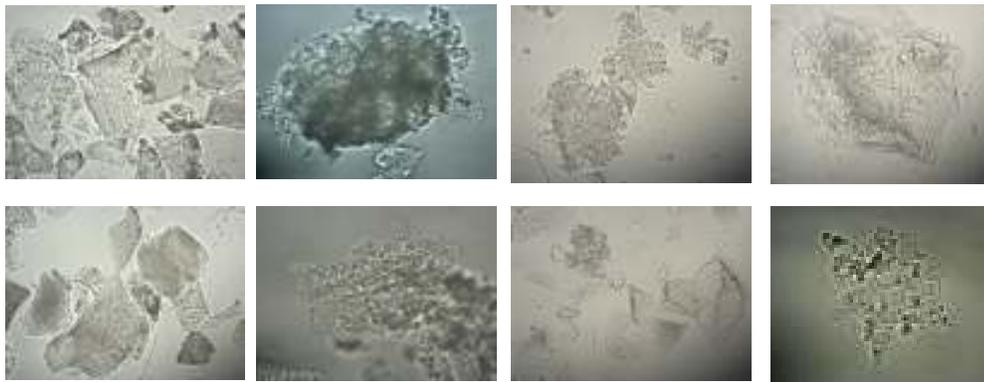
Nilai pH

Nilai pH pati dipengaruhi oleh varietas ubi kayu (Tabel 1). Pati yang diperoleh dari ubi

kayu varietas roti memiliki nilai pH yang lebih tinggi daripada pati yang diperoleh dari ubi kayu ketiga varietas lainnya. Perbedaan suhu pada proses modifikasi pati secara fisik memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap nilai pH pati modifikasi (Tabel 2).

Bentuk dan ukuran granula pati

Gambar 1 menunjukkan bahwa granula pati ubi kayu pecah setelah dilakukan modifikasi. Menurut Kusnandar (2011), pecahnya granula pati disebabkan karena pemanasan yang dilakukan telah melewati suhu gelatinisasi sehingga semakin meningkat suhu pemanasan maka granula pati akan semakin mengembang dan tidak mampu lagi menampung air. Akibatnya granula pati akan pecah dan molekul amilosa dan amilopektin akan menyatu dengan fase air. Pecahnya granula pati menyebabkan bentuk granula tidak beraturan dan ukuran granula tidak dapat diukur.



Gambar 1. Bentuk granula pati termodifikasi berturut-turut dari kiri kekanan ubi kayu varietas ketan, varietas kuning, varietas gunting saga, dan varietas ketan dengan empat metode modifikasi *autoclaving* 110°C (atas) dan *autoclaving* 121°C (bawah)

Karakteristik Pasta Pati Termodifikasi dari Empat Varietas Ubi Kayu

Secara umum hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa varietas ubi kayu dan proses modifikasi pati memberikan pengaruh terhadap viskositas puncak, viskositas *breakdown*, viskositas *setback*, viskositas akhir, dan suhu gelatinisasi pati termodifikasi seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Viskositas puncak

Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa varietas ubi kayu dan suhu autoclaving memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap viskositas puncak pati modifikasi. Pati yang dimodifikasi secara fisik (*autoclaving* 110°C dan 121°C) masih memiliki viskositas puncak. Hal ini menunjukkan bahwa granula pati belum rusak

secara sempurna sehingga masih membutuhkan waktu untuk tergelatinisasi kembali. Semakin tinggi suhu yang diberikan, maka viskositas puncak pati akan semakin rendah. Viskositas pati yang dipanaskan pada suhu 121°C lebih rendah daripada pati dengan suhu pemanasan 110°C. Menurut Syamsir, *et al.* (2011), nilai viskositas puncak merefleksikan kemampuan granula untuk mengikat air dan mempertahankan pembengkakan selama pemanasan. Hal ini juga menunjukkan bahwa pati yang dimodifikasi secara fisik memiliki peluang untuk menghasilkan pati resisten dengan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan pati yang dimodifikasi secara kimia. Viskositas puncak yang tinggi menunjukkan bahwa adanya amilosa yang masih bisa berikatan dengan molekul pati yang lain sehingga terbentuk struktur heliks ganda melalui

ikatan hidrogen (retrogradasi) dan membentuk pati dengan struktur yang lebih kuat (pati resisten) (Kusnandar, 2011).

