

**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**

*Simple Starch Modification Using Physical, Chemical and  
Combined Physical and Chemical Methods to Produce  
Pre-cooked Flour Rich in Resistant Starch  
Made of Corn, Potato and Cassava*

Siti Narsito Wulan<sup>1)</sup>, Ella Saparianti<sup>1)</sup>, Simon B. Widjanarko<sup>1)</sup>  
dan Nina Kurnaeni<sup>2)</sup>

1) Staf Pengajar Teknologi Hasil Pertanian FTP UNIBRAW Malang  
(e-mail: wulan\_thpub@yahoo.com)

2) Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP UNIBRAW Malang

**ABSTRACT**

*The research was conducted to evaluate a resistant starch formation in pre-cooked flour made of various native starches using different method of pre-cooking. The raw materials used as the source of native starches were corn, potato and cassava. The types of respective treatment were the physical method, i.e. boiling the raw materials followed by cooling at 4°C; the chemical modification was carried out by boiling the raw materials in Ca(OH)<sub>2</sub> solution; and the combined method of physical and chemical which was performed by boiling the raw materials in Ca(OH)<sub>2</sub> solution then cooling at 4°C. Each treatment was aimed to produce a specific effect on the starch, i.e. To promote retro gradation (the physical method), cross-linking (the chemical modification), and the both of them (the combined method). The treated samples were then dried and milled to obtain the pre-cooked flour.*

*The results showed that the method of pre-cooking affected the chemical composition of the individual corn, potato, and cassava flours. The degree of resistant starch formed varied with the raw materials as well as the method of pre-cooking. The combined method of physical and chemical pre-cooking applied on the corn starch produced the highest level of resistant starch (9.98%).*

*Key words: resistant starch, starch modification, pre-cooking treatment, cross-linking*

**PENDAHULUAN**

Jagung, kentang dan ubi kayu merupakan komoditas tanaman pangan yang sangat potensial. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS), produksi jagung Indonesia pada tahun 2003 sebesar 10,7 juta ton dan meningkat menjadi 11,35 juta ton pada tahun 2004. Produksi kentang tahun 2001 sebesar 1,75 juta ton dan mencapai 1,89 juta ton sedangkan ubi kayu, sebesar 17 juta ton tahun 2001 dan

meningkat menjadi 19,2 juta ton tahun 2004 (BPS, 2005).

Jagung, kentang dan ubi kayu dapat diolah menjadi tepung yang lebih tahan disimpan, mudah dicampur, difortifikasi, dan lebih cepat diolah (Harijono, dkk. 2000). Namun tepung yang memberi efek fisiologis menguntungkan bagi kesehatan karena tinggi pati resisten belum banyak dibuat. Pati resisten dapat meningkatkan viskositas digesta sehingga lambat diserap, mencegah kenaikan kadar glukosa darah secara drastis, terfermentasi dalam kolon

menghasilkan asam lemak rantai pendek (*short chain fatty acids*) yang dapat meningkatkan mikroflora menguntungkan dalam kolon sehingga meningkatkan kesehatan kolon (prebiotik) serta menghasilkan asam butirat lebih besar dibandingkan serat pangan yang dilaporkan berpotensi mencegah kanker kolon (Croghan, 2001).

Pati resisten terdiri dari RS1 (pati yang secara fisik sulit dicerna seperti pada hasil penggilingan yang tidak sempurna), RS2 (pati mentah), RS3 (pati teretrogradasi), dan RS4 (hasil modifikasi kimia, seperti terbentuknya ikatan silang) (Haralampu, 2000; Croghan, 2001). Penelitian Marsono (1998) pada gembili, suweg, uwi, entik, sukun, pisang, beras dan melinjo dengan proses pemanasan dapat mengakibatkan pembentukan pati resisten. Goni, *et al* (1996) mengklasifikasikan kandungan pati resisten sebagai berikut; sangat rendah (<1%), rendah (1-2,5%), sedang (2,5-5%), tinggi (5-15%) dan sangat tinggi (>15%).

