

KAJIAN KANDUNGAN DAN KARAKTERISIK PATI RESISTEN DARI BERBAGAI VARIETAS PISANG

[The study of resistant starct content and characteristic of resistant starch from some banana types]

Nanti Musita¹⁾

¹⁾ Balai Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung Jl. By Pass Soekarno Hatta Km 1 Bandar Lampung. Email: nantimusita@yahoo.co.id

ABSTRACT

Banana production in Indonesia at this time is about 50 % from total production in Asia. In addition. It also has the immeasurable banana types. Banana represents a potential source dietary fibre. Dietary fibre including resistant starch has a very good contribution in keeping health. Eleven banana types were used in this experiment, they were banana of ambon, batu, janten, kapas, kepok manado, kepok kuning, muli, nangka, raja bulu, raja sereh, and tanduk. The results indicate that (1) The starch yield and resistant starch banana of ambon were 8,58 % and 29,37 %, batu were 0,87 % and 39,35 %, janten were 3,95 % and 26,17 %, kapas were 5,08 % and 26,55 %, kepok kuning were 22,01 % and 27,70 %, kepok manado were 12,24 % and 27,21 %, muli were 6,62 % and 26,42 %, nangka were 3,12 % and 26,28 %, raja bulu were 24,12 % and 30,66 %, raja sereh were 2,32 % and 25,63 %, and tanduk were 2,07 % and 29,60 %, (2) Water absorpsion and swelling power banana of ambon were 1,44 ml/g and 2,53 g/g), batu were 0,80 ml/g and 1,76 g/g, kepok kuning were 1,49 ml/g and 2,58 g/g, raja bulu were 0,89 ml/g and 2,11 g/g, and tanduk were 1,32 ml/g and 2,23 g/g. It was also observed that the resistant starch was type 2 resistant starch.

Keywords: Resistant starch, banana, swelling power

PENDAHULUAN

Buah pisang adalah bahan pangan yang bergizi, sumber karbohidrat, vitamin, dan mineral. Komponen karbohidrat terbesar pada buah pisang adalah pati pada daging buahnya, dan akan diubah menjadi sukrosa, glukosa dan fruktosa pada saat pisang matang (15-20 %) (Bello *et al.*, 2000). Ada empat jenis pisang yaitu pisang yang dimakan buahnya tanpa dimasak, pisang yang dimakan setelah buahnya dimasak, pisang yang diambil seratnya, dan pisang berbiji. Berdasarkan cara konsumsinya buah pisang dikelompokkan dalam dua kelompok, yaitu golongan *banana* (dikonsumsi

langsung) seperti pisang ambon, pisang raja, pisang muli, dan lain-lain, dan *plantain* (dikonsumsi setelah dimasak terlebih dahulu), seperti pisang kepok, pisang tanduk, pisang janten.

Perkembangan ilmu dan teknologi saat ini mengharapkan pangan dapat berfungsi sebagai pemelihara kesehatan dan kebugaran. Bila dimungkinkan, pangan harus dapat mencegah, menyembuhkan atau menghilangkan efek negatif dari penyakit tertentu. Kenyataan tersebut menuntut bahan pangan tidak lagi sekedar memenuhi kebutuhan dasar tubuh yaitu bergizi dan lezat, tetapi juga dapat bersifat fungsional. Bahan pangan dapat dikatakan

bersifat fungsional jika mengandung komponen (baik nutrisi maupun non nutrisi) yang bermanfaat terhadap fungsi-fungsi organ di dalam tubuh relevan untuk menjaga kesehatan atau mempunyai efek fisiologis yang menguntungkan (Roberfroid, 2000).

Dahulu diyakini bahwa pati yang kita konsumsi dapat tercerna secara sempurna di dalam usus halus. Pemahaman tersebut berubah setelah banyak peneliti mengungkapkan dan menemukan bahwa adanya pati dalam usus besar. Fraksi pati yang sampai di usus besar dikenal sebagai pati resisten (*resistant starch*).

Pati resisten (*resistant starch*) didefinisikan sebagai sejumlah pati dari hasil degradasi pati yang tidak dapat diserap oleh usus halus manusia dan dikelompokkan ke dalam serat pangan (*dietary fiber*) (AACC, 2001). Kenyataan menunjukkan bahwa daya tahan pati terhadap serangan enzim alfa amilase berbeda-beda. Beberapa peneliti juga melaporkan bahwa beberapa jenis pati mengalami retrogradasi selama penyimpanan setelah tergelatinisasi (Kalichevsky *et al.*, 1990; Frederikson *et al.*, 1998; dan Jayakody *et al.*, 2005). Hal ini menunjukkan bahwa pati-pati tersebut mengandung bagian yang tidak dapat tergelatinisasi dengan baik dan diduga bahwa bagian ini merupakan pati resisten.

