

MODIFIKASI PATI GARUT (*Marantha arundinacea*) DENGAN PERLAKUAN SIKLUS PEMANASAN SUHU TINGGI-PENDINGINAN (*AUTOCLAVING-COOLING CYCLING*) UNTUK MENGHASILKAN PATI RESISTEN TIPE III

[Arrowroot (*Marantha arundinacea*) Starch Modification Through Autoclaving-Cooling Cycling Treatment to Produce Resistant Starch Type III]

Sugiyono¹⁾, Ratih Pratiwi²⁾, dan Didah Nur Faridah¹⁾

¹⁾ Dosen Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian-IPB

²⁾ Alumni Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian-IPB

Diterima 3 September 2008/Disetujui 14 Juni 2009

ABSTRACT

The objectives of this research were to modify arrowroot starch to produce resistant starch type III by autoclaving-cooling cycling and to characterize the modified arrowroot starches according to their chemical properties. The research consisted of three steps : arrowroot extraction, starch modification, and chemical characterization. The extraction of arrowroot produced 10.78% starch. Starch modification by autoclaving-cooling cycle(s) was run in 6 different treatments with the aim of observing optimal yield of resistant starch. Resistant starch (RS) was produced through 1, 3, 5 cycle(s) of autoclaving-cooling treatment with different gelatinization periods (15 and 30 minutes autoclaving) for each cycle. Properties analyzed were starch digestibility, fat content, protein content, resistant starch content, and dietary fiber content. Native starch and commercial RS type III (Novelose 330) were also analyzed as a comparison. Based on the starch digestibility, modified starch from 5 cycles, 15 minutes gelatinization period had the lowest digestibility while modified starch from 3 cycles, 15 minutes gelatinization period had no significant difference with commercial RS type III. Those two modified starches, native starch, and Novelose 330 were chosen for further chemical analysis. The fat content and protein content of the four samples were below 1% (db). Low fat and protein content were required to optimize the RS yield. The modification treatment increased the dietary fiber content. The RS content of native starch, Novelose 330, modified starch 3 cycles, 15 minutes gelatinization period, and modified starch 5 cycles, 15 minutes gelatinization period were 2.12% (db), 20.80% (db), 10.91% (db), and 12.15% (db), respectively. It means that repeating autoclaving-cooling cycling could increase RS yield up to 6 times.

Key words : arrowroot, resistant starch, starch modification, autoclaving-cooling

PENDAHULUAN

Seiring dengan perubahan tuntutan konsumen, fungsi pangan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan zat gizi saja. Pangan diharapkan dapat memberikan sifat fungsional yaitu berfungsi untuk menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh, memperbaiki fungsi fisiologis, atau membantu menyembuhkan penyakit. Kajian mengenai sifat fungsional pangan yang berkhasiat untuk kesehatan dan kebugaran semakin meningkat sejalan dengan semakin meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya hidup sehat.

Umbi-umbian merupakan sumber karbohidrat yang memiliki potensi untuk diversifikasi pangan dan sebagai bahan pangan fungsional di Indonesia. Marsono (2002) telah meneliti indeks glikemik (IG) berbagai umbi-umbian. Nilai IG singkong, gembili, kimpul, dan ganyong masing-masing 73, 90, 95, dan 105. Dibandingkan dengan nilai IG umbi lainnya, nilai IG garut (*Marantha arundinacea*) tergolong rendah yaitu 32 (Utami, 2007). Garut merupakan sumber pati yang baik digunakan sebagai bahan pangan fungsional (Raja dan Shindu, 2000).

Salah satu cara untuk meningkatkan nilai tambah pati adalah melakukan modifikasi pati sehingga diperoleh sifat-sifat yang cocok untuk aplikasi tertentu. Modifikasi pati adalah

perlakuan tertentu yang diberikan pada pati agar diperoleh sifat yang lebih baik atau mengubah beberapa sifat tertentu (Sagulan *et al.*, 2005). Industri pangan sudah memanfaatkan penggunaan pati termodifikasi sebagai bahan pembantu dalam produk makanan tertentu. Penambahan pati termodifikasi pada produk pangan dapat meningkatkan kualitas dan nilai fungsional produk.

Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *autoclaving-cooling* terhadap pati dapat menurunkan daya cerna pati dan meningkatkan kadar pati resisten (*resistant starch* atau RS). RS didefinisikan sebagai fraksi pati atau produk degradasi pati yang tidak terabsorpsi dalam usus halus individu yang sehat, bersifat resisten terhadap hidrolisis enzim amilase (Shin *et al.*, 2004). RS dikategorikan sebagai bagian dari serat pangan. RS memiliki efek fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan seperti pencegahan kanker kolon, memiliki efek hipoglikemik (menurunkan kadar gula darah setelah makan), berperan sebagai prebiotik, mengurangi risiko pembentukan batu empedu, memiliki efek hipokolesterolemik, menghambat akumulasi lemak, meningkatkan absorpsi mineral (Sajilata *et al.*, 2006). Dengan memiliki sifat demikian, RS dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pangan fungsional (Soto *et al.*, 2004).

RS dibagi menjadi empat golongan yaitu RS I, RS II, RS III, dan RS IV. RS I merupakan pati yang resisten secara fisik karena enkapsulasi dalam matriks alaminya seperti dalam biji-bijian yang tidak digiling sempurna. RS II merupakan pati dengan bentuk granular tertentu dan secara alami lebih resisten terhadap pencernaan enzim, seperti yang ditemukan pada pisang yang belum matang dan pada pati kentang mentah (Akerberg *et al.*, 1997). RS III merupakan fraksi pati yang paling resisten, terutama berupa amilosa teretrogradasi yang terbentuk selama pendinginan pati tergelatinisasi. RS IV benar-benar resisten terhadap hidrolisis oleh amilase pankreas. RS IV adalah pati resisten yang memiliki ikatan kimia baru selain α -(1-4) dan α -(1-6) akibat perlakuan kimia seperti dengan garam trimetafosfat yang membentuk jembatan ester fosfat di antara dua molekul pati (Sajilata *et al.*, 2006).

