

KARAKTERISTIK PATI DARI BATANG POHON AREN PADA BERBAGAI FASE PERTUMBUHAN

Starch Characteristics of Palm Sugar Tree at Various Growth Phases

Nur Alam¹⁾ dan Muhammad Salim Saleh¹⁾

¹⁾Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Jl. Soekarno – Hatta Km 9 Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp/Fax : 0451 – 429738. E-mail : alam_thp@yahoo.co.id.

ABSTRACT

The aims of this experiment were to determine the most suitable phase of palm sugar tree for producing starch and the characteristics of starch (functional, physical and chemical compositions) which were appropriate for starch noodle. Three growth phases of palm sugar tree were observed, namely: before flowering, productive growth and post growth productive phases. Starch characteristics analyzed included water content, reduced sugar, starch, amylase, lipid, protein, fiber, ash, acid degree, form and size of granular, and starch amilography. Starch of green bean was used as a comparison. Results of this experiment indicated that the highest starch content on the palm sugar tree was found at the productive growth phase. The characteristics of starch on the palm sugar at the post growth productive phase were similar to the starch of green bean. Therefore, starch obtained from post growth productive phase is the best for starch noodle.

Key words : Growth phase, characteristic of starch palm sugar

PENDAHULUAN

Tanaman aren (*Arenga pinnata* (Wurb) MERR) memiliki banyak manfaat, antara lain berperan dalam konservasi lahan dan air, penghasil ijuk, nira untuk pembuatan gula, buah kolang-kaling, dan sebagai sumber pati. Karena pohon aren juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil nira atau buah kolang-kaling, sering pohon yang sudah terlalu tua yang kurang produktif menghasilkan nira atau buah kolang-kaling ditebang untuk dimanfaatkan sebagai sumber pati. Penebangan bisa jadi dilakukan terhadap pohon aren dengan beragam umur (fase pertumbuhan). Pati dari batang aren dengan umur yang berbeda, akan memiliki sifat-sifat yang berbeda, sehingga berbeda pula kecocokannya untuk membuat *starch noodle*. Perbedaan tersebut mungkin kandungan amilosanya.

Bahan pembuat *starch noodle* yang dikenal terbaik adalah pati kacang hijau (Mestres *et al.*, 1988 dan Muhammad *et al.*, 1999). Tetapi karena harganya mahal, upaya untuk mensubstitusi sebagian atau mengganti seluruhnya telah banyak dilakukan dengan pati padian, umbian dan pati batang palma. Untuk itu perlu membandingkan sifat pati aren dengan pati kacang hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rendemen pati pada berbagai fase pertumbuhan aren, komposisi kimia, sifat fisik dan fungsional pati aren yang sesuai untuk pembuatan *starch noodle*.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati aren dan bahan kimia untuk analisis. Pati aren diekstrak dari batang pohon aren yang terdiri dari tiga

fase pertumbuhan yaitu fase pertumbuhan belum berbunga (FPBB), fase pertumbuhan berbunga (FPB), dan fase pertumbuhan tidak berbunga (FPTB). Ketiga fase ini diekstraksi patinya melalui tahapan pamarutan empulur batang, pengayakan 5 mesh, penambahan air dengan perbandingan 1 : 4,5, pengendapan selama 6 jam, pencucian, penirisan dan pengeringan pada suhu 60⁰C. Parameter yang diamati pada tahap ekstraksi ini adalah rendemen pati dan kadar gula reduksi empulur batang aren (AOAC, 1990). Komposisi kimia ditentukan dengan metode AOAC (1990), kadar amilosa (Sandu dan Singh, 2007), derajat asam (SNI 01-2456-1990), bentuk dan ukuran granula pati (Lii dan Chang, 1981), amilografi pati (Singh, 2005), daya serap air dan minyak (Rambitan, 1988), sineresis dan solubility (Fadzlina *et al.*, 2005) dan Swelling power (Collado *et al.*, 2001). Sebagai pembanding digunakan pati kacang hijau (PKH). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 3 ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Pati

