

ISOLASIGLUKOMANAN DARIDUA JENIS ARACEAE: TALAS
{*Colocasia esculenta* (L.) Schott} DAN Iles-iles (*Amorphophallus campanulatus* Blumei)
[Isolation of Glucomannan from Two Species of Araceae: Talas {*Colocasia esculenta* (L.)
Schott} and Iles-iles {*Amorphophallus campanulatus* Blumei)]

Chairul^{B1} dan Sofnie M Chairul²

¹Laboratorium Fitokimia, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi-B ATAN, Jakarta

ABSTRACT

Talas {*Colocasia esculenta* (L.) Schott} and Iles-iles (*Amorphophallus campanulatus* Blumei) have been used as source of carbohydrate especially in tropical regions, mainly in East Indonesia. Talas and iles-iles, that contains carbohydrate and several substances for instance glucomannan would form viscous liquid and were used as emulgator, capsule cosmetics and dietary. The research was conducted to separate glucomannan from starch of talas and iles-iles fresh and dry (powder). The methods base on speed of revolution (centrifuge) in 5000 to 19000 rpm and the duration of rotation was 10 to 40 minutes and the filtrate was precipitated by using several alcohols (methanol, ethanol, propanol, isopropanol and isobutanol). The results showed that speed of rotation 17 x 1000 rpm with 10 minutes rotation resulted in good glucomannan separation from starch. Ethanol and isopropanol were the best solvent to separate glucomannan from dissolved starch in the filtrate with ratio 2 : 3 and for dry material, and the maximal agitation reached after 2 hours. Glucomannan content on fresh material was higher than as in talas (4.08 %) and iles-iles (5.64 %), compared to these in powder (dried) of talas (3.87 %) and iles-iles (5.41 %). The purity of isolated glucomannan was higher compared to control.

Kata Kunci: *Amorphophallus campanulatus* Blumei, Araceae, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, glukomanan, iles-iles, isolasi, putaran sentrifugal, talas.

PENDAHULUAN

Sebagaimana telah diketahui, dalam kondisi krisis ekonomi yang berkepanjangan seperti saat ini kehidupan sebagian masyarakat cukup menderita. Pendapatan menurun bahkan hilang karena banyaknya pemutusan hubungan kerja (PHK). Akibatnya daya beli masyarakat berkurang, kebutuhan pokok mengalami kekurangan, terutama sumber pangan pada masyarakat lapisan bawah dan di daerah pedalaman. Oleh karena itu tingkat kesehatan sebagian masyarakat cenderung semakin menurun. Untuk itu perlu dicarikan jalan keluar dengan meningkatkan pendayagunaan potensi sumber daya alam terutama sumber daya nabati (tumbuh-tumbuhan) sebagai sumber bahan pangan. Diharapkan tidak saja dapat dikonsumsi oleh masyarakat tetapi juga membuka lapangan kerja dan mempunyai peluang sebagai bahan baku alternatif baik domestik maupun ekspor nonmigas untuk meningkatkan devisa negara.

Di beberapa daerah di Indonesia sumber daya umbi-umbian dan talas-talasan merupakan makanan tambahan atau sebagai makanan pengganti terutama pada masa paceklik. Tanaman talas-talasan dan umbi-umbian sebagai sumber penghasil karbohidrat tersebut

adalah ubi jalar (*Ipomoea batatas*), ubi kayu (*Manihot esculenta*), keladi (*Xanthosoma* sp.), huwi (*Dioscorea alata*), gadung (*D. hispida*) dan talas (*Colocasia esculenta*). Selain itu iles-iles (*Amorphophallus campanulatus*) juga merupakan sumber karbohidrat. Pada zaman pendudukan Jepang masyarakat dipaksa mengumpulkan umbi iles-iles untuk kepentingannya dan masyarakat sendiri sebagai bahan makanan. Umbi ini tumbuh liar di hutan-hutan, lereng-lereng bukit dan sepanjang sungai di daerah tropis (Soedarsono dan Abdulmanap, 1963; Sastrapradja, 1977; Danimihardja, 1978; Sumadi, 1979; Maape dan Donald, 1979; Uritani dan Edilberto, 1984; Charalambous dan Inglett, 1989; Hutapea, 1993).

