

KARAKTERISTIK PATI KACANG TUNGGAK
(*Vigna unguiculata*) DAN SOHUNNYA
(CHARACTERISTICS OF COWPEA (*Vigna unguiculata*) STARCH
AND ITS NOODLE)

Chatarina Lilis Suryani¹⁾, Dwi Purwanta²⁾ dan Haryadi³⁾

ABSTRACT

Starch was extracted from cowpea (*Vigna unguiculata*) and characterized for solubility, swelling power and amylographic properties. The starch was then used to make starch noodle which then was characterized for texture, tensile strength, swelling volume and cooking loss. Arenga (*Arenga pinnata*) starch and its noodle were also characterized for comparison. Cowpea starch contained higher amylose than arenga starch did. The Brabender amylographic patterns of the cowpea starch gave no pasting peak, higher stability of pastes, higher viscosity of the gels and higher total retrogradation of the gel. Cowpea starch could be used to substitute arenga starch in starch noodle making at the proportion of 20, 40, 60, 80 and 100%. These results indicated that substitution of 20 – 100% gave better noodle quality, compared to that of arenga starch.

Keywords : Cowpea, arenga, amylograph, starch noodle.

PENDAHULUAN

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) atau cowpea merupakan salah satu jenis sumber pangan yang potensial, namun belum banyak dimanfaatkan. Hal tersebut disebabkan informasi tentang karakteristik fisik dan kimia dari komponen-komponen kacang tunggak dan produk olahannya masih sangat terbatas. Bentuk pemanfaatan yang paling umum saat ini adalah berupa biji goreng dan bahan pelengkap sayuran (Kasno dan Winarto, 1998).

Hasil penelitian Chavan dkk. (1989) menunjukkan bahwa komponen terbesar kacang tunggak adalah karbohidrat (56 - 68%) dengan penyusun utamanya adalah pati. Kadar amilosa pati kacang tunggak relatif tinggi yaitu 30,9 - 34,9% (Anonim, 1998). Kandungan amilosa tersebut lebih tinggi dibanding pati aren yaitu 21,30% (Haryadi, 1990) dan hampir sama dengan pati kacang hijau yaitu 33% (Lii dan Chang, 1991). Untuk dapat mengetahui manfaat suatu jenis pati perlu diketahui karakteristik kimia, fisik dan sifat-sifat amilografinya. Mengingat kadar amilosa pati kacang tunggak yang sangat tinggi maka diduga pati tersebut cocok untuk bahan baku sohun. Menurut Collado dan Corke (1997) karakteristik fisik yang

diperoleh dari viskoamilograf lebih praktis dan andal untuk memprediksi kualitas sohun.

Lii dan Chang (1986) menyatakan bahwa pati yang ideal sebagai bahan baku sohun adalah pati berkadar amilosa tinggi, mempunyai tingkat penggelembungan granula terbatas, dan mempunyai tipe kurva viskositas Brabender C. Karakteristik pati yang mempunyai tipe kurva viskositas Brabender C adalah tidak mempunyai viskositas puncak, mempunyai stabilitas tinggi selama pemasakan dan mempunyai total retrogradasi yang tinggi selama pendinginan. Dinyatakan pula bahwa pati yang memenuhi ketiga kriteria tersebut adalah pati kacang hijau, sehingga pati kacang hijau merupakan pati yang ideal untuk membuat sohun.

Berdasarkan hal-hal tersebut maka diduga pati kacang tunggak mempunyai sifat-sifat amilografi yang mirip dengan pati yang ideal untuk bahan baku sohun dan dapat menghasilkan sohun yang mempunyai sifat-sifat fisik dan kimia yang baik. Diharapkan pati kacang tunggak dapat mensubstitusi bahan utama pembuatan sohun di Indonesia yaitu pati aren yang ketersediaannya makin langka. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik amilografi pati kacang tunggak dan menentukan tingkat substitusi pati kacang tunggak terhadap pati aren dalam pembuatan sohun.