Rendemen pati meningkat pada pohon aren FPB lalu menurun pada FPTB. Hal ini disebabkan pohon aren FPB memproduksi lebih banyak sukrosa dan gula reduksi (bahan pembentuk pati) daripada pohon aren FPBB dan FPTB. Penurunan rendemen pati pohon

aren FPTB kemungkinan besar disebabkan pati yang sudah terbentuk sebelumnya (pada waktu FPB) dikonversi menjadi gula aren melalui reaksi hidrolisis. Hal ini sesuai dengan pernyataan Smits dan Siebert (1989 dalam Moge, 1991) pada saat pertumbuhan fase pembungaan, karbohidrat yang terdapat diempulur batang aren diubah menjadi cairan gula yang berupa nira. Di samping itu terdapat kemungkinan sintesis dan transport gula hasil fotosintesis ke batang mulai menurun sejalan dengan bertambah tuanya umur tanaman aren. Kadar gula reduksi juga meningkat pada pohon aren FPB kemudian menurun pada pohon aren FPTB.

Komposisi Kimia

Batang pohon aren fase pertumbuhan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar gula reduksi, pati, amilosa, lipida, protein, serat dan kadar abu pati aren. Kadar gula reduksi dan pati tertinggi diperoleh pada pati aren FPBB dan PKH, kemudian menurun nyata pada pati aren FPB dan FPTB (Tabel 1). Penurunan kadar gula ini diduga karena disintesis menjadi amilosa, lipida dan protein. Hal ini teramati dengan adanya peningkatan kadar amilosa, lipida dan protein pada pati aren FPTB dan FPB (Tabel 1). Selain itu terdapat kemungkinan gula reduksi tersebut mengalami fermentasi menghasilkan asam-asam organik yang ditandai dengan tingginya derajat asam pada pati aren FPTB dan FPB (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi Kimia Pati Aren pada Berbagai Fase Pertumbuhan yang Diperbandingkan dengan Pati Kacang Hijau

Perlakuan	Air (%) ^a	Gula Reduksi (%) ^a	Pati (%) ^a	Amilosa (%) ^a	Lipida (%) ^a	Protein (%) ^a	Serat (%) ^a	Abu (%) ^a	Derajat Asam (ml NaOH 0.1 N/100g) ^a
PKH	7,63	0,03 b	91,56 bc	43,75 b	0,28 a	0,15 a	0,12 a	0,23 c	1,16
FPBB	6,88	0,03 b	92,20 c	35,59 a	0,52 b	0,17 a	0,18 b	0,12 a	1,14
FPB	7,47	0,02 a	91,19 ab	37,45 a	0,63 bc	0,24 b	0,21 b	0,18 ab	1,17
FPTB	7,75	0,02 a	90,49 a	39,00 ab	0,74 c	0,45 c	0,23 c	0,21 bc	1,23
BNJ ^b	-	0,008	0,81	5,37	0,12	0,07	0,04	0,07	-

^a = Rata-rata dari tiga kelompok dan dua kali ulangan analisis

^b = Setiap dua rata-rata yang diikuti huruf pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 0,05.

Menurut Soeseno (1995) aren disadap niranya sesudah muncul bunga jantan. Hal ini dapat pula diartikan tanaman aren memproduksi nira pada saat FPB. Dengan demikian penurunan kadar pati aren FPB disebabkan adanya konversi pati menjadi nira aren. Sedangkan penurunan kadar pati aren FPTB disebabkan oleh suplai gula hasil fotosintesis mulai berkurang dengan semakin tuanya umur tanaman aren. Di samping itu juga terdapat kemungkinan, cadangan makanan yang berupa pati dimetabolisme menjadi senyawa-senyawa organik seperti lipida, protein dan serat. Hal ini ditandai dengan tingginya kadar lipida, protein dan serat pada pati aren FPTB (Tabel 1).