Keberadaan pati resisten dalam bahan makanan dapat meningkatkan efek fisiologis dari makanan tersebut. Salah satu sifat fisiologis dari pati resisten adalah kemampuannya untuk dapat difermentasi oleh bakteri-bakteri usus yang menguntungkan (Johnson and Southgate, 1994). Di dalam usus kecil pati resisten tidak diserap sehingga tetap utuh sampai di dalam usus dan akan difermentasi oleh bakteri-bakteri menguntungkan seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*, sehingga pati resisten juga berpotensi sebagai prebiotik (Haralampu, 2000). Menurut Gibson and Roberfroid (1995),

prebiotik didefinisikan sebagai bahan makanan yang tidak dapat dicerna yang mampu berfungsi sebagai substrat bagi pertumbuhan atau penyeleksian sejumlah bakteri yang menguntungkan yang tumbuh dalam usus manusia.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah 11 jenis pisang yaitu Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var *Sapientum*), Pisang Batu (*Musa brachycarpa* Harper), Pisang Janten (*Musa eumusa* AAB Group), Pisang Kapas (*Musa corniculata*), Pisang Kepok Kuning (*Musa normalis* L.), Pisang Kepok Menado (*Musa normalis* L.), Pisang Muli (*Musa* AAA Group), Pisang Nangka (*Musa paradisiaca* forme *typica* L.), Pisang Raja Bulu (*Musa sapientum* var *Paradisiaca* baker), Pisang Raja Sereh (*Musa sapientum* var *Paradisiaca*), dan Pisang Tanduk (*Musa corniculata* rumph). Pisang tersebut sudah tua tetapi belum matang penuh dengan warna masih hijau dan tekstur keras, yang diperoleh dari beberapa tempat di Bandar Lampung. Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain pepsin, enzim alfa amilase (merk NOVO) dan enzim amiloglukosidase (merk NOVO), dan bahan kimia lain. Analisis total bakteri asam laktat (BAL) menggunakan media MRS (de Mann Ragoso Sharp) agar.

Alat-alat yang digunakan antara lain neraca analitik (merk Mettler Rj 2000), penangas air (merk GLF), pH meter (merk Hanna), *shaker incubator* (merk Polyscience Dual Action Shaker), *vortex mixer*, *magnetic stirrer* (merk IKA Mag), *centifuge*, *autoclave* (merk. Sturdy), *colony counter* (merk Erma), *Ion Chromatography* (merk ICS 1000) dan lainnya.

Metode Penelitian

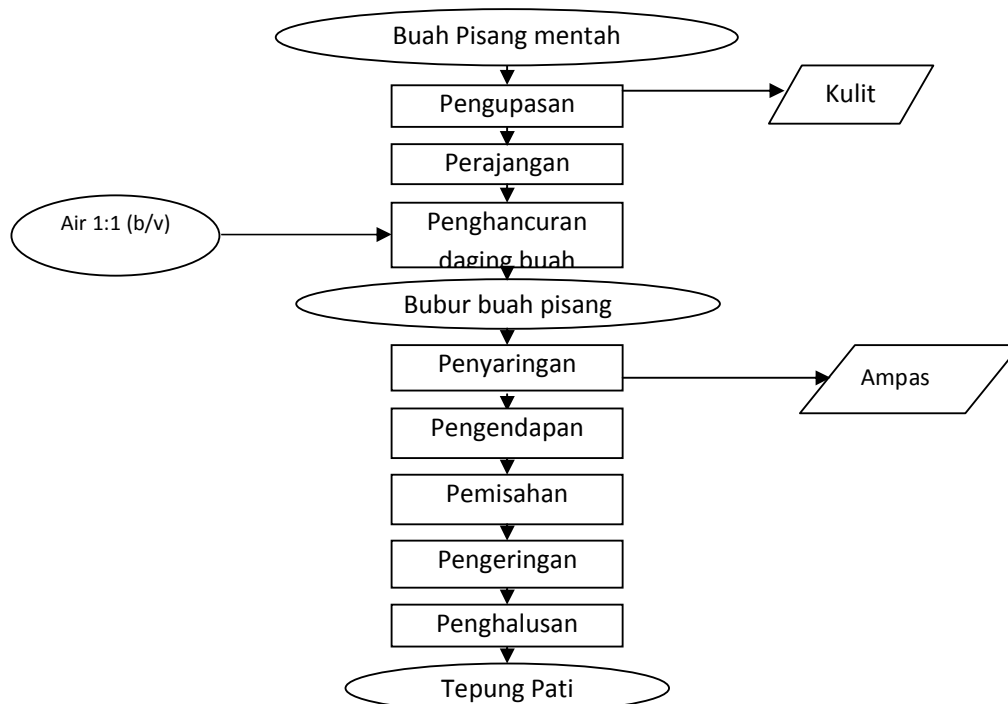
Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama bertujuan menentukan kandungan pati resisten 11 jenis pisang yaitu Pisang Ambon, Pisang Batu, Pisang Janten, Pisang Kapas, Pisang Kepok Kuning, Pisang Kepok Manado, Pisang Muli, Pisang Nangka, Pisang Raja Bulu, Pisang Raja Sereh, dan Pisang Tanduk. Dari tahap pertama kemudian diambil 5 jenis pisang berdasarkan kadar pati resisten tertinggi untuk dilakukan pengujian tahap kedua, yaitu pengujian karakteristik pati berupa kapasitas pembentukan gel; daya serap air dan daya kembang.

