



## KARAKTERISASI TEPUNG KONJAK DARI TANAMAN ILES-ILES (*AMORPHOPHALLUS ONCOPHYLLUS*) DI DAERAH GUNUNG KREO SEMARANG JAWA TENGAH

Hafiz Akbar, Agus Supriyanto, Kristinah Haryani \*)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang 50239, Telp/Fax: (024)7460058

### Abstrak

Indonesia memiliki banyak jenis tanaman iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*). Pada penelitian ini menggunakan bahan baku yang berasal dari daerah Goa Kreo, Semarang Jawa Tengah, di daerah tersebut memiliki dua jenis iles-iles yaitu *A. oncophyllus* dan *A. variabilis*. Tanaman iles-iles (konjak) memiliki kandungan Glukomannan yang cukup tinggi, glukomannan merupakan polisakarida yang tersusun oleh satuan-satuan D-glukosa dan D-mannosa. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan glukomannan dari tanaman iles-iles di daerah Gunung Kreo. Dengan menggunakan metode gravimetri phenyl hydrasin, kadar glukomannan yang didapatkan sebesar 30,56%. Pada penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui viskositas larutan tepung konjak yang dipengaruhi oleh kondisi operasi seperti total konsentrasi tepung konjak, lama pengadukan, dan pH (pH 2 – 8). Dengan konsentrasi sukrosa yang lebih tinggi, viskositas tepung konjak cenderung menurun. Untuk konsentrasi garam (0; 10; 20% b/v) tidak ada pengaruh terhadap viskositas. Peningkatan viskositas yang tinggi dapat diamati untuk campuran tepung konjak - tepung beras, tepung konjak - tepung gandum, dan tepung konjak - jagung tepung tapioka. Untuk pembentukan gel, yaitu hydrocolloid yang sinergis berinteraksi dengan tepung konjak untuk membentuk gel. Hydrocolloids tersebut adalah karaginan. Tekstur gel ini bervariasi sesuai dengan rasio tepung konjak - karaginan.

**Kata kunci** : tepung konjak; *Amorphophallus oncophyllus*; viskositas, pembentukan gel; karaginan.

### Abstract

Indonesia has many kinds of plants iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*). In this study, using raw materials derived from the Goa Kreo, Semarang, Central Java, the area has two types of iles-iles, namely *A. oncophyllus* and *A. variabilis*. Plants iles-iles (konjac) contains a fairly high Glukomannan, glukomannan is a polysaccharide composed of units of D-glucose and D-mannose. In this study intended to determine the content of glucomannan plant iles-iles in Goa Kreo. By using gravimetric methods phenyl hydrazine, glucomannan levels were obtained at 30.56%. In this study also aims to determine the viscosity of konjac flour are affected by operating conditions such as the total concentration of konjac flour, stirring time, and pH (pH 2-8). With a higher sucrose concentration, viscosity konjac flour tends to decrease. For salt concentrations (0, 10; 20% w / v) no effect on the viscosity. Improved high viscosity can be observed mixture for konjac - rice flour, konjac - wheat flour and konjac - corn flour. For gel formation, the hydrocolloid which interacts synergistically with konjac flour to form a gel. Hydrocolloids are carrageenan. This gel texture varies according to the ratio of konjac flour - carrageenan.

**Keywords** : flour konjac; *Amorphophallus oncophyllus*; viscosity; gel formation; carrageenan

### 1. Pendahuluan

Iles-iles (*Amorphophallus onchopyllus*) merupakan jenis talas-talasan yang tumbuh liar di beberapa tempat di Indonesia. Potensi produksi umbi iles-iles yang sangat besar tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal iles-iles merupakan bahan baku tepung mannan yang memiliki nilai ekonomi sangat tinggi dan kegunaan yang luas dalam bidang pangan.