Kadar amilosa pati aren FPBB dan FPB adalah 35,59% dan 37,45%, kemudian meningkat menjadi 39,00% setelah memasuki FPTB. Hal ini kemungkinan besar disebabkan sintesis amilosa lebih banyak terjadi pada pati aren FPTB, jika dibandingkan dengan pati aren FPBB dan FPB. Pati tersusun atas rangkaian unit-unit glukosa yang terdiri dari fraksi rantai bercabang (amilopektin) dan fraksi rantai lurus (amilosa). Fraksi amilopektin dalam granula pati umumnya tersusun kurang kompak dibanding fraksi amilosa. Pada batang yang makin tua, pati sebagai cadangan 'makanan' digunakan oleh tanaman melalui tahap amilolisis, yang terutama pada bagian kurang kompak, yaitu amilopektin. Dengan demikian secara rasio, kandungan amilosa, lipida, protein dan abu meningkat pada pati aren FPTB (Tabel 1). Kadar amilosa PKH hasil penelitian ini 43,75% lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar amilosa ketiga fase pertumbuhan aren yang diteliti. Peneliti sebelumnya melaporkan kadar amilosa pati kacang hijau 50,3% (Singh *et al.*, 1989) dan 30,7% (Kasemsuwan *et al.*, 1998). Untuk kadar amilosa pati aren FPTB dan PKH keduanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

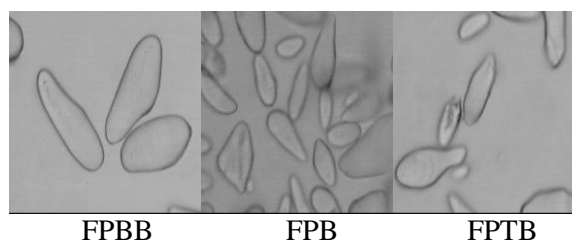
Kadar abu tertinggi pada pati aren FPTB dan berbeda nyata dengan kadar abu pati aren FPBB tetapi tidak berbeda nyata dengan pati aren FPB (Tabel 1). Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh sifat pati

yang cenderung lebih banyak membentuk ikatan kompleks dengan unsur mineral sejalan dengan semakin tuanya umur tanaman aren.

Fase pertumbuhan aren tidak berpengaruh terhadap derajat asam pati aren (Tabel 1). Asam organik mempunyai sifat mudah larut dalam air, sehingga akan terbuang pada saat pencucian pati. Oleh karena kondisi pencucian yang sama diberikan terhadap semua jenis pati aren yang diteliti, maka pengaruh asam organik ini terhadap derajat asam pati aren sangat kecil atau tidak signifikan.

Sifat Fisik

Bentuk granula pati dari batang aren dengan tingkat fase pertumbuhan berbeda menunjukkan perbedaan. Pada pati batang aren FPBB, bentuk granulanya cenderung bersisi membulat. Sebaliknya pati batang aren FPB dan FPTB, kelihatan sebagian granula seperti terpotong (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa pati sebagai cadangan 'makanan' makin banyak digunakan pada saat tanaman makin tua. Penggunaan cadangan makanan tersebut melibatkan peruraian oleh enzim amilase, yang terutama menguraikan bagian yang kurang kompak, yaitu amilopektin. Dengan demikian dapat diduga, bahwa secara rasio berakibat kenaikan kandungan amilosa dan komponen lain dalam granula pati, yaitu lipida, protein dan abu. Ukuran granula pati juga menunjukkan perbedaan, pada pati FPBB ukuran granula 12,5 – 87,5, FPB 5,0 – 75,0 dan FPTB 10,0 – 87,5 μm .



Gambar 1. Granula Pati dari Batang Aren dari Pengamatan Mikroskop dengan Perbesaran 600 x.

Dibanding pati kacang hijau, suhu gelatinisasi pati aren lebih rendah (Tabel 2). Pati kacang hijau tidak memiliki suhu puncak viskositas. Hal yang menarik ialah viskositas gel pati aren lebih tinggi dari pada gel pati kacang hijau, setelah pati tergelatinisasi dibiarkan suhu turun hingga 50⁰C dan pada suhu tersebut dibiarkan selama 20 menit. Makin tua batang aren (FPTB), menghasilkan pati dengan viskositas makin tinggi setelah pendinginan, yang berarti makin cocok untuk pembuatan *starch noodle*. Suhu puncak viskositas dan viskositas yang makin tinggi setelah pendinginan, menunjukkan kaitannya dengan kandungan amilosa yang makin tinggi. Pati yang ideal sebagai bahan baku *starch noodle* adalah pati berkadar amilosa tinggi, mempunyai tingkat penggelembungan granula terbatas, dan mempunyai tipe kurva viskositas Branbender C (Lii dan Chang, 1986). PKH memenuhi ketiga kriteria tersebut, sehingga pati kacang hijau merupakan pati yang ideal untuk membuat *starch noodle*.