Tahap Pertama

Ekstraksi pati pisang

Pisang yang telah tua tapi masih keras dikupas, direndam dalam air selama 5 menit,

dipotong tipis-tipis dan dihancurkan dengan blender menjadi bubur buah dengan menambahkan air perbandingan 1:1 (b/v), kemudian disaring dengan kain saring untuk memisahkan pati dan ampas, ke dalam ampas ditambahkan kembali air dengan perbandingan 1 : 1 (b/v) sambil diremas-remas untuk mengeluarkan pati yang masih tersisa, lalu disaring kembali. Proses penyaringan dilakukan berulang-ulang tergantung banyak tidaknya pati sampai hasil saringan tampak jernih. Hasil saringan didiamkan sekitar 12 jam agar mengendap. Setelah mengendap bagian yang jernih dibuang. Endapannya dikeringkan dalam oven bersuhu 40°C selama 12 jam atau sampai kering. Diagram alir proses ekstraksi pati pisang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses ekstraksi pati pisang (Satuhu dan Supriyadi, 1990).

Penentuan pati resisten (*resistant starch*)

Pati resisten dinyatakan sebagai bagian dari pati yang tidak terhidrolisis setelah inkubasi menggunakan enzim alfa amilase. Penentuan pati resisten dilakukan dengan memodifikasi metode yang digunakan oleh Goni *et al.* (1996). Sebanyak 100 mg sampel (pati kering) dimasukkan ke dalam tabung centrifuse. Lalu ditambahkan 10 ml KCl-HCl buffer pH 1,5 pengaturan pH dilakukan dengan menambah HCl (2 M) atau NaOH (0,5 M). Kemudian ditambahkan 2 ml larutan pepsin (1 g pepsin/10 ml buffer KCl-HCl). Campuran dimasukkan ke dalam *water bath* suhu 40°C selama 60 menit, kemudian didinginkan pada suhu ruang. Setelah pH diatur menjadi 6,9 dengan menambahkan NaOH (0,5 M) lalu ditambah 1 ml larutan enzim alfa amilase. Campuran diinkubasi selama 16 jam pada *water bath* suhu 37°C dengan pengadukan konstan.

Campuran disentrifuse selama 15 menit (3000 rpm) lalu supernatan yang diperoleh dibuang. Sedangkan residu ditambahkan dengan 10 ml air destilat, lalu disentrifuse kembali (15 menit, 3000 rpm) dan supernatan dipisahkan. Sebanyak 3 ml air destilat ditambahkan pada residu kemudian diaduk agar tercampur. Setelah itu ditambahkan KOH (4 M) sebanyak 3 ml. Kemudian diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang dengan pengadukan konstan. Sebanyak 5,5 ml HCl (2 M) dan 3 ml buffer sodium asetat (0,4 M) ditambahkan ke dalam campuran dan dilakukan pengaturan pH menjadi 4,75 dengan menambahkan HCl (2 M). Setelah itu sebanyak 80 µL enzim amiloglukosidase ditambahkan dan dicampurkan secara merata dan dibiarkan dalam *water bath* selama 45 menit pada suhu 60°C. Kemudian dilakukan pemisahan dengan menggunakan *centrifuge* (15 menit, 3000 rpm). Supernatan yang

didapat disimpan terpisah, dan residu ditambah dengan air destilat sebanyak 10 ml lalu disentrifuse kembali. Residu dibuang, sedangkan supernatan yang didapat dicampur dengan supernatan yang telah didapat sebelumnya kemudian campuran tersebut dibuat menjadi 50 ml dengan menambahkan air destilat untuk penentuan glukosa. Penentuan glukosa dilakukan dengan spektrofotometri menggunakan metode Nelson-Somogyi.

Sebelum penentuan glukosa sampel, terlebih dahulu dibuat kurva standar dengan membuat larutan glukosa standar (10 mg glukose anhidrat/100 ml air). Dari larutan glukosa standar tersebut dilakukan pengenceran sehingga diperoleh konsentrasi : 2, 4, 6, 8 dan 10 mg/100 ml. Sebanyak 7 buah tabung reaksi bersih, diisi dengan 1 ml larutan glukosa standar tersebut di atas. Satu tabung diisi 1 ml sebagai blanko. Kemudian ke dalam tiap tabung ditambahkan reagensia nelson sebanyak 1 ml, lalu dipanaskan pada penangas air mendidih selama 20 menit dan didinginkan sampai suhu tabung mencapai 25°C. Sebanyak 1 ml reagensia arsenomolybdat ditambahkan ke dalam tabung kemudian digojog sampai semua endapan yang ada larut kembali. Setelah endapan larut sempurna ditambahkan air suling sebanyak 7 ml dan digojog kembali sampai homogen. *Optical Density* (OD) tiap larutan tersebut dibaca pada panjang gelombang 540 nm, kurva standar dibuat dengan menghubungkan konsentrasi glukosa dengan OD (*Optical Density*). Penentuan glukosa sampel, sebanyak 1 ml larutan sampel jernih dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan reagensia nelson sebanyak 1 ml, semua dilakukan seperti pada pembuatan kurva standar.