Iles-iles mempunyai kandungan glukomanan yang tinggi dalam umbinya. Glukomanan atau konjak mannan adalah heteropolysaccharide yang terdiri dari D-manosa dan D-glukosa dalam rasio 1,6:1 dengan gabungan  $\beta$  (1,4). Campuran konjak mannan memiliki kemampuan untuk mengurangi kolesterol dan trigliserida,

untuk mempengaruhi daya tahan glukosa dan adsorpsi glukosa dan untuk menunjukkan peranan *dietary fiber* dalam penurunan berat badan (Sugiyama dan Shimahara 1974; Hannigan 1980). Glukomannan dapat menunda rasa lapar ketika dikonsumsi sebagai sumber makanan langsung. Hal tersebut dapat menyebabkan penyerapan gula diet secara bertahap dan dapat mengurangi kadar gula yang tinggi dalam darah. Glukomannan juga dapat digunakan sebagai pengganti agar-agar dan gelatin, serta sebagai bahan pengental (*thickening agent*) dan bahan pengental (*gelling agent*) (Ford dan Chesey 1986; Toba et al. 1986; Tye 1991; Thomas 1997). Glukomannan yang berkadar serat cukup tinggi dan berfungsi sebagai *gelling agent*, mampu membentuk dan menstabilkan struktur gel sehingga bisa digunakan sebagai pengental makanan.

Telah banyak dilakukan penelitian tentang sifat fisik dan kimia glukomannan oleh negara Jepang, China, Thailand dll. Tetapi penelitian di Indonesia terutama di daerah Jawa Tengah masih jarang dilakukan. Oleh karena itu dilakukan penelitian karakterisasi sifat fisik glukomannan dari tanaman iles-iles yang berasal dari Jawa Tengah. Dari tepung iles-iles ini lalu dilakukan perbedaan perlakuan untuk mengetahui viskositas dan pembentukan gel. Viskositas tepung iles-iles dipengaruhi oleh waktu pengadukan, pH, suhu, serta penambahan sukrosa dan garam. Dalam studi, jika tepung konjak ditambah dengan sukrosa maka viskositasnya akan cenderung menurun dan jika ditambahkan NaCl, viskositasnya akan cenderung bertambah. Selain itu perlakuan lainnya adalah dengan cara mencampur tepung konjak dengan tepung beras, tepung gandum, dan tepung jagung. Campuran tepung ini juga akan meningkatkan viskositas dari tepung konjak tersebut. Untuk pembentukan gel maka dilakukan interaksi antara tepung konjak dengan karaginan. Tekstur gel yang dihasilkan akan berbeda seiring dengan penambahan perbandingan karaginan dan tepung konjak.

## 2. Metode Penelitian

Bahan tepung konjak (100 mesh) yang dihasilkan dari tanaman iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*). Sukrosa (konsentrasi 10; 20; 30; 40; 50; 60% b/v), Garam (10 dan 20% b/v), tepung tapioka, tepung jagung, tepung beras, dan karaginan.

Bahan berupa umbi tanaman iles-iles dibersihkan dengan air kemudian dikupas dan dipotong kecil-kecil hingga berukuran seperti chip. Setelah itu chip dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama dua hari. Jika chip sudah dalam keadaan kering langsung digiling. Setelah digiling, akan terbentuk tepung iles-iles. Tepung iles-iles ini masih mengandung pati dan pengotor lain, maka dilakukan screening untuk memisahkan tepung konjak dan pati. Tepung konjak inilah yang akan diteliti viskositas dan bentuk gelnya.

