

Karakterisasi *edible film* komposit dari glukomanan umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) dan maizena

Characterization of composite edible film from glucomanan of iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) tuber and cornstarch

SISWANTI, R. BASKORO KATRI ANANDITO, GODRAS JATI MANUHARA

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 19 November 2008. Revisi disetujui: 6 Februari 2009.

Abstract. *Siswanti, Anandito RBK, Manuhara GJ. 2009. Characterization of composite edible film from glucomanan of iles-iles (Amorphophallus muelleri) tuber and cornstarch. Biofarmasi 7: 10-21.* The use of glucomanan and cornstarch flour combination is presumed to produce a strong but elastic edible film as well as to have a lower permeability to H₂O. The objectives of this research were: (i) to find out the characteristic of glucomanan resulted from extraction, (ii) to find out the effect of glucomanan resulted from extraction on the physical (thickness and solvability) and mechanical (elongation and tensile strength) properties, as well as edible film inhibition of glucomanan-maizena combination against the water vapour transmission rate, (iii) to find out the edible film capability in inhibiting the apple weight loss through wrapping method, and (iv) to find out the edible film capability in inhibiting the apple weight loss and browning through coating method. This research consisted of six major steps, i.e. material storage, glucomanan extraction, glucomanan characterization, edible film preparation, edible film characterization, and edible film application. In this research, a completely random design was used with two replications in preparing edible film for each treatment of glucomanan concentration and two replications for the edible film characterization testing for each film preparation replication. The data obtained was analyzed for variance, if there was a difference, it was followed with Duncan Multiple Range Test at a significance level of 0.05. The rendemen of iles-iles flour and glucomanan were 15% and 9.88%, respectively. The glucomanan resulted from isolation consisted of 9.78% water, 1.54% N, 0.41% fat, 3.40% ash, 0.55% crude fibre and 84.87% carbohydrate. The increased glucomanan concentration tended to increase the thickness, solvability, tensile strength, and elongation of edible film, but it decreased the water vapour transmission rate. The lowest water vapour transmission rate was occurred at the edible film with glucomanan addition of 15%. The apple pieces weight loss with wrapping method was about 0.0885 g/hour. In coating method, the best result was obtained from composite film of glucomanan-cornstarch 15%, because of having the lowest weight loss of 0.0597 g/hour and indifferent color brightness of apple until the third-day observation.

Keywords: *Amorphophallus muelleri* Blume, edible film, glucomanan, iles-iles, maizena

PENDAHULUAN

Beberapa jenis talas-talasan (Araceae) mempunyai potensi yang sangat besar apabila diproses melalui teknologi tepat guna. Salah satu jenis talas-talasan yang mempunyai banyak keunggulan adalah iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume sin. *A. blumei* (Scott.) Engler sin. *A. oncophyllus* Prain), termasuk dalam famili Araceae, merupakan jenis tanaman umbi yang mempunyai potensi dan prospek untuk dikembangkan di Indonesia. Selain mudah didapatkan, iles-iles juga mampu menghasilkan karbohidrat yang cukup tinggi berupa glukomanan (Jansen et al. 1996). Selain untuk bahan makanan, glukomanan juga dapat digunakan untuk berbagai macam industri, laboratorium kimia, dan obat-obatan (Lahiya 1993).

Iles-iles memiliki kandungan glukomanan yang tinggi yaitu sebesar 67% (Aryadi dan Rumawas 2006). Glukomanan merupakan suatu bahan pengemulsi (emulgator) pada industri makanan, kertas, dan kosmetika, karena bahan ini di dalam cairan akan membentuk gel yang

mempunyai viskositas cukup tinggi (Meir 1967; Ohtsuki 1968; Tipson 1975). Glukomanan mempunyai sifat-sifat antara selulosa dengan galaktomanan, yaitu dapat mengkristal dan membentuk struktur serat-serat halus. Selain itu, glukomanan juga dapat membentuk gel yang bersifat elastis. Kondisi ini mengakibatkan glukomanan mempunyai manfaat yang lebih luas daripada selulosa dan galaktomanan, salah satunya yaitu dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi *edible film*.

Edible film merupakan lapisan tipis yang digunakan untuk melapisi makanan (*coating*), atau diletakkan di antara komponen yang berfungsi sebagai penahan terhadap transfer massa seperti air, oksigen, dan lemak, atau berfungsi sebagai pembawa bahan tambahan pangan. Dalam berbagai kasus, *edible film* dengan sifat mekanik yang baik dapat menggantikan pengemas sintetis (Krochta dan de Mulder 1997).

Menurut Susilowati (2001), glukomanan memiliki peranan yang sangat penting dalam pembuatan *edible film*, karena glukomanan dapat membentuk gel yang bersifat elastis, sedangkan menurut Fennema (1976), salah satu

metode pembuatan *edible film* adalah dengan pembentukan gel dari biopolimer yang dilanjutkan dengan penguapan pelarut.

Pada umumnya, film yang terbuat dari pati mudah sekali rusak (Barus 2002). Penggunaan glukomanan dari iles-iles yang dikombinasikan dengan tepung maizena untuk membuat *edible film* diharapkan dapat menghasilkan *edible film* yang kuat namun tetap elastis, serta mempunyai sifat penghambat yang baik terhadap uap air. Maizena merupakan tepung yang diperoleh dari jagung. Zein dalam maizena mempunyai komposisi asam amino penyusun yang sebagian besar berupa asam amino nonpolar seperti leusin, prolin, dan alanin (Shewry dan Mifflin 1985), kandungan inilah yang diharapkan mampu menurunkan laju transmisi uap air *edible film* yang dihasilkan.

Dengan adanya potensi sumber daya alam Indonesia yang cukup besar dalam menghasilkan umbi iles-iles, potensi glukomanan dari umbi iles-iles dan maizena dari jagung untuk pembuatan *edible film*, serta manfaat yang diperoleh dari penggunaan *edible film* maka penelitian tentang pembuatan *edible film* dari tepung komposit glukomanan umbi iles-iles dan tepung maizena perlu dilakukan. Selain itu, dalam penelitian ini, selain sifat fisik (kelarutan dan ketebalan film) dan mekanik (pemanjangan film (*elongasi*), kekuatan regang-putus (*tensile strength*)), besarnya efektivitas penghambatan *edible film* dari tepung komposit glukomanan umbi iles-iles dan tepung maizena terhadap transfer uap air dan susut berat, serta pencokelatan pada buah apel yang dikemas juga perlu diteliti.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: (i) Mengetahui karakteristik glukomanan hasil ekstraksi, (ii) Mengetahui pengaruh glukomanan hasil ekstraksi terhadap sifat fisik (ketebalan dan kelarutan) dan mekanik (pemanjangan dan kekuatan regang-putus) serta penghambatan *edible film* glukomanan komposit tepung maizena terhadap laju transmisi uap air (WVTR), (iii) Mengetahui kemampuan *edible film* komposit glukomanan-maizena dalam menghambat penyusutan berat pada buah apel dengan metode *wrapping*, (iv) Mengetahui kemampuan *edible film* komposit glukomanan-maizena dalam menghambat penyusutan berat serta pencokelatan pada buah apel dengan metode *coating*.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Pangan dan Gizi, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta pada bulan Januari sampai Juli 2008.