$$\text{Kadar glukosa (mg)} = \frac{\text{mg/ml glukosa dari kurva standar} \times \text{vol. sampel (ml)} \times \text{fp} \times 1 \text{ mg}}{\text{Berat sampel (mg)}}$$

Banyaknya glukosa (mg) x 0,9 merupakan jumlah pati resisten pada tiap sampel

Tahap Kedua

Pembuatan pati resisten

Sampel pati resisten yang akan digunakan untuk analisa tahap kedua diisolasi secara terpisah dengan prosedur berikut yaitu : sebanyak 100 mg sampel (pati kering) dimasukkan ke dalam tabung centifuse. Lalu ditambahkan 10 ml KCl-HCl buffer pH 1,5 pengaturan pH dilakukan dengan menambah HCl (2 M) atau NaOH (0,5 M). Kemudian ditambahkan 2 ml larutan pepsin (1 g pepsin/10 ml buffer KCl-HCl). Campuran dimasukkan ke dalam *water bath* suhu 40°C selama 60 menit, kemudian didinginkan pada suhu ruang. Setelah pH diatur menjadi 6,9 dengan menambah NaOH (0,5 M) lalu ditambah 1 ml larutan enzim alfa amilase. Campuran diinkubasi selama 16 jam pada *water bath* suhu 37°C dengan pengadukan konstan. Campuran disentrifuse selama 15 menit (3000 rpm) lalu supernatan yang diperoleh dibuang. Sedangkan residu ditambahkan dengan 10 ml air destilat, lalu disentrifuse kembali (15 menit, 3000 rpm). Residu yang tersisa sebagai pati resisten lalu dikeringkan dan untuk dianalisa pada tahap kedua.

Karakteristik pati

Kapasitas pembentukan gel (*gelation capacity*)

Parameter ini ditujukan untuk melihat kemampuan pati resisten untuk membentuk gel,

yang pada akhirnya akan menunjukkan jenis pati resistennya. Sebanyak 8 % (w/v) pati resisten pisang disuspensikan dalam 10 ml air destilat (suspensi dimasukkan dalam tabung reaksi) kemudian dipanaskan selama 1 jam dalam air mendidih lalu secara cepat didinginkan dalam air dingin dan dibiarkan selama 3 jam pada suhu 5°C. Kapasitas pembentukan gel dari tiap sampel diamati secara visual dan dibandingkan dengan kapasitas pembentukan gel dari pati pisang.

Daya serap air dan daya kembang

Pengukuran parameter ini ditujukan untuk melihat karakteristik pati resisten pisang dalam kemampuan pati menyerap air. Pati yang mempunyai kemampuan menyerap air yang besar maka daya kembangnya besar. Untuk mengukur daya serap air, daya kembang, dan kapasitas pembentukan gel dilakukan modifikasi analisis daya serap air metode Rosario and Flores (1981). Caranya yaitu dengan mencampurkan 1 gram sampel dengan 10 ml akuades. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam sentrifius dan diletakkan dalam *waterbath* 30°C selama 30 menit, kemudian disentrifius selama 20 menit pada kecepatan 3.000 rpm. Setelah itu volume supernatan diukur. Bagian air yang terikat merupakan selisih antara volume air yang ditambahkan dengan supernatan.

Air yang terikat (ml) = vol. air yang ditambahkan (10 ml) – vol. supernatan (ml)

$$\text{Daya serap air (ml/g)} = \frac{\text{Air yang terikat (ml)}}{\text{Berat sampel kering (g) – padatan terlarut (g)}}$$

$$\text{Daya kembang (g/g)} = \frac{\text{Endapan (g)}}{\text{Berat sampel kering (g) - padatan terlarut (g)}}$$

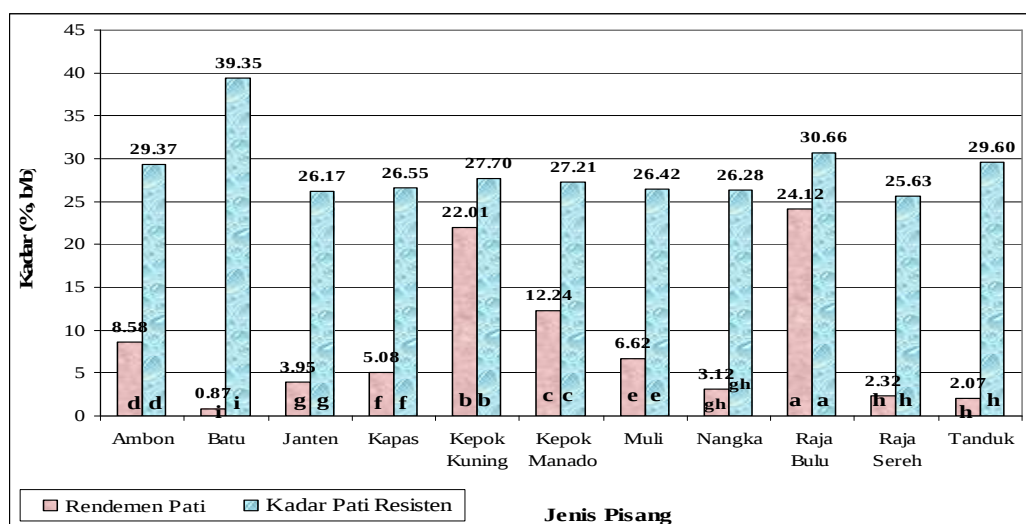
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pertama