Tabel 3. Pengaruh varietas ubi kayu terhadap karakteristik pasta pati ubi kayu termodifikasi

Varietas Ubi Kayu	Viskositas Puncak (cP)	Viskositas Breakdown (cP)	Viskositas Setback (cP)	Viskositas Akhir (cP)	Suhu Gelatinisasi (°C)
Ketan	1521,08 ^a	611,58 ^a	447,92 ^a	1357,42 ^c	65,42 ^c
Kuning	1178,25 ^b	160,08 ^b	518,25 ^a	1536,42 ^b	69,68 ^b
Gunting saga	1422,83 ^a	159,83 ^b	475,25 ^a	1738,25 ^a	74,92 ^a
Roti	1670,67 ^a	655,58 ^a	517,75 ^a	1532,83 ^b	60,25 ^d

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

- Data terdiri dari 3 ulangan

-

Tabel 4. Pengaruh proses modifikasi pati ubi kayu terhadap karakteristik pasta pati ubi kayu termodifikasi

Proses modifikasi	Viskositas Puncak (cP)	Viskositas Breakdown (cP)	Viskositas Setback (cP)	Viskositas Akhir (cP)	Suhu Gelatinisasi (°C)
Autoclaving 110°C	3529,67 ^a	894,78 ^a	1232,11 ^a	3867,00 ^a	73,25 ^a
Autoclaving 121°C	2606,44 ^b	995,89 ^a	682,44 ^b	2293,00 ^b	66,68 ^b

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%

- Data terdiri dari 3 ulangan

Viskositas breakdown

Tabel 3 menunjukkan bahwa varietas ubi kayu memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap viskositas breakdown pati, tetapi suhu autoclaving memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap viskositas breakdown pati. Menurut Kusnandar (2011), nilai viskositas breakdown diperoleh dari pengukuran dengan *Brabender Viscograph* pada tahap *holding* yaitu suhu pemanasan dipertahankan pada suhu 95°C selama 20-30 menit untuk mengetahui tingkat kestabilan pasta pati pada saat proses pemanasan.

Viskositas setback

Tabel 3 menunjukkan bahwa varietas ubi kayu memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap viskositas setback pati modifikasi. Suhu autoclaving memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap viskositas setback pati modifikasi (Tabel 4). Peningkatan suhu menyebabkan terjadinya penurunan viskositas setback. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu maka terjadi peningkatan pati yang mengalami proses gelatinisasi yang menyebabkan terjadinya penurunan kandungan amilosa sehingga viskositas setbacknya menurun (Kusnandar, 2011).

Nilai viskositas setback ini diperoleh dari pengukuran dengan *Brabender Viscograph* pada tahap *holding* pada suhu pendinginan yaitu suhu dipertahankan pada suhu 50°C selama 20-30 menit untuk mengetahui

kestabilan pati pada saat pengadukan. Pati dengan nilai viskositas setback yang tinggi menunjukkan bahwa banyaknya jumlah amilosa yang berikatan kembali dengan molekul-molekul pati yang lain dan membentuk struktur heliks ganda melalui ikatan hidrogen (retrogradasi). Struktur pati yang terbentuk menjadi lebih kuat sehingga disebut dengan pati tahan cerna (pati resisten).

Viskositas akhir

Viskositas akhir merupakan nilai viskositas pasta pati setelah tahap pendinginan (akhir *holding* pada suhu 50°C). Pada tahap ini dapat diketahui kestabilan viskositas pati terhadap proses pengolahan (pemanasan, pengadukan, pendinginan). Varietas ubi kayu memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap viskositas akhir pati (Tabel 3). Pati yang dimodifikasi dengan *autoclaving* dengan suhu yang lebih rendah memiliki viskositas akhir yang lebih tinggi daripada pati yang dimodifikasi dengan suhu *autoclaving* yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu *autoclaving* maka pati termodifikasi lebih stabil terhadap proses pengolahan (pemanasan, pengadukan, dan pendinginan) (Kusnandar, 2011).

Suhu gelatinisasi

Tabel 3 menunjukkan bahwa perbedaan varietas memiliki pati dengan suhu gelatinisasi yang berbeda. Pada perlakuan *autoclaving* 110°C suhu gelatinisasi pati sebesar 73,25°C dan pada

perlakuan *autoclaving* 121°C suhu gelatinisasinya yaitu 66,68°C.

