

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PEMBUATAN BIOPOLIMER BERNILAI EKONOMI TINGGI DARI LIMBAH TANAMAN JAGUNG (*Zea Mays*) UNTUK INDUSTRI MAKANAN: CMC (CARBOXYMETHYLCELLULOSE)

Puji Lestari, Titi Nur Hidayati, Siti Hanum Indah Lestari, Djagal Wiseso Marseno

Program Studi Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Email: pujilestarican@gmail.com

Abstract

Corn cobs are agricultural waste that have increased amounts every year. The purposes of this research were to obtain information cellulose alternative source from corn cobs for material of CMC; get optimum condition of synthesis CMC with food grade of DS and the characteristic of pH, viscosity, purity CMC. Synthesis CMC through alkalization and carboxymethylation process. The variation of NaOH concentration are 7,93; 10,00; 15,00; 20,00; 22,07% in alkalization and variations amount of NaMCA are 4,5858; 5,0000; 6,0000; 7,0000; 7,4142 gram in carboxymethylation. The result was cellulose content in corn cobs is 62,80 %. The optimum condition which obtained from 15% NaOH and 5,04 g NaMCA gave CMC with DS 0,82 ; pH 7,64 ; purity 99,52 % ; and viscosity 25,40 cps.

Keywords: CMC, corn cob, DS

1. PENDAHULUAN

Jagung merupakan tanaman komoditas nasional yang tumbuh di hampir semua wilayah di Indonesia. Jagung merupakan komoditas tanaman pangan kedua setelah padi, dan produksi tanaman jagung semakin meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data dari badan pusat statistik (BPS) dari tahun 2008 sampai dengan 2012 produksi jagung di wilayah Indonesia memiliki tren kenaikan. Dengan kenaikan produksi jagung tersebut maka akan terjadi juga kenaikan dari biomassa atau bagian tanaman jagung yang tidak dimanfaatkan. Bagian tanaman jagung yang belum dimanfaatkan salah satunya adalah tongkol jagung.

Sementara pertumbuhan industri pangan di Indonesia yang semakin meningkat mendorong tumbuhnya permintaan bahan tambahan pangan, saat

ini lebih dari 30% bahan tambahan pangan masih impor (Anonim B, 2012) salah satunya adalah CMC. Bahan tambahan pangan CMC (*Carboxymethylcellulose*) digunakan sebagai stabilizer, pengental dan emulsifier. Karena pemanfaatannya yang sangat luas, mudah digunakan, karboksimetil selulosa menjadi salah satu zat yang diminati dalam industri makanan. Berdasarkan pertimbangan tersebut diperlukan suatu upaya terobosan baru dalam menghasilkan CMC dari sumber selulosa tanaman yang selama ini banyak terdapat di Indonesia dan kurang dimanfaatkan secara optimal seperti tongkol jagung.

Tongkol jagung akan diisolasi selulosanya kemudian disintesis menjadi CMC dengan beberapa variasi metode. Penelitian dilakukan dengan tahapan isolasi selulosa, sintesis CMC dan

karakterisasi CMC. Sintesis CMC meliputi alkalisasi dan karboksimetilasi. Alkalisasi dilakukan dengan menggunakan NaOH, dengan tujuan mengaktifkan gugus-gugus molekul selulosa. Mengembangkannya selulosa ini akan memudahkan difusi dan karboksimetilasi menentukan karakter CMC yang diperoleh sehingga pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi NaOH pada alkalisasi dan jumlah natrium monokloroasetat untuk memperoleh CMC dengan derajat substitusi (DS) yang sesuai dalam penggunaannya di industri pangan.