Beberapa jenis talas-talasan (Araceae) mempunyai potensi yang sangat besar apabila diproses melalui teknologi tepat guna. Talas-talasan selain kaya akan kandungan karbohidrat/sakarida juga mengandung zat-zat lain seperti protein, lemak, vitamin dan mineral (Van Dam *et al*, 1992). Salah satu komponen karbohidrat dalam talas-talasan adalah polisakarida yang berbentuk gum, yaitu glukomanan (Maape dan Donald, 1979; Yamaguchi, 1983; Pinus *et*

al., 1986). Glukomanan merupakan suatu bahan pengemulsi (emulgator) pada industri tnakanan, kertas dan kosmetika, karena bahan ini di dalam cairan akan membentuk gel yang mempunyai viskositas cukup tinggi (Meir, 1967; Ohtsuki, 1968; Tipson, 1975). Dari informasi akhir yang diperoleh, glukomanan digunakan untuk menjaga kelangsingan tubuh atau sebagai makanan diet, karena glukomanan dalam lambung dapat mengembang 200 kali volumenya, sehingga lambung akan terisi, akibatnya nafsu makan jadi berkurang ; selain itu glukomanan juga mengandung kalori yang rendah. (Meir, 1967; Ohtsuki, 1968; Kennedy, 1988). Mengingat pentingnya glukomanan dalam industri kosmetik, makanan dan minumandiperlukan teknologi tepat guna (terapan) proses perolehan dan kadar glukomanan dari sumbemya.

Kalau dilihat potensi yang dimiliki talas-talasan ini dan persyaratan lingkungan tumbuhnya yang relatif mudah serta kemampuan produktifitasnya yang tinggi, maka perlu dilakukan peningkatan nilai ekonominya melalui produk olahan sebagai bahan baku industri (Manurung, 1979). Untuk itulah penelitian isolasi glukomanan pada *C. esculenta* dan *A. campanulatus* ini dilakukan sebagai dasar dari teknologi proses pengolahan talas-talasan menjadi produk jadi yang dapat digunakan dalam industri. Penelitian ini berdasarkan atas daya kelarutan glukomanan pada beberapa jenis alkohol dan gaya sentrifugal untuk memisahkan pati dari glukomanan (Harding dan Rowe, 1992).

METODEPEMELITIAN

Bahan

Bahan penelitian berupa umbi talas gambir (*Colocasia esculenta*) dan iles-iles putih (*Amophophallus campanulatus*) yang masih segar dan yang sudah dibuattepung ; air suling, etanol, metanol, propanol, isopropil alkohol, isobutil alkohol, HC12 N, n-butanol, piridin, larutan iodium (1N), asam asetat (1 N), dan silika gel GF 245 (Plat KLT).

Alat

Alat yang dipergunakan berupa spektrofotometer model Spectronic 2 ID, sentrifuge model Sorvall RC 5C Plus, stir thermolyne model

Cimarec 3, Penangas minyak, neraca analitik Sartorius, Erlenmeyer, beaker glass, gelas ukur, oven Memmert, tabung reaksi dan rak tabung reaksi.

Metode

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mencari cara yang terbaik untuk memisahkan glukomanan dari pati pada umbi talas, iles-iles yang masih segar dan iles-iles yang sudah menjadi tepung (dikeringkan). Kemudian dilanjutkan dengan mengekstraksi dan mengisolasi glukomanan dari umbi talas dan iles-iles dengan cara yang telah dilakukan pada penelitian pendahuluan sehingga mendapatkan hasil yang optimal.

Pembuatan Tepung Talas dan Iles-iles

Umbi talas dan iles-iles yang masih segar dikuliti, dibersihkan dan dicuci. Umbi yang sudah dibersihkan dipotong tipis-tipis dan dijemur sampai kering (bila menggunakan pemanas buatan atau menggunakan oven dengan suhu 80 °C selama 20 jam), hasilnya disebut dengan *keripik* atau *gaplek talas* dan *iles-iles*. Kemudian gaplek ditumbuk dan dihaluskan menjadi serbuk dan diayak, sehingga diperoleh *tepung talas* dan *tepung iles-iles*.