Dari semua jenis RS, RS III adalah yang paling menarik karena RS tipe ini dapat mempertahankan karakteristik organoleptik suatu makanan ketika makanan tersebut ditambahkan RS III (Lehmann *et al.*, 2002). RS tipe ini juga disukai karena relatif tahan panas dibandingkan RS tipe lainnya sehingga RS III dapat mempertahankan sifatnya selama pengolahan pangan. RS III merupakan jenis pati resisten yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku pangan fungsional berbasis RS.

Menurut Jacobash *et al.*, (2006) RS III merupakan RS yang paling sesuai dijadikan sebagai prebiotik. RS III telah banyak diproduksi dan dijual komersial, salah satunya adalah Novelose 330. Novelose 330 merupakan RS tipe III yang diproduksi oleh National Starch and Chemical (Brigewater, NJ, USA) dengan menggunakan metode *Heat Moisture Treatment* (HMT). Bahan baku Novelose 330 adalah *Hi-Amylose corn starch*. HMT dilakukan dengan memanaskan suspensi pati (60% - 90% b/b) selama 1 jam pada suhu 121°C, kemudian diretrogradasi selama 1 jam pada suhu -20°C (Jacobash *et al.*, 2006).

Pati garut memiliki kadar amilosa yang cukup tinggi. Dengan kadar amilosa yang tinggi, pati garut sesuai untuk dijadikan sebagai bahan baku RS III (Naraya dan Moorthy 2002). Tujuan penelitian ini adalah melakukan modifikasi pati garut dengan perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan untuk menghasilkan pati garut dengan kandungan RS tinggi serta melakukan karakterisasi sifat kimia pati garut yang telah dimodifikasi.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan baku yang digunakan adalah umbi garut berumur 4 – 6 bulan yang diperoleh dari kebun percobaan Balit Biogen Cimanggu Bogor dan pati resisten tipe III komersial (Novelose 330) sebagai kontrol positif. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis adalah K₂SO₄, H₂SO₄ pekat, larutan NaOH-Na₂S₂O₃, H₃BO₃, HCl 1N, indikator metil merah, heksana, kertas saring, alkohol 80%, eter, HCl 25%, NaOH, buffer fosfat pH 6, termamyl (α -amilase Sigma A-3403), enzim pepsin (Sigma P-7000), enzim

protease (Sigma P-3910), enzim amiloglukosidase (Sigma A-9913), enzim pankreatin (Sigma P-1750), etanol, aseton, pati murni (E Merck), buffer fosfat pH 7, enzim α -amilase (Fluca), asam dimetilsalisilat (DNS), akuades, dan aluminium foil.

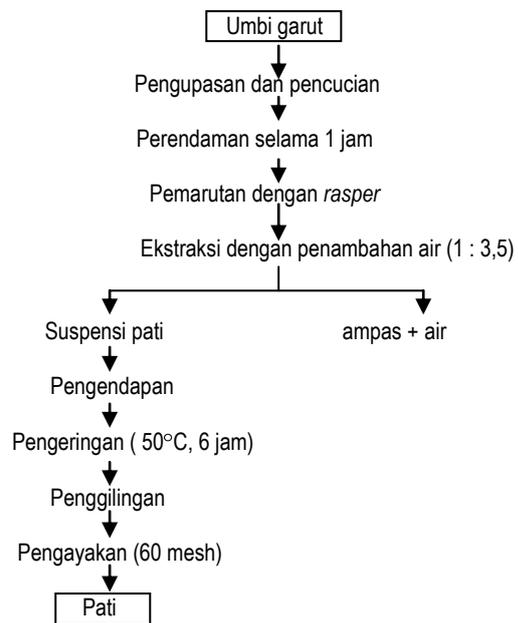
Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan pati adalah *rasper*, *vibrating screen*, bak pengendap pati, loyang, oven pengering, autoklaf, *drum dryer*. Alat-alat yang digunakan untuk analisis adalah tanur, neraca analitik, desikator, perangkat Soxhlet, perangkat Kjeldahl, *shaker waterbath*, penangas air, *hotplate*, penyedot vakum, spektrofotometer Jenway, spektrofotometer UV-Vis Spectronic 20D+, sentrifuse, vorteks, pH-meter, gelas ukur, erlenmeyer, pipet volumetrik, gelas piala, *crucible filtering glass* dan alat-alat gelas lainnya.

Metode

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Pada tahap pertama dilakukan ekstraksi pati garut sebagai bahan baku. Pada tahap kedua dilakukan modifikasi pati garut dengan perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan. Pada tahap ketiga dilakukan analisis sifat kimia terhadap sampel pati umbi garut yang dimodifikasi dan sampel kontrol positif.

Ekstraksi pati garut

Ekstraksi pati garut dilakukan dengan tahapan proses seperti pada Gambar 1.