Penelitian tepung tinggi pati resisten telah dilakukan oleh Rosida, dkk. (2001) pada beras dan pisang dengan pemanasan dan pendinginan pada 4°C. Selain modifikasi fisik tersebut, dapat digunakan modifikasi kimiawi, yaitu modifikasi pati dengan perlakuan alkali. Metode ini telah dilakukan pada nikstamalisasi biji jagung di Meksiko. Dari penelitian Brioness, *et al*. (2000) dan Munoz, *et al*. (2001) dilaporkan bahwa nikstamalisasi menghasilkan ikatan silang akibat interaksi Ca-amilosa dan Ca-amilopektin.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh modifikasi secara fisik, kimiawi dan kombinasinya terhadap pembentukan pati resisten pada 3 sumber pati (jagung, kentang dan ubi kayu).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian adalah biji jagung reguler varietas Guluk-guluk dan kentang varietas Granola yang diperoleh dari BPTP Karangploso Malang, serta ubi kayu varietas Mentik Urang yang diperoleh dari

petani Tumpang. Untuk proses perlakuan alkali digunakan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0.1%.

Bahan kimia untuk analisis proksimat lemak, protein, pati, Ca, dan pati resisten. Enzim untuk analisis pati resisten diperoleh dari Sigma Chemical Co., USA yang meliputi enzim  $\alpha$ -endoamilase dari *Bacillus subtilis*, amiloglukosidase dari *Aspergillus niger* dan pullulanase dari *Bacillus acidopulluliticus*.

### Pelaksanaan Penelitian dan Analisis

Dilakukan persiapan bahan meliputi sortasi biji jagung, kentang, dan ubi kayu, lalu dikupas kulitnya dan dipotong tebal  $4 \pm 1$  cm (untuk kentang dan ubi kayu). Setelah itu direbus suhu 100°C selama 30 menit. Untuk perlakuan alkali dan kombinasi, bahan direbus dalam larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,1% dengan waktu yang sama. Kemudian direndam 24 jam dalam  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  untuk perlakuan alkali dan kombinasi, lalu dicuci. Didinginkan suhu 4°C 24 jam untuk perlakuan fisik dan kombinasi, kemudian dithawing 2 jam. Dipotong tipis-tipis dan dikeringkan suhu  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  selama 24 jam, lalu digiling dan diayak.

Terhadap bahan baku dianalisa proksimat (kadar air, abu, Ca, lemak, protein, pati, amilosa, amilopektin, dan pati resisten). Untuk tepung dianalisa proksimat, rendemen dan pati resisten.

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Nested Design (rancangan tersarang), tipe modifikasi tersarang pada sumber pati. Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan ANOVA dilanjutkan uji BNT 1% diantara perlakuan tipe modifikasi pada tiap sumber pati.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Kimia Bahan Baku

Perbedaan antara hasil analisa bahan baku dengan literatur (Tabel 1) disebabkan oleh perbedaan varietas, umur panen serta iklim. Kadar pati resisten yang berbeda dengan literatur diduga disebabkan adanya proses pengolahan dan varietas bahan baku yang digunakan. Snow *and* O'Dea (1981) dan Swinkels (1985) menyatakan

bahwa adanya pati resisten dalam bahan makanan dapat dipengaruhi berbagai macam faktor, antara lain proses pengolahan, keadaan fisik bahan (ukuran granula, rasio amilosa-amilopektin) dan adanya komponen lain misalnya lipida.

Sifat bahan berpati yang berperan dalam pembuatan tepung tinggi pati resisten adalah rasio amilosa : amilopektin penyusun pati bahan. Hasil analisis rasio amilosa : amilopektin penyusun pati jagung adalah 29 : 71. Pati jagung reguler (bukan jenis yang tinggi amilosa atau tinggi amilopektin) memiliki bentuk granula bulat dan poligonal dengan proporsi amilosa 28% (Fennema, 1996). Pada kentang rasio amilosa : amilopektin hasil analisis 34 : 66. Fennema (1996) menyatakan bahwa granula pati kentang yang berbentuk bulat telur besar dan *eccentric hyllum* mempunyai proporsi amilosa 21%. Menurut Hui (1992), ada banyak sekali varietas kentang di dunia. Perbedaan varietas ini yang diduga menyebabkan perbedaan proporsi amilosa penyusun pati kentang. Rasio amilosa : amilopektin pati ubi kayu adalah 23 : 77. Menurut Fennema (1996), tapioka mempunyai proporsi amilosa 17%. Namun, secara umum Elliason *and* Gadmundsson (1996) menyatakan bahwa rasio antara amilosa : amilopektin berbeda antar pati, tetapi untuk pati yang normal terdiri dari 25% amilosa dan 75% amilopektin.

