

# BEBERAPA BUKTI STRUKTUR GRANULA PATI

Oleh :  
**Haryadi\***

## Intisari

Pati jagung ketan, jagung normal dan jagung amilosa tinggi dikaji struktur granulanya dengan pengujian-pengujian kedarifcernaan secara *in vitro* menggunakan  $\alpha$ -amilase, tingkat substitusi turunan hidrokisipropil pati dan kemudahan hidrolisis dengan asam.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa makin banyak kandungan amilosa pati jagung makin sukar dicerna, makin sedikit tingkat substitusi tetapi terjadi multi-substitusi, dan makin sulit dilakukan hidrolisis dengan asam. Kenyataan tersebut mendukung teori bahwa amilosa pada granula pati tersusun dalam ikatan-ikatan yang lebih kompak daripada amilopektinnya.

## I. Pendahuluan

Satuan dasar penyusun pati ialah anhidroglukosa dan rumus empiris pati dapat digambarkan sebagai  $(C_6H_{10}O_5)_n$  (Knight, 1969).

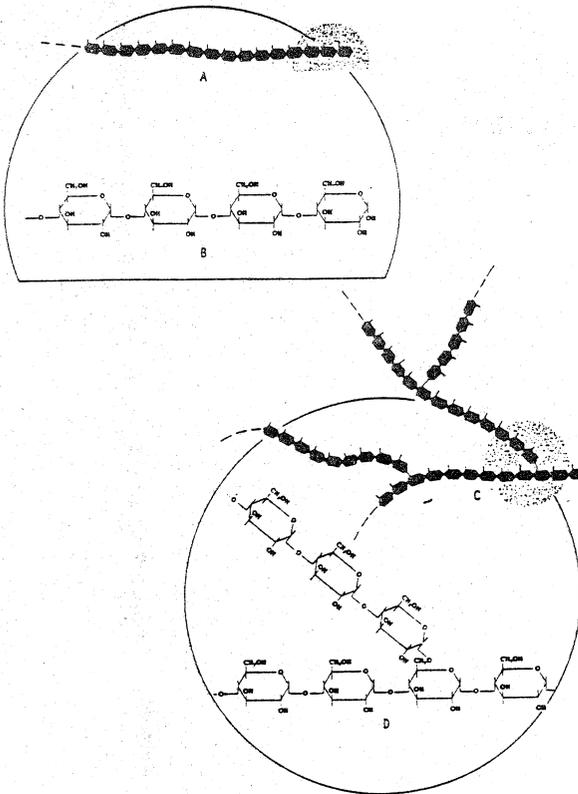
Semua pati yang terdapat di alam terdiri atas dua jenis molekul polisakarida, yaitu polimer rantai lurus : amilosa, dan polimer bercabang: amilopektin (Gambar 1). Satuan anhidroglukosa pada amilosa bersambung satu

sama lain melalui ikatan  $\alpha$ -(1,4) glikosida. Pada amilopektin, kecuali ikatan  $\alpha$ -(1,4) glikosida juga terdapat percabangan melalui ikatan  $\alpha$ -(1,6) glikosida (Pazur, 1965).

Berat molekul kedua penyusun pati beragam dengan keragaman sumber tanaman penghasilnya. Panjang rantai amilosa adalah 240-300 satuan anhidroglukosa. Pada amilopektin, panjang rantai lurus adalah 20-25 satuan anhidroglukosa, berat molekulnya 10-100 juta (Banks & Greenwood, 1975).

Bentuk dan ukuran granula pati dari suatu sumber tanaman penghasilnya adalah unik, sehingga penentuan jati diri dapat dilakukan dengan pengujian secara mikroskopik. Pada granula pati, amilosa dan amilopektin tersusun dengan arah radial pada bentuk yang konsentrik. Amilosa tersusun dengan kompak pada daerah yang kristalin, sedangkan amilopektin tersusun pada daerah yang amorf dengan ikatan yang lebih lemah. Bagian yang amorf tersebut lebih mudah dicapai oleh air (D'Appolonia dkk. 1971). Gelatinisasi dapat terjadi mulai dari bagian yang ikatannya lemah dan pada umumnya pati yang banyak mengandung amilopektin lebih mudah mengalami gelatinisasi (Leach, 1965).