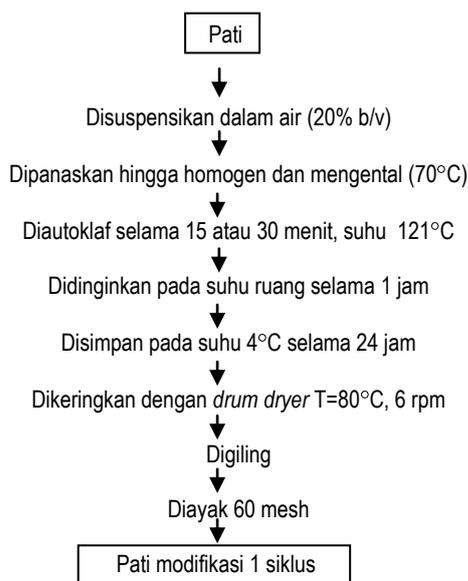
Gambar 1 Proses ekstraksi pati garut (modifikasi Lingga, 1986)

Pembuatan pati modifikasi

Pembuatan pati modifikasi dengan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan dilakukan dengan 6 perlakuan berbeda. Perlakuan tersebut adalah modifikasi pati dengan 1, 3, dan 5

siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan dengan 2 variasi lama gelatinisasi (15 dan 30 menit) pada tiap siklusnya. Pembuatan pati modifikasi 1 siklus (modifikasi Lehmann *et al.*, 2003).

Modifikasi pati garut dengan 1 siklus gelatinisasi dan retrogradasi dilakukan dengan tahapan proses seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Proses modifikasi pati 1 siklus

Pembuatan pati modifikasi 3 siklus dan 5 siklus (modifikasi Mahadevamma dan Tarathanan, 2003)

Pati garut disuspensikan dalam air (20% b/v) kemudian dipanaskan sambil diaduk hingga homogen. Suspensi pati diautoklaf selama 15 menit atau 30 menit, pada suhu 121°C. Setelah itu suspensi pati didinginkan selama 1 jam pada suhu ruang, lalu diretrogradasi melalui pendinginan selama 24 jam pada suhu 4°C. Proses pemanasan dengan autoklaf hingga pendinginan pada 4°C diulangi sebanyak 2 kali untuk 3 siklus dan 4 kali untuk 5 siklus. Setelah itu, pati dikeringkan, digiling, dan diayak 60 mesh.

Analisis kimia

Analisis kimia dilakukan terhadap pati garut, pati garut modifikasi, dan RS III komersial (Novelose 330). Parameter awal yang diamati adalah daya cerna pati (Muchtadi *et al.*, 1992). Sampel dengan daya cerna rendah kemudian dianalisa kadar protein (AOAC, 1995), kadar lemak (AOAC, 1995), kadar serat pangan (AOAC, 1995), dan kadar RS (AOAC, 1995).

Rancangan percobaan

Percobaan dilakukan dengan disain acak lengkap dan dua kali ulangan. Data yang diperoleh diuji ANOVA. Jika terdapat perbedaan, maka dilakukan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi pati garut

Pati garut dibuat melalui tahapan proses pengupasan dan pencucian, perendaman, pamarutan, ekstraksi, penyaringan, pengendapan, pengeringan, penggilingan, pengayakan (Lingga, 1986). Proses pengupasan dan pencucian umbi garut dilakukan secara manual dengan tangan untuk membersihkan umbi akar, kotoran, dan sisik yang melekat pada umbi tersebut. Proses pengupasan berbarengan dengan proses pencucian karena proses pencucian dengan air memudahkan pengupasan. Setelah itu dilanjutkan dengan perendaman umbi garut selama 1 jam yang dimaksudkan untuk melunakkan jaringan umbi agar lebih mudah diparut.

Pamarutan dilakukan dengan menggunakan *rasper* (mesin parut). Tujuan pamarutan adalah merusak jaringan umbi dan sel-sel umbi agar pati dapat keluar. Pada saat pamarutan, dilakukan penambahan air agar pati terekstrak keluar dari jaringannya. Kemudian dilakukan penambahan air dengan perbandingan bahan dan air adalah 1 : 3.5 untuk proses ekstraksi pati lebih lanjut. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan *vibrating screen* untuk memisahkan suspensi pati dari ampas. Ampas yang diperoleh dari proses penyaringan diekstrak kembali sebanyak dua kali dengan rasio penambahan air 1 : 3.5. Dari hasil ekstraksi didapat suspensi pati yang kemudian diendapkan selama 12 jam.

Setelah pati mengendap, air pada bagian atas dialirkan keluar bak penampung hingga yang tersisa hanya bagian endapan pati basah. Pengeringan pati basah dilakukan dengan menggunakan oven pengering bersuhu 50°C selama 6 jam sampai kadar air sekitar 10-12 %. Pati yang berbentuk bongkahan tidak seragam selanjutnya digiling untuk mengecilkan ukuran. Selanjutnya dilakukan proses pengayakan pati untuk mendapatkan ukuran partikel pati yang seragam (60 mesh) dan siap digunakan untuk proses modifikasi pati.

Ekstraksi pati garut menghasilkan rendemen pati sebanyak 10.78%. Rendemen pati dihitung berdasarkan perbandingan berat kering pati dengan berat umbi yang sudah dibersihkan sisiknya. Rendemen pati pada penelitian ini lebih kecil dari kadar pati umbi garut yang dapat diekstrak yaitu sekitar 19 – 21% (Utami, 2008). Hal ini disebabkan karena umbi garut yang digunakan pada penelitian ini masih muda, berumur 4-6 bulan sehingga belum mencapai kandungan pati maksimum.