#### **Komposisi kimia tepung pra-masak**

Pada tiap jenis pati, perlakuan modifikasi tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kadar air, kadar abu, kadar Ca dan kadar lemak (Tabel 2).

Retrogradasi gel pati sebagai hasil modifikasi fisik menyebabkan keluarnya air dari matriks gel (*sineresis*) karena bergabungnya molekul pati (terutama amilosa) (Elliason *and* Gadmundsson, 1996), air menjadi mudah diuapkan saat pengeringan. Pada modifikasi kimia, Ca masuk dalam granula menggantikan gugus hidroksil molekul pati, terbentuk jembatan Ca dan membebaskan air. Air dalam bahan juga menjadi lebih mudah diuapkan. Hal ini diperkuat oleh Bryant *and* Hamaker (1997)

yang menyatakan bahwa kation divalent (dalam hal ini adalah ion  $Ca^{++}$ ) berikatan sangat kuat dengan molekul- molekul pati yang menyebabkan kemampuan menahan air pada bahan menurun. Pada modifikasi secara kombinasi kedua fenomena tersebut terjadi. Kemudahan air mengalami penguapan akibat perubahan fisik dan atau kimia pati setelah dimodifikasi, menyebabkan kadar air pada berbagai perlakuan menjadi tidak berbeda nyata.

Pada tiap jenis pati, meskipun perlakuan kimia (dan kombinasi) diberikan dengan merebus bahan dan merendamnya dalam larutan  $Ca(OH)_2$  namun Ca yang diserap oleh pati menghasilkan perbedaan yang tidak signifikan dengan perlakuan fisik. Pada jagung, endosperm dilindungi oleh lapisan perikarp (Munarso dkk., 1988), perikarp ini diduga membatasi penyerapan Ca. Sementara pada kentang dan ubi kayu, ketiadaan perikarp menyebabkan sebagian Ca mengalami pelarutan kembali bersama-sama pati pada saat perendaman (tercermin pada rendemen yang rendah, Tabel 3). Kecenderungan yang sama terjadi pada kadar abu tepung, karena Ca merupakan salah satu komponen penyusun kadar abu bahan.

Komoditas sumber pati biasanya rendah lemak (Tabel 1). Perlakuan modifikasi yang diberikan tidak secara langsung mempengaruhi komponen lemaknya, tapi terutama adalah komponen patinya. Lemak dalam bahan berpati terdapat sebagai kompleks dengan bagian non polar (di dalam rantai polimer) molekul amilosa (Thomas *and* Atwell, 1997). Perubahan struktur pati seperti retrogradasi dan cross-linking karena tidak bersifat menghidrolisis amilosa, diduga tetap mempertahankan lemak berada dalam rantai polimer amilosa, sehingga tidak menghasilkan perbedaan kadar lemak diantara perlakuan modifikasi.

Tidak seperti komponen air, abu, Ca dan lemak, pati merupakan komponen yang secara langsung dipengaruhi pada berbagai modifikasi. Interaksi antara ion  $Ca^{++}$  dengan pati akan memperkuat struktur jaringan pati sehingga berat molekul pati

akan meningkat dan tidak mudah terlarut, terutama pada jagung. Sifat pati yang menjadi tidak mudah larut pada jagung ini karena Ca yang terserap menggantikan gugus hidroksil (yang polar). Seperti yang dinyatakan Tjokroadikoesoemo (1986) bahwa dengan perlakuan kimia (dalam hal ini adalah  $Ca(OH)_2$ ), maka akan terbentuk ikatan-ikatan (jembatan) baru antara molekul - molekul penyusun di dalam pati itu sendiri (*inter-molecular linkage*) atau di antara molekul pati yang satu dengan molekul pati yang lain (*intra-molecular linkage*).

Sementara pada kentang dan ubi kayu, endosperm kontak langsung dengan larutan alkali sehingga meskipun Ca terserap oleh granula pati namun selama perendaman sebagian pati mengalami pelarutan kembali. Seperti dinyatakan oleh Gomez *et.al* (1989) dalam FAO (1992) bahwa nikstamalisasi dapat melarutkan dinding sel di endosperm *peripheral* menyebabkan pengembangan dan destruksi parsial granula pati. Perubahan integritas struktur dinding sel yang menjadi lemah menyebabkan hilangnya bahan kering.