Kadar Pati Resisten

Jenis pisang berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen pati dan kadar pati resisten pisang. Gambar 2 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan rendemen pati dan pati resisten dari 11 jenis pisang yang dipergunakan pada penelitian ini. Keadaan ini disebabkan perbedaan varietas pisang tersebut. Pisang batu

mempunyai rendemen pati paling kecil (0,87 %) tetapi pati resistennya paling tinggi (39,35 %) dibandingkan jenis pisang yang lain. Pisang raja bulu memiliki rendemen pati (24,12 %) paling tinggi dan pati resisten juga tinggi (30,66 %). Tingkat resistensi pati dari 11 jenis pisang terhadap serangan enzim alfa amilase dan amiloglukosidase berbeda-beda dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kandungan amilosa dan amilopektin, struktur fisik, derajat gelatinisasi (Goni *et al.*, 1996).



Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5 %.

Gambar 2. Rendemen pati dan kadar pati resisten dari berbagai jenis pisang.

Komposisi kimia pati yaitu kadar amilopektin sangat berpengaruh pada kandungan pati resisten. Semakin tinggi kandungan amilopektin maka pati akan semakin sulit (resisten) untuk dicerna. Menurut Winarno (1983) laju hidrolisis oleh enzim alfa amilase akan lebih cepat pada

rantai lurus (amilosa) dibandingkan pada rantai yang bercabang (amilopektin).

Struktur fisik pati berpengaruh terhadap tingkat resistensi pati terhadap enzim pencernaan. Zat pati terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula. Granula-granula ini bervariasi bentuk dan ukurannya

tergantung sumber patinya. Bentuk butir pati secara fisik berupa semi kristalin yang terdiri dari unit kristal dan unit amorf (Jane and Chen, 1992). Hidrolisis oleh enzim alfa amilase lebih banyak terjadi pada bagian amorf. Unit kristalin lebih tahan terhadap perlakuan enzim dibandingkan unit amorf karena pada unit kristalin ikatan antar molekul sangat kuat sehingga sukar dihidrolisis oleh enzim (Franco *et al.*, 1986). Unit kristal dipengaruhi oleh amilopektin, semakin banyak kandungan amilopektin maka unit-unit kristal semakin banyak (Hoover, 2001).

Ukuran granula pati juga berpengaruh terhadap tingkat ketahanan pati. Pati dengan ukuran granula kecil akan lebih mudah

dihidrolisis oleh enzim dibandingkan pati yang memiliki ukuran granula besar (Jane and Chen, 1992). Granula pati pisang mempunyai ukuran rata-rata 39 μm . Pada difraksi sinar X menunjukkan pola campuran antara tipe polymorphs A dan B, juga mendekati tipe C. Rasio absorbansi (1045/1022 cm^{-1}) yang terukur dengan spektroskopi infrared adalah 1.12, menunjukkan bahwa komponen kristalin lebih besar daripada daerah amorphs (Bello *et al.*, 2005). Hasil skaning elektron memperlihatkan granula pati pisang berukuran sangat besar (20-50 μm) (Gambar 3) (González-Soto *et al.*, 2006), dengan keadaan tersebut pati pisang lebih tahan terhadap enzim pencernaan.



Gambar 3. Scanning Electron Mikrographs pati pisang.

Sumber : (González-Soto *et al.*, 2006).

Menurut *American Association of Cereal Chemist* (AACC) (2001), pati resisten merupakan total pati dan pati dari hasil degradasi pati yang tidak dapat diserap oleh usus halus manusia dan lolos ke dalam usus besar (kolon), dan dikategorikan ke dalam

serat pangan (*dietary fiber*). Adanya kandungan pati resisten pada pati pisang ambon, batu, janten, kapas, kapok kuning, kepok manado, muli, nangka, raja bulu, raja sereh, dan janten menunjukkan kesebelas jenis pisang tersebut berpotensi sebagai

sumber serat pangan (*dietary fiber*) dan diharapkan dapat bermanfaat bagi kesehatan manusia.

Tahap Kedua

Data pengamatan pati resisten pisang tahap pertama menjadi dasar untuk pengamatan parameter lain yaitu parameter kemampuan membentuk gel, daya serap air dan daya kembang. Dari kesebelas jenis pisang dalam penelitian ini hanya diambil 5 (lima) jenis pisang yang memiliki rendemen pati resisten tertinggi, yaitu pisang batu (39,35 %), raja bulu (30,66 %), tanduk (29,60 %), ambon (29,37 %), dan kepok kuning (27,70 %).

Karakteristik Pati

Kemampuan membentuk gel (*Gel Capacity*)

Tabel 4 memperlihatkan bahwa pati resisten pisang ambon, batu, kepok kuning, raja bulu, dan tanduk tidak dapat membentuk gel pada konsentrasi 8 %, sedangkan pada konsentrasi yang sama, pati pisang tersebut sedikit membentuk gel. Hal ini menunjukkan bahwa pati resisten kelima jenis pisang tersebut tergolong dalam pati resisten tipe 2 (RS type II) yang bersifat tidak tergelatinisasi (*ungelatinized starch*) (Haralampu, 2000).