Sifat Fungsional

Batang pohon aren fase pertumbuhan yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap daya serap air dan minyak serta sineresis pati aren. Daya serap air menunjukkan pola peningkatan sedangkan daya serap minyak dan sineresis menurun sejalan dengan fase pertumbuhan tanaman aren (Tabel 3).

Daya serap air tertinggi diperoleh pada PKH dan pati aren FPTB jika

dibandingkan dengan daya serap air pati aren FPBB dan FPB. Hal ini disebabkan oleh kadar amilosa pati aren FPTB lebih tinggi dibandingkan dengan kadar amilosa pati aren FPBB dan FPB (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan pernyataan Juliano (1994) tingkat pengembangan dan penyerapan air tergantung pada kandungan amilosa. Makin tinggi kandungan amilosa, kemampuan pati untuk menyerap air dan mengembang menjadi lebih besar karena amilosa mempunyai kemampuan membentuk ikatan hidrogen yang lebih besar daripada amilopektin. Sebaliknya daya serap minyak tertinggi diperoleh pada pati aren FPBB daripada pati aren FPTB dan FPB. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh senyawa yang bersifat non polar lebih banyak terdapat pada pati aren FPBB sehingga cenderung menyerap lebih banyak minyak.

Tabel 3. Daya Serap Air, Minyak dan Sineresis Pati Aren pada Berbagai Fase Pertumbuhan yang Diperbandingkan dengan Pati Kacang Hijau

Perlakuan	Daya Serap Air (g/g) ^a	Daya Serap Minyak (g/g) ^a	Sineresis (%)
PKH	0,79 c	0,48 a	3,99 a
FPBB	0,66 a	0,52 b	4,87 b
FPB	0,75 b	0,50 ab	4,75 ab
FPTB	0,77 bc	0,49 a	4,19 ab
BNJ ^b	0,03	0,02	0,84

^a = Rata-rata dari tiga kelompok dan dua kali ulangan analisis

^b = Setiap dua rata-rata yang diikuti huruf yang sama dinyatakan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 0,05

Tabel 2. Suhu Gelatinisasi dan Viskositas Dispersi Pati Selama Pemanasan

Perlakuan	Gel Temp (°C)	Peak Temp (°C)	Viscositas Puncak (BU)	Viscositas 93 °C (BU)	Viscositas 93 °C/20' (BU)	Viscositas 50 °C (BU)	Viscositas 50 °C/20' (BU)
PKH	76,5	-	-	310	370	800	800
FPBB	72,0	87,0	630	580	520	880	860
FPB	73,5	90,0	590	580	510	980	930
FPTB	70,5	90,0	500	495	430	980	960

Keterangan : konsentrasi sampel 30 g per 470 ml aquades

Sineresis tertinggi diperoleh pada pati aren FPBB daripada pati aren FPB dan FPTB. Hal ini memberi petunjuk bahwa gel pati aren FPBB kurang kokoh mengikat air karena kandungan amilosanya lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan amilosa pati aren FPB dan FPTB (Tabel 1). Peneliti sebelumnya melaporkan bahwa terdapat hubungan antara kandungan amilosa pati dengan sineresis. Pati kacang hijau mengandung amilosa 50,3% dan pati *pigeonpea* 49,0%, masing-masing mempunyai nilai sineresis 1,1 dan 3,2% (Singh *et al.*, 1989).