\* Staf Pengajar Fak. Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta.



Pada makalah ini dikemukakan bukti-bukti yang mendukung teori bahwa amilosa pada pati terletak pada daerah yang kompak, dan sebaliknya amilopektin pada daerah yang lebih longgar ikatannya pada granula pati.

**II. Bahan dan Cara Penelitian**

Pati jagung ketan, jagung normal dan jagung amilosa tinggi tanpa dilakukan gelatinisasi, diuji kepadatcer-

naannya dengan menggunakan  $\alpha$ -amilase dari pankreas babi dengan cara menurut Wootton dan Chaudhry (1979). Hasil cernaannya ditera dengan kesetaraan kadar maltosa secara spektrofotometrik menggunakan reagen 3,5 - dinitrosalisilat. Persen kepadatcernaan dihitung sebagai berat maltosa setara dibagi berat sampel pati dikalikan 100%.

Turunan hidroksipropil pati jagung yang dibuat dengan penambahan 10% propilen oksida dalam keadaan basa, dilakukan hidrolisis dengan  $H_2SO_4$  (0,75M) selama 4 jam, dinetralkan dengan  $Ba(OH)_2$ , dimurnikan kemudian dilakukan analisis dengan HPLC menurut cara Wootton dkk. (1985).

Nilai MS (*molar substitution*, jumlah rata-rata gugus hidroksipropil per satuan anhidroglukosa) ditentukan dengan cara Johnson (1969).

Senyawa model 6-0-, 3-0- dan 2-0-hidroksipropil-D-glukosa masing-masing dibuat dari turunan glukosa yang diblok seperlunya, yaitu 1,2:3,5 - di-O-metilen-D-glukosa, 1,2 : 5,6 - di-O-isopropiliden-D-glukosa dan metil 4,6-O-benziliden-D-glukosida dengan propilen oksida, kemudian gugus pemblok dihilangkan dengan hidrolisis menggunakan asam encer menurut Brownell dan Purves (1957) dengan dimodifikasi. Senyawa model dimurnikan dengan menggunakan HPLC, kemudian digunakan untuk penentuan kualitatif dan kuantitatif hidrolisat pati hidroksipropil.

### III. Hasil dan Pembahasan

Pada pengujian kedapatcernaan pati jagung, diperoleh hasil seperti nampak pada Tabel 1. Makin tinggi kadar amilosa pati jagung, makin sulit dicerna oleh enzim. Hasil ini cocok dengan hasil penelitian Azemi (1985), bahwa kedapatcernaan pati makin sulit jika kadar amilosanya makin tinggi.

Tabel 1. Hubungan kadar amilosa dan persen kedapatcernaan pati jagung

Jenis pati jagung	Kadar amilosa (%) <sup>a</sup>	Kedapatcernaan (%)
Ketan	3,8	28,2
Normal	21,9	21,6
Amilosa tinggi	49,6	15,3

<sup>a</sup>Data dari Azemi (1985)

Enzim  $\alpha$ -amilase tidak dapat memecah ikatan cabang glikosida, tetapi dalam keadaan utuh, pati yang banyak mengandung amilopektin (polimer bercabang) lebih mudah dicerna. Ke-

adaan ini menunjukkan bahwa molekul-molekul amilosa pada pati kurang begitu mudah dicapai oleh enzim, dan kemungkinan karena strukturnya yang kompak pada granula pati, dan sebaliknya amilopektin tersusun dengan ikatan yang lebih longgar.

Hasil pemisahan kromatografik terhadap hidrolisat pati hidroksipropil menghasilkan puncak-puncak nonglukosa yang diberi nama A, B, C, D, E dan F, dan glukosa. Hasil analisis secara kualitatif dengan perbandingan menggunakan senyawa model menunjukkan bahwa A adalah propilen glukofuranosa, B adalah propilen glukopiranososa, C dan D adalah bentuk propilen glukosa lainnya, E adalah 2-O-hidroksipropil glukosa dan F adalah 6-O-hidroksipropil glukosa. Proporsi molar komponen masing-masing hidrolisat yang dihitung dari hasil analisis kuantitatif dengan perbandingan dengan senyawa model adalah seperti nampak pada Tabel 2, bersama-sama dengan nilai MS-nya.

