

KARAKTERISTIK SIFAT FISIKOKIMIA PATI GARUT (*Maranta arundinaceae*)

Physicochemical Characterisation of Arrowroot Starch (*Maranta arundinaceae*)

Didah Nur Faridah¹, Dedi Fardiaz¹, Nuri Andarwulan¹, Titi Candra Sunarti²

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, PO Box 220 Bogor 16002

²Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, PO Box 220 Bogor 16002
Email: didah_nf17@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat fisikokimia pati garut. Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap ekstraksi pati garut dan karakterisasi pati garut. Metode ekstraksi basah menghasilkan rendemen 15,69% pati garut. Pati garut mengandung kadar pati, amilosa, amilopektin, gula pereduksi, pati resisten dan daya cerna pati masing-masing sebesar 98,10%; 24,64%, 75,36%, 4,94%, 2,12% dan 84,35%. Analisis proksimat pati garut mengandung air 11,48%, abu 0,34%, lemak 0,68% dan protein 0,24%. Profil *gel permeation chromatography* (GPC) dengan menggunakan Toyopearl HW-65S diperoleh 2 fraksi. Distribusi panjang rantai amilopektin diukur dengan *fluorophore-assisted capillary electrophoresis* (FACE) menunjukkan empat rentang derajat polimerisasi (DP), yaitu DP 6-8, 9-12, 13-24 and 25-30. *Scanning electron microscopy* (SEM) memperlihatkan bahwa granula pati garut berbentuk oval. Pengujian *Rapid Visco Analysis* (RVA) menunjukkan pati garut memiliki profil gelatinisasi pati tipe A begitu pula hasil *X-ray diffraction* pati garut mempunyai kristalin tipe A.

Kata kunci: Pati garut, GPC, FACE, RVA, *X-ray diffraction*, SEM

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the physicochemical characteristics of arrowroot starch. This research was conducted in two steps as follows: arrowroot starch extraction and characterization. A wet starch extraction method yielded 15.69% of arrowroot starch. The arrowroot starch contained starch of 98.10%, amylose 24.64%, amylopectin 75.36%, reducing sugar 4.94%, resistant starch 2.12% and in vitro starch digestibility of 84.35%. Proximate composition studies showed that the moisture content in the arrowroot starch sample is 11.48%, ash 0.34%, fat 0.68% and protein 0.24%. Gel permeation chromatography (GPC) profile of arrowroot starch using Toyopearl HW-65S gel gave mainly two fractions. The distribution of degree of polymerization (DP) of amylopectin using fluorophore-assisted capillary electrophoresis (FACE) indicated four groups of DP, i.e. DP 6-8, 9-12, 13-24 and 25-30. Scanning electron microscopy (SEM) showed that they consist of oval granules. The analysis by RVA showed that arrowroot starch had an A-type starch gelatinization profile. X-ray diffraction studies showed that all the arrowroot starch exhibited A-type diffraction pattern.

Keywords: Arrowroot starch, GPC, FACE, RVA, X-ray diffraction, SEM

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan sumber kekayaan hayati terbesar kedua setelah Brazil. Salah satu sumber kekayaan hayati tersebut adalah tanaman umbi-umbian. Garut (*Marantha arundinacea*) merupakan jenis umbi komoditas

lokal Indonesia. Tanaman garut terdiri atas dua jenis kultivar yang penting, yaitu *creole* dan *banana*. Umbi garut kultivar *creole* merupakan sumber karbohidrat, yaitu sebagian besar karbohidrat penyusunnya adalah pati. Kadar pati umbi kultivar *creole* sedikit lebih tinggi (20,96%) dibandingkan dengan kultivar *banana* (19,40%). Kedua kultivar umbi garut tersebut

memiliki kandungan protein dan lemak yang relatif rendah. Garut secara turun-temurun telah dikonsumsi oleh masyarakat di beberapa daerah di Indonesia namun pengolahannya menjadi pangan fungsional masih terbatas. Padahal dengan kadar serat pangannya yang cukup tinggi (9.78%), umbi ini mempunyai potensi mencegah beberapa penyakit degeneratif, termasuk penyakit jantung koroner, melalui mekanisme penurunan kolesterol dalam darah (Faridah dkk. 2008). Garut merupakan sumber potensial pengganti terigu, impor terigu setiap tahunnya tidak kurang dari tiga juta ton, padahal jika kita mempunyai 335 ribu hektar lahan garut, impor terigu dapat berkurang ratusan ribu ton. Tanaman garut telah dibudidayakan di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan produktivitas 2 Kg/m² (Anonim, 2008).

Pati garut mudah dicerna, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai makanan bayi atau makanan bagi orang yang mengalami gangguan pencernaan. Pati garut juga dapat dijadikan sebagai makanan bagi anak yang menyandang penyakit autisme dan makanan diet bagi orang tua lanjut usia dan pasien yang dalam masa penyembuhan (Ariesta dkk., 2004). Di samping sebagai bahan pangan, pati garut juga digunakan sebagai bahan baku non-pangan, seperti digunakan di industri kosmetik, lem, alkohol, dan tablet yang diinginkan bersifat mudah larut (Kay 1973). Karakteristik sifat fisik pati diantaranya adalah ukuran dan bentuk granula pati, profil gelatinisasi pati, pola difraksi sinar X, sedangkan karakteristik sifat kimia pati diantaranya adalah analisis proksimat, kadar pati, amilosa, amilopektin, pati resisten, total pati, gula pereduksi, distribusi amilosa dan amilopektin, distribusi panjang rantai amilopektin serta daya cerna pati. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari karakteristik sifat fisikokimia pati garut sebagai bahan baku untuk penggunaan lebih lanjut baik sebagai bahan baku di industri pangan maupun non-pangan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan yaitu umbi garut kultivar *creole* berumur 10 bulan yang diperoleh dari kebun percobaan Balai Penelitian Biologi dan Genetika, Cimanggu, Bogor. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis proksimat pati garut adalah heksana, K₂SO₄, HgO, H₂SO₄, NaOH, Na₂S₂O₃, HCl, H₃BO₃, merah metil dan biru metil (E. Merck). Analisis karakterisasi kimia pati garut menggunakan bahan kimia sebagai berikut: bufer fosfat pH 6,0 dan pH 7,0, enzim Thermamyl (α -amilase Sigma A-3403), NaOH, enzim protease (Sigma P-3910), enzim amiloglukosidase (Sigma A-9913), enzim pepsin (Sigma P-7000), enzim pankreatin (Sigma P-1750), enzim α -amilase (Fluca), etanol, aseton,