Penentuan derajat substitusi (DS) dilakukan dengan menggunakan metode response surface methodology (RSM). Dari kondisi optimal yang diperoleh berdasarkan DS *food grade*, kemudian dilakukan karakterisasi pH, kemurnian, dan viskositas. DS menentukan kelarutan CMC dan merupakan parameter utama dalam penggunaannya dalam industri pangan. CMC komersial mempunyai derajat substitusi 0,4-0,8. pH CMC menjadi pertimbangan dalam penggunaannya karena berpengaruh terhadap viskositas CMC, kemurnian CMC menentukan parameter mutu dari CMC yang dihasilkan. Dengan demikian dari penelitian ini mampu memberikan solusi pemanfaatan tongkol jagung menjadi produk bahan tambahan pangan yang mempunyai banyak kegunaan di industri pangan. Penelitian ini merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya dan diharapkan menghasilkan inovasi teknologi biopolimer hasil penelitian terbaru yang dapat berkontribusi bagi kemajuan pengetahuan dalam hal pemanfaatan limbah menjadi produk bernilai ekonomi tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengisolasi selulosa dari tongkol jagung kemudian mensintesisnya menjadi CMC (*Carboxymethylcellulose*) dengan variasi konsentrasi NaOH pada tahap alkalisasi dan variasi jumlah natrium monokloroasetat pada tahap karboksimetilasi, mendapatkan metode optimum untuk mensintesis CMC ditinjau

OH pada molekul selulosa, memecah ikatan hydrogen dan mengembangkan molekul selulosa sehingga memperluas jarak

reagen karboksimetilasi yaitu natrium monokloroasetat. Reaksi alkalisasi dengan parameter derajat substitusi (DS), mengetahui karakter CMC *food grade* yang meliputi pH, kemurnian, dan viskositas dihasilkan dari kondisi optimal.

2. METODE

Bahan

Bahan yang digunakan tongkol jagung yang berasal dari sawah di daerah Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul, Yogyakarta dengan varietas Hybrida 52. Bahan kimia yang digunakan meliputi NaOH, NaOCl, CH₃COOH, NaCl dengan *grade* teknis untuk isolasi selulosa. Dalam sintesis CMC digunakan NaCl (Merck), NaMCA (Merck), isopropanol (Brataco Chemical) *proanalisis*, etanol 70% teknis, dan akuades. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah NaOH (Merck), H₂SO₄ *proanalisis*, dan indikator Phenolphthalein 1%.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggiling tongkol jagung, timbangan analitik (Mettler AJ 150), peralatan gelas, *waterbath* dan *shaker*, spatula, kertas saring, statif, thermometer air raksa, buret, pH meter, viskometer Brookfield (Brookfield Engineering Laboratories, Inc).

Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian dan Laboratorium Rekayasa Universitas Gadjah Mada. Analisis dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Gadjah Mada.

Tahapan penelitian

Isolasi selulosa dari tongkol jagung

Bubuk tongkol jagung yang diperoleh kemudian diisolasi selulosanya dengan menggunakan metode Hutomo (2012). Bubuk tongkol jagung sebanyak 25 gram dimasukkan kedalam enlenmeyer 1000 ml kemudian ditambahkan 500 ml NaOH 8 % selanjutnya dimasak dalam *waterbath* bersuhu 100 °C selama 3 jam. Setelah selesai pemasakan dilakukan pencucian dan penyaringan dengan air bersih. Kemudian ditambahkan asam asetat glacial 10 % sebanyak 5 ml dan 10 gram NaCl dilanjutkan dengan penyaringan dan pencucian dengan air bersih.

Slurry yang didapatkan selanjutnya dimasak pada suhu 60 °C selama 3 jam dengan 125 ml NaOCl 6% dan 500 ml aquadest, selanjutnya dicuci dan disaring untuk menghilangkan sisa NaOCl. Hasil dari penyaringan kemudian ditambahkan 250 ml Na metabisulfit 3% dan 250 ml aquadest kemudian dimasak pada suhu 60 °C selama 3 jam. Setelah itu disaring dan dicuci dengan air bersih. Selulosa basah yang didapatkan kemudian dikeringkan di *cabinet dryer* suhu 70 °C selama 24 jam. Setelah kering digiling dengan *grinder* dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Selulosa yang didapatkan dikarakterisasi kadar air, kadar selulosa, rendemen, dan ikatan gugus kimia dengan FTIR.