Tabel 2. Proporsi molar komponen hidrolisat beberapa pati hidroksipropil

Jenis pati jagung	Komponen								
	A	B	C	D	E	F	TNG	Glukosa	MS <sup>a</sup>
Ketan	0,029	0,037	0,014	kecil	0,048	0,004	0,13	0,870	0,13
Normal	0,035	0,030	0,011	kecil	0,040	0,004	0,12	0,880	0,12
Amilosa tinggi	0,037	0,032	0,012	kecil	0,040	0,004	0,07	0,875	0,08

<sup>a</sup>Ditentukan dengan cara spektrofotometrik.

Makin tinggi kadar amilosa pada pati jagung (berturut-turut jagung ketan, jagung normal dan jagung amilosa tinggi), makin sedikit terjadi substitusi (0,13, 0,12 dan 0,08). Azemi (1985) mengungkapkan bahwa makin tinggi kadar amilosa pada pati jagung, makin sedikit mengikat substituen pada setiap tingkat pemberian propilen oksida. Kenyataan ini juga menunjukkan bahwa molekul-molekul amilosa pada granula pati terletak sedemikian rupa sehingga lebih sulit dicapai oleh propilen oksida daripada molekul-molekul amilopektin.

Nilai TNG (*total nonglucose*) menunjukkan proporsi molar glukosa yang mengikat gugus hidroksipropil, sedang nilai MS adalah proporsi molar hidroksipropil pada pati. Jadi jika nilai TNG = nilai MS berarti setiap glukosa yang mengikat substituen, hanya mengikat satu gugus hidroksipropil. TNG dan MS sampel pati hidroksipropil dari pati jagung normal dan pati jagung ketan berturut-turut 0,12, 0,13 dan 0,12, 0,13, menunjukkan hasil monosubstitusi. Sedangkan nilai TNG pati hidroksipropil dari pati jagung amilosa tinggi adalah 0,07, sedikit lebih rendah daripada nilai MS (0,08), menunjukkan telah terjadi multisubstitusi. Data tersebut menunjukkan bahwa kemungkinan amilosa terletak sedemikian rupa pada granula pati sehingga sukar dicapai oleh propilen oksida, salah satu akibatnya terjadi substitusi pada glukosa yang sudah mengikat substituen sehingga terjadi multisubstitusi.

Pada hidrolisis pati hidroksipropil, makin lama waktu hidrolisis makin banyak proporsi molar komponen B terbentuk dengan akibat proporsi A makin kecil (Haryadi, 1987). Jika turunan hidroksipropil dari beberapa jenis pati jagung dilakukan hidrolisis dalam lama waktu yang sama, kemudian suatu hidrolisat pati mempunyai nilai B/A lebih besar daripada yang lain, berarti pati tersebut lebih mudah dipecah oleh asam. Dari Tabel 2 dapat dihitung nilai B/A hidrolisat turunan tiga jenis pati jagung. Nilai A/B hidrolisat turunan pati jagung amilosa tinggi dan pati jagung normal adalah 0,8, sedangkan untuk pati jagung ketan adalah 0,12. Ini sangat mungkin disebabkan oleh perbedaan kandungan amilopektin terutama pada bagian amorf pada granula pati, atau lebih mungkin oleh susunan intragranular yang memungkinkan asam lebih mudah menyusup sehingga hidrolisis lebih cepat terjadi. Kenyataan ini cocok dengan penemuan Cowie dan Greenwood (1957; dalam BeMiller, 1965) bahwa daerah amorf pada granula pati lebih mudah diuraikan oleh asam daripada daerah kristalin.

Ikatan  $\alpha$ -(1,6) glikosida lebih tahan terhadap asam daripada ikatan  $\alpha$ -(1,4), maka jika makin banyak kandungan amilopektin makin mudah terurai, ini menunjukkan bahwa letak amilopektin lebih mudah dicapai daripada letak amilosa pada granula pati (Swanson dan Corie, 1948; dalam BeMiller, 1965). Kecuali itu pengikatan substituen menurut Hook dan Linberg

(1968) menyebabkan ikatan glikosida lebih tahan terhadap hidrolisis dengan asam. Kemudahan pati hidrosikpropil dari pati jagung ketan dan pati jagung normal mengalami hidrolisis menunjukkan bahwa amilopektin pada granula pati lebih mudah dicapai oleh asam daripada amilopektin.