Isolasi glukomanan dari talas dan iles-iles segar

Isolasi glukomanan dilakukan berdasarkan pada modifikasi ekstraksi tepung singkong (Dahberg, 1978). Umbi segar dikuliti, dibersihkan dan dicuci, lalu diparut; sebanyak 250 g hasil parutan ini dimasukkan ke dalam baskom ukuran sedang dan ditambahkan air suling sebanyak 500 ml, lalu diremas-remas selama 2-3 menit, sehingga larutannya menjadi kental. Setelah itu disaring, kalau perlu diperas agar patinya keluar. Filtrat ditampung (diulangi sampai 6-8 kali), sehingga larutan menjadi jernih dan cair, tidak kental lagi. Gabungkan filtrat yang diperoleh, kemudian ditambahkan NaCl ke dalam filtrat hingga konsentrasi NaCl mencapai 0,05%, didiamkan selama 24 jam pada suhu 4C ; selanjutnya didekantir (endap-tuangkan). Setelah didiamkan, filtrat dipisahkan dan endapannya diambil sebagai pati talas dan pati iles-iles dan dikeringkan (oven). Filtrat dimasukkan ke dalam tabung sentrifugal, dengan lama kecepatan putaran 10, 20, 30 dan 40 menit dengan kecepatan putaran 5,7,10,12,15,17 dan 19 x 1000 rpm, pada suhu 4°C. Hasilnya di dalam tabung sentrifugal

akan terjadi dua fase, yaitu endapan dan cairan kental. Cairan kental diambil sebagai filtrat kental, kemudian diambil 10 ml lalu diuji kadar pati yang masih tertinggal di dalam filtrat tersebut. Kemudian filtrat diendapkan dengan menggunakan beberapa macam alkohol (metanol, etanol, propanol, isopropil alkohol, isobutil alkohol) dengan perbandingan antara filtrat dan alkohol, 1 berbanding 0,2,0,5,1,0,1,2,1,5,1,8,2,0,2,5, 3,0 dan 3,5. Setelah mengendap filtrat disaring. Endapan yang diperoleh dikeringkan pada suhu 80°C selama 3 jam, dihaluskan, sehingga diperoleh glukomanan, yang selanjutnya diuji dengan KLT.

Isolasi glukomanan dari tepung talas dan iles-iles

Timbang tepung talas dan iles-iles sebanyak 10 g, dilarutkan dengan air suling sebanyak 250 ml dan diaduk menggunakan alat stirer dengan variasi lama pengadukan dengan variabel waktu 0,5,1, 1,5, 2, 3,4 dan 5 jam, lalu didiamkan selama 30 menit dan didekantir,

endapannya ditampung dan filtratnya diambil. Prosedur selanjutnya sama dengan perlakuan terhadap bahan segar di atas.

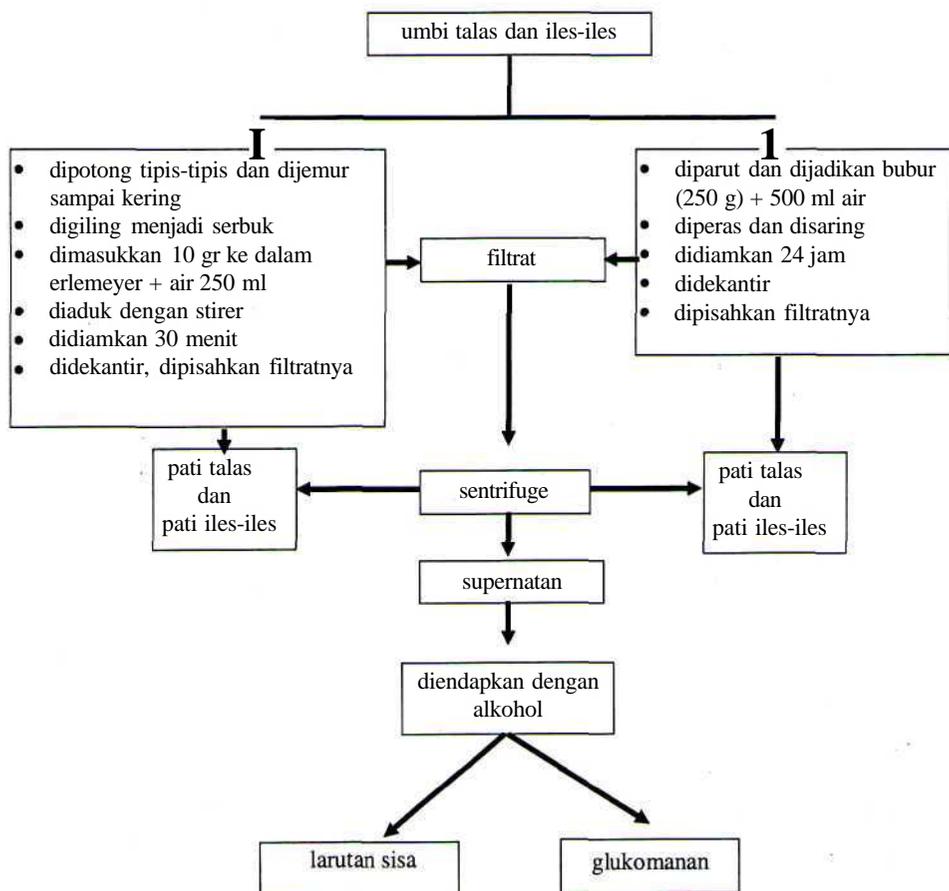
Gambar 1 meringkas tahapan pemisahan glukomanan dari talas dan iles-iles.