METODA PENELITIAN

Bahan

Bahan dasar yang digunakan adalah kacang tunggak varietas KT-5 yang diperoleh dari BALITKABI Malang, pati aren diperoleh dari produsen sohun di Manjung, Klaten, dan bahan-bahan kimia untuk analisa (p.a.).

Ekstraksi Pati Kacang Tunggak

Ekstraksi pati kacang tunggak dilakukan dengan metode Schoch dan Maywald (1968) dalam Singh dkk. (1989) yang dimodifikasi. Biji kacang tunggak direndam dalam air selama 12 jam (1 : 4 b/b), dicuci, ditiriskan dan dihancurkan dengan Blender dengan tambahan air (1 : 1 b/b). Bubur yang diperoleh disaring dengan saringan kain, filtrat yang diperoleh diendapkan 4 - 6 jam, dan setelah itu

¹⁾ Staf pengajar Universitas Wangsa Manggala,

²⁾ Alumni Universitas Wangsa Manggala

³⁾ Staf pengajar Universitas Gadjah Mada

cairan dibuang. Pati basah yang diperoleh dicuci kembali sebanyak 3 kali sampai air pencuciannya jernih, kemudian dikeringkan pada suhu 50°C selama 8 jam, kemudian pati digiling dan diayak.

Pembuatan Sohun

Pembuatan sohun mengacu pada cara pembuatan sohun oleh produsen di Manjung, Klaten. Untuk mengetahui tingkat substitusi pati kacang tunggak terhadap pati aren maka dilakukan variasi substitusi pati kacang tunggak sebesar 0, 20, 40, 60, 80 dan 100% untuk setiap 100 g pati kering. Pati tersebut kemudian dicampur dengan air dingin 120 ml, setelah tercampur, dituangkan dalam air (kurang lebih 280 ml) bersuhu 85°C. Total air yang digunakan adalah 400 ml/100 g pati kering. Adonan tersebut diaduk secara kontinyu sampai diperoleh gel yang kental, mengkilat dan transparan. Gel tersebut dimasukkan pada alat pencetak sohun, dan dilakukan pencetakan menjadi utasan sohun basah dan dikeringkan dalam pengeringan kabinet selama 1 jam pada suhu 50°C, kemudian kering-anginkan selama 2 jam. Sohun yang diperoleh dikemas dalam plastik sebelum dianalisa.

Analisa

Analisa pati kacang tunggak hasil ekstraksi dan pati aren meliputi kadar air dan abu (AOAC, 1970), kadar pati (AOAC, 1970) dan kadar amilosa (IRRI, 1971 dalam Apriyanto dkk., 1989). *Swelling power* (daya penggelembungan granula) dan tingkat kelarutan dianalisa dengan menggunakan AOAC (1970) pada suhu 60°C. Selain itu juga diukur sifat-sifat amilografi pati hasil ekstraksi dengan konsentrasi pati 10% yang terdiri dari waktu gelatinisasi awal (G_{Time}), suhu gelatinisasi awal (G_{Temp}), viskositas pada saat granula pecah (PV), viskositas pada suhu 95°C (HPV) dan viskositas pada suhu 50°C setelah ditahan selama 1 jam (CPV). Sifat-sifat amilografi diukur dengan alat Brabender viscoamylograph dengan kecepatan perubahan suhu 1,5°C/menit, suhu awal pengukuran 30°C dan dinyatakan dengan satuan Brabender Unit (BU). Berdasarkan sifat-sifat amilografinya, kemudian dihitung ratio stabilitas pasta (Collado dan Corke, 1997) dan total retrogradasi (Zeng dkk., 1997). Ratio stabilitas (RS) merupakan perbandingan antara viskositas pasta pada suhu 50°C setelah ditahan selama 1 jam dengan viskositas pasta pada saat granula pecah. Total retrogradasi (TR) merupakan selisih antara viskositas pasta pada suhu 50°C setelah ditahan selama 1 jam dengan viskositas pasta pada saat granula pecah.