air bebas ion, akuades, NaHCO₃, HCl, heksana, asam borat, asam asetat, KI, I₂, asam dinitrosilisilat (DNS), pati murni (E. Merck), maltosa murni, *waxy maize* (E. Merck), H₃BO₃, dan Na₂S₂O₃, NaK tartarat, fenol, glukosa, indikator fenolftalin, kuprisulfat, HClO₄, Na₂HPO₄, Na₂SO₄, amonium molibdat, Na₂HPO₄·7H₂O dan Sepharose toyopearl 65F, Sephadex™ G-25, butanol, dan bufer Na-asetat pH 5,2 dan 3,5.

Instrumen yang digunakan untuk analisis pati garut alami dan yang telah dimodifikasi adalah ABI PRISM 3100 *Genetic Analyzer* (Applied Biosystems, Forester City, CA, USA), polimer POP, 36-cm capillary, pelapis emas E-1010 ion sputter (Hitachi Science Systems, Ltd, Hitachinaka, Jepang), SEM S-4000 *Scanning Electron Microscope* (Hitachi Science Systems, Ltd, Hitachinaka, Jepang), *Gel Permeation Chromatography* (GPC) HW 65F (Toyopearl, Tosoh Cooperation Akasaka, Minatoku Jepang), pompa peristaltik (Perista Pump SJ-1211, Chromatograph Atto), kolom kromatografi (2,6 cm IDx100 cm), spektrofotometer UV-Vis (UV min 1240, Shimadzu, Jepang), spectronic 20D⁺, difraksi sinar X (Ultima IV, Rigaku, Jepang).

Ekstraksi Pati Garut

Ekstraksi pati garut dilakukan dengan mengacu metode yang dikembangkan oleh Lingga dkk. (1989) untuk mendapatkan optimasi pembuatan pati garut. Pati dibuat melalui tahapan proses pengupasan, pencucian, perendaman selama 1 jam, ekstraksi umbi garut sebanyak 3 kali dengan nisbah pati:air 1:3,5 (b/v), pengendapan 12 jam, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan.

Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Garut

Karakterisasi sifat kimia pati meliputi analisis proksimat yang terdiri dari kadar air, abu, lemak, protein (AOAC 1998), karbohidrat (*by difference*); amilosa, total pati (Dubois dkk., 1956), gula pereduksi (Takeda dkk., 1993), pati resisten (Goñi dkk., 1996), daya cerna pati *in vitro* (Anderson dkk. 2002), distribusi amilosa dan amilopektin dan distribusi panjang rantai amilopektin.

Karakteristik sifat fisik meliputi morfologi granula pati dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi dan *Scanning Microscope Electron/SEM* (Srichuwong 2006), profil gelatinisasi pati dengan menggunakan *Rapid Visco Analysis/RVA*, analisis sifat kristanilitas pati garut menggunakan *X-ray Diffraction* (Frost dkk., 2009).

Prosedur Analisis

Adapun tahapan analisis dimulai dengan analisis sifat kimia pati garut yang meliputi analisis proksimat, gula pereduksi, total pati, amilosa, daya cerna pati secara *in vitro*, analisis distribusi amilosa rantai pendek dan amilopektin

dan yang terakhir adalah analisis distribusi panjang rantai amilopektin. Tahapan selanjutnya adalah analisis sifat fisik pati garut yang meliputi morfologi granula pati, profil gelatinisasi pati dan kristanilitas pati garut.

Analisis Distribusi Amilosa Rantai Pendek dan Amilopektin dengan *Gel Permeation Chromatography* (GPC) (Sunarti dkk., 2001; Ozturk dkk., 2009). Sampel bebas lemak disuspensikan dalam air dan diautoklaf pada suhu 105°C selama 1 jam, dan disentrifus (4°C, 10.000 g). Supernatan dipisahkan dan dihitung kadar total karbohidrat. Supernatan (10 mg/ml) diinjeksikan pada kolom gel Toyopearl (GPC Toyopearl HW-65F, Toyopearl HW-65S gel, dengan ukuran kolom 2,6 cm ID x 100 cm, NaCl 50 mM sebagai eluen dan kecepatan 100 ml/jam). Sampel sebanyak 5 ml setiap fraksi ditampung dan diambil 0.5 ml aliquot untuk dianalisis kadar karbohidrat totalnya dengan menggunakan metode fenol-sulfat (Dubois dkk., 1956). Hasil khromatogram GPC dibagi menjadi 2 area (Fraksi I/Fr.I and Fraksi II/Fr.II). Kurva profil GPC adalah hubungan antara nomor fraksi dengan rasio total karbohidrat (kadar total karbohidrat setiap fraksi dibagi dengan jumlah total kadar karbohidrat semua fraksi yang terelusi).