Sintesis CMC

Sintesis CMC yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada penelitian Adinugraha *et al.*, (2005), Togrul and Arslan (2003), Susana (2009), Hutomo (2012), Cicilia (2013). Sintesis CMC dilakukan dengan menimbang 5 gram selulosa tongkol jagung kemudian dimasukkan kedalam enlenmeyer 250 ml, ditambahkan 100 ml isopropanol secara

perlahan-lahan. Setelah itu dilakukan penambahan larutan 20 ml NaOH sedikit demi sedikit sambil dilakukan penggoyangan. Konsentrasi larutan NaOH dalam penelitian ini divariasi sebanyak 5 level, sebesar 7,9290; 10,0000; 15,0000; 20,0000; dan 22,0710 % . Alkalisasi dilakukan selama 1 jam dengan suhu 25 °C pada *waterbath* dilengkapi *shaker*. Setelah alkalisasi selesai dilanjutkan dengan karboksimetilasi dengan penambahan reagen NaMCA dengan 5 level berat, yaitu 4.5858 ; 5,0000 ; 6,0000; 7,0000; dan 7.4142 gram.

Karboksimetilasi dilakukan dengan *waterbath shaker* suhu 55 °C, selama 180 menit. Setelah proses karboksimetilasi selesai, dilakukan penetralan dengan penambahan asam asetat 90% sampai pH 7, kemudian dilakukan pencucian dengan alcohol 70 % sebanyak 4 kali masing masing sebanyak 100 ml. CMC yang didapatkan kemudian dikeringkan dalam cabinet dryer 70 °C selama 24 jam. CMC kering yang didapatkan kemudian diblender dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan adalah metode TAPPI standard T-302 OS dalam Browning (1987) untuk analisis kadar selulosa, ASTM standard D-1439-94 (1994) untuk analisis kadar kemurnian, viskositas dan kadar air. Untuk analisis DS digunakan metode Wijayani (2005). Analisis struktur ikatan kimia menggunakan *Fourier Transform Infra Red spectroscopy* (FTIR).

Rancangan Penelitian

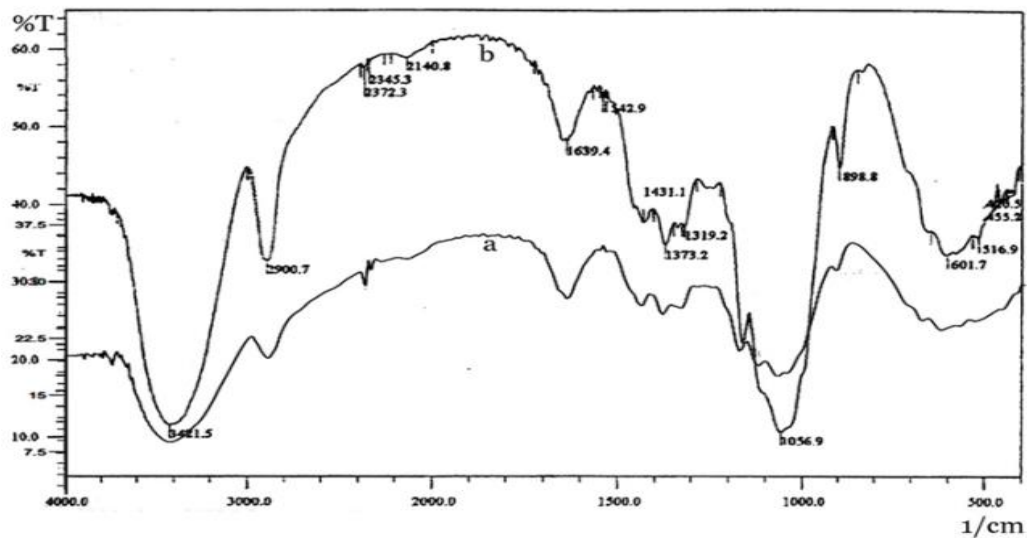
Pada tahap sintesis CMC digunakan metode *Respon Surface Methodology* (RSM) software Minitab 16 dengan 13 unit eksperimental.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis komposisi kimia tongkol menunjukkan kadar air 8.88 % (wb) dan kadar selulosa 62,80 % (db). Tahap isolasi selulosa secara kimia terdiri dari pemasakan dengan NaOH 8%, dehemiselulosa, serta *bleaching* dengan NaOCl dan Na metabisulfit. Isolasi selulosa dilakukan untuk memisahkan selulosa dengan komponen non-selulosa seperti lignin, hemiselulosa, dan pektin. Tahap pertama dari isolasi dengan NaOH 8% digunakan untuk melarutkan bahan-bahan non selulosa yang terdapat dalam tongkol jagung seperti lignin, pektin, dan hemiselulosa. Dehemiselulosa dilakukan untuk melepaskan hemiselulosa dari struktur selulosa dengan penambahan asam asetat 10% dan NaCl. Tidak semua lignin yang terdapat pada fraksi tongkol jagung dapat dihilangkan dengan pemasakan