Alat dan bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi iles-iles. Buah yang digunakan untuk tahap aplikasi adalah buah apel segar. Natrium metabisulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) digunakan untuk perendaman umbi iles-iles. Bahan yang digunakan untuk mengekstraksi glukomanan

dari iles-iles adalah etanol 95% dan akuades. Bahan untuk analisis proksimat glukomanan (hasil ekstraksi) meliputi petroleum eter, H_2SO_4 pekat, HCl 0,02 N, asam borat 4%, dan akuades. Pembuatan *edible film* menggunakan bahan-bahan antara lain glukomanan hasil ekstraksi, maizena, akuades, dan gliserol. Bahan yang digunakan untuk karakterisasi *edible film* adalah akuades, larutan garam 40%, apel segar, dan *silica gel*.

Sementara itu, alat yang digunakan untuk membuat tepung glukomanan adalah blender, oven, *waterbath*, kain saring, *beaker glass*, pengaduk, serta ayakan standar 50 dan 80 mesh. Untuk analisis tepung glukomanan (hasil ekstraksi) digunakan alat-alat antara lain oven, eksikator, *muffle*, dan kompor listrik. Alat yang digunakan untuk membuat *edible film* yaitu gelas ukur, plat plastik, *hot plate*, *magnetic stirrer*, pengaduk, dan oven, sedangkan alat yang digunakan untuk karakterisasi *edible film* adalah micrometer Mitutoyo (ketelitian 0,001), Lloyd's Universal Testing Instrument 50 Hz model 1000 s, stoples plastik, dan cawan WVTR. Alat yang digunakan untuk analisis permeabilitas uap air film dan nilai susut berat ialah cawan WVTR, stoples, *hair dryer*, dan timbangan analitik.

Cara kerja

Penelitian ini terdiri dari enam tahap utama, yaitu penyiapan bahan, ekstraksi glukomanan, karakterisasi glukomanan, pembuatan *edible film*, karakterisasi *edible film*, dan aplikasi *edible film*.

Pembuatan tepung umbi iles-iles

Umbi iles-iles dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaannya, kemudian ditiriskan sampai kering. Umbi iles-iles kemudian dikupas dan diiris dengan ketebalan antara 5-7 mm. Selanjutnya, irisan-irisan umbi iles-iles direndam dengan natrium metabisulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dengan konsentrasi 1000 ppm dan lama perendaman 5 menit. Umbi selanjutnya dikeringkan pada suhu 60°C selama 8 jam sampai diperoleh gaplek kering. Gaplek kering dihancurkan dengan menggunakan blender hingga diperoleh tepung iles-iles (Aminah 1992).

Tahap ekstraksi glukomanan

Metode yang digunakan untuk ekstraksi glukomanan adalah menurut Aminah (1992). Mula-mula tepung iles-iles yang diperoleh dari tahap sebelumnya dicampur selama 3 menit dengan akuades sebanyak 50 mL untuk tiap gram tepung, kemudian dilakukan pemanasan pada suhu 55°C selama 1,5 jam sambil diaduk secara periodik. Bubur tepung umbi iles-iles yang diperoleh lalu disaring hingga diperoleh ampas dan supernatan (bagian yang jernih). Supernatan ditampung dalam wadah, sedangkan ampas yang diperoleh diekstrak kembali dengan cara yang sama hingga diperoleh supernatan. Supernatan yang diperoleh pada ekstraksi yang kedua (ekstraksi ampas) dicampur dengan supernatan pertama dan diaduk. Supernatan direndam dalam etanol 95% (25 mL tiap gram tepung iles-iles yang diekstrak) sampai terbentuk gumpalan kemudian disaring. Gumpalan glukomanan tersebut lalu dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 8 jam

hingga diperoleh glukomanan dalam bentuk kasar. Glukomanan kasar tersebut lalu dihancurkan dengan blender, kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh hingga diperoleh tepung glukomanan halus.

Karakterisasi tepung ileles-iles dan glukomanan

Tepung ileles-iles dan glukomanan hasil ekstraksi selanjutnya dilakukan analisis proksimat yang meliputi analisis kadar air, protein, lemak, abu, dan karbohidrat *by different*.

Pembuatan edible film komposit glukomanan-maizena

Pembuatan *edible film* komposit glukomanan dan maizena mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Manuhara (2003) yang dimodifikasi dengan metode pembuatan gel glukomanan yang disarankan oleh Aminah (1992).

Mula-mula dua jenis larutan disiapkan terlebih dahulu. Larutan pertama adalah larutan glukomanan dan gliserol. Ca(OH)_2 sebesar 0,2% (b/b glukomanan) dilarutkan dalam 150 mL akuades. Kemudian glukomanan dengan variasi konsentrasi (0%, 5%, 10%, 15%, b/b maizena) ditambahkan dan dilarutkan ke dalam larutan Ca(OH)_2 yang telah dibuat sebelumnya. Selanjutnya, gliserol 0,5% (b/b maizena) atau 2,6 g ditambahkan ke dalam larutan yang mengandung glukomanan dan Ca(OH)_2 tersebut dan diaduk.

Sementara itu, larutan kedua yang harus disiapkan adalah larutan maizena. Mula-mula maizena sebanyak 5,2 g ditambahkan ke dalam 150 mL akuades. Campuran akuades dan maizena tersebut kemudian dipanaskan di atas *hotplate* selama 30 detik, dan dilanjutkan dengan pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 detik. Selanjutnya, pemanasan dan pengadukan dilakukan sampai semua bahan larut.

Larutan maizena yang terakhir dibuat kemudian dicampur dengan larutan glukomanan-gliserol dan diaduk. Larutan yang merupakan campuran kedua jenis larutan tersebut kemudian dipanaskan dan diikuti dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Kemudian larutan tersebut dituang ke dalam plat plastik (ukuran 24 x 16 cm²). Selanjutnya, pengeringan larutan film dalam plat tersebut dilakukan dengan oven pada suhu 60°C selama 8 jam untuk mendapatkan *edible film* komposit glukomanan-maizena.

Karakterisasi edible film

Pengujian karakter fisik *edible film* meliputi ketebalan film (McHugh et al. 1996), pemanjangan film (Gontard et al. 1993), kekuatan regang-putus film (Gontard et al. 1993), kelarutan film (Gontard et al. 1993), dan laju transmisi uap air (WVTR) (Gontard et al. 1993). Selanjutnya, *edible film* dengan WVTR terendah dipilih untuk digunakan dalam tahap aplikasi.