Modifikasi pati untuk menghasilkan RS III

Pati garut yang dihasilkan selanjutnya dijadikan bahan untuk membuat RS III. Pembuatan RS III terdiri dari dua tahap yaitu gelatinisasi dan retrogradasi. Suspensi pati dipanaskan pada suhu ± 70°C agar didapat pasta pati yang homogen, kemudian digelatinisasi pada suhu tinggi. Tujuan gelatinisasi adalah pembengkakan granula pati melalui pemanasan menggunakan air berlebih sehingga amilosa keluar. Pati yang telah tergelatinisasi selanjutnya didinginkan sehingga terjadi retrogradasi. Selama retrogradasi, molekul pati kembali membentuk struktur kompak yang distabilkan dengan adanya

ikatan hidrogen (Sajilata *et al.*, 2006). Proses retrogradasi dilakukan pada suhu rendah karena dapat meningkatkan kadar RS (Zabar *et al.*, 2008).

Perlakuan pada penelitian ini terdiri dari enam perlakuan untuk menghasilkan pati modifikasi yang mengandung pati resisten tipe III. Perlakuan tersebut yaitu : modifikasi pati dengan 1 siklus (waktu gelatinisasi 15 dan 30 menit), modifikasi pati dengan 3 siklus (waktu gelatinisasi 15 dan 30 menit tiap siklus), modifikasi pati dengan 5 siklus (waktu gelatinisasi 15 dan 30 menit tiap siklus). Perlakuan panas dengan *autoclaving* dan penambahan air dapat menyebabkan ekspansi matrik pati dan gelatinisasi granula. Setelah digelatinisasi, pati didinginkan. Selama proses pendinginan, sebagian fragmen pati yang terlarut akan menyatu kembali membentuk lapisan kaku dan kuat pada permukaan granula. Dalam hal ini terjadi penyatuan kembali amilosa - amilosa, amilosa - amilopektin, amilopektin - amilopektin dan pembentukan gel yang keras menyebabkan granula pati tahan terhadap panas dan resisten terhadap enzimolisis (Raja dan Shindu, 2000).

Mahadevamma dan Tarathanan (2003) menyatakan bahwa kadar RS dapat ditingkatkan melalui *autoclaving-cooling* berulang. Oleh karena itu dibuat RS III hasil gelatinisasi dan retrogradasi dengan 3 dan 5 siklus. Hal ini diperkuat oleh Edmonton dan Saskatoon (1998) yang menyatakan bahwa kandungan RS III dapat ditingkatkan dengan memanaskan dan mendinginkan secara berulang pati yang telah tergelatinisasi. Perlakuan variasi lama gelatinisasi dimaksudkan untuk mengamati pengaruh lama gelatinisasi terhadap RS yang dihasilkan.

Daya cerna

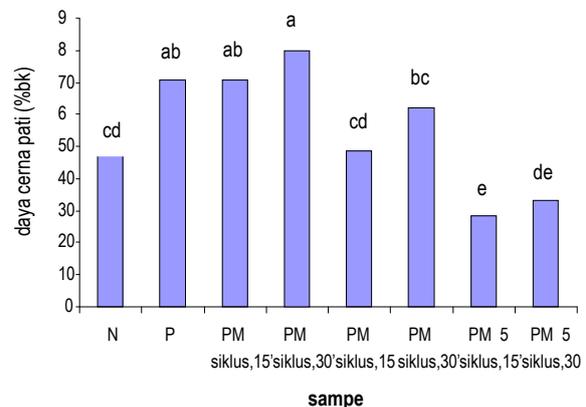
Setelah diperoleh pati garut modifikasi dengan 6 perlakuan berbeda, dilakukan uji daya cerna pati terhadap keenam pati garut modifikasi, pati garut tanpa modifikasi, dan Novelose 330 (RS tipe III komersial). Daya cerna pati dijadikan parameter awal karena pati modifikasi dengan daya cerna lebih rendah kemungkinan memiliki kandungan RS yang lebih besar. Daya cerna pati adalah tingkat kemudahan suatu jenis pati untuk dapat dihidrolisis oleh enzim pemecah pati menjadi unit-unit yang lebih kecil. Penentuan daya cerna pati sampel dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Muchtadi (1989). Dalam metode ini sampel dihidrolisa dengan menggunakan enzim α -amilase menjadi unit-unit sederhana seperti maltosa.

Jumlah maltosa hasil hidrolisis enzim diukur secara spektrofotometri. Larutan hasil hidrolisis direaksikan dengan asam dimetilsalisilat (DNS) sehingga terbentuk warna jingga kemerahan yang kepekatannya berbanding lurus dengan kadar maltosa dalam larutan. Kandungan maltosa sampel ditentukan berdasarkan kurva standar maltosa. Sebagai koreksi ditentukan juga kandungan maltosa sampel yang tidak diberi perlakuan hidrolisis enzim untuk menentukan kandungan maltosa awal yang mungkin terdapat dalam sampel. Daya cerna pati dihitung sebagai persentase relatif terhadap pati murni (*soluble starch*).

Analisis daya cerna pati dilakukan untuk menentukan proses modifikasi pati yang terpilih. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa daya cerna pati garut tanpa modifikasi adalah 70.70% bk. Novelose 330 yang merupakan RS III komersial memiliki daya cerna 47.85 % bk, lebih rendah dari pati garut tanpa modifikasi.

Daya cerna pati modifikasi 1 siklus 15 menit dan 30 menit gelatinisasi masing-masing sebesar 70.81%bk dan 80.02% bk, tidak berbeda nyata dengan pati garut tanpa modifikasi. Hal ini berarti modifikasi pati garut 1 siklus kemungkinan belum menghasilkan pati resisten dengan kadar signifikan yang menyebabkan penurunan daya cerna. Jika diamati pati garut modifikasi dengan waktu gelatinisasi 30 menit menghasilkan daya cerna pati lebih tinggi daripada yang diberi perlakuan gelatinisasi selama 15 menit. Hasil ini serupa dengan penelitian Anderson *et al.*, (2002) bahwa pati termodifikasi dengan waktu pemanasan selama 30 menit menghasilkan daya cerna yang lebih tinggi dibandingkan pati termodifikasi dengan waktu pemanasan 15 menit.