Tabel 1. Analisa Kimia Bahan Baku Jagung, Kentang dan Ubi Kayu

Parameter	Jagung		Kentang		Ubi Kayu	
	*	**	*	**	*	**
Air (%)	15,17	13,00 <sup>a</sup>	68,72	64,00 <sup>c</sup>	64,62	62,50 <sup>d</sup>
Abu (%)	1,70	1,40 <sup>a</sup>	1,05	- <sup>c</sup>	0,26	1,30 <sup>e</sup>
Lemak (%)	4,14	4,00 <sup>a</sup>	0,10	0,10 <sup>c</sup>	0,40	0,30 <sup>d</sup>
Protein (%)	8,93	10,00 <sup>a</sup>	2,45	2,00 <sup>c</sup>	1,23	1,20 <sup>d</sup>
Pati (%)	66,55	61,00 <sup>a</sup>	20,63	19,10 <sup>c</sup>	30,79	34,00 <sup>d</sup>
- Amilosa (%)	19,57	17,08	7,05	4,01	7,02	5,78
- Amilopektin (%)	46,98	43,92	13,58	15,09	23,77	28,22
Rasio amilosa:amilopektin	29:71	28:72 <sup>b</sup>	34:66	21:79 <sup>b</sup>	23:77	17:83 <sup>b</sup>
Ca (%)	0,06	0,03 <sup>a</sup>	0,02	0,01 <sup>c</sup>	0,02	0,03 <sup>d</sup>
Pati resisten (%)	6,62	>15,00 <sup>g</sup> 25,20 <sup>h</sup>	6,30	>15,00 <sup>f</sup> 0,00 <sup>i</sup>	6,01	11,5 <sup>g</sup>

Ket.\* = Hasil analisa, \*\*= Literatur

a= Suprpto (1991), b= Fennema (1996), c=Anonymous (1981) dalam Rukmana (1997), d= Anonymous (2002), e= Suprpti (2002), f= Goni *et.al* (1996), g= Marsono (1998), h= Niba *and* Rose (2003), i= Englyst *and* Cummings (1987)

Tabel 2. Rerata Kadar Pati Resisten dan Komposisi Kimia Tepung Pra-Masak Hasil Modifikasi

Perlakuan		Kadar Air (%)	Kadar Ca (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Pati (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Pati Resisten (%)
Pati	Modifikasi							
Jagung	Fisik	5,59 a	0,07 a	1,69 a	62,20 b	2,74 a	11,38 a	6,14 a
	Kimia	7,11 a	0,10 a	1,74 a	70,47 c	2,66 a	10,86 a	7,14 ab
	Kombinasi	7,37 a	0,11 a	2,09 a	56,60 a	3,12 a	11,56 a	9,98 b
Kentang	Fisik	6,25 a	0,43 a	2,92 a	53,42 b	0,03 a	12,61 c	4,67 a
	Kimia	6,81 a	0,46 a	3,31 a	46,89 a	0,02 a	11,03 b	5,28 a
	Kombinasi	7,31 a	0,51 a	3,46 a	45,18 a	0,05 a	9,28 a	4,60 a
Ubi kayu	Fisik	4,88 a	0,34 a	1,46 a	67,25 b	0,19 a	2,63 a	6,17 b
	Kimia	6,63 a	0,40 a	1,61 a	58,89 a	0,15 a	2,01 a	4,35 ab
	Kombinasi	4,21 a	0,49 a	1,79 a	76,20 c	0,23 a	2,19 a	3,83 a

Kecenderungan tersebut juga terjadi pada kadar protein di kentang. Karena kadarnya yang sangat rendah, tanpa ada perikarp pelindung dan sebagian protein meningkat kelarutannya pada pH cenderung basa (menjauhi titik isoelektris) akibat perendaman dalam larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Seperti dinyatakan Damodaran (1997) *dalam* Damodaran *and* Paraf (1997), bahwa kelarutan protein meningkat tergantung pada pH larutan di bawah atau di atas titik isoelektris.

### Kadar Pati Resisten

Kadar pati resisten tepung tertinggi terdapat pada pati jagung yang dimodifikasi dengan kombinasi kimia-fisik, pada kentang tidak berbeda nyata antar perlakuan modifikasi, dan pada ubi kayu yang dimodifikasi secara fisik.