Aplikasi edible film

Pelapisan (*coating*) pada potongan buah apel. Aplikasi film dengan cara pelapisan (*coating*) pada potongan buah apel mengacu pada metode yang digunakan oleh McHugh dan Sanesi (2000) yang telah dimodifikasi

dalam Layuk (2001). Mula-mula apel dipotong empat persegi panjang dengan ukuran 3 cm x 1,5 cm x 1,5 cm, kemudian dicelupkan ke dalam larutan campuran asam askorbat 0,5% dan asam sitrat 0,5% selama 5 menit, lalu potongan apel tersebut dicelupkan ke larutan *edible film* selama 5 menit. Potongan apel selanjutnya dipindahkan dari larutan dan dikeringkan pada suhu 40°C selama 35 menit dengan *hair dryer*. Pencelupan dilakukan selama dua kali agar semua bagian pada potongan buah apel terlapsi secara merata. Selanjutnya, 4 potongan buah apel dimasukkan ke dalam cawan petri kemudian dimasukkan ke dalam stoples plastik yang sudah diberi *silica gel*, kemudian disimpan pada suhu 25-27°C selama 3 hari. Pengamatan yang dilakukan adalah analisis susut berat dan warna dengan chromameter.

Pengemasan (*wrapping*) buah apel. Dalam pengujian yang mengacu pada metode yang digunakan oleh McHugh dan Sanesi (2000) ini, *edible film* yang diuji adalah *edible film* dari komposit glukomanan dan maizena yang memiliki nilai permeabilitas uap air terendah. Pengujian *edible film* ini dibandingkan dengan plastik Saran, *edible film* dari maizena, dan perlakuan tanpa *wrapping* sebagai kontrol. Pada tiap-tiap cawan pengujian digunakan tiga potongan buah apel dengan berat total potongan apel yang relatif sama untuk setiap cawan, kemudian cawan-cawan tersebut disimpan pada suhu kamar selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pengamatan susut berat cawan-cawan tersebut pada hari ke-0, 1, 2, dan 3. Nilai susut berat terbentuk dari titik-titik yang merupakan hasil *ploting* nilai susut berat (sumbu y) dan hari pengamatan (sumbu x). Selain itu diamati juga warna cokelat pada buah.

Analisis data

Dalam penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua kali ulangan pembuatan *edible film* untuk setiap perlakuan konsentrasi glukomanan serta dua kali ulangan pengujian karakteristik *edible film* untuk setiap ulangan pembuatan film.

Data yang didapat selanjutnya dilakukan analisis varian. Jika terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata dengan menggunakan analisis *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat signifikansi 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan karakterisasi glukomanan dari ileles-iles

Hasil karakteristik kimia dan rendemen tepung ileles-iles

Tahap pertama yang dilakukan untuk mengisolasi glukomanan dari umbi ileles-iles adalah dengan pembuatan tepung ileles-iles. Tepung ileles-iles yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis kimia dan penghitungan rendemen. Analisis kimia yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari tepung ileles-iles yang diperoleh, yang nantinya akan diekstrak glukomanannya. Hasil analisis kimia dan rendemen tepung ileles-iles disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik tepung iles-iles (*Amorphophallus muelleri*) dan tepung glukomanan

Karakteristik	Tepung iles-iles		Tepung glukomanan	
	Kadar <i>wet basis</i> (%)	Kadar <i>dry basis</i> (%)	Kadar <i>wet basis</i> (%)	Kadar <i>dry basis</i> (%)
Air	8,35	9,41	9,78	10,84
Total N	5,25	5,41	1,54	1,70
Lemak	8,77	9,60	0,41	0,42
Abu	4,75	5,18	3,40	3,77
Karbohidrat (<i>by different</i>)	72,88	79,81	84,87	94,11
Serat kasar	3,68	3,73	0,55	0,60
Rendemen	15,00	-	9,88	-

Dari hasil karakterisasi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa tepung iles-iles yang diperoleh dari gaplek iles-iles mempunyai kadar air yang cukup rendah dan telah memenuhi kriteria. Departemen Perdagangan dan Koperasi dalam Yudiani (1994) menyatakan salah satu karakteristik keripik iles-iles mutu I dan II adalah mempunyai kadar air maksimal 12%.

Kandungan abu, serat kasar, serta rendemen pada tepung iles-iles yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu, serat kasar, dan rendemen pada tepung suweg (*Amorphophallus campanulatus* BI), namun tepung iles-iles mempunyai kandungan lemak dan protein yang lebih tinggi. Richana dan Sunarti (2004) menyebutkan tepung suweg mempunyai kandungan rendemen sebesar 18,42%, kadar air 9,4%, kadar abu 3,81%, kadar lemak 1,64%, protein 5,22%, dan serat kasar 4,74%.

Kadar serat tepung maupun pati dipengaruhi oleh umur panen umbi segar. Jika kadar pati pada umbi telah mencapai optimum maka kadar pati pada umbi akan terus turun secara perlahan dan mulai terjadi perubahan pati menjadi serat (Wahid et al. 1992).

Menurut Wiyani (1988), pada proses pembuatan tepung glukomanan komersial secara mekanis, setiap 7 kg umbi iles-iles segar menghasilkan 1 kg gaplek kering atau rendemen gaplek iles terhadap umbi segar sebesar 14,28%.

Hasil karakteristisasi secara kimia dan rendemen glukomanan

Glukomanan yang diperoleh dari hasil isolasi tepung iles-iles selanjutnya dilakukan analisis kimia dan penghitungan rendemen. Hasil analisis proksimat dan rendemen glukomanan tepung iles-iles disajikan pada Tabel 1.

Kadar abu pada glukomanan cenderung lebih rendah dibanding tepung umbi, hal ini dipengaruhi oleh perbedaan proses pengolahan tepung dan glukomanan. Glukomanan diperoleh dari ekstraksi dan pencucian yang berulang-ulang. Hal tersebut menyebabkan mineral tersebut menjadi terlarut dan ikut terbuang bersama ampas.

Kandungan protein dan lemak pada glukomanan yang diperoleh masih cukup tinggi. Leach (1965) menyatakan bahwa protein dan pati akan membentuk kompleks dengan permukaan granula dan menyebabkan viskositas pati menjadi turun dan berakibat pada rendahnya kekuatan gel.

Kadar lemak dalam pati dan tepung dapat mengganggu proses gelatinisasi karena lemak mampu membentuk kompleks dengan amilosa, sehingga dapat menghambat keluarnya amilosa dari granula pati. Selain itu, sebagian besar lemak akan diabsorpsi oleh permukaan granula, sehingga berbentuk lapisan lemak yang bersifat hidrofobik di sekeliling granula. Lapisan lemak tersebut akan menghambat pengikatan air oleh granula pati. Hal ini menyebabkan kekentalan dan kelekatan pati berkurang akibat jumlah air berkurang untuk terjadinya pengembangan granula pati (Collison 1968). Rendahnya kekuatan gel serta penurunan pengembangan granula pati diduga akan berdampak pada sifat *edible film* yang dihasilkan, yaitu penurunan sifat mekanik, terutama kekuatan regang putusnya.