NaOH 8%. Lignin yang masih tersisa menimbulkan warna coklat. Untuk itu dilakukan *bleaching* untuk menghilangkan senyawa lignin dan memutihkan produk hasil isolasi. *Bleaching* dilakukan dengan NaOCl 6% dan natrium metabisulfit. NaOCl berperan sebagai oksidator yang dapat mengoksidasi struktur lignin, sedangkan natrium metabisulfit digunakan untuk mereduksi struktur lignin sehingga larut air.

Setelah dilakukan tahapan penghilangan komponen non selulosa kemudian selulosa dikeringkan dalam *cabinet dryer* dan dilakukan uji kadar selulosa. Kadar selulosa dan diperoleh kadar selulosa sebesar 94,77% (db). Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa tongkol jagung dapat diisolasi selulosanya. Hasil isolasi selulosa tongkol jagung mempunyai kadar selulosa yang cukup tinggi sehingga dapat menjadi alternatif sumber selulosa. Selulosa yang didapatkan dari penelitian kemudian diuji FTIR. Spektra hasil pengujian selulosa tongkol jagung dan komersial diperlihatkan gambar 1.



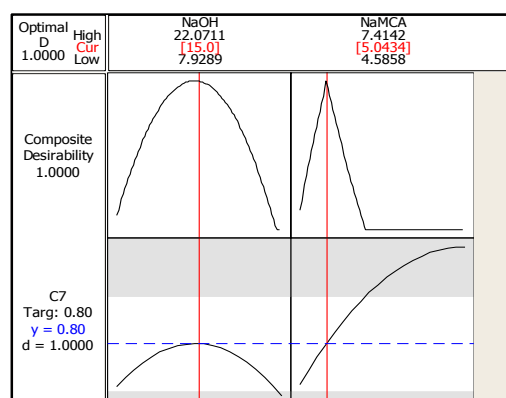
Gambar 1. Selulosa a) tongkol jagung b) komersial

Tabel 1. Hasil analisis DS

No	NaOH (%)	NaMCA (gram)	Respon
1	10	5	0.75936
2	20	5	0.69864
3	10	7	0.72942
4	20	7	1.07583
5	7,9289	6	0.70539
6	22,0711	6	1.01638
7	15	4.58579	0.72047
8	15	7.41421	1.05462
9	15	6	0.90530
10	15	6	0,93029
11	15	6	0.93500
12	15	6	0.95960
13	15	6	0.92734

Terdapat kemiripan puncak-puncak yang muncul antara selulosa tongkol jagung dan selulosa komersial. Puncak-puncak yang muncul menandakan bahwa selulosa yang dihasilkan pada penelitian ini mempunyai kesamaan molekul kimia dengan selulosa komersial. Puncak dengan intensitas kuat pada panjang gelombang antara 3700 – 3100 cm^{-1} menunjukkan gugus -OH dengan *stretching vibration*. Gugus -OH pada kisaran panjang gelombang tersebut juga menunjukkan adanya ikatan hydrogen intramolekular. Sementara gugus -OH

dengan *inplane deformation* ditunjukkan pada panjang gelombang antara 1460–1324 cm^{-1} dan *C–O stretching vibration* ditunjukkan pada panjang gelombang 1160–1025 cm^{-1} (Meenakshi *et al.*, 2002). Sementara bilangan gelombang 894 cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan 1,4- β dari selulosa. Hasil analisis DS dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil analisis kemudian dimasukkan dalam RSM dan dihasilkan kondisi optimum metode untuk DS 0,82 pada NaOH 15% dan NaMCA 5 gram. Kondisi optimal dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil optimasi proses