Alat yang digunakan adalah

- a. Viskosimeter Brookfield

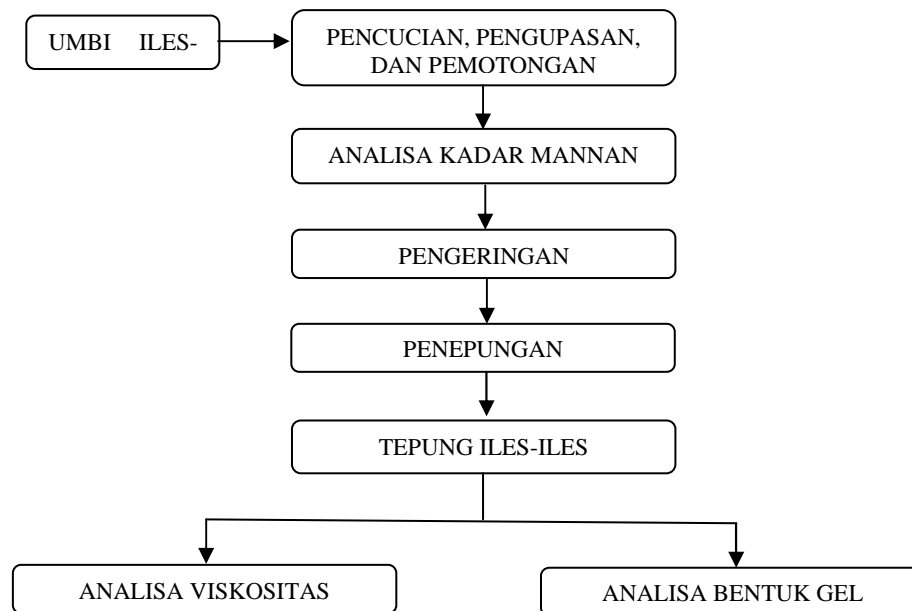


**Gambar 1.** Alat viskosimeter Brookfield

- b. Texture Analyzer



Gambar 2. Alat texture analyzer



Gambar 3. Diagram alir analisa viskositas dan bentuk gel tepung konjak

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengukuran Kadar Glukomannan

Sebelum melakukan penelitian tentang tepung konjak dari tanaman iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*) kita harus mengetahui kandungan mannan terlebih dahulu. Kandungan mannan itu sendiri sebagai syarat apakah tanaman itu layak dijadikan tepung untuk dikonsumsi manusia atau tidak. Mannan (disebut juga Glukomannan) jika dikonsumsi sangat berguna dalam makanan yaitu sebagai penunda rasa lapar, pengganti lemak dalam makanan, rendah kolesterol dan trigliserida (Osburn dan Keeton, 1994; Akeson, 1997). Kadar glukomannan yang baik dalam tanaman iles-iles adalah antara 25-60% (Thomas, 1997). Kadar glukomannan dalam tanaman iles-iles ini dapat diketahui dengan menggunakan metode gravimetric phenylhydrazine, Dari metode tersebut didapat hasil kadar glukomannan sebesar 30,56%. Jadi, tanaman Thomas, 1997 iles-iles yang tumbuh di daerah Goa Kreo-Semarang layak untuk diteliti karena sudah mencapai kadar minimum yang boleh digunakan sebagai bahan pangan yaitu 25%.

**a. Pengaruh konsentrasi tepung konjac dan waktu pengadukan terhadap viskositas**

Larutan tepung konjac dengan variabel konsentrasi 0,25% b/v; 0,50% b/v; 0,75% b/v; 1,00% b/v; dan 1,25% b/v. Masing-masing variabel diaduk dengan menggunakan stirer selama 8 jam (sampai viskositas konstan). Setiap 1 jam sekali larutan tepung konjac dihitung viskositasnya dengan menggunakan viskosimeter Brookfield.

Tabel 1. Pengaruh lama pengadukan terhadap viskositas

Konsentrasi (% b/v)	Viskositas ( $10^3$ cPs)							
	1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam	7 jam	8 jam
0,25	0,32	0,30	0,28	0,16	0,10	0,08	0,05	0,04
0,50	0,80	0,82	0,78	0,14	0,12	0,09	0,06	0,05
0,75	3,28	3,30	3,32	1,60	0,30	0,10	0,08	0,07
1,00	7,10	7,40	7,42	7,40	3,60	1,20	1,00	0,08
1,25	14,30	16,20	16,10	15,80	8,20	3,60	1,50	1,04

Tabel 1 menunjukkan Semakin tinggi konsentrasi tepung konjac maka viskositasnya akan semakin naik, misal pada waktu 1 jam viskositas konsentrasi 0,25% b/v adalah  $0,30 \times 10^3$  cps dan terus naik sampai konsentrasi 1,25% b/v viskositasnya menjadi  $14,30 \times 10^3$  cps, kenaikan viskositas ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasinya maka makin banyak komposisi tepung konjac dan airnya semakin sedikit sehingga akan terbentuk larutan yang lebih kental. Sedangkan semakin lama waktu pengadukan dari viskositas awal akan semakin naik sampai mencapai viskositas puncak, viskositas puncak ini memiliki beberapa titik konstan, pada konsentrasi tepung 0,25-0,75(% b/v) viskositasnya konstan saat waktu pengadukan 1-3 jam, sedangkan pada konsentrasi tepung 1 dan 1,25(% b/v) viskositasnya konstan pada waktu pengadukan 2-4 jam. Hal ini dikarenakan tepung konjac memiliki sifat larut dan mengembang dalam air (Thomas, 1997), molekul tepung konjac yang berinteraksi dengan air akan mengembang sehingga larutan menjadi kental. Tetapi Jika dilakukan pengadukan terus-menerus molekul tepung konjac yang mengembang tadi akan terurai kembali dan viskositasnya akan menurun.