Kandungan amilosa berkorelasi positif dengan ketegangan gel pati. Amilosa dapat membentuk gel dengan mudah karena struktur amilosa yang berantai lurus sehingga memudahkan pembentukan jaringan tiga dimensi (Meyer, 1973). Hal ini disebabkan molekul-molekul dengan rantai lurus akan membentuk jaringan yang lebih teratur dan lebih rapat dibandingkan dengan yang dibentuk oleh molekul-molekul bercabang (Collison, 1968). Sedangkan menurut Lii dan Chang (1981), semakin rendah kandungan amilosa, struktur gel yang terbentuk semakin lemah. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa gel pati aren FPB bersifat kurang kuat/kokoh dibandingkan dengan gel pati aren FPB dan FPTB.

Swelling power dan solubility pati aren meningkat sejalan dengan perkembangan fase pertumbuhan aren (Tabel 4). Swelling power dan solubility tertinggi pada PKH dan pati aren FPTB dibanding dengan pati aren FPB dan FPBB. Swelling power yang tinggi

memberi petunjuk bahwa struktur gel PKH dan pati aren FPTB lebih kuat menahan air dari pada struktur gel pati aren FPBB dan FPB. Kekuatan ini karena PKH dan pati aren FPTB kadar amilosanya lebih tinggi dan cenderung membentuk lebih banyak ikatan hidrogen dengan air dibandingkan dengan pati aren FPB dan FPBB yang berkadar amilosa rendah. Solubility yang tinggi pati aren FPTB menunjukkan bahwa kelarutan gel pati ini lebih tinggi daripada kelarutan gel pati aren FPBB dan FPB. Kelarutan ini disebabkan senyawa bersifat polar seperti amilosa, air, protein, dan asam organik lebih banyak terdapat pada pati aren FPTB daripada pati aren FPBB dan FPB.

Tabel 4 menunjukkan swelling power dan solubility keempat jenis pati yang diteliti meningkat pada setiap peningkatan suhu pengukuran. Hal ini memberi arti bahwa suhu akan meningkatkan laju reaksi pembentukan ikatan hidrogen molekul pati dengan air, akibatnya makin banyak air yang dapat diikat oleh struktur gel pati. Di sisi lain, suhu juga akan menyebabkan melemahnya ikatan hidrogen pada molekul pati atau ikatan antara molekul pati dengan senyawa yang bersifat polar. Kondisi ini akan meningkatkan kelarutan gel pati dalam air. Swelling power dan solubility pati kacang hijau, *pigeonpea*, pati beras indica varietas Kaoshiung Sen 7 dan Taichung waxy, *carboxymethyl starch*, dan pati kacang merah juga meningkat pada setiap peningkatan suhu pengukuran (Singh *et al.*, 1989; Lii *et al.*, 1996; Fadzlina *et al.*, 2005 dan Lii dan Chang, 1981).

Tabel 4. Swelling Power dan Solubility Pati Aren pada Berbagai Umur Panen dan Suhu Pengukuran yang Diperbandingkan dengan Pati Kacang Hijau

Perlakuan	Swelling Power (g/g)				Solubility (%)			
	Suhu Pengukuran (°C)							
	30	50	70	90	30	50	70	90
PKH	1.93	3.11	8.94	12.46	0.68	8.59	11.37	22.58
FPBB	1.72	2.74	7.01	9.19	0.41	7.81	9.76	16.52
FPB	1.88	2.87	7.39	10.08	0.61	8.26	10.52	17.45
FPTB	1.91	2.94	7.43	10.84	0.67	8.40	11.16	19.05
Rata-rata	1.86	2.92	7.69	10.64	0.59	8.26	10.70	18.90

Sifat kimia, fisik dan fungsional menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan antara PKH dengan pati aren FPTB jika dibanding dengan pati aren FPBB dan FPB. Oleh karena itu pati aren FPTB mempunyai peluang yang lebih baik untuk mensubsitusi atau mengganti perananan pati kacang hijau dalam pembuatan *starch noodle*.