Karakteristik Fungsional Pati Termodifikasi dari Empat Varietas Ubi Kayu

Secara umum hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa varietas ubi kayu dan proses modifikasi pati memberikan pengaruh terhadap kadar pati resisten, total gula, dan kadar pati dari pati termodifikasi seperti pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Total gula

Total gula merupakan jumlah gula di dalam suatu bahan dalam bentuk gula sederhana (monosakarida, disakarida, dan oligosakarida) dan polisakarida (Girindra, 1986). Peningkatan total gula akibat proses modifikasi disebabkan karena proses modifikasi akan memutuskan rantai polisakarida sehingga jumlah polisakarida berantai pendek akan semakin banyak (Kusnandar, 2011). Total gula pati yang dimodifikasi dengan metode *autoclaving* pada

suhu yang lebih rendah memiliki nilai yang lebih tinggi daripada total gula pati yang dimodifikasi dengan suhu *autoclaving* yang lebih tinggi akibat reaksi karamelisasi yang mengubah glukosa menjadi hidroksimetil furfuraldehid. Semakin cepat pati terpecah menjadi glukosa, maka semakin cepat pula glukosa rusak akibat proses pemanasan sehingga menurunkan total gula pati.

Pada metode *autoclaving*, proses hidrolisis hanya mengandalkan air yang akan memutuskan ikatan glikosidik sehingga proses hidrolisis berjalan lambat. Selain itu, proses pemanasan yang dilakukan hanya 30 menit sehingga glukosa belum mengalami reaksi karamelisasi. Gambar 2 menunjukkan, pada varietas ubi kayu ketan dan ubi kayu kuning, total gula meningkat seiring dengan peningkatan suhu. Hal ini menunjukkan bahwa pati ubi kayu ketan dan ubi kayu kuning belum terpecah secara sempurna pada suhu 110°C sedangkan pada suhu 121°C pati ubi kayu ketan dan ubi kayu kuning telah terpecah dalam jumlah yang besar.

Tabel 5. Pengaruh varietas ubi kayu terhadap karakteristik fungsional pati ubi kayu termodifikasi

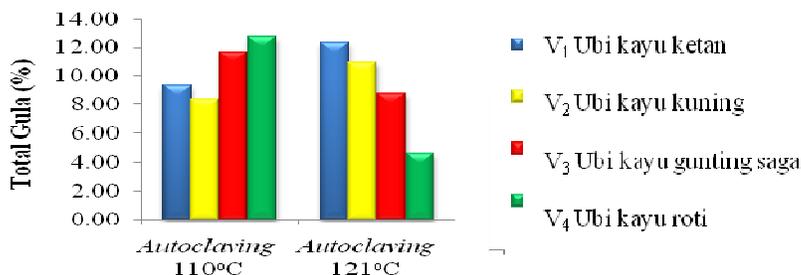
Parameter	Ubi kayu ketan	Ubi kayu kuning	Ubi kayu gunting saga	Ubi kayu roti
Kadar pati resisten (%bk)	31,02 ^b	38,63 ^a	21,56 ^c	29,40 ^b
Total gula (%bk)	8,80 ^a	8,81 ^a	8,78 ^a	8,73 ^a
Kadar pati (%bk)	10,88 ^{ab}	11,38 ^a	10,23 ^{abc}	10,66 ^{abc}

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%
 - Data terdiri dari 3 ulangan

Tabel 6. Pengaruh proses modifikasi pati ubi kayu terhadap karakteristik fungsional pati ubi kayu termodifikasi

Parameter	<i>Autoclaving</i> 110°C	<i>Autoclaving</i> 121°C
Kadar pati resisten (%bk)	36,78 ^a	31,21 ^b
Total gula (%bk)	11,23 ^a	8,58 ^b
Kadar pati (%bk)	12,63 ^a	11,22 ^b

Keterangan: - Angka yang diikuti huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5%
 - Data terdiri dari 3 ulangan