Pati modifikasi 3 siklus yang digelatinisasi selama 15 dan 30 menit serta pati modifikasi 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit dan 30 menit masing-masing memiliki daya cerna 48.45% bk, 62.08% bk, 28.35% bk, dan 33.01% bk. Dua perlakuan modifikasi menghasilkan pati modifikasi yang daya cernanya lebih rendah dari RS III komersial. Hal ini menunjukkan bahwa pati garut yang diberi perlakuan siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling*) berulang tersebut potensial untuk dijadikan pangan fungsional berbasis RS III. Hasil pengukuran daya cerna pati sampel pati garut tanpa modifikasi, Novelose 330, serta pati modifikasi disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Daya cerna pati garut (PG), Novelose 330 (N), dan pati modifikasi (PM)

Siklus *autoclaving-cooling* menyebabkan penurunan daya cerna pati melalui mekanisme penyusunan ulang molekul-molekul pati antara amilosa-amilosa, amilosa-amilopektin, amilopektin-amilopektin berakibat pada penguatan ikatan pada pati dan membuat pati lebih sulit untuk tercerna (Shin 2004). Perubahan struktur dan sifat pati karena siklus *autoclaving-cooling* sangat bergantung pada sumber botani. Jenis umbi-

umbian lebih rentan jika diberi perlakuan siklus *autoclaving-cooling* dibandingkan dengan jenis biji-bijian dan kacang-kacangan (Shin, 2004).

Pati modifikasi 5 siklus yang digelatinisasi selama 15 menit memiliki daya cerna paling rendah diantara pati modifikasi lainnya. Berdasarkan hasil analisis ragam, pati garut modifikasi 5 siklus yang digelatinisasi 30 menit tidak berbeda nyata dengan pati garut modifikasi 5 siklus waktu gelatinisasi 15 menit. Untuk analisis lebih lanjut, dipilih pati garut modifikasi 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit karena lebih singkat waktu pemanasannya.

Berdasarkan hasil analisis ragam, daya cerna pati garut modifikasi 3 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 dan 30 menit menghasilkan daya cerna yang tidak berbeda nyata dengan Novelose 330 yang merupakan RS III komersial. Oleh karena itu, pati garut modifikasi 3 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit juga dianalisa lebih lanjut karena proses modifikasinya lebih singkat.

Kadar protein dan lemak

Keberadaan protein dan lemak mempengaruhi pembentukan RS (Sajilata *et al.*, 2006). Interaksi antara protein dan pati dapat mengurangi pembentukan RS. Hal ini terbukti pada penelitian Escapa *et al.*, (1996) bahwa pati kentang yang diautoklaf dengan ditambahkan albumin kemudian di-retrogradasi pada suhu-20°C, ternyata mengalami penurunan kandungan RS.

Proses pemanasan pati yang ditambahkan lemak di atas suhu 100°C membentuk kompleks amilosa-lipid. Kompleks amilosa-lipid ini merupakan bentuk *enzyme-degradable*. Terbentuknya kompleks amilosa-lipid dapat menurunkan pembentukan RS. Proses rekristalisasi amilosa untuk menghasilkan RS terhambat karena adanya pengikatan amilosa oleh lipid (Sajilata *et al.*, 2006 ; Adamu 2001).

Kadar protein dan lemak sampel pati garut modifikasi 3 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit, pati garut modifikasi 5 siklus yang digelatinisasi selama 15 menit, dan Novelose 330 semuanya rendah. Kadar protein pati garut sebesar 0.23% bk, Novelose 330 sebesar 0.26% bk, dan pati modifikasi 3 siklus dan 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit masing-masing sebesar 0.23% bk dan 0.28% bk. Kadar lemak pati garut, Novelose 330 dan pati modifikasi 3 siklus dan 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit masing-masing berturut-turut adalah 0.55% bk, 0.42% bk, 0.38% bk, dan 0.37% bk. Rendahnya kadar protein dan lemak pada pati merupakan hal yang dikehendaki terkait dengan tujuan pembentukan RS.

Kadar serat pangan

Secara fisiologis serat pangan didefinisikan sebagai komponen tanaman yang tidak terdegradasi secara enzimatis menjadi sub unit yang dapat diserap usus halus (Winarno, 2004). Beberapa jenis pangan telah diketahui dapat dijadikan sebagai sumber serat pangan dalam diet yang terbukti positif pengaruhnya terhadap kesehatan atau fungsi fisiologis tubuh (Sayar *et al.*, 2005).

Setiap makanan memiliki kadar serat makanan yang berbeda-beda. *Departement of Nutrition, Ministry of Health and Institute of Health* (1999) seperti yang dikutip oleh Anggraini (2007) menyatakan bahwa makanan dapat diklaim sebagai sumber serat pangan apabila mengandung serat pangan sebesar 3-6 gram/100 gram. Oleh karena itu, sebenarnya pati garut yang dijadikan sebagai bahan baku pati modifikasi dapat dikatakan sebagai sumber serat pangan karena mengandung 3.82 gram/100 gram. Serat pangan pati garut terdiri dari 1.22% bk serat larut dan 2.61%bk serat tidak larut. Menurut *U.S. Departement of Agriculture and Health and Human Services* yang diacu oleh Hopkins Technology (1990), kebutuhan *dietary fiber* adalah 20-30 gram per hari dengan batas maksimum 35 gram per hari.