Uji Kadar Pati (Kennedy dan Chaplin, 1986)

Filtrat yang diperoleh 10 ml dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, kemudian ditambahkan dengan 2 ml larutan iodium 1 N dan 5 ml larutan asam asetat 1 N. Cukupkan volumenya dengan air suling hingga 50 ml. Diamkan selama 20 menit sehingga warna biru larutan stabil, lalu diukur serapannya pada panjang gelombangnya 600 nm (pati talas) dan 610 nm (pati iles-iles). Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan blangko pati dan glukomanan.

Uji glukomanan secara KLT

Timbang glukomanan yang diperoleh 50 mg dalam erlemeyer, dilarutkan dalam air 20 ml dan



Gambar 1. Bagan Tahapan Pemisahan Glukomanan dari Talas dan Iles-iles

ditambahkan 5 ml HCl (2 N), selanjutnya direfluk pada 105°C selama 3 jam. Hasil hidrolisis yang diperoleh dilakukan KLT sebagai fase diam silika gel dan fase bergerak ra-butanol/piridin/air (60 : 40 : 30). Sebagai blanko digunakan larutan glukosa, mannosa, galaktosa, glukomanan dan pati, masing-masing dengan kadar 1 %. Rf yang didapat glukosa (0,56), mannosa (0,80) dan galaktosa (0,45).

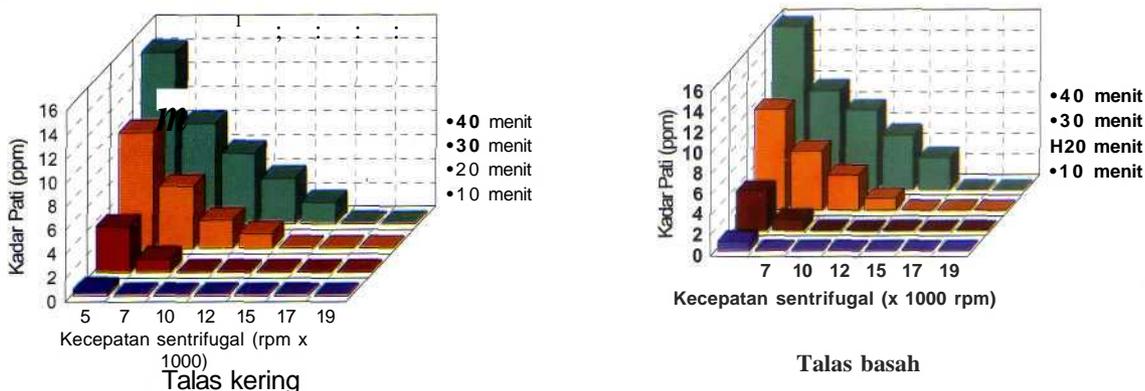
HASIL

Pemisahan pati berdasarkan kecepatan putaran 10,20,30 dan 40 menit dengan kecepatan putaran 5,7,10,12,15,17 dan 19 x 1000 rpm, pada suhu 4°C di dalam tabung sentrifugal diperoleh hasil yang terdiri dari dua fase, yaitu endapan dan cairan kental. Cairan kental diambil sebagai filtrat kental, kemudian sisanya 10 ml diambil diuji kadar pati yang masih tertinggal di dalam filtrat tersebut. Hasil menunjukkan bahwa makin besar