Sifat-sifat kimia sohun mentah yang dianalisa adalah kadar air dan abu (AOAC, 1970), sedang sifat-sifat fisik sohun setelah dimasak meliputi kekuatan regang putus (*tensile strength*) dan tekstur yang dinyatakan dalam tingkat kekerasan. Cara penyiapan sohun sebelum dianalisa kekuatan regang putus dan kekerasannya adalah sohun sebanyak 5 g direbus dalam air mendidih selama 10 menit, ditiriskan selama 1 menit dan dibiarkan dalam udara terbuka selama 10 menit, baru kemudian diukur menggunakan alat Lloyd Universal Testing Instrument dengan kecepatan pengujian 20 mm/menit. Untuk pengujian kekuatan regang putus digunakan sohun masak

dengan panjang 1,5 cm dan kekerasan 2 cm. Selain itu juga dianalisa susut masak (Mestres dkk., 1988) dan tingkat pengembangan. Tingkat pengembangan (*Swelling volume*) diukur berdasarkan perbandingan antara diameter sohun sesudah dimasak dengan sebelum dimasak. Sohun masak juga diuji organoleptik yang meliputi uji tingkat kesukaan terhadap warna, tekstur, rasa dan keseluruhan. Nilai organoleptik makin besar menunjukkan makin disukai.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 2 ulangan perlakuan dan 2 ulangan analisa. Data yang diperoleh kemudian dianalisa varians dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT ($P < 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia, Fisik dan Amilografi Pati Hasil Ekstraksi

Hasil analisa kadar pati, abu dan amilosa serta sifat-sifat fisik pati hasil ekstraksi tersaji pada Tabel 1. Pati kacang tunggak hasil ekstraksi mempunyai kadar pati rata-rata 43,70% db, hampir sama dengan hasil penelitian Kasno dan Winarto (1998) yaitu 43,26% db. Dibanding dengan kadar pati kacang-kacangan yang lain, kadar pati kacang tunggak hasil ekstraksi lebih kecil misalnya dengan pati kacang hijau yaitu 56,3% db (Singh dkk., 1989) dan pati kacang gude yaitu 55,3% db, maupun pati aren 73,22% db. Hal ini diduga karena proses ekstraksi belum sempurna, sehingga komponen lain seperti protein, lemak dan senyawa lainnya terikut dalam pati.

Komponen abu dalam pati dapat berasal dari mineral bahan itu sendiri atau bahan asing yang terikut selama pengolahan. Kadar abu pati kacang tunggak hasil ekstraksi (0,32% db) dan pati aren (0,40% db) hampir sama dengan hasil penelitian lainnya yaitu 0,32% (db) untuk pati kacang tunggak (Anonim, 1998) dan 0,47 (db) untuk pati aren (Zuhaida, 1992).

Kadar amilosa pati aren (21,35% db) lebih rendah dibanding kadar amilosa pati kacang tunggak (32,69% db). Kadar amilosa pati kacang tunggak hasil ekstraksi (32,69% db) lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian yang lain yaitu 33,33% (db) (Anonim, 1998). Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor misalnya umur tanaman, kondisi tempat budidaya seperti iklim dan jenis tanah (Swinkels, 1985).

Table 1. Composition, swelling power and solubility of cowpea and arenga starch

Crude Starch type	Starch (% db)	Ash (% db)	Amylose (% db)	Swelling power (g/g db)	Solubility (% db)
Cowpea	43.70	0.32	32.69	1.89	3.13
Arenga	73.22	0.40	21.35	2.43	4.15

Kemampuan penggelembungan granula pati aren pada suhu 60°C lebih besar dibanding pati kacang tunggak. Hal ini menurut Sandhya dan Bhattacharya (1989) yang disitasi oleh Tsai dkk. (1997) disebabkan pati dengan kadar amilosa rendah, granulanya kurang teguh, selama pemanasan menggelembung tak terbatas, sebaliknya granula pati berkadar amilosa tinggi mempunyai integritas yang sangat tinggi sehingga penggelembungannya menjadi terbatas. Lii dkk. (1996) menyatakan bahwa tingkat

ketegaran granula pati berkorelasi positif dengan kadar amilosa pati dan berkebalikan dengan tingkat pengelembungan granula pati. Demikian pula tingkat kelarutan pati aren (4,15% bk) lebih tinggi dibanding pati kacang tunggak (3,13% bk).