Sementara itu, Ohashi et al. (2000) menyatakan bahwa ketidakmurnian glukomanan dapat berasal dari *impurities* pada bahan baku yang digunakan yaitu tepung konjak (iles-iles). *Impurities* tersebut dapat berupa pati yang tidak larut, selulosa, atau komponen yang mengandung nitrogen, misalnya protein. Sebagian besar *impurities* tersebut merupakan produk turunan dari kantong yang menyelubungi glukomanan pada umbi iles-iles. *Impurities* tersebut mengakibatkan gel glukomanan yang terbentuk terkesan keruh (*cloudy*), sehingga timbulnya kekeruhan, warna yang agak gelap, serta permukaan yang kasar pada *edible film* diduga disebabkan oleh adanya *impurities* pada glukomanan hasil ekstraksi. Menurut Ohashi et al. (2000), glukomanan yang telah dimurnikan memiliki karakteristik total N tidak lebih dari 0,25%.

Rendemen yang diperoleh pada ekstraksi glukomanan dari tepung iles-iles ini (9,88%) lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chairu dan Sofnie (2006) pada iles-iles (*Amorphophallus campanulatus* Blumei) yaitu dengan rendemen sebesar 5,41%. Menurut Wiyani (1988), pada proses pembuatan tepung glukomanan komersial secara mekanis, setiap 7 kg umbi iles-iles segar menghasilkan 550 g tepung glukomanan, sehingga rendemen tepung glukomanan komersial yang didapat dari umbi iles-iles sebesar 7,86%. Perbedaan jenis iles-iles yang digunakan diduga menyebabkan perbedaan rendemen glukomanan yang diperoleh. Selain itu, penggunaan garam elektrolit, alkohol jenis etanol dan isopropanol, serta proses sentrifugasi diduga mampu menghasilkan glukomanan yang lebih murni dan meningkatkan jumlah rendemen.

Pati yang terkandung dalam umbi iles-iles berbentuk suspensi dengan glukomanan. Penambahan garam elektrolit, seperti NaCl (Anzel 1989), menyebabkan stabilitas suspensi menjadi terganggu, sehingga suspensi tersebut pecah dan patinya mengendap secara perlahan-lahan. Dengan penambahan gaya kecepatan putaran (sentrifugal), kandungan pati dalam umbi iles-iles akan lebih cepat mengendap. Selain itu, pengendapan juga dipengaruhi oleh kelarutan zat tersebut. Pati tidak larut dalam air dan membentuk koloidal yang akan mengendap dalam waktu yang cukup lama, tetapi dengan penambahan gaya kecepatan putar sentrifugal menyebabkan pati atau zat-zat yang tidak larut akan lebih cepat dan lebih mudah mengendap (Morris dan Morris 1976; Rabek 1983). Dalam

hal ini, glukomanan yang larut dalam air akan membentuk larutan kental, dan dengan perlakuan yang telah disebutkan sebelumnya maka pati dan glukomanan dapat dipisahkan dengan baik.

Morris dan Morris (1976) serta Rabek (1983) menyebutkan bahwa hasil ekstraksi glukomanan dari umbi iles-iles dapat dilakukan dengan menggunakan etanol dan isopropanol 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 rendah dibandingkan pati terlarut, meskipun keduanya membentuk jembatan hidrogen sehingga larut dalam air. Dengan penambahan alkohol pada air akan menurunkan polaritas larutan dan akibatnya pada rasio alkohol tertentu glukomanan akan mengendap terlebih dahulu dibandingkan pati terlarut, sedangkan pati terlarut masih membentuk ikatan dengan air. Dibandingkan dengan sifat kepolaran alkohol yang digunakan, etanol dan isopropanol mempunyai polaritas yang lebih besar dibandingkan jenis alkohol lainnya.

Karakterisasi *edible film* komposit glukomanan-maizena

Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap ketebalan edible film

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan film dalam pembentukan produk yang akan dikemasnya. Ketebalan film akan mempengaruhi permeabilitas gas. Semakin tebal *edible film* maka permeabilitas gas akan semakin kecil dan dapat melindungi produk yang dikemas dengan lebih baik. Ketebalan film juga dapat mempengaruhi sifat mekanik film yang lain, seperti *tensile strength* dan elongasi. Namun dalam penggunaannya, ketebalan *edible film* harus disesuaikan dengan produk yang dikemasnya (Kusumasmarawati 2007).

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan konsentrasi glukomanan cenderung meningkatkan ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Konsentrasi glukomanan sebesar 15% memberikan nilai ketebalan tertinggi, namun tidak berbeda nyata dengan penambahan konsentrasi glukomanan sebesar 10%. Ketebalan *edible film* dari berbagai konsentrasi glukomanan ditunjukkan pada Gambar 1.

Semakin meningkat konsentrasi bahan yang digunakan akan menyebabkan peningkatan ketebalan film (McHugh 1993). Barus (2002) menyebutkan peningkatan ketebalan terjadi disebabkan karena adanya perbedaan konsentrasi bahan pembuat film, sedangkan volume larutan film yang dituangkan ke dalam masing-masing plat sama. Hal ini mengakibatkan total padatan di dalam film setelah dilakukan pengeringan meningkat dan polimer-polimer yang menyusun matriks film juga semakin banyak.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan, *edible film* komposit maizena glukomanan mempunyai ketebalan 0,1613-0,1828 mm (Gambar 2). Peningkatan konsentrasi glukomanan menyebabkan kenaikan jumlah total padatan terlarut dalam larutan film. Hal tersebut menyebabkan ketebalan *edible film* semakin meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi glukomanan yang ditambahkan.

Menurut Anugrahati (2001), *edible film* yang dibuat dari komposit pektin albedo semangka dan tapioka memiliki ketebalan antara 0,105-0,120 mm. Komposisi *edible film* komposit dari pektin albedo semangka dan tapioka adalah pektin albedo semangka 1% (b/b pati), pati tapioka 2% (b/v), gliserol 1% (b/v), dan variasi asam palmitat 0-8%. Sementara itu, Poeloengasih (2002) melaporkan hasil penelitian *edible film* yang dibuat dari komposit protein biji kecipir dan tapioka memiliki ketebalan antara 0,096-0,104 mm. Komposisi *edible film* yang dibuat dari komposit protein biji kecipir sebesar 2,5% (b/v), tapioka 1% (b/v), sorbitol 1% (b/v), dan variasi asam palmitat 0-8%. Perbedaan ketebalan antara berbagai jenis film tersebut diduga disebabkan komposisi formula film yang berbeda.

Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap kelarutan edible film

Kelarutan film merupakan faktor yang penting dalam menentukan biodegradabilitas film ketika digunakan sebagai pengemas. Terdapat film yang dikehendaki tingkat kelarutannya tinggi atau sebaliknya, tergantung jenis produk yang dikemas (Nurjannah 2004).

Hasil pengujian kelarutan *edible film* komposit glukomanan-maizena ditunjukkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa kelarutan tertinggi dari keempat *edible film* yang dihasilkan adalah pada *edible film* dengan penambahan glukomanan sebesar 15%, namun tidak berbeda nyata dengan penambahan glukomanan 10% dan 5%. Penambahan glukomanan secara nyata mampu meningkatkan kelarutan film. Hal ini terlihat dari *edible film* kontrol (tanpa penambahan glukomanan) yang memiliki kelarutan terendah, dan berbeda nyata dengan ketiga film komposit glukomanan yang lain.