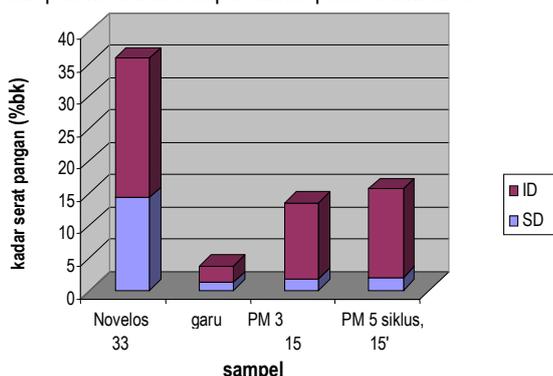
Hasil analisis kadar serat pangan menunjukkan bahwa Novelose 330 dan pati garut yang telah dimodifikasi mengandung serat pangan dalam jumlah yang tinggi. Novelose 330 mengandung 13.45% bk serat larut dan 21.54% bk serat tidak larut. Pati garut yang telah dimodifikasi memiliki total serat pangan sekitar 3 kali lipat lebih besar dibandingkan pati garut. Pati garut modifikasi 3 siklus gelatinisasi 15 menit mengandung 1.83% bk serat larut dan 11.73% bk serat tidak larut. Pati garut modifikasi 5 siklus gelatinisasi 15 menit mengandung 1.97% bk serat larut dan 13.72% bk serat tidak larut. Penambahan serat pangan pada pati garut yang telah dimodifikasi merupakan indikasi terbentuknya RS. RS bersifat sebagai serat pangan.

Berdasarkan analisis ragam, kadar serat larut pati garut dan kadar serat larut pati garut yang dimodifikasi tidak berbeda nyata. Perbedaan secara nyata terdapat pada serat tidak larut dan menyebabkan perbedaan secara nyata pada kadar serat pangan total. Serat pangan total pati garut, Novelose 330, pati garut modifikasi 3 siklus dan 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit masing-masing sebesar 3.82% bk, 35.89% bk, 13.56% bk, dan 15.67% bk.

Peningkatan kadar serat pangan total terjadi karena peningkatan kadar serat tidak larut. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Ranhotra *et al.*, (1991) di dalam Sajilata *et al.* (2006) bahwa RS terukur sebagai serat tidak larut. Hal ini diperkuat oleh Haralampu (2000) di dalam Sajilata *et al.* (2006) bahwa RS terukur sebagai serat tidak larut tetapi memiliki fungsi fisiologis seperti serat larut. Hasil analisis kadar serat pangan total Novelose 330 sesuai dengan hasil penelitian *National Starch* (2007) yang menyatakan bahwa kadar serat pangan total Novelose 330 lebih dari 30%. Kadar serat pangan total pati garut modifikasi 3 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit meningkat 3.54 kali dari kadar serat pangan total pati garut. Kadar serat pangan total pati garut modifikasi 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit meningkat 4.10 kali dari kadar serat pangan total pati garut. Hal ini sesuai dengan penelitian Ranhotra *et al.*, (1991) di dalam Sajilata *et al.*, (2006) bahwa perlakuan siklus *autoclaving-cooling* berulang dapat meningkatkan kadar serat pangan total 3 hingga 4 kali lipat. Serat pangan dalam diet memiliki manfaat fisiologis yang baik bagi kesehatan. Serat pangan larut bersifat hipoglikemik dan hipokolesterolemik serta dapat berfungsi sebagai prebiotik bagi

mikroflora usus. Serat pangan tidak larut yang bersifat laksatif mengurangi risiko pembentukan kanker saluran pencernaan. Berdasarkan hasil analisis, Novelose 330, pati garut, dan pati garut yang telah dimodifikasi memiliki kandungan serat pangan yang baik jika digunakan sebagai sumber serat pangan dalam diet.

Hasil analisis kadar serat pangan pati garut, Novelose 330, dan pati dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Kadar serat pangan Novelose 330, pati garut, pati modifikasi 3 siklus gelatinisasi 15 menit, dan pati modifikasi 5 siklus gelatinisasi 15 menit

Kadar RS

Penggunaan produk kaya akan serat pangan sebagai bahan substitusi tepung konvensional dalam pembuatan beberapa produk makanan diketahui secara signifikan mengurangi mutu sensori dan daya terima produk yang dihasilkan. Dengan demikian diperlukan bahan sumber serat pangan yang mampu menghasilkan produk dengan mutu sensori dan daya terima yang baik. Penggunaan RS diharapkan dapat memperbaiki tekstur, penampakan dan *mouth feel* produk pangan yang dihasilkan (Sajilata *et al.*, 2006).

Pati garut tanpa perlakuan modifikasi mengandung RS sebesar 2.12 % (bk). Hasil ini berada pada kisaran kadar RS hasil penelitian Marsaulina (2007) sebesar 1.85% dan Utami (2008) sebesar 3.50%. Kandungan RS tipe III dalam makanan secara alami pada umumnya rendah. Kemungkinan RS yang terukur pada pati garut tanpa perlakuan modifikasi didominasi RS tipe II yang memang secara alami telah terdapat pada pati garut.