Pada modifikasi secara kimiawi dan kombinasi kimia-fisik yang menggunakan perlakuan alkali dengan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ikatan silang yang terbentuk antara Ca dengan polimer pati akan memperkuat struktur pati dan mampu menahan hidrolisis enzim, sehingga meningkatkan kadar pati resisten. Munoz *et.al* (2001) melaporkan bahwa keberadaan  $\text{Ca}^{2+}$  akan berikatan dengan polimer pati sehingga menyebabkan terjadinya ikatan silang karena interaksi antara Ca-amilosa dan Ca-amilopektin. Bryant *and* Hamaker (1997) juga melaporkan bahwa pada pH larutan yang tinggi,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  akan terionisasi menjadi  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{OH}^-$ , membentuk ikatan silang dengan pati. Interaksi  $\text{Ca}^{2+}$  dan pati akan menstabilkan dinding granula pati sehingga granula pati lebih kuat dan keras.

Pada modifikasi pati secara kombinasi dan fisik, perlakuan pendinginan  $4^\circ\text{C}$  mengakibatkan pati yang telah tergelatinisasi menjadi teretrogradasi lebih cepat. Maquenne (1993) *dalam* Jacobson *and* BeMiller (1998) menemukan pengaruh suhu terhadap tingkat retrogradasi pati, dimana kecepatan retrogradasi akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu. Makin rendah suhu, makin cepat proses retrogradasi dan makin banyak pati

resisten yang terbentuk. Pendinginan sesudah pemasakan akan mengubah keadaan fisik polisakarida sehingga menurunkan kecernaannya.

Secara umum, diantara sumber pati yang digunakan, jagung mampu menghasilkan kadar pati resisten yang tinggi setelah dimodifikasi. Jagung memiliki kadar amilosa yang paling tinggi yaitu sebesar 19,57% dibandingkan kentang (7,05%) dan ubi kayu (7,02%) (Tabel 1). Amilosa dilaporkan cenderung mudah teretrogradasi. Asp *and* Bjork (1992) menyatakan makin tinggi kadar amilosa pati maka makin tinggi pula kadar pati resistennya. Granula pati kaya amilosa mampu mengkristal yang lebih besar, disebabkan oleh lebih intensifnya ikatan hidrogen, akibatnya tidak dapat mengembang atau mengalami gelatinisasi sempurna pada waktu pemasakan sehingga tercerna lebih lambat. Selain itu, pati sereal dan biji-bijian mengalami retrogradasi lebih cepat daripada pati dari umbi-umbian (Swinkels, 1985). Menurut Fennema (1996), kemampuan retrogradasi yang tinggi terdapat pada jagung, menengah-rendah pada kentang, dan menengah pada ubi kayu.

Pati jagung tidak mengalami gelatinisasi yang sempurna ketika pemanasan seperti pada kentang dan ubi kayu, sehingga menurunkan kecernaannya. Seperti yang dikemukakan Leach (1965) bahwa pati sereal dan biji-bijian mempunyai sifat pengembangan granula dan pelarutan pati yang terbatas disebabkan hubungan antar molekul yang kuat. Pada umumnya pati dari akar atau batang mempunyai suhu gelatinisasi lebih rendah daripada pati sereal dan biji-bijian, selain itu granula patinya mengalami pengembangan serta tingkat pelarutan pati yang lebih besar. Hal ini menunjukkan pati dari akar atau batang mempunyai derajat ikatan antar molekul pati yang lebih rendah daripada pati sereal, sedangkan pati dari umbi-umbian mempunyai tingkat pengembangan granula dan pelarutan yang tinggi

yang menunjukkan lemahnya ikatan antar molekul pati.

Khusus pada kentang, berbeda dengan pati yang lain karena kandungan fosfornya. Fosfor dalam kentang terdapat sebagai gugus ester-fosfat pada molekul amilopektin. Menurut Be Miller *and* Whistler (1996) *dalam* Fennema (1996), gugus ester fosfat menyebabkan amilopektin pati kentang bermuatan negatif menghasilkan gaya tolak-menolak Coulomb yang mungkin memberikan kontribusi pada pengembangan granula pati kentang yang cepat dalam air hangat dan pada beberapa sifat pasta kentang seperti viskositas yang tinggi dan kejernihan (*clarity*) yang bagus serta laju retrogradasi yang rendah.