Analisis Distribusi Panjang Rantai Amilopektin dengan *Fluorophore-Assisted Capillary Electrophoresis* (FACE) (Srichuwong dkk., 2005). Sampel pati ditimbang 10 mg dan ditambahkan 5 ml aquades ke dalam tabung sentrifuse 15 ml (konsentrasi akhir 2 mg/ml) dan diautoklaf pada suhu 105°C selama 1 jam. Tahap selanjutnya divorteks dan larutan diambil 100 µl (suhu dibawah 37°C) ditambahkan 5 µl 50 mM buffer asetat pH 3,5 dan 5 µl larutan enzim isoamilase selanjutnya divortex dan disimpan pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah 24 jam, larutan tersebut dididihkan pada suhu 100°C selama 5 menit dan disentrifus 15.000 rpm 5 menit. Supernatan sebanyak 50 µl dikeringkan dengan menggunakan drying evaporator dan ditambahkan 2 µl larutan NaBH₃CN 1 M dan 2 µl APTS 0.2 M (8-aminopyrene-1,3,6-trisulfuric acid trisodium), divorteks dan disimpan pada suhu 37°C selama 24 jam. Tahap selanjutnya adalah penambahan 1 ml aquades dan divorteks kemudian disimpan pada suhu -30°C sebelum dianalisis menggunakan Genetic Analyzer.

Sampel *dithawing*, diencerkan 1.000, 2.000 dan 3.000 kali kemudian diambil sebanyak 20 µl dimasukkan ke dalam 96-well dan disentrifus selanjutnya sampel yang berada dalam 96-well dimasukkan ke dalam genetic analyzer dengan polimer POP-6 dan 36 cm capillary. Elektroforesis dijalankan dengan buffer genetic analyzer pada 15kV selama 2 jam dan data dianalisis dengan menggunakan Genescan 3.7 software dari Applied Biosystems.

Morfologi permukaan granula pati garut diamati di bawah *Scanning Electron Microscope* (SEM). Serbuk pati diletakkan di atas tempat sampel dengan menggunakan isolasi

double-side. Sampel kemudian dilapisi dengan emas, lalu dimasukkan ke dalam instrumen SEM. Struktur pati diamati di layar monitor dengan menggunakan skala pembesaran 500 dan 800 kali. Hasil pengamatan kemudian difoto dengan menggunakan kamera digital.

Profil gelatinisasi pati garut alami dianalisis dengan menggunakan *Rapid Visco Analyzer* (RVA). Sebanyak 3,0 g sampel (berat kering) ditimbang dalam wadah RVA, lalu ditambahkan 25 g akuades. Pengukuran dengan RVA mencakup fase proses pemanasan dan pendinginan pada pengadukan konstan (160 rpm). Pada fase pemanasan, suspensi pati dipanaskan dari suhu 50°C hingga 95°C dengan kecepatan 6°C/menit, lalu dipertahankan pada suhu tersebut (*holding*) selama 5 menit. Setelah fase pemanasan selesai, pasta pati dilewatkan pada fase pendinginan, yaitu suhu diturunkan dari 95°C menjadi 50°C dengan kecepatan 6°C/menit, kemudian dipertahankan pada suhu tersebut selama 2 menit. Instrumen RVA memplot kurva profil gelatinisasi sebagai hubungan dari nilai viskositas (cP) pada sumbu y dengan perubahan suhu (°C) selama fase pemanasan dan pendinginan pada sumbu x.

Perubahan daerah kristalin dan amorf pada struktur pati diamati dengan difraksi sinar X. Sejumlah kecil sampel diletakkan pada wadah sampel, kemudian dimasukkan ke dalam alat difraksi sinar X. Analisis dilakukan pada 40kV dan 40 mA dan di-scan pada 2 tetra 2-30° pada suhu kamar dengan kenaikan 0,02°. Data yang diperoleh adalah kurva hubungan antara 2 tetra° pada sumbu x dengan intensitas (a.u.) pada sumbu y.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak Pati Garut

Sebagaimana telah dijelaskan di bagian metode penelitian, pati garut diekstraksi dengan cara basah. Ekstraksi pati garut cara basah terdiri atas tahapan pembersihan, pengupasan, pencucian, perendaman, dan penghancuran umbi garut, yang dilanjutkan dengan tahap proses pemisahan pati melalui penyaringan, peng-ayakan dan pengendapan, serta pencucian. Pati garut basah yang diperoleh kemudian dikeringkan, digiling, dan diayak. Proses ekstraksi cara basah tersebut menghasilkan rendemen pati garut kering sebanyak 15,69% dengan kadar air 11,48%.

Karakteristik Sifat Kimia Pati Garut

Komponen proksimat dari pati garut yang dihasilkan dari metode ekstraksi basah dapat dilihat pada Tabel 1. Pati garut mengandung kadar karbohidrat (*by difference*) yang tinggi, yaitu 98,74%. Kadar protein, lemak dan abu (mineral) dari pati garut relatif rendah yang menunjukkan bahwa proses ekstraksi pati cara basah yang digunakan dapat menghasilkan

kandungan pati yang tinggi sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku RS3. Selain itu, kadar lemak yang rendah juga diharapkan selama proses pembuatan RS3, karena lemak dapat menghambat proses pembentukan RS3. Kandungan lemak yang tinggi dapat membentuk kompleks dengan amilosa sehingga membentuk kompleks lemak-amilosa.

Pati garut yang dihasilkan dari ekstraksi cara basah ini lebih besar dibandingkan dengan kadar pati garut yang diperoleh oleh Faridah dkk. (2008), yaitu 94,89%. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan umur panen umbi garut yang digunakan. Pada penelitian ini, umbi garut yang digunakan berumur 10-11 bulan, sedangkan yang digunakan oleh Faridah dkk. (2008) berumur 4-5 bulan. Pati garut yang dihasilkan dari penelitian juga mengandung sebagian kecil gula pereduksi (4,96%).