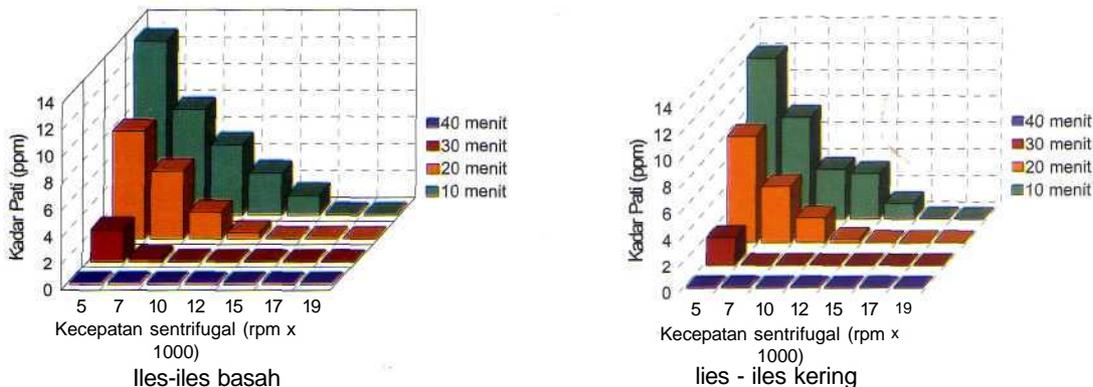
gaya sentrifugal yang diberikan makin kecil kadar pati yang diperoleh dan begitu juga dengan lama waktu yang diberikan. Kadar pati pada talas dan iles-iles basah lebih tinggi dibandingkan talas dan iles-iles kering (Gambar 2 dan Gambar 3).

Dalam bentuk tepung talas dan iles-iles, waktu agitasi yang diperlukan cukup lama dan waktu maksimal dicapai setelah 2 jam dan pada jam-jam selanjutnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (Gambar 4).

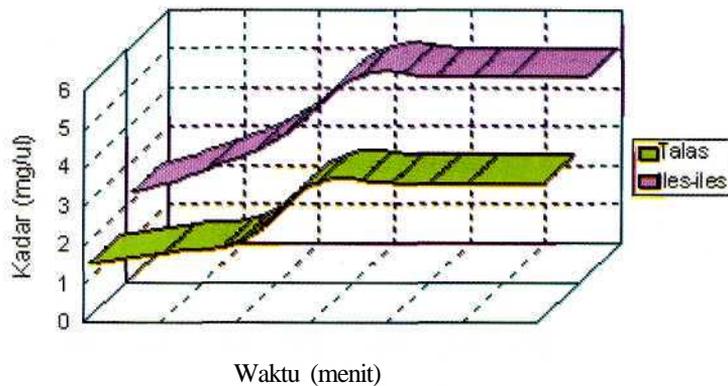
Filtrat dari hasil pengendapan pati diendapkan dengan menggunakan beberapa macam alkohol (metanol, etanol, propanol, isopropil alkohol, isobutil alkohol) dengan perbandingan antara filtrat dan alkohol, 1 berbanding 0,2, 0,5, 1,0, 1,2, 1,5, 1,8, 2,0, 2,5, 3,0 dan 3,5. Setelah mengendap filtrat disaring. Endapan glukomanan yang diperoleh dikeringkan pada suhu 80°C selama 3 jam dan dihaluskan. Hasil pengendapan glukomanan dengan menggunakan berbagai alkohol



Gambar 2. Pengaruh waktu dan kecepatan sentrifuge (rpm) terhadap kadar pati dalam talas basah dan kering



Gambar 3. Pengaruh waktu dan kecepatan sentrifuge (rpm) terhadap kadar pati dalam iles-iles basah dan kering



Gambar 4. Pengaruh waktu agitasi terhadap kadar glukomanan

dan perbandingan di atas menunjukkan bahwa untuk talas basah pelarut yang terbaik adalah metanol (MeOH) dan propanol; untuk ileles basah adalah metanol dan isopropanol, sedangkan untuk talas kering, metanol, dan ileles kering, etanol dan isopropanol (Tabel 1).