Peningkatan jumlah komponen yang bersifat hidrofilik, yaitu glukomanan dalam *edible film*, diduga yang menyebabkan peningkatan persentase kelarutan film. Manuhara (2003) menunjukkan hasil yang serupa, yaitu *edible film* dari karaginan sebesar 0,15% secara signifikan memiliki kelarutan yang lebih besar daripada *edible film* yang menggunakan karaginan 0,05%.

Menurut Rokhaniah (2003), suhu juga mempengaruhi kelarutan film. Beberapa molekul ada yang tidak larut dalam air dingin, namun dengan semakin meningkatnya suhu akan terjadi pelelehan (*chain melting*) yang memungkinkan terpenetrasinya air ke bagian yang bersifat hidrofilik.

Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap tensile strength edible film

Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa peningkatan konsentrasi glukomanan cenderung meningkatkan kekuatan regang putus (*tensile strength*) dari *edible film* yang dihasilkan. Namun berdasarkan hasil uji statistik, tidak terdapat perbedaan kekuatan regang putus yang signifikan antar keempat jenis *edible film*. Hal ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi glukomanan yang ditambahkan (5%, 10%, 15%) tidak berpengaruh nyata terhadap kekuatan regang putus *edible film* komposit glukomanan-maizena yang dihasilkan.

Hal tersebut diduga disebabkan oleh selisih konsentrasi glukomanan yang tidak begitu besar, sehingga tidak

memberikan pengaruh peningkatan kekuatan regang putus film yang signifikan. Jika dibandingkan dengan *edible film* komposit glukomanan-tapioka, *edible film* komposit glukomanan-maizena mempunyai nilai regang putus yang lebih besar. Manuhara et al. (2008) menyebutkan bahwa *edible film* komposit glukomanan-tapioka dengan konsentrasi glukomanan 1%, 2%, dan 3% (b/b pati), hanya menunjukkan kekuatan regang putus film sebesar 0,55-0,74 Mpa. Dengan demikian, semakin besar konsentrasi glukomanan yang ditambahkan, kekuatan regang putus film juga semakin meningkat karena adanya interaksi antar polimer glukomanan yang semakin kuat. Interaksi yang terbentuk tersebut selanjutnya memperkuat jaringan tiga dimensi dalam *edible film* yang dihasilkan.

Manuhara (2003) menyebutkan biasanya sifat mekanik film tergantung pada kekuatan bahan yang digunakan dalam pembuatan film, untuk membentuk ikatan molekuler dalam jumlah yang banyak dan/atau kuat. Menurut Wu dan Bates (1973), *edible film* dengan kekuatan tarik yang tinggi akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis dengan baik, sedangkan kekuatan tarik film dipengaruhi oleh formulasi bahan yang digunakan.

Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap elongasi edible film

Elongasi *edible film* yang dihasilkan dari berbagai konsentrasi glukomanan ditunjukkan pada Gambar 5. Peningkatan konsentrasi glukomanan cenderung meningkatkan elongasi (pemanjangan) *edible film* yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil uji statistik, penggunaan konsentrasi glukomanan sebesar 5% tidak berbeda nyata dengan film kontrol, namun berbeda nyata pada film dengan penambahan glukomanan 10% dan 15%. Penambahan konsentrasi glukomanan 15% memberikan elongasi terbesar dibandingkan ketiga *edible film* yang lain.

Pada umumnya, film yang terbuat dari pati mudah sekali rusak. Peningkatan konsentrasi bahan juga menyebabkan peningkatan matrik yang terbentuk, sehingga film yang dihasilkan menjadi lebih kuat. Namun, peningkatan konsentrasi bahan juga menyebabkan penurunan rasio gliserol sebagai *plasticizer* terhadap pati, sehingga mengakibatkan penurunan elongasi film apabila terkena gaya yang kemudian menyebabkan film mudah patah (Barus 2002).

Penggunaan glukomanan dalam pembuatan *edible film* justru menunjukkan hal sebaliknya. Konsentrasi glukomanan berpengaruh nyata terhadap peningkatan elongasi *edible film* seperti yang disajikan pada Gambar 5. Nilai elongasi *edible film* komposit maizena glukomanan berkisar antara 15,56-30,56%. Apabila dibandingkan dengan *edible film* yang dibuat dari komposit protein biji kecipir dan tapioka yang memiliki elongasi antara 1,68-3,48% (Poeloengasih 2002) serta *edible film* dari ekstrak daun janggolan yang memiliki elongasi 0,14-0,27% (Murdianto et al. 2005), *edible film* dari komposit maizena-glukomanan memiliki nilai elongasi yang jauh lebih besar.

Penggunaan glukomanan dalam jumlah yang lebih besar menyebabkan kemampuan mengikat air yang lebih baik, sehingga menghasilkan matriks gel yang dapat

meningkatkan persentase elongasi dari *edible film*. Sugiyama et al. (1971) menyebutkan larutan glukomanan dalam air pada temperatur ruang akan memberikan kekentalan yang tinggi. Larutan kental glukomanan dengan penambahan air kapur dapat membentuk gel. Gel yang terbentuk bersifat tidak mudah pecah.

Dari hasil penelitian ini, *edible film* yang dihasilkan dari komposit glukomanan-maizena mempunyai tingkat elongasi yang cukup baik. Krochta dan Johnston (1997) menyebutkan persentase elongasi *edible film* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan jelek jika nilainya kurang dari 10%.

Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap laju transmisi uap air edible film

Kemampuan *edible film* dalam menahan migrasi uap air dari buah merupakan sifat yang penting untuk diketahui, karena menurut Gontard et al. (1993), salah satu fungsi *edible film* adalah untuk menahan migrasi uap. Krochta et al. (1994) juga menyebutkan pada umumnya kehilangan air pada produk buah-buahan dan sayur-sayuran merupakan penyebab utama kerusakan selama penyimpanan. Kehilangan air tersebut dapat menyebabkan buah-buahan dan sayuran mengalami susut berat dan tampak layu atau berkerut sehingga kurang diminati oleh konsumen.

Dari hasil pengujian laju transmisi uap air pada Gambar 6 dapat diketahui peningkatan konsentrasi glukomanan yang cenderung menurunkan laju transmisi uap air *edible film*. Hal ini diduga karena meningkatnya molekul dalam larutan akan menyebabkan matriks film semakin banyak, sehingga film yang dihasilkan kuat dengan struktur jaringan film yang semakin kompak dan kokoh, sehingga kekuatan film untuk menahan uap air meningkat.

Selain itu, penggunaan maizena sebagai bahan pembuat *edible film* diduga mampu menurunkan laju transmisi uap air dari film yang dihasilkan. Hal ini diindikasikan dari laju transmisi uap air *edible film* komposit glukomanan-maizena yang lebih rendah daripada *edible film* komposit glukomanan-tapioka yang diteliti oleh Manuhara et al. (2008). Laju transmisi uap air *edible film* dari komposit glukomanan-tapioka berkisar antara 19,43-21,64 g/jam.m².