Tabel 1. Komposisi kimia pati garut alami hasil ekstraksi cara basah

Komponen	Kadar ¹
Proksimat	
Air (%)	11,48
Abu (%)	0,34
Protein (%)	0,24
Lemak (%)	0,68
Karbohidrat (<i>by difference</i>) (%)	98,74
Daya Cerna Pati (%)	84,35
Pati (%)	98,10
Amilosa (%)	24,64
Amilopektin (%)	73,46
Pati resisten (%)	2,12
Gula pereduksi (%)	4,96

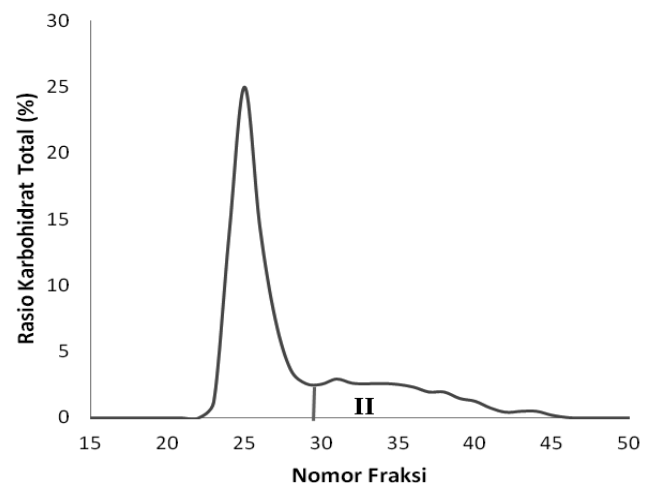
¹ Konsentrasi dinyatakan dalam basis kering, kecuali kadar air dalam basis basah

Pati garut mengandung amilosa 24,64% dan 73,46% amilopektin (Tabel 1). Pati garut secara alami memiliki kadar pati resisten sebesar 2,12% (Tabel 1). Pati resisten dalam pati garut alami ini termasuk jenis pati resisten tipe II (RS2). Sebagai perbandingan, pati pisang memiliki kadar pati resisten 1,51% (Aparicio-Saguilán dkk., 2005), sedangkan pati beras beramilosa tinggi memiliki 3,98% (Pongjanta dkk., 2009).

Pengukuran daya cerna pati *in vitro* dilakukan untuk melihat tingkat kemudahan suatu jenis pati untuk dapat dihidrolisis oleh enzim pemecah pati menjadi unit-unit yang lebih kecil. Daya cerna pati yang rendah menunjukkan bahwa pati sulit untuk dicerna yang kemungkinan pada pati tersebut terdapat komponen yang sulit atau tidak dapat dicerna. Komponen bahan pangan yang tidak dicerna tersebut

dapat berupa pati resisten atau serat pangan. Pati resisten digolongkan ke dalam serat pangan tidak larut tetapi memiliki fungsi fisiologis sama dengan serat larut (Ranhotra dkk., 1991 dan Haralampu 2000). Hasil analisis daya cerna pati garut (84,35%) cukup tinggi sehingga dapat digolongkan kedalam pati yang mudah dicerna.

Profil distribusi amilosa dan amilopektin dari pati garut dianalisis dengan menggunakan GPC dan dinyatakan sebagai nisbah total karbohidrat. Kromatogram GPC pada seluruh pati garut, memiliki dua fraksi, yaitu fraksi I (Fr-I) dan fraksi II (Fr-II) (Gambar 1). Hasil penelitian terdahulu juga memperlihatkan dua fraksi pada kromatogram GPC, yaitu pada pati beras (Mujoo dan Ali 1999), pati gandum, kentang dan tapioka (Singh dan Ali 2000), dan pati jagung tinggi amilosa (Ozturk dkk., 2009). Fraksi I merupakan fraksi amilopektin dengan bobot molekul besar, sedangkan fraksi II (Fr-II) merupakan fraksi amilosa dan gula-gula sederhana dengan bobot molekul kecil. Fraksi I terdapat pada fraksi nomor 1 sampai 30, sedangkan fraksi II terdapat pada fraksi nomor 31 sampai 48.



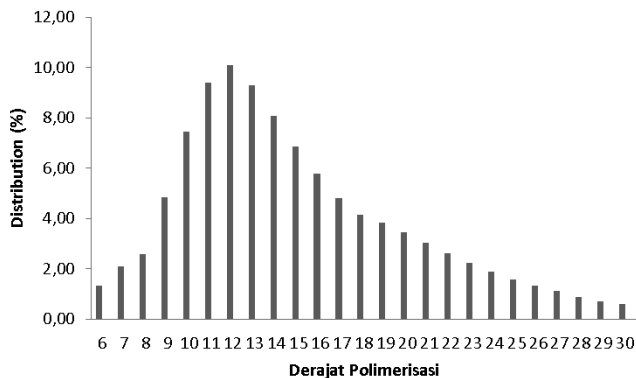
Gambar 1. Profil GPC pati garut pada Sheparesse Toyopreal HW-65F

Analisis GPC menunjukkan persentase fraksi amilosa (Fr-II) pada pati garut alami sebesar 29,20%, sedangkan fraksi amilopektin (Fr-I) sebesar 70,80%. Fraksi amilosa ini lebih tinggi dibandingkan kadar amilosa dari hasil analisis spektroskopi (24,64%). Hal ini disebabkan Fr-II dari analisis GPC juga mengukur fraksi gula-gula sederhana dengan bobot molekul rendah, terutama yang terdapat pada fraksi nomor 48. Demikian juga hasil penelitian pada pati jagung tinggi amilosa yang dilakukan oleh Ozturk dkk. (2009), bobot molekul rendah (<30kDa) ditemukan pada fraksi amilosa.