KESIMPULAN

Kandungan pati tertinggi pada pohon aren fase pertumbuhan berbunga. Karakteristik pati aren fase pertumbuhan tidak produktif paling menyerupai karakteristik pati kacang hijau. Dengan demikian pati aren fase pertumbuhan tidak produktif paling baik dibuat menjadi *starch noodle*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian hibah pekerti ini melalui Proyek Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat berdasarkan nomor kontrak : 033/SP3/PP/DP2M/II/2006, Tanggal 1 Pebruari 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 1990. *Official and Tentative Methods of Association of Analytical Chemists*, Washington, D.C
- Collado, L. S. and Mabesa, L. B., Oates C. G. and Corse, H., 2001. *Bihon-Type Noodles from Heat-Moisture-Treated Sweet Potato Starch*. *Journal of Food Science* 66 (4) : 604-609.
- Collison, R., 1968. *Swelling and Gelation of Starch*. *Didalam Radley, J.H. Starch and Its Derivatives*. Champman dan Hall Ltd., London.
- Fadzlina, Z.A.N., A.A.Karim, and T.T. Teng, 2005. *Physicochemical Properties of Carboxymethylated Sago (Metroxylon sagu) Starch*. *Journal of Food Science* 70 (9) : C560 – C 567.
- Juliano, B.O., 1994. *Criteria and Test for Rice Grain Quality*. In: *Rice Chemistry and Technology* (B.O. Juliano, ed., 1994). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Kasemsuwan, T., T. Bailey, and J. Jane, 1998. *Preparation of Clear With Mixtures of Tapioca and High-Amylose Starches*. *Karbohidrat Polymers* 36 : 301 – 312.
- Lii, C.Y. dan Y.H. Chang, 1981. *Characterization of Red Bean (Phaseolus radiatus Var. aurea) Starch and Its Noodle Quality*. *Journal of Food Science* 46 : 78 – 81.
- Lii, C.Y. dan Y.H. Chang, 1986. *The Properties of Some Modified Starches and Their Applications*. In : *Role of Chemistry in the Quality of Processed Food*. O.R. Fenneme, W.H. Chang and C.Y. Lii. (eds). Food and Nutrition Press, Inc. Westport, Connecticut, USA.
- Lii, C.Y., M.L. Tsai and K.H. Tseng, 1996. *Effect of Amylose Content on the Rheological Property of Rice Starch*. *Cereal Chemistry* 73 (4) : 415-420.
- Mestres, C., Collonia, P. and Buleon, A., 1988. *Characteristics of Starch Networks within Rice Flour Noodles and Mungbean Starch Vermicelli*. *Journal of Food Science* 53(6): 1809-1812.
- Meyer, H.L., 1973. *Food Chemistry*. The Avi Publishing Company, Westport, Connecticut, USA.

- Mogea, J.P., 1991. *Revisi Marga Arenga (Palmae)*. Disertasi, Fakultas Pascasarjana, Universitas Indonesia, Jakarta
- Muchtadi, D., 1989. *Fisiologi Pasca Panen Sayuran dan Buah-buahan*. PAU Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muhammad, K., Kusnandar, F., Hashim, D. M. and Rahman, R. A., 1999. *Application of Native and Phosphorylated Tapioca Starches in Potato Starch Noodle*. International Journal of Food Science and Technology 34: 275-280.
- Rambitan, J., 1988. *Isolasi dan Karakterisasi Pati dari Beberapa Varietas Jagung*. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sandu, K.S dan N. Singh, 2007. *Some Properties of Corn Starches II: Physicochemical, Gelatinization, Retrogradation, Pasting and Gel Textural Properties*. Food Chemistry. 101 : 1499–1507.
- Sing, U., W. Voraputhaporn., P.V.Rao, and R. Jambunathan, 1989. *Physicochemical Characteristics of Pigeonpea and Mung Bean Starches and Their Noodle Quality*. Journal of Food Science 54(5) : 1293-1297.
- Singh, S., C.S. Raina., A.S. Bawa and D.C. Saxena, 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): E373-E378.
- SNI 01-2456, 1990. *Standar Mutu Mi Instant*. Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Soeseno, S., 1995. *Bertanam Aren*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Xu, A. and Seib, P. A., 1993. *Structure of Tapioca Pearls Compared to Starch Noodles from Mung Beans*. Cereal Chemistry 70 (4) : 463-470.