Tabel 4. Kemampuan pembentukan gel pada pati dan pati resisten pisang.

Jenis Pisang	Pati Pisang			Pati Resisten		
	1	2	3	1	2	3
Pisang Ambon	(*)	(*)	(*)	(-)	(-)	(-)
Pisang Batu	(*)	(*)	(*)	(-)	(-)	(-)
Pisang Kepok Kuning	(*)	(*)	(*)	(-)	(-)	(-)
Pisang Raja Bulu	(*)	(*)	(*)	(-)	(-)	(-)
Pisang Tanduk	(*)	(*)	(*)	(-)	(-)	(-)

Keterangan:

(*) = sedikit membentuk gel pada konsentrasi 8 %

(-) = tidak terbentuk gel pada konsentrasi 8 %

Zat pati terdiri dari butiran-butiran kecil yang disebut granula. Pati yang pada umumnya apabila dilarutkan dalam air (larutan sekitar 8-12 %) dan dipanaskan akan mengalami suatu proses yang disebut gelatinisasi yang akan meningkatkan disintegrasi granula sehingga molekul-molekul pati akan lebih mudah dicerna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pati resisten yang telah diisolasi dari pati pisang setelah dilarutkan dengan air (konsentrasi larutan 8 %) dan dipanaskan sampai mendidih tidak mengalami pembentukan gel tetapi

bersifat kental. Sifat kental pati resisten sebagaimana serat pangan larut air (*soluble fiber*) itu dapat menghambat pencernaan dan absorpsi karbohidrat di dalam usus halus. Bentuknya yang kental akan menyebabkan peningkatan ketebalan lapisan antara makanan dan permukaan *brush-border* di dalam usus halus sehingga mencegah absorpsi zat gizi, termasuk glukosa sehingga nilai glikemik indeksnya menjadi rendah (Marsono, 1998).

Kemampuan pati membentuk gel dapat dipengaruhi oleh komposisi kimia pati itu

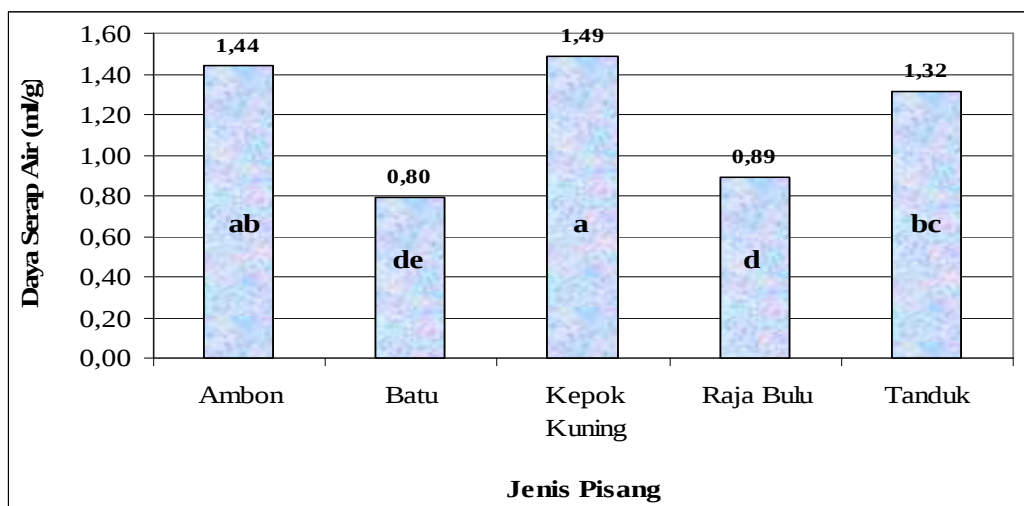
sendiri seperti perbandingan antara kandungan amilosa dan amilopektin dan juga ukuran granula pati (Tester, 1997). Pati dengan ukuran granula kecil akan lebih mudah mengalami proses gelatinisasi. Selain itu perbandingan antara bagian amorf dan bagian kristalin juga mempengaruhi gelatinisasi. Semakin tinggi bagian amorf maka pati akan semakin mudah mengalami proses gelatinisasi karena bagian amorf dapat menyerap air lebih banyak sehingga granula pati akan membengkak dan membentuk gel. Pada bagian amorf kandungan amilosa lebih banyak dibandingkan kandungan amilopektinnya (Jane and Chen, 1992). Hasil pembacaan dengan teknik spektroskopi infrared menunjukkan bahwa pati pisang mempunyai komponen kristalin lebih besar dari pada daerah amorphs (Bello, *et al.*, 2005) dan ini sejalan dengan hasil penelitian Von Loesecke (1950) yang menunjukkan proporsi amilosa 20,5 % dan amilopektin 79,5 % pada buah pisang segar. Pati resisten pisang ambon, batu, kepok kuning, raja bulu, dan tanduk diduga memiliki bagian kristalin yang tinggi dan kandungan

amilopektin yang banyak sehingga sulit membentuk gel.