Panjang rantai amilopektin dengan derajat polimerisasi (DP) 6-30 dapat diketahui dengan menggunakan FACE. Amilopektin pada pati garut dihidrolisis secara sempurna

dengan menggunakan enzim isoamilase sehingga semua titik percabangan α -1,6 terputus dan menghasilkan rantai glukosa dengan ujung pereduksi. Semakin banyak yang terhidrolisis maka semakin tinggi kadar gula pereduksinya. Ujung pereduksi kemudian diderivatisasi dengan APTS (*8-amino-pyrene-1,3,6-trisulfuric acid trisodium*) sehingga pati dapat dianalisis dengan menggunakan FACE. Ujung pereduksi rantai glukosa dapat diperoleh dari hasil hidrolisis amilopektin.

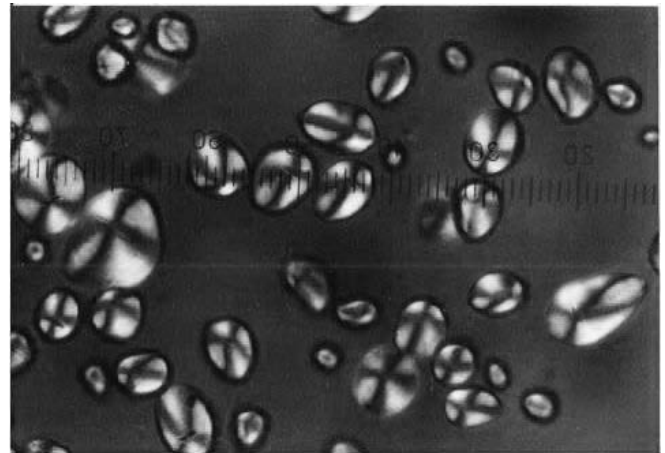
Profil distribusi DP baik pada pati garut dapat dilihat pada Gambar 2. Puncak distribusi DP banyak terdapat pada DP 11-13. Persen distribusi amilopektin pada pati garut adalah sebagai berikut: DP 6-8 (5,98%), DP 9-12 (31,77%), DP 13-24 (56,04%) dan DP 25-30 (6,21%). sedangkan pati garut hasil penelitian Srichuwong (2006) menunjukkan adanya sedikit perbedaan dalam persentase masing-masing rentang DP tersebut yaitu untuk DP 6-8 (4,00%), DP 9-12 (27,70%), DP 13-24 (58,40%) dan DP 25-30 (9,90%). Berdasarkan distribusi DP tersebut, dapat dilihat bahwa pati garut dapat digolongkan ke dalam jenis kristalinitas tipe A. Hal ini disebabkan DP pendek (DP 9-12) lebih banyak bila dibandingkan dengan tipe B dan C (18,90-24,9%). Panjang rantai amilopektin yang menentukan kristalinitas pati karena kemampuannya untuk membentuk struktur *double helix* (Hizukuri dkk. 1983).



Gambar 2. Distribusi panjang rantai amilopektin hasil pengukuran dengan FACE

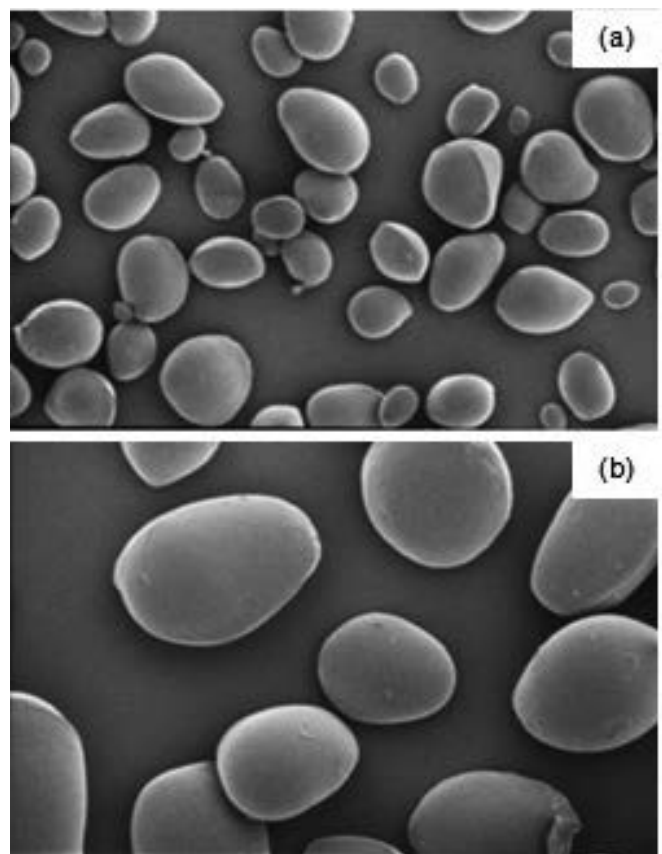
Karakteristik Sifat Fisik Pati Garut

Pengamatan di bawah mikroskop polarisasi (Gambar 3) menunjukkan bentuk granula pati garut dengan penampakan *birefringence*-nya. Adanya penampakan *birefringence* ini menunjukkan bahwa pati garut hasil ekstraksi belum mengalami gelatinisasi. Sebagaimana dilaporkan oleh peneliti terdahulu (Tester dan Karkalas 2002), bentuk granula pati garut berbentuk oval dengan ukuran rata-rata granula sebesar 50-60,0 μ m.



Gambar 3. Struktur granula pati garut alami di bawah mikroskop polarisasi (pembesaran 200x)

Gambar 3 memperlihatkan bahwa granula pati garut masih terlihat utuh dengan bentuknya yang oval yang menunjukkan bahwa granula pati garut belum mengalami kerusakan struktur granulanya. Pengamatan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (Gambar 4a dan 4b) juga menunjukkan struktur granula pati garut dengan permukaan yang masih halus dan utuh, begitu



Gambar 4. Struktur granula pati garut di bawah *Scanning Electron Microscope* (SEM). (a) pembesaran 500x; (b) pembesaran 800x

pula hasil penelitian Srichuwong dkk. (2005). Granula pati yang belum mengalami proses modifikasi akan memiliki permukaan yang halus dan utuh.