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan, glukomanan dapat dipisahkan dari patinya terutama dari umbi yang segar, berdasarkan prinsip gaya kecepatan putaran sentrifugal, sehingga pada percobaan dilakukan gaya kecepatan putaran sentrifugal 5,7,10,12,15,17, dan 19 (x 1000 rpm) dalam jangka waktu 10, 20,30 dan 40 menit. Hasil yang terbaik untuk memisahkan glukomanan dari pati adalah dengan gaya kecepatan putaran sentrifugal 17 (x 1000 rpm) dan dalam waktu 10 menit. Pati yang terdapat dalam umbi ini berbentuk suspensi dengan glukomanan. Dengan penambahan garam elektrolit seperti NaCl (Anzel, 1989), menyebabkan stabilitas suspensi ini terganggu, sehingga suspensi ini pecah dan patinya akan mengendap secara perlahan-lahan, dengan penambahan gaya kecepatan putaran (sentrifugal) patinya akan lebih cepat mengendap. Selain itu berat molekul pati (> 250.000) lebih besar dari berat molekul glukomanan (< 160.000), sehingga dengan penambahan gaya kecepatan putaran (sentrifugal) akan menyebabkan berat molekul yang besar lebih cepat mengendap. Selain itu pengendapan juga dipengaruhi oleh kelarutan zat tersebut. Pati tidak larut dalam air dan membentuk kaloidal yang akan mengendap dalam

tempo waktu yang cukup lama, tetapi dengan penambahan gaya kecepatan putaran sentrifugal menyebabkan pati atau zat-zat yang tidak larut akan lebih cepat dan lebih mudah mengendap (Gambar 2 dan Gambar 3) (Morris dan Morris, 1976; Rabek, 1983). Dalam hal ini glukomanan larut dalam air membentuk larutan kental dan dengan perlakuan diatas maka pati dan glukomanan dapat dipisahkan dengan baik.

Sifat daya larut dari glukomanan dan pati terlarut (soluble starch) dalam alkohol dapat juga digunakan dalam proses pemisahan kedua jenis polisakarida ini. Prinsip dasarnya adalah pengendap dengan menggunakan dua jenis pelarut yang berbeda. Oleh karena itu dilakukan pengendapan glukomanan dengan menggunakan beberapa macam alkohol seperti metanol, etanol, propanol, isopropanol dan isobutanol. Hasil percobaan menunjukkan bahwa etanol dan isopropanol adalah golongan alkohol yang terbaik untuk memisahkan glukomanan dari pati dengan perbandingan 1 : 1,5. Hal ini dapat dijelaskan bahwa glukomanan berdasarkan jumlah gugus hidroksilnya (OH) merupakan polisakarida yang kurang polar dibandingkan pati, disamping itu BM-nya relatif lebih kecil dibandingkan pati terlarut, walaupun keduanya membentuk jembatan hidrogen sehingga larut dalam air. Dengan penambahan alkohol pada air akan menurunkan polaritas larutan dan akibatnya pada ratio alkohol tertentu glukomanan akan mengendap lebih dahulu dibandingkan pati terlarut, sedangkan pati terlarut masih membentuk ikatan dengan air (Tabel). Dibandingkan sifat kepolaran alkohol yang digunakan, etanol dan isopropanol mempunyai polaritas yang lebih

Tabel 1. Pengaruh perbandingan pelarut alkohol terhadap kadar glukomanan pada filtrat simplisia