Hal ini disebabkan karena kandungan zein dalam maizena memiliki keunikan dibandingkan dengan tapioka, yaitu mempunyai komposisi asam amino penyusun yang sebagian besar berupa asam amino non polar seperti leusin, prolin, dan alanin (Shewry dan Mifflin 1985). Dalam air, bagian hidrofobik dari asam amino-asam amino tersebut cenderung berikatan satu dengan lainnya (Wall dan Paulis 1978).

Garcia dan Zaritzky (2000) menyebutkan bahwa migrasi uap air umumnya terjadi pada bagian film yang hidrofilik. Dengan demikian, rasio antara bagian yang hidrofilik dan hidrofobik dari komponen film akan mempengaruhi nilai laju transmisi uap air film. Semakin besar hidrofobisitas film maka nilai laju transmisi uap air film akan semakin menurun. Selain itu, meskipun miskin asam amino yang mengandung unsur S, zein memiliki cukup banyak asam glutamat. Terdapatnya gugus terminal dari asam glutamat memungkinkan terbentuknya ikatan hidrogen rantai polipeptida (Krull dan Wall 1969). Menurut

Prihatiningsih (2000), ikatan hidrogen memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap stabilitas struktur sekunder.

Laju transmisi uap air terendah terjadi pada *edible film* komposit glukomanan-maizena dengan penambahan glukomanan sebesar 15%. Dengan demikian dapat ditentukan konsentrasi penambahan glukomanan yang digunakan untuk membuat *edible film* untuk tahap aplikasi. Kriteria yang digunakan untuk menentukan konsentrasi glukomanan tersebut adalah konsentrasi glukomanan dalam *edible film* yang dapat memberikan laju transmisi uap air paling rendah, yaitu pada penambahan glukomanan sebesar 15%.

Aplikasi *edible film* komposit glukomanan-maizena pada potongan buah apel

Aplikasi dengan metode wrapping

Konsep dasar dalam memperpanjang umur simpan produk hasil pertanian pada umumnya dilakukan dengan menekan laju respirasi, transpirasi, dan laju produksi etilen (C_2H_2) serta metabolisme lain pasca pemetikan. Penghambatan laju respirasi dan produksi etilen dapat dilakukan dengan cara penyimpanan pada suhu dingin, modifikasi atmosfer, dan aplikasi bahan pelapis yang bersifat *edible* (Kader 1992, McHugh dan Krochta 1994; Pikni et al. 2004).

Edible film yang telah terpilih sebelumnya diaplikasikan dengan cara *wrapping* pada potongan buah apel, yang sebelumnya telah dicelupkan ke dalam larutan asam askorbat dan asam sitrat 0,5% selama 5 menit. Sebagai pembandingan dalam perlakuan ini adalah kontrol atau potongan buah apel yang tidak dikemas, dan potongan buah apel yang dikemas plastik Saran. Metode *wrapping* untuk aplikasi *edible film* ini dilakukan selama 4 hari dengan dilakukan penimbangan berat cawan setiap harinya. Parameter yang diamati dalam tahap ini adalah susut berat potongan buah apel selama penyimpanan.

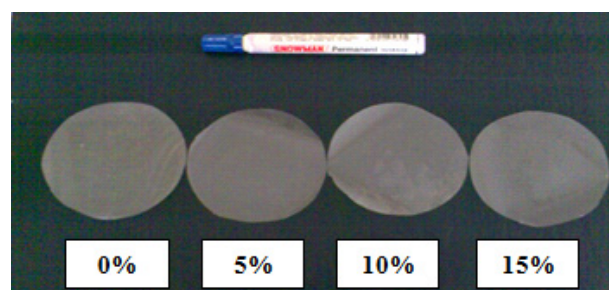
Gambar 7 menunjukkan bahwa *edible film* dari komposit glukomanan-maizena mampu menurunkan susut berat potongan buah apel selama penyimpanan dengan penurunan sebesar 0,0885 g/jam. Namun demikian, kemampuan *edible film* tersebut masih jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan plastik Saran komersial. Hal tersebut menunjukkan bahwa *edible film* dari komposit glukomanan-maizena memiliki kemampuan yang nyata dalam menghambat susut berat buah, namun tidak sebaik plastik Saran.

Layuk (2001) yang meneliti susut berat buah apel pada *wrapping* dengan *edible film* dari komposit pektin daging buah pala dan tapioka, pektin komersial, serta plastik polietilen menunjukkan hasil bahwa pada penyimpanan selama 1, 2, dan 3 hari, susut berat buah apel dengan plastik polietilen tidak memberikan pengaruh yang nyata, sedangkan buah apel yang dibungkus dengan *edible film* dari isolat maupun komersial menunjukkan susut berat yang mulai meningkat dengan semakin lamanya waktu penyimpanan. Semakin lama waktu penyimpanan, *edible film* semakin basah dan rusak, akibatnya laju transmisi uap air semakin tinggi, hal ini menyebabkan susut berat semakin meningkat.