Gambar 5 memperlihatkan profil gelatinisasi pati garut yang diukur dengan menggunakan RVA. Data yang diperoleh dari pengukuran RVA adalah suhu awal gelatinisasi (SAG), viskositas puncak atau *maximum viscosity* (MV), viskositas pada 95°C atau *hot paste viscosity* (HPV), viskositas *breakdown* (VB), viskositas setelah mencapai suhu 50°C, viskositas akhir setelah dipertahankan di 50°C atau *cold paste viscosity* (CPV), viskositas *setback* atau *setback viscosity* (SV), dan stabilitas pengadukan pada 50°C. SAG (°C) adalah suhu pada saat nilai viskositas mulai terbaca yang menandakan pati mulai mengalami gelatinisasi. MV diukur saat pasta pati mencapai viskositas maksimum selama fase pemanasan. VB menunjukkan kestabilan viskositas terhadap pemanasan yang dihitung dari selisih antara PV dengan HPV. SV menunjukkan kecenderungan pati untuk mengalami retrogradasi yang dihitung sebagai selisih antara CPV dengan HPV. Tipe profil gelatinisasi pati selanjutnya ditentukan berdasarkan pengelompokan oleh Schoch dan Maywald (1968).

Sebagaimana pati alami umumnya, pati garut memiliki profil gelatinisasi dengan puncak viskositas (*maximum viscosity*) yang cukup tinggi dan diikuti dengan penurunan viskositas (*breakdown viscosity*) yang cukup tajam selama fase pemanasan. Hal ini menunjukkan granula pati garut kurang tahan atau kurang stabil oleh proses pemanasan. Pada fase pendinginan, viskositas pasta pati kembali berangsur meningkat yang disebabkan oleh terjadinya penggabungan kembali (*re-association*) molekul-molekul amilosa dan amilopektin melalui ikatan hidrogen. Peningkatan viskositas selama fase pendinginan juga menunjukkan kecenderungan retrogradasi dari pasta pati garut. Kandungan amilosa yang cukup tinggi memiliki kontribusi yang besar terhadap kecenderungan terjadinya retrogradasi pasta pati selama fase pendinginan (Gudmundsson 1994; Lehmann dkk., 2003;

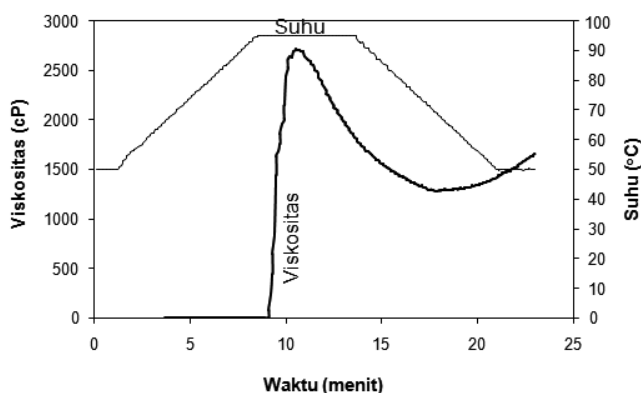
Shu dkk., 2007). Profil gelatinisasi pati garut sebagaimana diuraikan di atas sama dengan yang dilaporkan oleh Srichuwong (2006).

Menurut Chen (2003), pengukuran kecenderungan pati untuk mengalami retrogradasi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu dengan pengukuran *freeze-thaw stability* dan pengukuran nisbah *viskositas setback* pasta. Sineresis yang terjadi pada saat dilakukan siklus *freeze-thaw* berulang menunjukkan adanya peningkatan ikatan hidrogen intermolekuler antara amilosa dengan amilosa, amilosa dengan amilopektin, serta amilopektin dengan amilopektin. Sementara itu, viskositas *setback* pasta menunjukkan kecenderungan retrogradasi yang terjadi pada molekul amilosa karena amilosa lebih mudah terpapar oleh air dan mudah mengalami rekristalisasi dibandingkan amilopektin.

Tabel 2 memperlihatkan data-data profil gelatinisasi pati garut yang diolah dari kurva RVA pada Gambar 5. Pati garut mulai mengalami gelatinisasi pada suhu yang cukup tinggi, yaitu 76,3°C. Suhu awal gelatinisasi pati masih berada dalam rentang suhu yang dilaporkan oleh Perez dan Lares (2005), yaitu 67,75-81,40°C. Viskositas puncak tercapai pada suhu 85,1°C dengan nilai viskositasnya sebesar 2715 cP. Viskositas puncak pati garut hampir sama dengan pati ganyong, *lesser yam* dan *water yam* (Srichuwong 2006). Pada pemanasan di atas suhu 85°C, pati garut mengalami penurunan viskositas yang cukup tajam dengan viskositas *breakdown* sebesar 1434 cP. Pasta pati garut secara berangsur-angsur mengalami peningkatan viskositas selama fase pendinginan. Viskositas *setback* selama fase pendinginan ini sebesar 806 cP. Viskositas *setback* pati garut ini relatif tinggi, yang menunjukkan kecenderungan pati garut untuk lebih mudah mengalami retrogradasi. Kecenderungan retrogradasi dari pati garut ini diharapkan, karena akan lebih memudahkan dalam pembentukan RS3.