**3.3 Pengaruh konsentrasi tepung konjac dan pH terhadap viskositas**

Larutan tepung konjac dengan variabel konsentrasi 0,25% b/v; 0,50% b/v; 0,75% b/v; 1,00% b/v; dan 1,25% b/v. Masing-masing variabel dihitung viskositasnya dengan menggunakan viskosimeter Brookfield pada pH 2; 4; 6; 8; 10.

Tabel 2. Pengaruh pH terhadap viskositas

Konsentrasi (% b/v)	Viskositas (cPs)				
	pH 2	pH 4	pH 6	pH 8	pH10
0,25	122	125	125	132	147
0,50	540	541	545	550	557
0,75	2348	2351	2359	2364	2370
1,00	5125	5125	5133	5141	5150
1,25	6871	6877	6886	6888	6891

Tabel 2 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi tepung konjac pada pH yang sama viskositasnya semakin tinggi. Pengaruh perubahan pH terhadap viskositas, pada pH 2 sampai pH 10 viskositas larutan cenderung stabil, walaupun ada perubahan hanya sedikit. Tetapi pada pH 10 larutan sudah tidak dapat dihitung viskositasnya, ini dikarenakan kestabilan viskositas larutan konjac dapat bertahan maksimal pada pH 10, bila dinaikkan lagi pH nya larutan tidak dapat dihitung viskositasnya karena sudah membentuk gel.

**b. Pengaruh penambahan garam terhadap viskositas**

Larutan tepung konjac dengan konsentrasi 0,75% b/v ditambah dengan larutan garam 0% b/v; 10% b/v; dan 20% b/v lalu diaduk dengan stirrer selama 120 menit. Setiap 20 menit sekali, sampel diambil lalu dihitung viskositasnya dengan menggunakan viskosimeter Brookfield.



Tabel 3. Pengaruh penambahan garam terhadap viskositas

Garam (% berat)	Viskositas ( $10^3$ cPs)					
	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit	120 menit
0	0,31	1,62	2,32	3,45	3,91	4,12
10	0,31	1,62	2,33	3,45	3,92	4,13
20	0,33	1,62	2,32	3,48	3,92	4,12

Dari percobaan didapatkan hasil sebagai berikut: semakin lama pengadukan larutan konjac yang dicampur dengan larutan garam maka viskositasnya akan semakin naik yaitu dari  $0,31 \times 10^3$  cps;  $1,63 \times 10^3$  cps;  $2,32 \times 10^3$  cps dst. Tetapi penambahan garam pada larutan konjac tidak mempengaruhi adanya perubahan viskositas, walaupun persentase jumlah garam bertambah viskositasnya akan tetap sama. Hal ini dikarenakan tepung konjac merupakan kumpulan dari senyawa non-ion dan tidak dipengaruhi dengan adanya garam (Thomas 1997).

### c. Pengaruh penambahan sukrosa terhadap viskositas

Larutan tepung konjac dengan konsentrasi 0,75% b/v ditambah dengan larutan garam 0% b/v; 10 % b/v; 20 % b/v; 30 % b/v; 40 % b/v; 50 % b/v; dan 60 % b/v lalu diaduk dengan stirrer selama 120 menit. Setiap 20 menit sekali, sampel diambil lalu dihitung viskositasnya dengan menggunakan viskosimeter Brookfield.

Tabel 4. Pengaruh penambahan sukrosa terhadap viskositas

Sukrosa (% berat)	Viskositas (cPs)					
	20 menit	40 menit	60 menit	80 menit	100 menit	120 menit
0	25	36	228	468	488	512
10	25	34	142	264	278	284
20	23	30	66	96	114	126
30	20	24	34	82	90	112
40	18	20	24	30	34	42
50	18	18	18	18	18	18
60	17	17	17	17	17	16

Tabel 4 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi sukrosa viskositas larutan tepung konjac akan semakin turun. Viskositas dari tepung konjac konsentrasi 0,75 % b/v dalam larutan sukrosa 50% b/v adalah 18 cps dan tetap konstan sampai waktu pengadukan 120 menit, hal ini dikarenakan tidak adanya hidrasi tepung konjac. Penambahan 50% b/v sukrosa merupakan titik awal dimana viskositas larutan akan tetap sama walaupun waktu pengadukan semakin lama, sehingga pada penambahan sukrosa 60% b/v viskositas larutan tetap constant 17 cps sampai waktu pengadukan 120 menit. Sedangkan untuk penambahan sukrosa dengan konsentrasi 0 % b/v; 10 % b/v; 20 % b/v; 30 % b/v; 40 % b/v, viskositasnya menunjukkan nilai yang lebih rendah daripada kontrol (konsentrasi tepung konjac 0,75% b/v dalam air tanpa sukrosa). Hal ini dikarenakan afinitas sukrosa menjadi sangat larut dalam air sehingga penurunan air bebas diperlukan untuk hidrasi tepung konjac. (Knecht 1990; James 1995). Tepung konjac yang tidak larut akan menurun sebagai akibat penambahan konsentrasi sukrosa.