RS yang terdapat pada Novelose 330 dan pati garut yang telah dimodifikasi adalah RS tipe III. RS tipe III merupakan RS yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku pangan fungsional. Jumlah RS tipe III yang rendah secara alami pada makanan dapat ditingkatkan melalui pengolahan. Akan tetapi, cara seperti ini hanya meningkatkan kadar RS tipe III sampai maksimal 3% (Edmonton dan Saskatoon, 1998). Lehmann *et al.*, (2002) melaporkan bahwa proses *debranching* dan retrogradasi pati alami pisang dengan kandungan RS tipe III 5.9% - 6.5% meningkat hingga mencapai 47.5% - 50.6%.

Kandungan RS tipe III Novelose 330 yang merupakan RS komersial sangat tinggi yaitu sebesar 20.80% bk. Kandungan RS ini mencapai 56% dari total serat pangan. Hasil ini sesuai

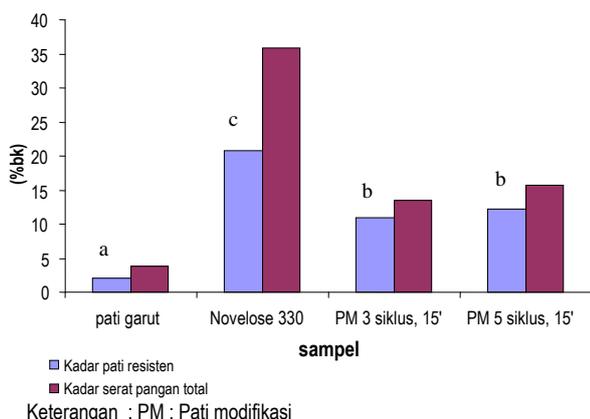
dengan penelitian Englyst untuk *National Starch* (2007) yang mengemukakan bahwa kadar RS pada Novelose 330 sebesar 50 – 60% dari total serat pangan. Pembentukan RS yang tinggi ini dimungkinkan karena kandungan amilosa Novelose 330 yang tinggi. Kandungan RS yang tinggi berkorelasi dengan tingginya kandungan amilosa (Shu *et al.*, 2007). Jika dihubungkan dengan kadar serat pangan, RS tipe III berkontribusi menaikkan kadar serat pangan total pati garut yang telah dimodifikasi. RS tipe III pada pati modifikasi 3 siklus yang digelatinisasi 15 menit berkontribusi 80.46% dari serat pangan total, sedangkan RS tipe III pada pati modifikasi 5 siklus yang digelatinisasi 15 menit berkontribusi 77.54% dari serat pangan total. Dibandingkan dengan Novelose 330 yang merupakan hasil *autoclaving-cooling* 1 siklus, *autoclaving-cooling* 3 dan 5 siklus meningkatkan kadar RS dan kadar serat pangan beberapa kali lipat lebih tinggi.

Kadar RS yang dihasilkan pada pati garut modifikasi 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit lebih tinggi dibandingkan kadar RS pada pati modifikasi 5 siklus yang berasal dari kentang sebesar 5.6% dan ubi jalar sebesar 5.4% (Shin *et al.*, 2004). Kedua jenis pati umbi tersebut dibuat melalui metode *autoclaving-cooling* dengan cara mensuspensikan pati dengan air 1 : 3.5 dan dimodifikasi 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 60 menit pada suhu 121 °C (Shin *et al.*, 2004).

Hal-hal yang mempengaruhi kadar RS yang terbentuk adalah (1) rasio amilosa : amilopektin pada pati, amilosa yang lebih tinggi dapat meningkatkan kadar RS, (2) rasio pati : air dalam pembuatan RS, (3) proses pemanasan yang dilakukan, (4) banyaknya siklus pada proses modifikasi, dan (5) suhu *autoclaving* (Sajilata *et al.*, 2006). Di antara faktor tersebut, hal yang membedakan metode yang digunakan Shin *et al.*, (2004) dengan yang dilakukan pada penelitian ini adalah rasio pati dan air. Shin *et al.*, (2004) menggunakan jumlah air yang lebih sedikit. Rasio pati : air sangat mempengaruhi proses ekspansi matriks pati dan gelatinisasi granula (Raja dan Shindu, 2000).

Proses modifikasi beberapa siklus memerlukan jumlah air yang lebih banyak. Jumlah air yang lebih sedikit kemungkinan kurang mengganggu struktur heliks amilosa pada gelatinisasi siklus selanjutnya sehingga jumlah amilosa yang keluar dari granula tidak optimum (Sajilata *et al.*, 2006). Hal ini berakibat jumlah amilosa-amilosa, amilosa-amilopektin yang mengalami re-asosiasi pada saat retrogradasi lebih sedikit sehingga kadar RS yang terbentuk menjadi lebih rendah. Gambar 5 menyajikan data kadar RS pada pati garut, Novelose 330, dan pati modifikasi beserta kadar serat pangan total pada tiap sampel.

Kandungan RS tipe III pati garut modifikasi 3 siklus 15 menit sebesar 10.91% bk. Hal ini berarti perlakuan modifikasi dengan 3 siklus dapat meningkatkan kadar RS tipe III hingga lebih dari 5 kali lipat. Kandungan RS tipe III pati garut modifikasi 5 siklus 15 menit sebesar 12.15% bk. Hal ini berarti perlakuan modifikasi dengan 5 siklus dapat meningkatkan kadar RS tipe III hingga hampir 6 kali lipat. Berdasarkan hasil analisis ragam, kadar RS tipe III pati garut modifikasi 3 siklus dan 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit tidak berbeda nyata. Untuk penerapan di industri, lebih efisien dilakukan proses modifikasi pati 3 siklus dan waktu gelatinisasi 15 menit.