No.	Pelarut	Ratio terhadap 1 vol H ₂ O	Kadar glukomanan (mg/ml)			
			Basah		Kering	
			Talas	Iles-iles	Talas	Iles-iles
1.	MeOH	1.2	2.90	3.80	-	1.90
		1.5	2.91	3.20	-	2.06
		1.8	2.95	3.65	0.85	2.05
		2.0	2.90	3.00	1.90	2.04
		2.5	2.89	2.99	1.40	2.03
		3.0	2.88	2.98	1.40	2.03
		3.5	2.87	2.97	1.40	2.03
2.	Etanol	1.2	2.00	3.10	-	2.20
		1.5	2.45	2.45	-	2.30
		1.8	2.43	3.44	0.70	2.24
		2.0	2.43	3.45	1.35	2.30
		2.5	2.43	3.44	1.45	2.28
		3.0	2.43	3.44	1.45	2.30
3.	Propanol	1.2	2.81	2.75	-	2.0
		1.5	2.90	2.90	-	2.10
		1.8	2.87	3.29	0.80	2.09
		2.0	2.89	3.18	0.91	2.10
		2.5	2.89	3.18	1.05	2.09
		3.0	2.35	3.00	1.05	2.10
		3.5	-	-	1.05	-
4.	Isopropanol	-	1.8	3.20	-	2.10
		-	2.45	3.65	-	2.21
		-	2.40	3.70	0.80	-
		-	2.42	3.70	0.98	-
		-	2.46	3.70	1.35	2.20
		-	2.46	3.70	-	-
		3.5	2.44	3.25	1.35	2.21
5.	Isobutanol	1.2	1.75	2.50	-	1.82
		-	1.90	2.90	-	1.95
		-	2.20	2.95	0.80	-
		-	2.19	3.05	0.85	-
		-	2.20	3.05	-	-
		3.5	2.21	3.04	-	-
		2.40	3.01	1.21	1.95	

besar dibandingkan jenis alkohol lainnya (Morris dan Morris, 1976; Rabek, 1983).

Dalam bentuk tepung talas dan ileles-iles, waktu agitasi yang diperlukan cukup lama dan waktu maksimal dicapai setelah 2 jam dan pada jam-jam selanjutnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (Gambar 4). Hal tersebut dapat dijelaskan, glukomanan yang terdapat di dalam bahan kering telah mengering,

menyebabkan sukar dilarutkan kembali dan untuk melarutkannya kembali dibutuhkan waktu yang cukup lama, karena harus kontak dengan pembasah terlebih dahulu. Hal ini disebabkan granul glukomanan yang kering dikelilingi oleh granul pati, sehingga sudut kontak dengan pelarut sukar ditembus, karenanya dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk membasahkan granul glukomanan tersebut. Setelah

proses pembasahan ini berlangsung barulah melarut dan akan langsung membentuk suspensi dengan pati. Karenanya pada waktu proses pembasahan harus dilakukan pengadukan supaya glukomanan lebih cepat melarut dan mengikat granula pati membentuk suspensi. Suspensi yang terbentuk antara pati dan glukomanan ini kurang stabil dibandingkan dengan suspensi yang didapat dari umbi segar, disebabkan patinya lebih cepat mengendap. Suspensi ini dapat dipisahkan dengan penambahan garam elektrolit untuk memecahkan ikatan antara pati dan glukomanan dengan gaya kecepatan putaran sentrifugal dan dalam satuan waktu tertentu.

Hasil analisa kemurniaan dari percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa setiap glukomanan yang diperoleh tidak mengandung pati. Hal ini dibuktikan dari hasil identifikasi pati dari glukomanan yang diisolasi dan dibandingkan dengan pati yang didapat dari umbi segar. Pati yang diperoleh dari bahan segar ditambahkan dengan larutan Iodium 1 N, pati tersebut akan memberikan warna biru. Untuk mendapatkan panjang gelombang maksimum dari pati diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang tampak (visible) talas 600 nm, sedangkan iles-iles 610 nm. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa glukomanan yang diperoleh tidak memberikan absorpsi pada panjang gelombang di atas (Tipson, 1975; Kennedy dan Chaplin, 1986). Untuk mengetahui apakah hasil yang diperoleh merupakan glukomanan dilakukan hidrolisa dengan HCL 2N, dengan menggunakan kalor yang cukup besar (pemanasan) yaitu 105° C. Sebagai hasil hidrolisanya didapatkan monosakarida, D-glukosa dan D-mannosa, hasilnya kemudian dimonitoring dengan KLT. Hasil monitoring KLT dari hidrolisa glukomanan yang diperoleh menunjukkan hasil yang signifikan dengan blanko D-glukosa dan D-mannosa (Kennedy dan Chaplin, 1986; Kennedy 1988).