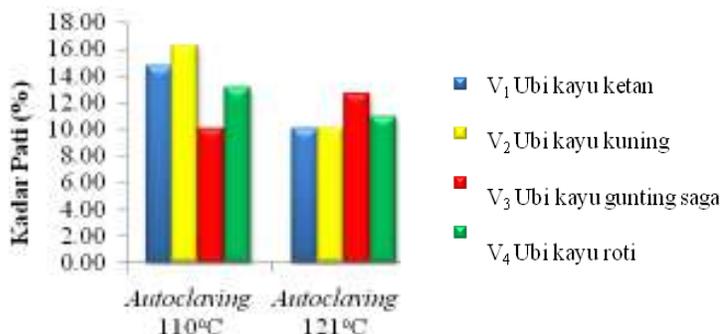


Gambar 2. Kadar gula total pati dari 4 varitas ubi kayu yang dimodifikasi secara fisik dengan metode *autoclaving* pada 2 suhu yang berbeda

Kadar pati

Kadar pati dipengaruhi secara nyata oleh varietas ubi kayu. Kadar pati tertinggi diperoleh pada ubi kayu varietas kuning dan terendah pada ubi kayu varietas gunting saga (Tabel 5). Kadar pati dari perlakuan modifikasi secara fisik yaitu *autoclaving* pada suhu 110°C sebesar 12,63% dan *autoclaving* pada suhu 121°C sebesar 11,22% (Tabel 6). Pada keempat varietas ubi kayu

yang digunakan, semakin tinggi suhu maka kadar pati akan semakin rendah, kecuali pada ubi kayu varietas gunting saga, dimana semakin tinggi suhu kadar pati justru semakin meningkat. Diduga bahwa suhu mempengaruhi tingkat kerusakan granula yang menyebabkan rusaknya molekul-molekul penyusun pati sehingga jumlah molekul pati yang akan membentuk ikatan baru yang kuat (tidak mudah larut) semakin sedikit.



Gambar 3. Kadar pati dari 4 varitas ubi kayu yang dimodifikasi secara fisik dengan metode autoclaving pada 2 suhu yang berbeda

Kadar pati resisten

Varietas ubi kayu dan suhu autoclaving memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar pati resisten dari 4 varietas ubi kayu (Tabel 5 dan Tabel 6). Menurut Sajilata, *et al.* (2006), pada perlakuan *autoclaving*, pati resisten terbentuk akibat perlakuan *autoclaving* yang diikuti oleh pendinginan dan pengeringan. Dalam proses pendinginan terjadi peristiwa rekristalisasi yang menyebabkan rantai polimer amilosa kembali membentuk struktur heliks ganda melalui ikatan hidrogen setelah tergelatinisasi. Akibat proses tersebut maka akan terbentuk pati yang sulit dicerna oleh enzim amilase. Tjokroadikoesoemo (1986) menyatakan bahwa pati yang dimodifikasi secara kimia akan menghasilkan ikatan-ikatan baru antar molekul penyusun pati atau dengan molekul pati yang lain sehingga terbentuk pati yang berstruktur kuat dan tidak mudah dicerna.

Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan *autoclaving* pada suhu 110°C menghasilkan pati resisten sebanyak 36,78%, sedangkan pada suhu 121°C kadar pati resisten hanya 31,21%. Perlakuan *autoclaving* dengan suhu yang lebih rendah menghasilkan pati resisten yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan *autoclaving* dengan suhu yang lebih tinggi, granula pati tergelatinisasi secara sempurna. Tergelatinisasinya granula pati secara sempurna menyebabkan jumlah amilosa yang tersedia untuk membentuk kembali struktur heliks ganda melalui ikatan hidrogen

(retrogradasi) menjadi lebih sedikit sehingga pati dengan struktur yang kuat (pati resisten) juga terbentuk dalam jumlah sedikit (Kusnandar, 2011; Sajilata, *et al.*, 2006)

Proses modifikasi sangat mempengaruhi kecenderungan pati untuk mengalami retrogradasi. Analisis korelasi menunjukkan korelasi positif antara kadar air dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = 0,55, viskositas puncak dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = 0,53, viskositas *breakdown* dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = 0,44, viskositas *setback* dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = 0,52, juga antara viskositas akhir dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = 0,51. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air dan nilai dari karakteristik pasta pati maka semakin tinggi kadar pati resisten dari pati termodifikasi.