Table 2. Amylographic properties of cowpea and arenga starches

Crude Strach type	G _{Time} (Minute)	G _{Temp} (°C)	PV (BU)	HPV (BU)	CPV (BU)	RS	TR
Cowpea	29.50	74.25	1085	1080	2500	0.99	1415
Arenga	29.00	73.50	345	200	525	0.58	180

G_{Time} dan G_{Temp} pati aren (29,00 menit dan 73,5°C) lebih rendah dibanding pati kacang tunggak (29,5 menit dan 74,25°C) (Tabel 2), hal ini berhubungan dengan kadar amilosa kedua jenis pati tersebut. Makin besar kadar amilosa berarti makin banyak gugus hidroksil yang membentuk ikatan hidrogen sehingga pengelembungan granula pati makin sulit dan membutuhkan waktu dan panas yang lebih banyak untuk tergelatinisasi (Lineback, 1986). PV menunjukkan besarnya viskositas pada saat granula pati pecah, PV pati aren lebih rendah dibanding pati kacang tunggak. Demikian pula HPV pati aren juga jauh lebih rendah dibanding pati kacang tunggak. Ratio stabilitas pasta pati kacang tunggak juga lebih besar dibanding pati aren (Gambar 1). Makin tinggi ratio stabilitas menunjukkan bahwa viskositas pasta stabil selama pemasakan dan pengadukan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat integritas granula pati makin tinggi jika kadar amilosa pati tinggi. Total retrogradasi yang tinggi merupakan salah satu syarat penting bahan pembuat sohun. TR pati aren (180 BU) lebih rendah dibanding pati kacang tunggak (1415 BU). Tingkat retrogradasi selama pendinginan ditentukan oleh tingkat retrogradasi molekul linier (Zobel, 1984).

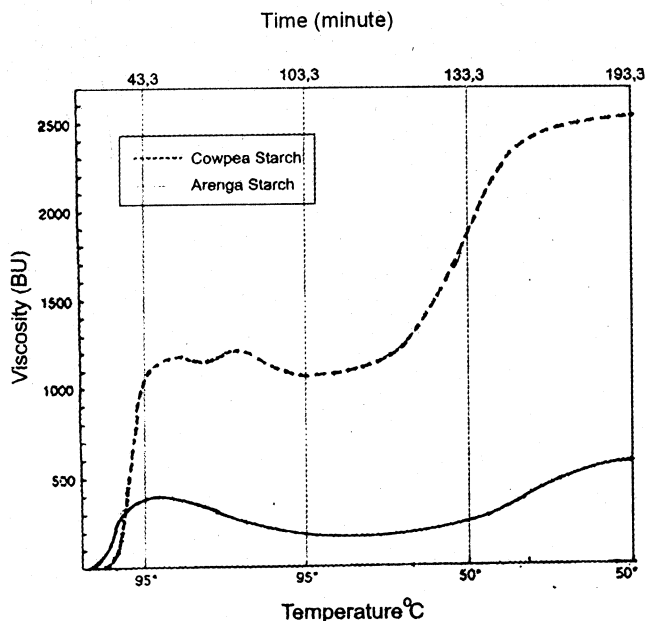


Figure 1. Brabender amylographic curve of cowpea and arenga starches

Pati kacang tunggak hasil ekstraksi tidak mempunyai viskositas puncak. Hal ini sesuai dengan pendapat Lii dan Chang (1986) bahwa kadar amilosa tinggi merupakan faktor utama yang menyebabkan viskositas puncak menghilang, stabilitas pasta tinggi dan retrogradasi yang tinggi selama pendinginan.