KESIMPULAN DAN SARAN

Glukomanan dan pati yang terdapat dalam talas dan iles-iles dapat dipisahkan dengan menggunakan metode pemisahan berdasarkan gaya sentrifugal. Hasil yang baik didapatkan dari kecepatan 17 x 1000 rpm dan lama waktunya 10 menit pada suhu 4°C. Sedangkan waktu agitasi bahan kering mencapai hasil maksimal

setelah 2 jam. Pengendapan glukomanan menggunakan berbagai jenis alkohol menunjukkan bahwa etanol dan isopropanol memberikan hasil yang baik pada perbandingan 2 : 3. Kadar glukomanan yang didapat dari bahan segar lebih tinggi yaitu untuk talas (4,08 %) dan iles-iles (5,64 %) dibandingkan bahan kering/tepung dari talas (3,87 %) dan iles-iles (5,41 %). Pati yang didapat dari talas segar 24,95 % dan pati iles-iles 22,91 %, sedangkan dari material kering/tepung tidak dapat ditentukan karena tercampur dengan zat-zat lain.

Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut supaya kadar yang terdapat dalam umbi talas dan iles-iles lebih besar lagi dengan menggunakan metode isolasi yang berbeda. Juga penelitian dan pengembangan lebih lanjut supaya glukomanan lebih bermanfaat lagi secara luas, terutama dalam bidang industri makanan dan farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anzel HC. 1989. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi* Ed IV, 399-466. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Charalambous Gand Inglett GE. 1989. *Tropical Food*, 1-7, 260-276. Academic, New York.
- Dahberg B. 1978, *Large Cassava Starch Extraction Process*, 98-103. International Development Reseach Centre, Ottawa.
- Danimihardja S. 1978. Pemanfaatan dan Pembudidayaan Talay (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Buletin Kebun Raya*, 3(4) 101-108. Kebun Raya Indonesia-LBN-LIPI, Bogor.
- Harding SE and Rowe AJ. 1992. *Analytical Ultracentrifugation Biochemistry and Polymer Science*, 500-510. The Royal Society of Chemistry. Nottingham.
- Hutapea J R. 1993. *Inventaris Tdnaman Obat Indonesia*, 28-34. Badan Litbangkes-Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Kennedy JF and Chaplin MF. 1986. *Carbohydrate Analysis*, 1-90. IRL, Oxford.
- Kennedy JF. 1988. *Carbohydrate Chemistry*, 228-233. Clerendon, Oxford.
- Maape E and Donald P. 1979. *The Philippines Recommends for Gabi*, 1-11. The Philippine Council for Agric. and Res. Reseach College, Laguna.

- Manurung RMH. 1979.** *Prospek Budidaya Iles-Hes di Indonesia*, 9-23. Direktorat Bina Produksi Tanaman Pangan, Ditjen Pertanian Tanaman Pangan; Departement Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Meir H. 1967.** *Mannan and Galactomannan Advance in Carbohydrate* 21,102-123. Academic, New York.
- Morris CJOR and Morris P. 1976. *Separation Methods in Biochemistry*, 903-919. Pitman, London.
- Ohtsuki T. 1968. Studies on reserve carbohydrates of flour *Amorphophallus* sp. with special reference to mannan. *Botanical Magazine* 81,119-126.
- Pinus L, Sarwono B dan Rahadi F. 1986. *Bertanam Umbi-umbian*, 141-185; 260-281. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rabek JF. 1983.** *Experimental Methods in Polymer Chemistry*, 100-141. John Willey and Sons, New York, Toronto.
- Sastrapradja S. 1977.** *Umbi-umbian*, 70-75. Proyek SumberDayaEkonomi. LBN-LIPI, Bogor.
- Soedarsono dan Abdulmanap. 1963.** *Berbagai Keterangan Mengenai Ues-iles*, 5-26. PDIN. Jakarta.
- Sumadi. 1979.** *Beberapa Tinjauan Mengenai Iles-iles*, 30-37. Lembaga Kimia Nasional-LIPI, Bandung.
- Tipson RS. 1975.** *Advences in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry* 31, 241-309. Academic, New York.
- Uritani I and Edilberto DR. 1984.** *Tmpical Root Cmps. Postharvest Physiologi and Processing*, 9-20. Japan Scientific Societies, Tokyo.
- Van Dam MCE, Vies DeJ, James JW, CurreU BR and De JeuWH. 1992.** *Analysis of Acids Amino Proteins and Nucleic Acids*, 3-10. Butterworth-Heinemann LTD. Oxford..
- YamaguchiM. 1983.** *WorldVegetables*, 148-157. AVI, Westport.