Fenomena yang terjadi pada ketiga sumber pati yang mengalami perlakuan modifikasi dapat disimpulkan sebagai berikut. Pada jagung dengan kandungan amilosa yang tinggi, perlakuan modifikasi secara kombinasi kimia-fisik memfasilitasi terbentuknya ikatan silang (*cross-linking*) dan retrogradasi untuk menghasilkan pati resisten. Pada kentang perlakuan modifikasi fisik untuk memfasilitasi retrogradasi kurang berperan dalam pembentukan pati resisten karena sifat alamiah pati kentang yang sulit teretrogradasi akibat adanya gugus ester-fosfat pada sepanjang molekul amilopektin mencegah penggabungan antar rantai molekul. Sebaliknya perlakuan modifikasi kimia untuk memfasilitasi terbentuknya ikatan silang cenderung lebih berperan karena gugus ester fosfat dapat berikatan silang dengan Ca menghasilkan jembatan Ca-fosfat, seperti dinyatakan oleh Dalgeish *dalam* Damodaran *and* Paraf (1997) bahwa muatan 2 negatif pada gugus fosfat mengikat ion  $Ca^{2+}$  dengan sangat kuat. Pada pati kentang dengan meningkatkan konsentrasi  $Ca(OH)_2 > 0.1\%$  diduga akan memaksimalkan terjadinya ikatan silang ini

Pada ubi kayu modifikasi fisik berperan meningkatkan kandungan pati resisten karena dapat memfasilitasi

retrogradasi tanpa keberadaan gugus ester-fosfat yang dapat mencegah penggabungan rantai molekul. Perlakuan pendinginan pada suhu rendah dan dilanjutkan pengeringan juga memfasilitasi retrogradasi amilopektin pada ubi kayu yang proporsinya cukup besar. Seperti dijelaskan Silverio, *et al.* (2000) bahwa retrogradasi amilopektin dapat difasilitasi dengan memberikan perlakuan siklus suhu-waktu.

#### **Pemilihan Perlakuan Terbaik pada Masing- Masing Sumber Pati**

Perlakuan terbaik dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan ubi kayu tanpa modifikasi. Perlakuan terbaik dari sumber pati kentang memiliki kadar pati resisten yang lebih rendah daripada kontrol. Hal ini mungkin dikarenakan tepung kontrol meskipun ada perlakuan gelatinisasi dalam analisa pati resistennya, tetapi tidak mengalami perlakuan pemanasan dalam proses pembuatannya, sehingga sifat alami granula pati (pati mentah, *raw starch*) yang resisten dari kentang (RS-2) masih tinggi, sedangkan tepung kentang yang dimodifikasi telah mengalami proses pemanasan (pati tergelatinisasi) sehingga akan mengubah sifat granula pati menjadi lebih mudah diserang oleh enzim. Schulz *et al.* (1993) menyatakan bahwa RS-2 (sifat alami pati mentah yang resisten) dapat hilang akibat lepasnya "barier seluler" dan kerusakan granula pati, setelah mengalami pemasakan.

Secara kuantitatif, kadar pati resisten antara tepung kentang dan ubi kayu terhadap kontrol tidak berbeda nyata. Namun diduga secara kualitatif tepung hasil modifikasi memiliki tingkat resistensi yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini disebabkan perubahan jenis pati resisten dari RS-2 menjadi RS-3 (pada modifikasi fisik) dan RS-4 (pada modifikasi kimia) yang lebih tahan selama pengolahan masing-masing akibat adanya retrogradasi dan ikatan silang pada pati

Tabel 3. Perbandingan Perlakuan Terbaik dengan Kontrol

Parameter	Tepung			Tepung			Tepung		
	Jagung	Kontrol	Notasi	Kentang	Kontrol	Notasi	Ubi Kayu	Kontrol	Notasi
Rendemen (%)	67,08	92,40	**	14,03	21,66	**	22,00	39,38	**
Kadar Air (%)	7,37	7,82	tn	6,81	12,09	**	4,88	10,65	**
Kadar Abu (%)	2,09	1,47	*	3,31	0,89	**	1,46	0,94	**
Kadar Kalsium (%)	0,11	0,02	**	0,46	0,02	**	0,34	0,02	**
Kadar Lemak (%)	3,12	5,71	**	0,02	0,28	**	0,19	0,74	**
Kadar Protein (%)	11,56	8,24	**	11,03	0,68	**	2,63	1,02	**
Kadar Pati (%)	56,60	74,32	**	46,89	85,28	**	67,25	86,11	**
Kadar Pati Resisten (%)	9,98	6,96	*	5,28	6,61	tn	6,17	6,16	tn