#### IV. Kesimpulan

Kandungan amilosa makin tinggi pada pati jagung mengakibatkan pati tersebut makin sukar dicerna, makin sukar dilakukan substitusi kimiawi, dan makin sukar dilakukan hidrolisis.

Pada granula pati, amilosa sukar dipengaruhi oleh perlakuan-perlakuan dari luar granula menunjukkan bahwa letaknya sukar dicapai oleh suatu pengaruh dari luar, atau sebaliknya kemudahan amilopektin terpengaruh oleh perlakuan-perlakuan kimiawi menunjukkan bahwa letaknya mudah dicapai oleh pengaruh yang diberikan. Kenyataan tersebut mendukung teori bahwa amilosa terletak pada daerah kristalin yang kompak dan amilopektin terletak di daerah yang amorf yang ikatannya secara nisbah lebih longgar.

#### Ucapan Terima Kasih

Kepada Prof. M. Wootton, the University of New South Wales, Australia, disampaikan terima kasih sebesar-besarnya atas bantuannya yang tidak terhingga dalam pelaksanaan penelitian.

#### Daftar Pustaka

- Azemi, B.M.N.M. 1985. Hydrolysis of hydroxypropyl maize starches. PhD thesis. University of New South Wales Sydney.
- Banks, W., Greenwood, C.T. & Muir, D.D. 1973. The structure of hydroxyethyl starch. *Br. J. Pharmac.* 47: 172.
- BeMiller, J.N. 1965. Acid hydrolysis and other lytic reactions of starch. Whistler, R.L. & Paschall, E.F., eds. *Starch: Chemistry and technology*. Vol. I. New York : Academic Press.
- Brownell, H.H. & Purves, C.B. 1957. The location and distribution of substituents in a purified hydroxyethyl cellulose. *Can. J. Chem.* 35 : 677.
- D'Appolonia, B.L., Gilles, K.A., Osman, E.M. & Pomeranz, Y. 1971. *Carbohydrates*. Pomeranz, Y. *Wheat chemistry and technology*. Minnesota: A.A.C.C. Inc.
- Haryadi 1987. Identification of hydroxypropyl starch hydrolysat components. PhD thesis. University of New South Wales, Sydney.
- Hook, J.E. & Linberg, B. 1968. Acid hydrolysis of monohydroxyethyl ethers of methyl  $\alpha$ - and  $\beta$ -D-glucopyranoside. *Acta Chem. Scand.* 22 : 921.
- Johnson, D.P. 1969. Spectrophotometric determination of hydroxypropyl group in starch ethers. *Anal. Chem.* 41 (6) : 859.

Knight, J.M. 1969. The starch industry. London : Pergamon Press Ltd.

Leach, W.H. 1965. Gelatinization of starch. Whistler, R.L. & Paschall, E.F., eds. Starch: Chemistry and technology. Vol. I. New York : Academic Press.

Pazur, J.H. 1967. Enzymes in synthesis and hidrolisis of starch. Whistler, R.L. & Paschall, E.F., eds. Starch: Chemistry and technology. Vol. I. New York : Academic Press.

Wootton, M. & Chaudhry, M.A. 1979. Enzymic digestibility of modified starches. Starch 31(7) : 224.

Wootton, M., Kesavamoorthy, S. & Azemi, B.M.N.M. 1985. Analysis of hidroxypropil strach hydrolysates by high performance liquid chromatography. Starch 37 (8) : 276.

## **DONASI**

Redaksi mengucapkan terima kasih atas donasi yang anda berikan :

### **Donasi bulan Agustus – Oktober**

Ir. Henricus Suripto	– Yogyakarta
Ir. Hermantoro	– Yogyakarta
Ir. Tamino	– Jakarta
Dr. Ir. Sudodo H.	– Bogor
Ir. Slamet	– Palangkaraya
Ir. Ismantoro	– Yogyakarta