Analisis korelasi menunjukkan korelasi negatif antara kadar abu dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = -0,35, kadar lemak dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = -0,46, kadar protein dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = -0,17, juga antara nilai pH dan kadar pati resisten dengan koefisien korelasi (r) = -0,45. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan nilai pH maka semakin rendah kadar pati resisten dari pati termodifikasi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengaruh proses fisik dan proses kimia terhadap produksi pati resisten pada empat varietas ubi kayu terhadap parameter yang diamati dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Varietas ubi kayu memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap karakteristik fisikokimia dan fungsional pati alami dan pati modifikasi.
2. Proses modifikasi pati memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap karakteristik fisik, kimia, fungsional pati alami dan pati modifikasi.
3. Proses modifikasi pati dapat meningkatkan kandungan pati resisten dibandingkan dengan pati alaminya.
4. Analisis korelasi menunjukkan korelasi negatif antara kadar abu, nilai pH, kadar protein, kadar lemak dari pati ubi kayu termodifikasi dan kadar pati resisten dari pati ubi kayu termodifikasi. Semakin tinggi kadar abu, nilai pH, kadar protein, dan kadar lemak dari pati ubi kayu termodifikasi maka semakin rendah kadar pati resisten dari pati ubi kayu termodifikasi.
5. Varietas ubi kayu dan proses modifikasi pati memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap produksi pati resisten. Produksi pati resisten tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan varietas ubi kayu kuning dan proses modifikasi *autoclaving* 121°C, sedangkan produksi pati resisten terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan varietas ubi kayu gungting saga dan proses modifikasi *autoclaving* 121°C.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima Kasih Kepada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk, yang telah membiayai penelitian ini melalui program Indofood Riset Nugraha 2012/2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Berry, C. S. 1986. Resistant starch. Formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fiber. *J. Cereal Sci.* 4:301-314.
- Bjorck, I. M. dan M. E. Nyoman. 1987. In vitro effects of phytyc acid and polyphenols on starch digestion and fiber degradation. *J. Food Sci.* 52:1588-1994.
- Erika, C. 2010. Produksi pati termodifikasi dari beberapa jenis pati. *Jurnal rekayasa kimia dan lingkungan.* 7(3): 130-137.
- Eskin, N. A. M., H. M. Handerson, R. J. Townsend. 1971. *Biochemistry of food.* Academic-Press. New York.
- Gliksmans, M. 1969. *Gum technology in food industry.* Academic-Press, Inc. New York.
- Haryati, A. 2004. Produksi maltodekstrin dari pati umbi minor secara enzimatis. Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusnandar, F. 2011. *Kimia pangan komponen makro.* Cetakan Pertama. PT. Dian Rakyat. Jakarta.
- Rismayani. 2007. *Usaha tani dan pemasaran hasil pertanian.* USU-Press. Medan.
- Richana, N. dan T. C. Sunarti. 2004. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung umbi dan tepung pati dari umbi ganyong, suweg, ubi kelapa, dan gembili. *Jurnal pascapanen.* 1(1): 29-37.
- Salijata, M. G., R. S. Singhal, dan P. R. Kulkarni. 2006. Resistant starch-a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 5: 1-17.
- Sievert, D. dan Y. Pomeranz. 1989. Enzyme-resistant starch II characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical and microscopic methods. *Cereal Chem.* 66(4):342-347.
- Sievert, D. dan P. Wursch. 1993. Thermal behaviour of potato amylase and enzyme-resistant starch from maize. *Cereal chem.* 70:333-338.
- Syamsir, E., P. Hariyadi, D. Fardiat, N. Andarwulan, dan F. Kusnandar. 2011. Karakterisasi tapioka dari lima varietas ubi kayu (*manihot utilisima crantz*) asal lampung. *Jurnal agroteknologi.* 5(1): 93-105.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia pangan dan gizi.* Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Wulan, S. N., E. Saparianti, S. B. Widjanarko, dan N. Kurnaeni. 2006. Modifikasi pati sederhana dengan metode fisik, kimia, dan kombinasi fisik-kimia untuk menghasilkan tepung pra-masak tinggi pati resisten yang dibuat dari jagung, kentang, dan ubi kayu. *Jurnal teknologi pertanian*. 7(1): 1-9.

Wulan, S. N., T. D. Widyaningsih, D. Ekasari. 2007. Modifikasi pati alami dan pati hasil pemutusan rantai cabang dengan perlakuan fisik/kimia untuk meningkatkan kadar pati resisten pada pati beras. *Jurnal teknologi pertanian*. 8(2).