Sifat Kimia dan Fisik Sohun

Persentase substitusi pati kacang tunggak terhadap pati aren (Tabel 3) berpengaruh pada kadar air sohun yang dihasilkan ($P < 0,05$). Makin besar penambahan pati kacang tunggak kadar air makin kecil, demikian pula kadar abu sohun juga makin kecil. Penambahan pati kacang tunggak hasil ekstraksi menyebabkan kadar amilosa pati meningkat dan kadar amilopektinnya turun, sehingga kemampuan mengikat air turun. Hal ini karena amilopektin mempunyai susunan yang kurang kompak (amorf) sehingga lebih mudah mengikat air. Demikian pula makin besar penambahan pati kacang tunggak juga menurunkan kadar abu sebab kadar abu pati kacang tunggak hasil ekstraksi lebih kecil dibanding pati aren.

Table 3. Moisture, ash and cooking quality of starch noodle

Proportion of Substitution (%)	Moisture content (% wb)	Ash (% db)	Texture (N)	Tensile strength (N)	Swelling volume (%)	Cooking loss (%)
0	16.21 a	0.40 a	6.83 d	0.51 e	179.79 a	5.49 a
20	15.81 a	0.38 b	7.23 d	0.81 d	176.29 b	4.46 b
40	15.06 b	0.37 c	8.72 c	0.88 cd	174.29 b	3.74 c
60	14.42 c	0.35 d	10.41 b	0.98 c	171.07 c	3.44 d
80	13.48 d	0.35 d	10.95 b	1.18 b	166.02 d	3.21 d
100	12.37 e	0.34 e	15.67 a	1.87 a	158.37 e	2.82 e

Mean with the same letter in each column are not significantly different ($P < 0,05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin besar substitusi pati kacang tunggak, sohun makin tegas ($P < 0,05$). Hal ini karena makin besar kadar amilosa pati, struktur granula pati makin kompak dan makin sukar penetrasi air. Sohun yang dibuat dari pati kacang tunggak 100% mempunyai ketegaran yang paling besar. Menurut Collado dan Corke (1997) tingkat ketegaran sohun berkorelasi dengan ratio stabilitas pasta. Hal ini juga sesuai dengan perhitungan ratio stabilitas (Tabel 2) yang menunjukkan bahwa ratio stabilitas pati kacang tunggak jauh lebih besar sehingga lebih stabil dibanding pati aren. Selain itu dengan makin tinggi kadar amilosa maka total retrogradasi juga makin besar sehingga sohun yang dihasilkan juga makin kokoh.

Makin besar substitusi pati kacang tunggak, kekuatan regang putus sohun masak makin tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Lii dan Chang (1986) yang menunjukkan bahwa kekuatan regang putus sohun dari pati kacang merah lebih rendah dibanding sohun dari pati kacang hijau. Hal ini disebabkan pati kacang merah mempunyai fraksi linier yang lebih rendah dibanding pati kacang hijau, sehingga retrogradasi lebih tinggi sehingga gel yang terbentuk lebih kokoh pada saat pemasakan. Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya (Suryani dan Haryadi, 2000) yang menyatakan bahwa kekuatan regang putus berkorelasi positif dengan total retrogradasi.

Makin besar substitusi pati kacang tunggak nilai pengembangan makin kecil. Hal ini karena makin besar kadar amilosa, struktur molekul sohon makin kompak sehingga penetrasi air ke daerah ini makin rendah (French, 1984). Pengembangan berhubungan dengan tekstur sohon, makin tinggi pengembangan diperoleh tekstur yang makin lunak. Selain itu menurut Billiaderis (1990) retrogradasi amilopektin bersifat termoreversibel sehingga makin besar amilopektin, makin lunak jika dipanaskan.