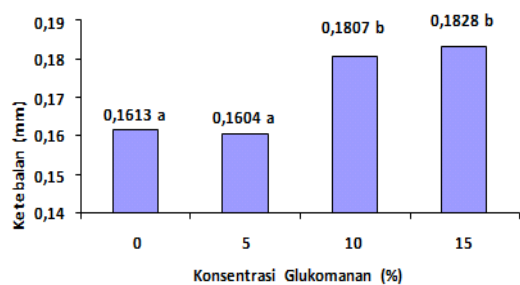
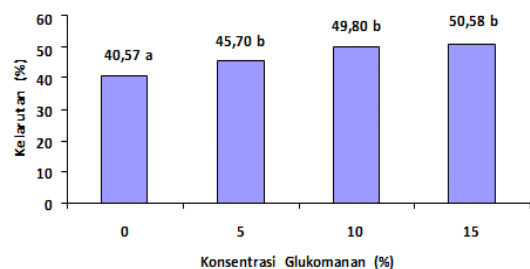
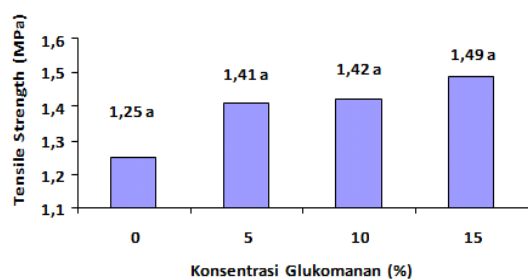
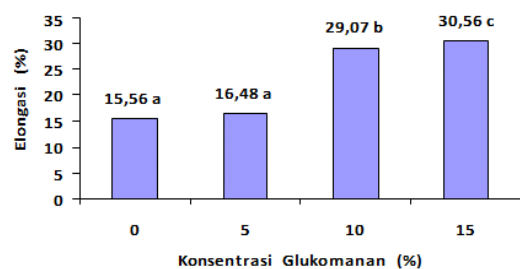
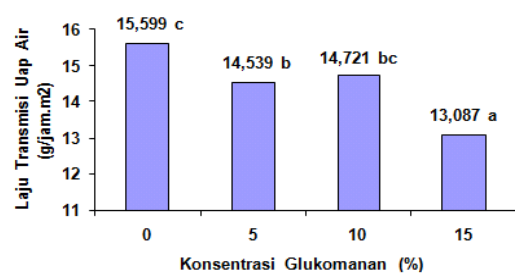
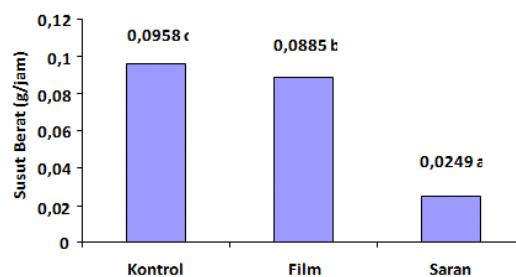
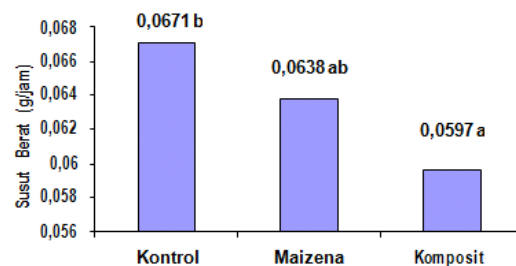
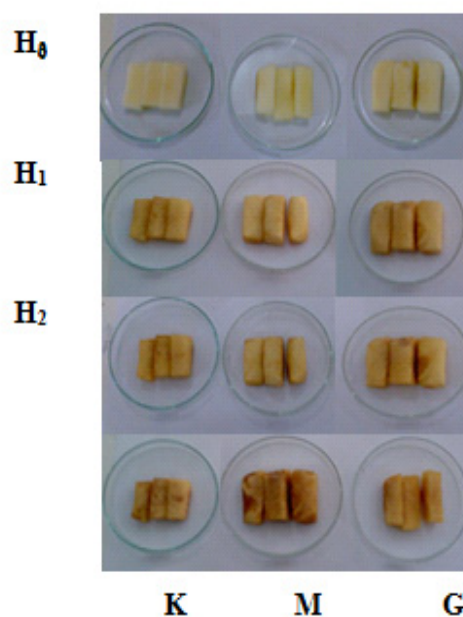
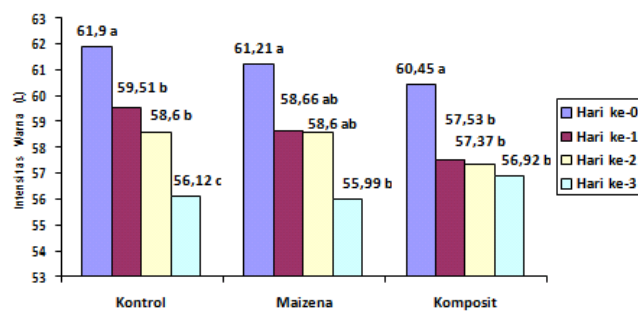
Kemampuan *edible film* dari komposit glukomanan-maizena tersebut juga masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan *edible film* dari komposit tapioka-karaginan (Manuhara 2003) dalam menahan susut berat buah anggur selama penyimpanan. Seperti yang dilaporkan oleh Manuhara (2003), kemampuan *edible film* dari komposit tapioka-karaginan dalam menahan susut berat buah selama penyimpanan sama baiknya dengan plastik Saran, yang ditandai dengan tidak adanya perbedaan nyata antara susut berat buah anggur hijau yang dikemas dengan *edible film* komposit tapioka-karaginan serta yang dikemas dengan plastik Saran.

Hal ini diduga karena buah yang digunakan dalam aplikasi tersebut merupakan buah anggur segar yang masih terdapat kulit, sedangkan pada penelitian ini, digunakan potongan buah apel yang kulitnya sudah dikupas. Tranggono dan Sutardi (1990) menyebutkan tipe permukaan buah-buahan dan jaringan di bawahnya mempunyai pengaruh yang besar terhadap kecepatan kehilangan air. Banyak jenis bahan segar yang mempunyai kulit berlilin pada permukaannya (kutikula) yang resistan terhadap aliran air atau uap air. Lapisan lilin pada kulit buah yang tersusun dari platelet tumpang tindih secara kompleks dengan struktur yang teratur memberikan retensi yang besar terhadap kehilangan air dari jaringan buah. Dengan demikian, buah yang belum dikupas kulitnya mempunyai aktivitas penghambatan kehilangan air oleh penguapan yang lebih besar daripada buah yang sudah dikupas. Faktor inilah yang diduga menyebabkan laju transmisi uap air pada *edible film* dari komposit glukomanan-maizena pada aplikasi buah apel lebih besar daripada *edible film* dari tapioka-karaginan pada aplikasi dengan buah anggur.

Di samping itu, penggunaan asam palmitat yang memiliki rantai karbon hidrofobik pada pembuatan *edible film* dari komposit tapioka-karaginan diduga mengakibatkan film tersebut menghasilkan susut berat buah yang jauh lebih rendah daripada *edible film* dari komposit glukomanan-maizena. Irianto et al. (2006) menyebutkan asam lemak dalam *edible film* dari komposit berpengaruh dalam menurunkan laju transmisi uap air karena lemak memiliki polaritas rendah dan struktur kristal yang padat.



Gambar 1. *Edible film* komposit glukomanan-maizena

Gambar 2. Ketebalan *edible film* komposit glukomanan-maizenaGambar 3. Kelarutan *edible film* komposit glukomanan-maizenaGambar 4. Kekuatan regang putus *edible film* komposit glukomanan-maizenaGambar 5. Elongasi *edible film* komposit glukomanan-maizenaGambar 6. Laju transmisi uap air *edible film* komposit glukomanan-maizenaGambar 7. Susut berat buah apel dengan metode *wrapping*Gambar 8. Susut berat buah apel dengan metode *coating*Gambar 9. Perubahan warna pada *coating* pada potongan buah apelGambar 10. Grafik perubahan warna dengan *coating* pada potongan buah apel

Layuk (2001) menyebutkan bahwa penghambatan susut berat buah banyak dipengaruhi oleh kemampuan penghambatan laju transmisi uap air (WVTR) film, sedangkan WVTR *edible film* dipengaruhi oleh sifat alami dari bahan pembuatan *edible film* itu sendiri. Hal yang serupa juga disampaikan oleh Tranggono dan Sutardi (1990) bahwa derajat penurunan kecepatan kehilangan air tergantung pada permeabilitas kemasan terhadap transfer uap air serta kerapatan isi kemasan. Semua bahan yang biasa digunakan sebagai pengemas adalah bahan yang bersifat permeabel terhadap uap air sampai batas tertentu.