Tabel 2. Profil gelatinisasi pati garut dari hasil pengukuran *Rapid Visco Analyzer* (RVA)

Parameter	Nilai
Suhu awal gelatinisasi (°C)	76,3
Viskositas maksimum (cP)	2715
Viskositas pada 95°C (cP)	2246
Viskositas setelah <i>holding</i> pada 95°C (cP)	1311
Viskositas <i>breakdown</i> (cP)	1434
Viskositas pada 50°C (cP)	1932
Stabilitas pemanasan pada 95°C (cP)	935
Viskositas setelah <i>holding</i> pada 50°C (cP)	2087
Viskositas <i>setback</i> (cP)	806

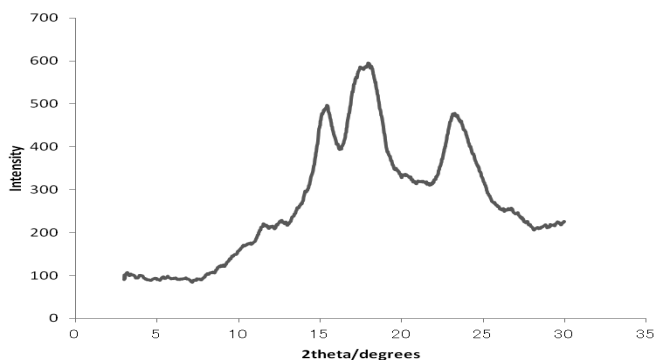


Gambar 5. Profil gelatinisasi pati garut alami yang diukur dengan *Rapid Visco Analyzer* (RVA)

Berdasarkan kurva RVA pada Gambar 5, maka pati garut memiliki profil gelatinisasi pati tipe A berdasarkan

pengelompokan oleh Schoch dan Maywald (1968). Profil gelatinisasi pati tipe A ini ditandai dengan nilai viskositas puncak yang cukup tinggi dan viskositas *breakdown* yang cukup tajam. Dengan demikian, profil gelatinisasi pati garut satu kelompok dengan pati tapioka, kentang, ubi jalar, sagu, *waxy corn* dan *waxy barley* (Collado dkk., 2001; Wattanachant dkk., 2002; Singh dkk., 2005).

Tipe kristalin pati garut dari hasil pengukuran difraksi sinar X dapat dilihat pada Gambar 6. Srichuwong dkk. (2005a) menyatakan bahwa pati garut alami memiliki kristalin tipe A. Hal ini sesuai dengan yang diperoleh dalam penelitian ini yang juga menunjukkan kristalin tipe A. Kristalin tipe A ditandai dengan puncak pada 2 tetra yaitu 15°, 17°, 20° dan 23°. Pati garut memiliki derajat kristalinitas sebesar 20,01% lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Srichuwong dkk. (2005) sebesar 31,5%.



Gambar 6. Difraktogram pati garut hasil pengukuran *X-ray Diffraction*

Pola difraksi sinar X menunjukkan kristalin pati garut tergolong tipe A dengan karakteristik amilopektin pati garut memiliki derajat polimerisasi (DP) 9-30 yang cukup tinggi, densitasnya lebih padat pada daerah struktur heliks (menunjukkan semakin banyak *double helix* yang terbentuk) (Wang dkk., 1998; Srichuwong dkk., 2005), proporsi rantai cabang berukuran pendek pada amilopektin lebih tinggi (Hizukuri dkk., 1983) dan jumlah rantai per klaster lebih banyak (10-23 per klaster) dibandingkan dengan kristalinitas tipe B (6-7 per klaster) (Takeda dan Hanashiro 2003).

KESIMPULAN

Pati garut mengandung kadar karbohidrat dan pati cukup tinggi (rasio amilosa : amilopektin sekitar 1:3), kadar lemak dan protein yang rendah serta memiliki sifat mudah dicerna yang ditunjukkan dengan tinggi nilai daya cernanya. Berdasarkan distribusi amilosa dan amilopektin, pati garut memiliki 2 fraksi sedangkan puncak distribusi DP banyak terdapat pada DP 11-13. Granula pati berbentuk oval dan memiliki profil gelatinisasi tipe A yaitu ditandai dengan nilai viskositas

puncak yang cukup tinggi dan viskositas *breakdown* yang cukup tajam. Pola difraksi sinar X menunjukkan kristalin pati garut tergolong tipe A yang dicirikan dengan puncak pada 2 tetra yaitu 15°, 17°, 20° dan 23°.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada DIKTI melalui program Hibah Bersaing, *Sandwich-like* dan Indofood Riset Nugraha 2008 yang telah membiayai penelitian ini juga kepada Prof. Makoto Hisamatsu dan Dr. Naoto Isono yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian di Food Chemistry Laboratory, Department of Sustainable Resource Science, Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu-shi Jepang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2008). Garut (*Marantha arundinacea*). <http://www.bkpjatim.or.id/pages/penganekaragaman-pangan/aneka-pangan/garut.php> [16 Mei 2008].
- AOAC (1998). *Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemistry Inc*, Washington D.C.
- Anderson, A.K., Guraya, H.S., James, C. dan Salvaggio L. (2002). Digestibility and pasting properties of rice starch heat-moisture treated at the melting temperature (tm). *Starch/Stärke* **54**: 401-409.
- Aparicio-Saguilan, Flores-Huicochea, E., Tovar, J., García-Suárez, F., Gutiérrez-Meraz, F. dan Bello-Pérez, L.A. (2005). Resistant starch-rich powders prepared by autoclaving of native and lintnerized banana starch: partial characterization. *Starch/Stärke* **57**: 405-412.
- Ariesta, E., Setyono, N., Ardiati, Rahmat, S. dan Sofyan (2004). *Umbi-umbian yang Berjasa dan Terlupa*. Simpul Pangan Yogya. Yayasan Kehati. Yogyakarta.
- Chen, Z. (2003). *Physicochemical Properties of Sweet Potato Starches and Their Application in Noodle Products*. Thesis. The Netherland Wageningen University.
- Collado, L.S., Mabesa, L.B., Oates, C.G. dan Corke, H. (2001). Bihon-type of noodles from heat-moisture treated sweet potato starch. *Journal of Food Science* **66**(4): 604-609.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. dan Smith, F. (1956). Calorimetric method for determination of sugars and related substance. *Analytical Chemistry* **28**: 350-356.
- Faridah, D.N., Prangdimurti, E. dan Adawiyah, D.R. (2008). *Pangan Fungsional dari Umbi Suweg dan Garut: Kajian Daya Hipokolesterolemik dan Indeks Glikemiknya*.

- Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Frost, K., Kaminski, D., Kirwan, G., Lascaris, E. dan Shanks, R. (2009). Crystallinity and structure of starch using wide angle X-ray scattering. *Carbohydrate Polymers* **78**: 543-548.
- Goñi, L., García-Díaz, L., Mañas, E. dan Saura-Calixto, F. (1996). Analysis of resistant starch : a method for food and food products. *Elsevier Science Ltd.* **56**(4): 445-449.
- Gudmundsson, M. (1994). Retrogradation of starch and the role of its components. *Thermochimica Acta* **246**: 329-341.
- Haralampu, S.G. (2000). Resistant starch-a review of the physical properties and biological impact of RS3. *Carbohydrate Polymer* **41**: 285-92.
- Hizukuri, S., Kaneko, T. dan Takeda, Y. (1983). Measurement of the chain length of amylopectin and its relevance to the origin of crystalline polymorphism of starch granules. *Biochimica et Biophysica Acta* **760**: 188-191.
- Kay, D.E. (1973). *Root Crops Tropical Product*. Institute London: Foreign and Commonwealth Office.
- Lehmann, U., Rossler, C., Schmiedl, D. dan Jacobash, G. (2003). Production and physico-chemical characterization of resistant starch type 3 derived from pea. *Starch/Nahrung/Food* **43**: 60-63.
- Lingga, P.B, Sarwono, F., Rahadi, P.C., Raharja, J.J., Afistini, Rini W. dan Apriadi, W.H. (1986). *Bertanam Umbi-umbian*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Mujoo, R. dan Ali, S.Z. (1999). Molecular degradation of rice starch during processing to flakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **79**: 941-949.
- Ozturk, S., Koksel, H. dan Kahraman, K. (2009). Effect of debranching and heat treatments on formation and functional properties of resistant starch from high-amylose corn starch. *European Food Research Technology* **229**: 115-125.
- Perez, E. dan Lares, M. (2005). Chemical composition, mineral profile, and functional properties of canna (*Canna edulis*) and arrowroot (*Maranta spp.*) starches. *Plant Foods for Human Nutrition* **60**: 113-116.
- Pongjanta, J., Utaipattanaceep, O., Naivikul dan Piyachomkwan, K. (2009). Effect of preheated treatments on physicochemical properties of resistant starch type III from pullulanase hydrolysis of high amylose rice starch. *American Journal of Food Technology* **4**(2): 79-89.
- Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Astroth, K. dan Eisenbraun, G.J. (1991). Effect of resistant starch on intestinal responses in rats. *Cereal Chemistry* **68**(2): 130-132.
- Schoch, T.J. dan Maywald, E. (1968). Preparation and properties of various legume starches. *Cereal Chemistry* **45**: 564-573.
- Shu, X., Jia, L., Gao, J., Sing, Y., Zhao, H., Nakamura, Y. dan Wu, D. (2007). The influence of chain length of amilopectin on resistant starch in rice (*Oryza sativa* L). *Starch/Starke* **59**: 504-509.
- Singh, V. dan Ali, S.Z. (2000). Acid degradation of starch. The effect of acid and starch type. *Carbohydrate Polymers* **41**: 191-195.
- Singh, N., Raina, C.S., Bawa, A.S. dan Saxena, D.C. (2005). Effect of heat moisture treatment and acid modification on rheological, textural and differential scanning calorimetry characteristics of sweetpotato starch. *Journal of Food Science* **70**(6): 373-378.
- Srichuwong, S., Sunarti, T.C., Mishima, T., Isono, N. dan Hisamatsu, M. (2005). Starches from different botanical sources I: contribution of amylopectin fine structure to thermal properties and enzyme digestibility. *Carbohydrate Polymers* **60**(4): 529-538.
- Srichuwong, S. (2006). *Starches from Different Plant Origins: from Structure to Physicochemical Properties*. Disertasi. Mie University. Japan.
- Sunarti, T.C., Nunome, N., Yashio dan Hisamatsu, M. (2001). Study on outer chains from amylopectin between immobilized and free debranching enzymes. *Journal Applied Glycoscience* **48**(1): 1-10.
- Takeda, Y. dan Hanashiro, M. (2003). Examination of the structure of amylase and amylopectin by fluorescent labeling terminal. *Journal of Applied Glycoscience* **48**: 123-130.
- Tester, R.F. dan Karkalas, J. (2002). Starch. *Dalam: Steinbuechel, A., Vandamme, E.J., De Baets, S., dan Steinbuechel, A. (Editor). Biopolymers, Volume 6. Polysaccharides II. Polysaccharides from Eukaryotes*, hal 381-438. Weinheim: Wiley-VCH.
- Wang, T.L., Bogracheva, T.Y. dan Hedley, C.L. (1998). Starch: as simple as A, B, C? *Journal of Experimental Botany* **49**: 481-502.
- Wattanacant, S., Muhammad, S.K.S., Hasyim, D.M. dan Rahman, R.A. (2002). Characterization of hydroxypropylated crosslinked sago starch as compared to commercial modified starches. *Songklanakarin Journal Science and Technology* **24**(3): 439-450.