Galvez dkk. (1994) menyatakan bahwa susut masak berhubungan dengan daya tahan ini dalam mencegah disintegrasi selama perebusan. Makin besar persentase substitusi pati kacang tunggak, susut masak makin kecil. Hal ini karena makin tinggi kadar amilosa, struktur granula pati makin kompak dan retrogradasi makin tinggi akan menurunkan daya kelarutan pati (Suryani dkk., 1999). Menurut Fellet (1984) dalam Mestres dkk. (1988) kehilangan padatan selama proses pemasakan berhubungan dengan struktur jaringan tiga dimensi yang dibentuk oleh amilosa. Struktur jaringan tiga dimensi ini dapat menghambat pengelembungan pati dan meningkatkan gaya kohesi dalam granula pati. Nilai susut masak yang diperoleh mirip dengan hasil penelitian Galvez dkk. (1994) yang menyatakan bahwa susut masak sohon dari pati kacang hijau adalah 2,93 - 7,68%. Hasil penelitian Dinarsanti (1997) menunjukkan bahwa sohon yang terbuat dari campuran pati aren dan pati ganyong mempunyai nilai susut masak 5,17%, dan kekuatan regang putus 0,59 N. Jika dibandingkan dengan sohon komersial tersebut maka sohon dengan substitusi lebih dari 20 - 100% pati kacang tunggak mempunyai sifat-sifat fisik yang lebih baik yaitu susut masak 2,82 - 4,46% dan kekuatan regang putus 0,81 - 1,87 N.

Hasil uji organoleptik (Tabel 4) menunjukkan bahwa warna sohon dengan substitusi pati kacang tunggak kurang disukai dibanding sohon dari pati aren, sebaliknya untuk rasa dan tektur mempunyai tingkat kesukaan yang tidak berbeda nyata. Selain itu hasil uji organoleptik juga menunjukkan bahwa sampai pada persentase substitusi pati kacang tunggak 40%, sohon yang dihasilkan mempunyai nilai kesukaan keseluruhan yang sama dengan sohon dari pati aren 100%. Demikian pula pada persentase yang lebih tinggi diperoleh nilai kesukaan keseluruhan yang tidak berbeda nyata dengan tingkat kesukaan sohon pati aren walaupun nilai kesukaannya lebih rendah. Hal ini diduga karena sohon dengan substitusi pati kacang tunggak secara visual mempunyai warna yang lebih gelap karena kemurniannya relatif rendah.

Table 4. Hedonic Scale of cooked starch noodle

Proportion of Substitution (%)	Color	Texture	Flavor	Total
0	4.60 a	3.33 ab	3.00 ab	3.27 abc
20	2.73 b	3.67 a	3.27 ab	3.33 ab
40	3.13 b	3.33 ab	3.47 a	3.73 a
60	2.73 bc	3.07 ab	2.87 ab	2.80 bc
80	2.40 c	2.87 b	2.60 bc	2.53 c
100	2.66 bc	2.60 b	2.13 c	2.87 bc

Mean with the same letter in each column are not significantly different ($P < 0,05$).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pati kacang tunggak mempunyai ratio stabilitas dan total retrogradasi yang lebih besar dibanding pati aren. Pada tingkat substitusi 20-100% diperoleh sohon yang mempunyai kualitas hasil masakan yang lebih baik yaitu kekerasan makin kokoh, kekuatan regang putus makin besar, pengembangan dan susut masak makin kecil, namun berdasarkan hasil uji organoleptik diketahui bahwa sohon yang paling disukai adalah sohon yang dibuat dengan substitusi dari 0 - 40%. Pada persentase yang lebih tinggi mempunyai nilai kesukaan keseluruhan yang lebih rendah karena warnanya semakin gelap, namun tingkat kesukaannya tidak berbeda nyata dengan sohon pati aren 100%. Berdasarkan hal tersebut disarankan untuk dilakukan optimasi ekstraksi pati kacang tunggak sehingga diperoleh pati murni dan lebih putih.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1998. Laporan Tahunan Balitkabi Tahun 1996/1997. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang.
- Apriyanto, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati dan S. Budiyo, 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- AOAC, 1970. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C., USA.
- Billiaderis, C.G., 1990. Thermal Analysis of Food Carbohydrates. In : Thermal Analysis of Food. V.R. Harvalkar and C.Y. Ma (eds) Elsevier Applied Science. London.
- Chavan, J.K., S.S. Kadam and D.K. Solunke, 1989. Cowpea. In : Handbook of Food Legumes : Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization. D.K. Solunke and S.S. Kadam (eds), CRC Press, Inc. Boca Rato, Florida.
- Collado, L.S. and H. Corke, 1997. Properties of Starch Noodles as Affected by Sweet Potato Genotype. *Cereal Chem.* 74(2):182-187.
- Dinarsanti, R.D. 1997. Peranan Jenis Pati dan Kadar Amilosa Terhadap Kualitas Sohon. Skripsi, FTP UGM, Yogyakarta.
- French, D., 1984. Organization of Starch Granules. In: Starch Chemistry and Technology. R.L. Whistler, J.N. Be Miller and E.F. Paschall (eds). Academic Press, Inc., Orlando.
- Haryadi, 1990. Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati Terhadap Pengembangan, Higroskopisitas dan Sifat Inderawi Kerupuk, Lembaga Penelitian UGM, Yogyakarta.
- Galvez, F.C.F., A.V.A. Resurreccion and G.O. Ware. 1994. Process Variables. Gelatinized Starch and Moisture Effect on Physical Properties of Mungbean Noodles. *J. Food Sci.* 59(2):370-386.
- Kasno, A dan A. Winarto, 1998. Kacang Tunggak, Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang.