Keterangan: \*\* Berbeda nyata pada taraf 5%, \*\*\* Berbeda nyata pada taraf 1%, tn= Tidak berbeda nyata

### KESIMPULAN

Metode pra-pemasakan secara fisik, kimia dan kombinasinya pada ketiga komoditas (jagung, kentang dan ubi kayu) berpengaruh terhadap perubahan komposisi kimia masing-masing tepung pra-masak. Dalam pembentukan pati resisten, ketiga bahan memberikan respon yang berbeda terhadap metode pra-pemasakan yang digunakan. Metode pra-pemasakan secara kombinasi fisik-kimia pada jagung menghasilkan kadar pati resisten tertinggi (9.98%).

Pembuatan tepung tinggi pati resisten sebaiknya dari sumber pati jagung yang dimodifikasi secara kombinasi, sumber pati kentang yang dimodifikasi secara kimiawi, atau sumber pati ubi kayu yang dimodifikasi secara fisik.

Mengingat peran amilosa yang besar terhadap pembentukan pati resisten, perlu dilakukan penelitian tentang produksi tepung yang tinggi pati resisten dari bahan-bahan berpati yang tinggi amilosa. Pengujian tingkat resistensi pati dengan *different scanning calorimetric* perlu ditambahkan untuk menentukan kualitas pati resisten, selain penentuan kadar pati resisten.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terlaksananya penelitian ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal

1. Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional RI atas bantuan dana yang diberikan melalui Penelitian Dosen Muda dengan Surat Perjanjian No. 039/SPPP/PP/DP3M/IV/2005
2. Prof. Dr. Ir. Harijono, M.App.Sc. atas review dan koreksinya pada proposal Penelitian Dosen Muda
3. Dr. Ir. Yunianta, DEA dan Dr. Teti Estiasih, STP.MP atas review dan koreksinya pada laporan hasil Penelitian Dosen Muda
4. Nina Kurnaeni dan Kukun Nia Wardani atas kerja kerasnya di Laboratorium

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1997. Makanan Tradisional Jawa Timur. Lembaga Penelitian UB. Malang
- Anonymous. 2000. Dietary, Functional and Total Fiber. Food and Nutrition Board. <http://books.nap.edu/goods/0309085375/html/265.html>
- Anonymous. 2002. Tepung Tapioka. <http://warintek.progressio.or.id/ttg/pangan/tapioka.htm>
- Asp, N.G and I. Bjork. 1992. Resistant Starch: Review in Trends in Food Science and Technology 3. Elsevier. London
- BPS. 2005. Production of Secondary Food Crops in Indonesia. <http://www.bps.go.id/sector/agri/pangan/table2.shtml>
- Brioness, F.C; A. Iribaren, and J.L Pena. 2000. Recent Advances on The Understanding of The Nixtamalization