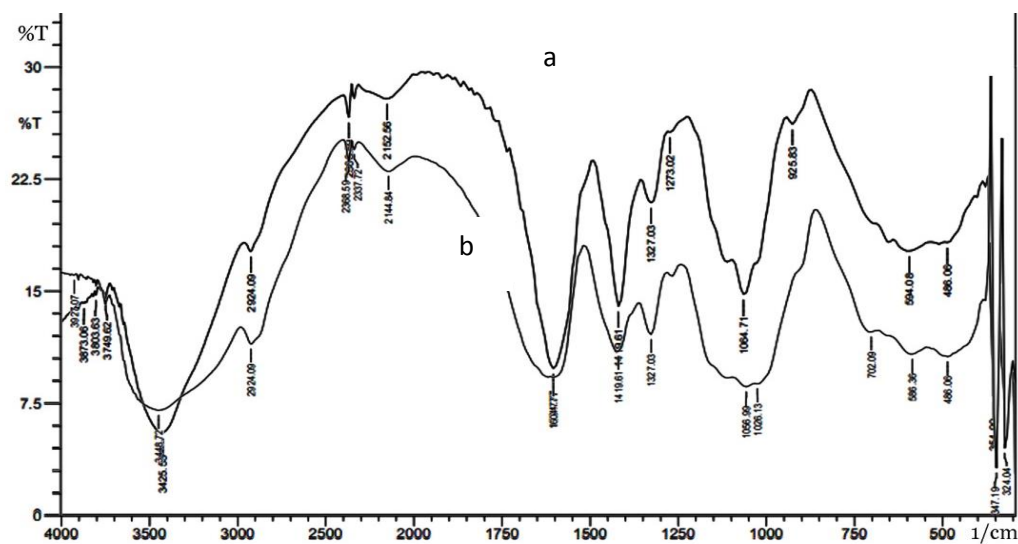
Dari kondisi optimum yang diperoleh kemudian dilakukan karakterisasi CMC yang dihasilkan dari kondisi optimum. Karakterisasi meliputi pH, viskositas, kemurnian. Hasil karakterisasi CMC hasil penelitian dari tongkol jagung dibandingkan dengan CMC komersial dan regulasi CMC yang diperlihatkan Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik CMC

No	Parameter	CMC tongkol	CMC komersial	Food Chemical Codex	SNI CMC mutu 1
1	DS	0.82	0.84	≤ 0.95	0.7-1.2
2	Kemurnian (%)	99.52	99.63	≥ 99.5	99.5
3	pH	7.64	8.79	-	6-8
4	Viskositas cps	25.4	7574.67	≥ 25	-

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa CMC yang berasal dari tongkol jagung tergolong *Food grade* serta memenuhi persyaratan CMC mutu I dari SNI dan *Food chemical Codex*. Hasil spektra dari CMC tongkol jagung dan CMC komersial ditunjukkan Gambar 3. CMC dari tongkol jagung teridentifikasi mempunyai gugus karboksil pada panjang gelombang 1604

cm^{-1} dan ikatan $-\text{CH}_2$ pada panjang gelombang 1419 cm^{-1} . Berdasarkan identifikasi tersebut terbukti bahwa CMC yang dihasilkan pada penelitian ini mempunyai kemiripan gugus fungsi dengan CMC komersial dan mempunyai bilangan gelombang yang menunjukkan gugus konstituen pada CMC yaitu gugus karboksil dan $-\text{CH}_2$.