Hasil penelitian González-Soto *et al.* (2006) menunjukkan suhu gelatinisasi pati pisang lebih tinggi dibandingkan pati jagung dan pati mangga, yaitu $76,3 \pm 0,06$ °C dan entalpinya $11,8 \pm 0,64$ J/g, dari penelitian Bello *et al.* (2005) adalah 77,6 dan entalpinya 23,4J/g. Menurut Lii and Chang (1991), suhu gelatinisasi pati pisang relatif tinggi dibandingkan dengan pati umbi-umbian, diduga disebabkan adanya kandungan posfor yang relatif tinggi (0,05-0,07 mg/g), posfor tersebut diduga teresterifikasi dengan granula pati sehingga memperkuat struktur granula pati.

Daya serap air dan daya kembang

Jenis pisang berpengaruh sangat nyata terhadap daya serap air dan daya kembang pati resisten pisang. Pengamatan terhadap daya serap air pati resisten dari beberapa jenis pisang disajikan pada Gambar 4 dan daya kembang pada Gambar 5.

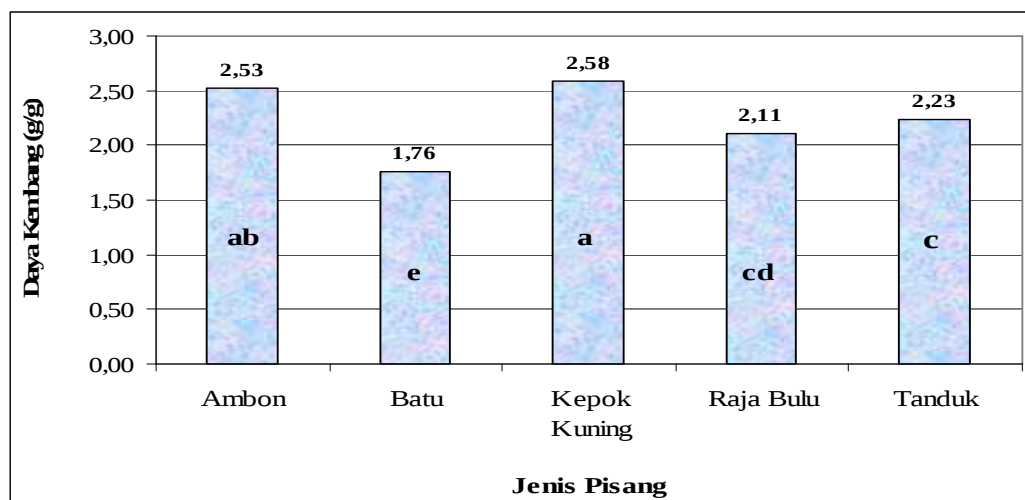


Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5 %.

Gambar 4. Daya serap air pati resisten dari berbagai jenis pisang.

Gambar 4 memperlihatkan bahwa pati resisten kepok kuning memiliki daya serap air (1,49 ml/g) paling tinggi dibandingkan pati resisten pisang jenis lain tetapi tidak berbeda dengan daya serap air pati resisten pisang ambon (1,44 ml/g). Sedangkan pisang batu memiliki daya serap air paling rendah (0,80 ml/g) tetapi tidak berbeda dengan daya serap air pati resisten pisang raja bulu (0,89 ml/g).

Gambar 5 memperlihatkan adanya perbedaan daya kembang pada kelima jenis pisang. Keadaan tersebut disebabkan oleh perbedaan kandungan pati resistennya yang selanjutnya berpengaruh terhadap daya serap air. Pati resisten pisang kepok kuning memiliki daya kembang paling tinggi (2,58 g/g) dibandingkan pati resisten pisang lain, tetapi tidak berbeda dengan pisang ambon (2,53 g/g).



Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5 %.

Gambar 5. Daya kembang pati resisten dari berbagai jenis pisang.

Menurut González-Soto *et al.* (2006), pati mangga dan pisang ekstrudat mempunyai persentase pengembangan yang kecil dibandingkan pati jagung ekstrudat. Ukuran granula dan perbandingan amilosa dan amilopektin mempunyai peranan penting dalam hal ini. Dalam uji kelarutan (%), pati jagung menunjukkan kenaikan kelarutan dengan bertambahnya kecepatan putaran. Ukuran granula pisang yang sangat besar (20-50 μm) berpengaruh terhadap kelarutan dan pengembangannya, sehingga semakin kecil rasio antara permukaan volume yang berarti

memperkecil kemungkinan kontak, konsekwensinya adalah rendahnya daya kembang dan kelarutannya (Thomas and Atwell, 1999).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pisang raja bulu, kapok kuning, kapok manado, ambon, muli, kapas, janten, nangka, raja sereh, tanduk, dan batu