- Lii, C.Y. and Y.H. Chang, 1986. The Properties of Some Modified Starches and Their Application. In : Role of Chemistry in The Quality of Processed Food. O.R. Fennema, W.H. Chang and C.Y. Lii (eds). Food and Nutrition Press, Inc. Wesport, Connecticut, USA.
- Lii, C.Y. and Y.H. Chang, 1991. Study of Starch in Taiwan. **Food Rev. Int.** 7(2): 185-203.
- Lii, C.Y., M.L.Tsai and K.H. Tseng, 1996. Effect of Amylose Content on Rheological of Rice Starch. **Cereal Chem.** 73: 415 – 429.
- Lineback, D.R., 1986. Textural Atributes of Carbohydrate-Rich Foods as Influenced by Chemical Reactions During Processing. In : Role of Chemistry in Quality of Processed Food. O.R. Fennema, W.H. Chang and C.Y. Lii (eds). Food Nutrition Press, Inc., Wesport, Connecticut, USA.
- Mestres, C., P. Colonna and A. Buleon, 1988. Characteristics of Starch Network Within Rice Flour Noodles and Mungbean Starch Vermicelli. **J. Food Sci.** 53 : 1909-1812.
- Singh, U., W. Voraputhaporn, P.V. Rao and R. Jambunathan, 1989. Physiocochemical Characteristics of Pigeonpea and Mungbean Starches and Their Noodle Quality. **J. Food Sci.** 54. 54(5):1293-1297.
- Suryani, C.L. dan Haryadi, 2000. Korelasi sifat-sifat amilografi pati sagu Berikatan Silang dengan sifat-sifat Bihun. Proseedings Seminar Nasional Agroindustri I. FTP UGM Yogyakarta.
- Suryani, C.L., Haryadi dan U. Santosa, 1999. Karakteristik Bihun dengan Substitusi Pati Sagu Berikatan Silang. Prosiding Seminar Nasional Makanan Tradisional, PKMT, PAU dan Kantor Menteri Pangan dan Hortikultura RI, Yogyakarta.
- Swinkels, J.J.M., 1985. Sources of Starch, Its Chemistry and Physic. In : Starch Conversion Thecnology. C.M.A. Van Beynum and J.A. Roels (eds). Marcel Dekker, Inc, New York.
- Tsai, M.L., C.F. Li and C.Y. Lii, 1997. Effect of Granular Structure on Pasting Behavior of Starch. **Cereal Chem.** 74(6): 750-757.
- Zeng, M., Morris, C.F., I.L. Batey and C.W. Wrigley, 1997. Sources of Variation of Starch Gelatinization, Pasting and Gelation Properties of Wheat. **Cereal Chem.** 74(1): 63-71.
- Zobel, H.F., 1984. Gelatinization of Starch and Mechanical Properties of Starch Pastes. In : Starch Chemistry and Technology. R.L. Whistler, J.N. Be Miller and E.F. Paschall (eds). Academic Press, Inc., Orlando.
- Zuhaida, I. 1992. Alternatif Pengganti Tepung Terigu Sebagai Bahan Baku Mie Kering. Skripsi, FTP UNWAMA, Yogyakarta.