Gambar 3. Spektra CMC a) tongkol jagung b) komersial

4. KESIMPULAN

Tongkol jagung dapat diisolasi selulosanya menjadi sumber selulosa alternatif dengan kadar selulosa 62, 80 (% db). Kondisi optimum sintesis karboksimetil selulosa ditinjau melalui parameter derajat substitusi untuk menghasilkan CMC yang *food grade* dari selulosa tongkol jagung diperoleh pada konsentrasi NaOH 15% dan 5,04 gram NaMCA. CMC dengan DS *food grade* 0,82 yang diperoleh pada kondisi optimum mempunyai karakteristik pH 7,64, kemurnian 99,52 % dan viskositas 25,4 cps.

5. REFERENSI

- Adinugraha, Djagal W. Marseno, Haryadi. 2005. *Synthesis and Characterization of Sodium Carboxymethylcellulose from Cavendish Banana Pseudo Stem (Musa cavendishii LAMBERT)*. Carbohydrate Polymers 62 (2005) 164-169
- Anonim A. 2012. *Data Produksi Jagung Indonesia*. http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php?kat=3. Diakses 21/09/2012 09:00 WIB.
- Anonim B. 2012. *Dirjen: industri Makanan-Minuman Miliki Peran Penting, ANTARA kantor berita Indonesia, Rabu 3 Oktober 2012*. Jakarta: Antara kantor berita Indonesia.
- Anonim C. 1992. *Tappi Test Methods (TTM), Standards Methods for Pulp and Paper*. Atlanta: Technical Association of Pulp and Paper Ind. TAPPI Press.
- ASTM. 1994. *Standard Test Methods For Sodium Carboxymethylcellulose*. Philadelphia: ASTM Committee on Standards pp. 291-298. (ASTM: D 1439-94).
- Barai, B. K., R. S. Singhal and P. R. Kulkarni. 1997. *Optimization of A Process for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Water Hyacinth (Eichornia crassipes)*. Carbohydrate Polymers. 32: 229-231.
- Cicilia, 2013. *Sintesis dan Karakterisasi Karboksimetil selulosa dari Batang Enceng Gondok*. Thesis. Ilmu Teknologi Pangan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Departemen Perindustrian Republik Indonesia . 2000. *Natrium Karboksi Metil Selulosa (SCMC) Teknis, SII. 0674-82*. Jakarta: Departemen Perindustrian Republik Indonesia.
- Fennema, owen. 1996. *Food Chemistry Third Edition University Of Winconsin Madison*. New York: Marcel Dekker. Inc
- Hidayati, 1999. *Pemutihan Pulp Ampas Tebu Untuk Dasar Pembuatan CMC*. Thesis. Program Studi Teknologi Hasil Perkebunan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hutomo, G. S. 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Turunan Selulosa dari Pod Husk Kakao (Theobroma cacao L.)*. Disertasi. Ilmu Pangan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Imeson. 1999. *Thickening and Gelling Agents for Food*. Glasgow: An aspen publisher, inc.
- Meenakshi P, S E Noorjahan, R Rajini, U Venkateswarlu, C Rose And T P Sastry. 2002. *Mechanical and microstructure studies on the modification of CA film by blending with PS*. Bull. Mater. Sci., Vol. 25, No. 1, February 2002, pp. 25-29. Indian Academy of Sciences.
- Pomeranz, Y. and C.E. Meloan. 1994. *Rheology. Food Analysis Theory and Practice. 3rd Edn*. New York: Chapman and Hall, Inc.
- Potter W. and Norman, N. 1986. *Food Science*. Westport Connecticut : The AVI Publishing Co, Inc.
- Togrul H., N. Arslan., 2003 . *Production of Carboxymethyl Cellulose from Sugar Beet Pulp Cellulose and Rheological Behaviour of Carboxymethyl Cellulose*. Carbohydrate Polymers. 54: 73-82.

- Tranggono. 1990. *Bahan Tambahan Makanan*. Yogyakarta : PAU-UGM.
- Subekti. *Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung* .pustaka. litbang.deptan.go.id/BPPI/lengkap/bp10232.pdf. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. Diakses 2/10/2012 09:00 WIB
- Wijayani, arum. 2005. *Characterization Of Carboxy Methyl Cellulose (CMC) From Eichornia Crassipes (Mart) Solm.Indo*. J.Chem 5(3): 228-231.