- memiliki rendemen pati masing-masing : 24.12 %, 22.01 %, 12.24 %, 8.58 %, 6.62 %, 5.08 %, 3.95 %, 3.12 %, 2.32 %, 2.07 %, 0.87 %. Sedangkan dari pati pisang batu, raja bulu, tanduk, ambon, kepok kuning, kepok manado, kapas, muli, nangka, janten, dan raja sereh mengandung pati resisten masing-masing : 39.35 %, 30.66 %, 29.60 %, 29.37 %, 27.70 %, 27.21 %, 26.55 %, 26.42 %, 26.28 %, 26.17 %, dan 25.63 %,
2. Daya serap air dan daya kembang pisang ambon (1,44 ml/g; 2,53 g/g), batu (0,80 ml/g; 1,76 g/g), kepok kuning (1,49 ml/g; 2,58 g/g), raja bulu (0,89 ml/g; 2,11 g/g), dan merupakan pati resisten tipe 2 (RS type II) karena bersifat tidak dapat tergelatinisasi secara sempurna.
- ### DAFTAR PUSTAKA
- American Association of Cereal Chemist (AACC). 2001. *The Definition of Dietary Fiber*. Cereal Foods. World.
- Bello-Pérez, L.A. A. De Francisco, E. Agama-Acevedo, F. Gutierrez-Meraz, F. J.L. García-Suarez. 2005. *Morphological and Molecular Studies of Banana Starch*. SAGE Publications, DOI: 10: 1177
- Franco, C.M.L., S.J. Preto, C.F. Ciacco, and D.O. Travares. 1986. Studies on The Susceptibility of Granular Cassava and Corn Starches to Enzymatic Attack. Part 2. Study of The Granular Structure of Starch. *J. Starch* 40: 29-32.
- Fredricson, H., J. Silverio, R. Anderson, A.C. Elliason, and P. Aman. 1998. The Influence of amylase and Amylopectine Characteristic and Gelatinization and Retrogradation Properties. *J. Carbohydr. Polym.* 35: 119-134.
- Gibson, G.R. and M.B. Roberfroid. 1995. Dietary Modulation of Human Clonic Microbiota: Introduction The Concept of Prebiotic. *J. Nutr.* 125: 1401-1412.
- Goni, L., L. Gracia-Diz,mas.d" and F. Saura-Calixto. 1996. Analysis of Resistant Starch : Method of Food Product. *J. Food Chem.* 56 (4): 445-449.
- González-Soto, R.A., L.Sánchez-Hernández, J. Solorza-Feria, C. Núñez-Santiago, E. Flores-Huicochea¹ and L.A.Bello-Pérez. 2006. Resistant Starch Production from Non-conventional Starch Sources by Extrusion. *J. Food Sci. Tech.* Int SAGE Publications 12 (1): 5-11
- Haralampu, S.G. 2000. Resistant Starch-AReview of The Physical Properties and Biological Impact of RS. *J. Carbohydr. Polym.* 41 : 285-292.
- Hoover, R. 2001. Composition, Molecular Structure and Physicochemical Properties of Tuber and Root Starches : A Review. *J. Carbohydr. Polym.* 45 : 253-267.
- Lii, Cheng-Yi and Chang, Yung-Ho. 1991. Study of Starch in Taiwan. Food Reviews International, Marcel Dekker, Inc., New York. 7 (2): 192-193,
- Jane, J.L. and J.F. Chen. 1992. Effect of Amylose Molecular Size and Amylopectin Branch Chain Length on Paste Properties of Starch. *J. Cereal Chem.* 69: 60-65.
- Jayakody, L., R. Hoover, Q.Liu, and W.Weber. 2005. Studies on Tuber and Root Starch. Structure and Physicochemical Properties of Innala Starch Grown in Sri Lanka. *Food Research International*. Pp.1-25.

- Johnson, L.T. and D.A.R. Soutgate. 1994. Dietary Fiber and Related Substrate. Chapman and Hall London.
- Marsono, Y. 1998. Perubahan Kadar Resistant Starch (RS) dan Komposisi Kimia Beberapa Pangan Kaya karbohidrat dalam Pengolahan. *J. Agritech* 19 (3): 124-127.
- Kalichevsky, M.T., P.D. Orford, and S.G. Ring. 1990. The Retrogradation and Gelation of Amylopectine from Various Botanical Sources. *J. Carbohydr. Research* 198: 49-55.
- Roberfroid, M.B. 2000. Concept and Strategy of Food Science. The European Perspective. *Am. J. Clin. Nutr.* (71)6: 1660-1664.
- Rosario, R. del and D.M. Flores. 1981. Functional Properties of Mung Bean Flour. *J. Sci. Food Agriculture* 32: 175-180.
- Satuhu, S. dan A. Supriyadi. 1990. *Pisang. Budidaya Pengolahan dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya, Jakarta. 124 hal.
- Tester, R.F. 1997. Starch: The Polysaccharide Fractions In P.J. Frazier, P. Richmond and A.M. Donald. *Starch, Structure and Functionally*. Royal Society of Chemistry. Pp: 163-171.
- Thomas D.J. and Atwell W.A. 1999. *Starches: Practical Guides for the Food Industry*. St. Paul, MN: Eagan. Press Handbook Series AACC.
- Von Loesecke. 1950. Banana Chemistry, Physiology and Technology. Vol. I Interscience Publisher Ltd. London dalam Pengaruh Pengolahan terhadap Pati Resisten Pisang Kepok dan Pisang Tanduk, Marsono, Y. *J. 22* (2): 56-59.
- Winarno, F.G. 1983. *Enzim Pangan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.