### d. Pengaruh penambahan tepung lain terhadap viskositas

Jenis tepung lain yang digunakan adalah tepung tapioka, tepung beras, dan tepung jagung. Disini, pencampuran antara tepung konjac dan jenis tepung lain menggunakan perbandingan, tepung konjac : tepung lain = 1:5 lalu campuran tepung diaduk dengan stirrer dan dipanaskan dengan suhu 85-90 °C, lalu didiamkan sampai volume menjadi 2/3 bagian.

a. Tepung tapioka

Tabel 5. Pengaruh penambahan tepung tapioka terhadap viskositas

Jenis larutan	Viskositas ( $10^3$ cps)
1 % tepung konjak	13
5 % tepung tapioka	14,88
Campuran tepung konjak: Tepung tapioka= 1:5	19,32

b. Tepung Beras

Tabel 6. Pengaruh penambahan tepung beras terhadap viskositas

Jenis larutan	Viskositas ( $10^3$ cps)
1 % tepung konjak	13
5 % tepung beras	11,2
Campuran tepung konjak: Tepung beras= 1:5	18,52

c. Tepung jagung

Tabel 7. Pengaruh penambahan tepung jagung terhadap viskositas

Jenis larutan	Viskositas ( $10^3$ cps)
1 % tepung konjak	13
10 % tepung jagung	9,36
Campuran tepung konjak: Tepung jagung= 1:5	15,6

Percobaan pengaruh penambahan tepung lain terhadap viskositas menggunakan 3 jenis tepung yang berbeda yaitu tepung tapioca, tepung beras, dan tepung jagung, pada uji masing-masing tepung yang memiliki viskositas tertinggi adalah tepung tapioca yaitu  $14,88 \times 10^3$  cps. Sedangkan pada campuran tepung konjac:tepung lain dengan perbandingan 1: 5 didapatkan hasil viskositas tertinggi adalah tepung tapioca yaitu  $19,32 \times 10^3$ . Hal ini menunjukkan bahwa tepung tapioca memiliki sifat membentuk liat lebih kuat dibandingkan dengan tepung lainnya. Jadi bila tepung konjac dicampur dengan tepung tapioca akan menghasilkan viskositas lebih tinggi daripada tepung lain. Selain itu penambahan tepung konjak akan memperbaiki struktur tepung lain yang awalnya mudah rusak menjadi lebih kenyal dan elastis.

**e. Pengaruh Pencampuran Karagenan terhadap Bentuk Gel**

Tepung konjak ditambah karagenan dengan mengkombinasikannya dalam berbagai rasio, lalu ditambah dengan aquades 200 ml dan dipanaskan pada suhu 80-85°C sampai volume berkurang 2/3 volume awal. Setelah itu, larutan dituangkan dalam wadah dan didinginkan pada suhu ruangan selama 1 jam. Kemudian dihitung kekuatan gel dengan alat Texture Analyzer

Tabel 8. Pengaruh pencampuran karagenan terhadap tekstur gel

Tepung konjak (gram)	Karagenan (gram)	Peak force (N)
0,0	1,0	1,13
0,2	0,8	0,93
0,4	0,6	0,69
0,6	0,4	0,48
0,8	0,2	0,27
1,0	0,0	-