Gambar 5 Kadar RS pati garut, Novelose 330, dan pati modifikasi (PM)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Proses modifikasi pati dengan cara siklus pemanasan suhu tinggi-pendinginan (*autoclaving-cooling cycling*) terbukti dapat meningkatkan terbentuknya RS tipe III. Pati garut yang dimodifikasi 3 siklus dan 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit mengandung RS masing-masing sebesar 10.91% bk dan 12.15% bk. Hal ini berarti perlakuan modifikasi 3 dan 5 siklus dapat meningkatkan kadar RS tipe III hingga hampir 6 kali lipat. Pati garut modifikasi 3 siklus dan 5 siklus dengan waktu gelatinisasi 15 menit memiliki kadar serat pangan total masing-masing sebesar 13.56% bk dan 15.67% bk, serta daya cerna masing-masing sebesar 48.44% dan 28.35%.

Saran

Penelitian lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik fungsional pati garut termodifikasi perlu dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dari Program Penelitian Hibah Bersaing Dikti yang diperoleh Didah Nur Faridah. Pati Novelose 330 diperoleh dari National Starch Food Innovation.

DAFTAR PUSTAKA

Akerberg AKE, Liljeberg HGM, Grandfeldt YE, Drews AW, dan Bjork IME. 1997. An in vitro method based on chewing, to predict resistant starch content in foods allows parallel determination of potentially available starch and dietary fiber. *J of Nutrition*. 128 : 651-660.

Anderson AK, HS Guraya, C James, dan L Savaggio. 2002. Digestibility and pasting properties of rice starch heat-

moisture treatment at the melting temperature (Tm). *J Starch* 54 : 401- 409.

Anggraini RW. 2007. Resistant starch tipe III dan tipe IV pati ganyong (*Canna edulis*), kentang (*Solanum tuberosum*), dan kimpul (*Xanthosoma violaceum Schott*) sebagai prebiotik [skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Anonim. 2008. Garut (*Marantha arundinacea*). [terhubung berkala]. www.bpkjatim.or.id/pages/penganekaragaman-pangan/ aneka-pangan/garut.php [5 Mei 2008]

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemists. Inc. Washington, DC.

Edmonton TV dan Saskatoon RSB. 1998. Enhancement of resistant starch III in amylo maize barley, field pea and lentil starches. *J. Food Chemistry* 4 : 527-532.

Escarpa AM, Gonzalez C, Morales MD, dan Callixto FS. 1996. An approach to the influence of nutrients and other food constituents on rice starch formation [terhubung berkala]. www.google.com [3 Mei 2008]

Jacobash G, Dongowski G, Schiemidl D, Schmehl KM. 2006. Hydrothermal treatment of Novelose 330 results in high yield of resistant starch type 3 with beneficial prebiotic properties and decreased secondary bile acid formation in rats. *British J of Nutrition* 95 : 1063 – 1074.

Lehmann U, Jacobasch G, Schmiel D. 2003. Characterization of resistant starch type III from banana (*Musa acuminata*). *J of Agricultural and Food Chemistry* 50 : 5236-5240.

Lingga. 1986. Bertanam Umbi-Umbian. Jakarta : Penebar Swadaya.

Mahadevamma S, Harish KV, Tarathanan RN. 2003. Resistant starch derived from processed legumes-purification and structural characterization. *J Carbohydrate Polymers* 54: 215-219

Mariati 2001. Karakterisasi sifat fisiko kimia pati dan tepung garut (*Marantha arundinaceae L*) dari beberapa varietas lokal [skripsi]. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Marsono Y. 2002. Indeks glikemik umbi-umbian. *Agritech* 22 :13-16.

Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. 1992. Petunjuk Laboratorium Metode Kimia Biokimia dan Biologi dalam Evaluasi Nilai Gizi Pangan Olahan. Bogor : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor.

Naraya S dan Moorthy. 2002. Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches : a review. *J Starch* 54 : 559-592.

[NSFI] National Starch Food Innovation. 2007. Nutritional Data Novelose 330 : National Starch.

- [NSFI] National Starch Food Innovation. 2007. A dietary fiber that promote health [presentasi] : National Food Innovation.
- Raja MKC dan Shindu P. 2000. Properties of starch-treated arrowroot (*Marantha arundinacea*) starch. *J Starch* 52 : 471-476.
- Sagulan *et al.* 2005 . Resistant starch-rich powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch : partial characterization. *J Starch* 57 : 405- 412.
- Sajilata MG, Rekha SS, Puspha RK. 2006. Resistant starch -a review. *J Comprehensive reviews in food science and food safety*
- Sayar S, Jannink JL, dan White PJ. 2005. In vitro bile acid binding of flours from oat varying in percentage and molecular weight distribution of β -glucan. *J of Agric And Food Chemistry*. 53 : 8797 – 8803.
- Shin S, Byun J, Park KW, dan Moon TW. 2004. Effect of partial acid and heat moisture treatment of formation of resistant tuber starch. *J Cereal Chemistry* 81(2):194-198.
- Shu *et al.* 2007. The influence of chain length of amylopectin on resistant starch in rice (*Oryza sativa*). *J Starch* 59 : 504- 509.
- Soto *et al.* 2004. Resistant starch made from banana starch by autoclaving and debranching. *J starch* 56 : 495-499.
- Utami AR. 2008. Kajian indeks glikemik dan kapasitas in vitro pengikatan kolesterol dari umbi suweg (*Amorphophalus campanulatus*) dan umbi garut (*Marantha arundinaceae*) [skripsi]. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Winarno FG. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Zabar S, Shimoni E, Peled HB. 2008. Development of nanostructure in resistant starch type III during thermal treatments and cycling. *J Macromol Biosci* 8 : 163- 170.