- Process. Sociedad Mexicana de Ciencia de Superficies. Y Vacio 10: 20-24.
- Bryant, C.M and B.R Hamaker. 1997. Effect of Lime and Gelatinization of Corn Flour and Starch. J. of Cereal Chemistry No. 2 Vol. 74. American Association of Cereal Chemistry
- Croghan, M. 2001. Resistant Starch as Functional Ingredients in Food Systems. National Starch.
- Dalgeish, D.G. 1997. Structure-Function Relationships of Casein. In Food Proteins and Their Applications. S. Damodaran and A. Paraf (eds). 1997. Marcel Dekker.Inc.New York.
- Damodaran, S. 1997. Food Proteins: An Overview. In Food Proteins and Their Applications. S. Damodaran and A. Paraf (eds). 1997. Marcel Dekker.Inc. New York .
- Eliasson, A.C and M. Gudmundsson. 1996. Starch: Physiochemical and Functional Aspects. in Eliasson, A.C. 1996. Carbohydrates in Foods. Marcell Dekker. New York
- Englyst, H.N and J.H Cummings. 1987. Digestion of Polysaccharides of Potato in The Small Intestine of Man. Am. J. Clin. Nutr. 45:423-431
- FAO. 1992. Maize in Human Nutrition. [http://www.fao.org/documents/show.cdr.asp?url\\_file=/docrep/T0395E/T0395E06.htm](http://www.fao.org/documents/show.cdr.asp?url_file=/docrep/T0395E/T0395E06.htm)
- Fennema, O.R. 1996. Principles of Food Sciences. Part I (Food Chemistry). Marcell Dekker Inc. New York .
- Goni, I; L.G Diz; E. Manas and F.S Calixto. 1996. Analysis of Resistant Starch: a Method for Foods and Food products. J. Food Chem. 56 (4): 445-449.
- Haralampu, S.G.2000. Resistant Starch- A Review of The Physical Properties and Biological Impact of RS3. Carbohydrate Polymers. 55; 3-8.
- Harijono, Sukardi, E. Zubaedah, T. Wahono, T. Dewanti, M.N. Pulungan, S.A. Mustaniroh, F.C. Nisa dan S.N. Wulan. 2000. Kajian Pangan Olahan Pengganti Beras. BKP-FTP Unibraw
- Hui, Y.H. 1992. Encyclopedia of Food Science and Technology. Vol 3. John Willey and Sons. New York
- Jacobson, M.R and J.N BeMiller. 1998. Method for Determining The Rate and Extent of Accelerated Starch Retrogradation. Cereal Chem 75 (1): 22-29
- Leach, H.W. 1965. Gelatinization of Starch. in R.L. Wistler and E.P Paschall. Starch Chemistry and Technology. Volume 1. Academic Press. New York
- Marsono, Y. 1998. Pembentukan Resistant Starch (RS) dan Komposisi Kimia Beberapa Bahan Pangan Kaya Karbohidrat dalam Pengolahan. Agritech 19(3):124-127
- Munarso, S.J; B.A.S Santoso dan D.S Damardjati. 1988. Struktur, Komposisi dan Nilai Gizi Jagung dalam Jagung. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Munoz, J.L.F; O.A Zelaya; A.O Cruz and F.S Sanches. 2001. Phase Transitions Analytical in Amylose and Amylopectin Under The Influence of Ca(OH)<sub>2</sub> in Aqueous Solution. Analytical Sci.17: 338-341
- Niba, L.L and N. Rose. 2003. Effect of Soaking Solution Concentration on Resistant Starch and Oligosaccharide Content of Adzuki (*V. angularis*), Fava (*V. Faba*), Lima (*P. lunatus*) and Mung Bean (*V. radiata*). J. Food Sci. 1 (1):4-8
- Rukmana, R. 1997. Kentang: Budidaya dan Pascapanen. Kanisius. Yogyakarta
- Rosyida, Marsono,Y., dan Haryadi 2001. Tepung Pra-Masak Tinggi Pati Resistant: Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Digesta Tikus Wistar. Himpunan Makalah Seminar Teknologi Pangan. PATPI. Semarang.
- Schulz, A.G.M; J. M. M Van Amelsvoort and A.C Beynen. 1993. Dietary Native Resistant Starch but Not Retrograded Resistant Starch Raises Magnesium and Calcium Absorption in Rats. J. Nutr. 123: 1724-1731
- Snow, P and K. O'Dea. 1981. Factors Affecting The Rate of Hydrolysis of Starch In Food. Am. J. Clin. Nutr. 34: 2721-2727
- Suprpto, H.S. 1991. Bertanam Jagung. Penebar Swadaya. Jakarta
- Susanto, T. 1993. Pengantar Pengolahan Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian Unibraw. Malang
- Swinkels, J.J.M 1985. Sources of Starch, Its Chemistry and Physic in Beyaum and J.A Roels.1985. Starch



Modifikasi Pati Sederhana (S. N. Wulan, E. Saparianti, S.B. Widjanarko dan N. Kurnaeni)

Conversion Technology. Marcel Dekker Inc. New York  
Tjokroadikoesoemo, P.S. 1993. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. Gramedia. Jakarta.  
Thomas, D.J. and W.A. Atwell. 1997. Starches. Eagen Press Handbook Series. Minnesota. USA.