Table 8 menunjukkan pencampuran tepung konjak dan karaginan dengan beberapa perbandingan; tepung konjak:karaginan sebesar (0,0: 1,0) gram; (0,2 : 0,8) gram; (0,4 : 0,6) gram; (0,6 : 0,4) gram; (0,8 : 0,2) gram; dan (1,0:0,0) gram. Masing-masing sample tersebut dihitung kekuatan puncak gelnya. Kekuatan gel tertinggi adalah pada rasio 0,0 gr; 1,0 gr yaitu 1,13 N, pada rasio ini gel yang dihasilkan memiliki tekstur yang solid tapi saat diuji dengan alat Texture Analyzer gel tersebut pecah karena karaginan tidak memiliki daya elastisitas, semakin sedikit karaginnannya maka kekuatan gel nya akan menurun, sampai pada rasio (1,0 : 0,0) gram kekuatan gel tidak dapat dihitung karena campuran tidak membentuk gel melainkan membentuk larutan kental yang elastis. Pada rasio (0,2 : 0,8) gram; (0,4: 0,6) gram; (0,6: 0,4) gram; (0,8: 0,2) gram campuran konjak-karaginan akan membentuk suatu gel dengan tekstur yang baik, yaitu gel yang elastis, hasil ini sesuai yang dikemukakan oleh widjanarko (2008) yang menyatakan, adanya konjak glukomannan dalam karagenan dapat memperbaiki sifat – sifat gel karagenan yaitu pada tekstur dan sineresis. Kekuatan gel akan makin menurun dengan proporsi glukomannan yang makin meningkat. Sifat elastis gel akan makin meningkat dengan makin banyak penggunaan glukomannan.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan tanaman iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*) yang berasal dari daerah Goa Kreo, Semarang untuk dibuat menjadi tepung konjak. Tepung yang dihasilkan mengandung kadar glukomannan sebesar 30,56%. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa viskositas dan bentuk gel dari tepung konjak dipengaruhi oleh berbagai variabel. Perubahan viskositas larutan tepung konjak dipengaruhi oleh kondisi operasi seperti konsentrasi total, waktu pengadukan, pH, dan adanya sukrosa. Sedangkan penambahan garam tidak mempengaruhi viskositas. Kombinasi tepung konjak dengan tepung beras, tepung tapioka, dan tepung jagung akan menghasilkan nilai viskositas yang tinggi, selain itu penambahan konjak juga dapat memperbaiki struktur tepung lain menjadi lebih kenyal dan tidak mudah rusak. Untuk bentuk gel, tepung konjak bila dikombinasikan dengan karaginan dalam berbagai rasio akan menghasilkan suatu gel dengan teksur yang baik yaitu gel yang elastis.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Ibu Ir. Kristinah Haryani, MT selaku dosen pembimbing Skripsi ini, sehingga kami dapat menyelesaikan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akesowan, A. 2002. Viscosity and Gel Formation of a Konjac Flour from *Amorphophallus Oncophyllus*. Faculty Sains, University Thailand. Bangkok
- Chin, K.B.; Keeton, J.T.; Longnecker, M.T.; and Lamkey, J.W. 1998. Low-fat bologna in a model system with varying types and levels of konjac blends. *J. Food Sci.* 63 : 808-13.
- DeMan, J. M. 1985. Principles of Food Chemistry. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut
- James, D. 1995. Sugar. *In: E.B. Jackson, Ed. Sugar confectionery manufacture, 2nd ed., pp. 1-12. Blackie Academic & Professional, London*
- Ford, D.M. ; and Chesey, P.A. 1986. Air or oil emulsion food product having glucomannans sole as stabilizer-thickener. US Patent 4, 582, 714
- Knecht, R.L. 1990. Properties of sugar. *In: N.L. Pennington and C.W. Baker, Eds. Sugar. pp. 46 65. Van Nostrand Reinhold, New York*
- Morris, V.J. 1998. Gelation of Polysaccharides. *In: S.E. Hill; D.A. Ledward; and J.R. Mitchell, Eds. Functional Properties of Food Macromolecules, 2nd ed., pp.143-226. Aspen Publ., MD, USA*
- Ohtsuki, T. 1968. Studies on Reserve Carbohydrate of Flour *Amorphophallus* Species with Special Reference to Mannan. *Botanical Magazine Tokyo. Vol. 81 : 119-126*
- Osburn, W.N.; and Keeton, J.T. 1994. Konjac flour gel as fat substitute in low-fat prerigor fresh pork sausage. *J. Food Sci.* 59: 484-9
- Sugiyama, N.; and Shimahara, H. 1974. Method of reducing serum cholesterol level with extract of konjac mannan. US Patent 3, 856, 945.
- Thomas, W.R. 1997. Konjac gum. *In: A. Imeson, Ed. Thickening and Gelling Agents for Food, 2nd ed., pp. 169-79, Blackie Academic & Professional, London.*
- Widjanarko, S. B. 2008. Bahan Pembentuk Gel. <http://simonbwidjanarko.files.wordpress.com> [14 januari 2013].