Film glukomanan merupakan kelompok film hidrofilik yang sedikit menahan uap air, sedangkan plastik merupakan kelompok film hidrofobik yang menyebabkan WVTR film plastik rendah karena bersifat sebagai penahan uap air yang baik. Plastik Saran (*Cling Wrap*) adalah plastik yang dibuat dari polimer vinil klorida dengan monomer seperti ester akrilik dan kelompok karbonil. Plastik jenis ini sangat resistan terhadap oksigen, air, dan asam serta basa. Buckle et al. (1985) juga menyebutkan bahwa plastik Saran mempunyai ketahanan yang sangat baik terhadap lemak dan minyak, baik sampai sangat baik terhadap pelarut organik, sangat baik terhadap air dan asam, kecuali H_2SO_4 dan HNO_3 , serta ketahanan yang baik terhadap basa, kecuali amonia.

Krochta (1992) dan Layuk (2001) menyebutkan bahwa *edible film* yang mempunyai sifat hidrofilik sangat peka terhadap penyerapan air. Oleh karena sifat hidrofilik tersebut maka sebaiknya *edible film* digunakan sebagai pengemas primer, sehingga tidak kontak langsung dengan udara luar dan produk tidak cepat rusak.

Aplikasi dengan metode coating

Pada pengukuran susut berat buah apel dengan metode *coating*, jenis perlakuan yang dibandingkan adalah potongan apel tanpa *coating*, *coating* dengan film maizena tanpa glukomanan, dan film terpilih hasil penelitian yaitu film komposit glukomanan-maizena dengan konsentrasi glukomanan 15%. Hasil pengamatan terhadap susut berat potongan buah apel disajikan pada Gambar 8.

Kontrol berupa perlakuan potongan buah apel tanpa perlakuan *coating*. Komposisi film maizena yaitu maizena 5,2 gram dan gliserol 0,5% (b/b maizena). Komposisi film komposit yaitu maizena 5,2 gram, gliserol 0,5% (b/b maizena), glukomanan 15% (b/b maizena), dan $Ca(OH)_2$ (0,2%, b/b glukomanan). Analisis statistik dilakukan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat signifikansi 0,05. Angka yang diikuti dengan huruf/notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata.

Dari Gambar 8 dapat diketahui bahwa susut berat terbesar terjadi pada potongan buah apel tanpa *coating*, sedangkan susut berat terendah diperoleh pada potongan buah apel yang diberi perlakuan *coating* dengan film komposit glukomanan-maizena 15%.

Penggunaan glukomanan sebagai bahan dalam pembuatan *edible film*, ternyata mampu menahan susut berat potongan buah apel lebih besar dibandingkan dengan potongan buah apel yang di-*coating* dengan film maizena saja, maupun potongan buah apel yang tidak di-*coating*.

Bertambahnya susut berat buah disebabkan karena terjadi transpirasi pada potongan buah apel yaitu kehilangan air dari dalam buah melalui pori-pori. Dengan adanya glukomanan sebagai bahan film untuk *coating* pada potongan buah apel, peristiwa transpirasi buah apel tersebut dapat dikurangi. Penggunaan glukomanan dalam jumlah yang lebih besar menyebabkan kemampuan mengikat air yang lebih baik dan matriks gel yang dihasilkan juga lebih banyak, sehingga struktur jaringan film yang dihasilkan semakin kompak dan kokoh. Hal inilah yang kemudian meningkatkan kekuatan film untuk menahan uap air, sehingga dapat menghambat terjadinya susut berat pada buah.

Dibandingkan dengan kontrol, penghambatan susut berat potongan buah apel dengan metode *coating* (0,0074 g/jam) lebih besar daripada dengan metode *wrapping* (0,0073 g/jam). Hal ini diduga karena dengan metode *coating*, permukaan potongan buah apel langsung tertutupi oleh lapisan film, sehingga proses transpirasi buah apel lebih rendah, yang mengakibatkan penghambatan susut berat lebih besar.

Pengamatan warna potongan buah apel

Daya tarik buah dapat dipengaruhi oleh warna buah itu sendiri. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya perubahan warna pada buah apel yang telah dikupas dan memperpanjang kesegaran potongan buah apel adalah dengan cara *coating*.

Pada tahap ini, buah apel dipotong-potong dengan ukuran $(1,5 \times 1,5 \times 3)$ cm³, selanjutnya dicelupkan ke dalam campuran larutan asam sitrat dan asam askorbat 0,5% selama 5 menit. Buah apel selanjutnya dicelupkan ke dalam larutan film, lalu dikeringkan dengan *hair dryer* pada suhu 40°C. Pencelupan potongan buah apel ke dalam larutan film dilakukan sebanyak dua kali untuk menjamin bahwa semua bagian pada potongan buah apel tersebut terlapisi film. Potongan buah apel selanjutnya diletakkan dalam petridis dan disimpan pada stoples yang berisi *silica gel*, kemudian intensitas warnanya diamati dengan chromameter setiap hari selama 4 hari.

Pada Gambar 9 terlihat bahwa semakin lama potongan buah apel disimpan, tingkat kecerahan warna semakin menurun. Nilai L semakin menurun yang menandakan tingkat kecerahan mulai menurun. Jenis *edible film* yang digunakan dan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap warna buah apel.

Hasil uji dengan chromameter menunjukkan bahwa pada hari ke-0, potongan buah apel yang mempunyai tingkat kecerahan tertinggi adalah pada potongan buah apel kontrol (tanpa *coating*), selanjutnya pada film maizena, sedangkan tingkat kecerahan terendah adalah pada film komposit glukomanan-maizena. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa glukomanan sebagai bahan *edible film* pada aplikasi buah dengan cara *coating* mampu memberikan tingkat kecerahan yang lebih rendah dibandingkan dengan film dari maizena maupun potongan buah apel yang tidak di-*coating*. Hal ini disebabkan karena glukomanan memiliki tingkat kecerahan warna yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung maizena. Manuhara et al. (2008) menyebutkan bahwa tepung iles-iles yang dibuat

dari pengeringan umbi yang sebelumnya telah direndam dengan larutan natrium metabisulfit 1000 ppm selama 5 menit, hanya memiliki tingkat kecerahan (L) sebesar 58,29, sehingga glukomanan yang diisolasi dari tepung tersebut diduga juga memiliki tingkat kecerahan yang hampir sama. Glukomanan inilah yang kemudian diduga menyebabkan tingkat kecerahan warna potongan buah apel yang di-*coating* dengan *edible film* komposit glukomanan-maizena pada hari ke-0 menjadi lebih rendah.

Dari Gambar 10, dapat diketahui bahwa potongan buah apel tanpa *coating* dan potongan buah apel yang di-*coating* dengan film maizena, menunjukkan tingkat kecerahan warna yang tidak berbeda nyata sampai hari ke-2 pengamatan, selanjutnya terjadi penurunan kecerahan warna secara nyata. Potongan buah apel yang di-*coating* dengan film komposit glukomanan-maizena, menunjukkan perbedaan yang nyata mulai hari pertama, dan selanjutnya tidak terjadi perubahan warna yang nyata sampai hari ke-3.

Dari Gambar 10 dapat diketahui bahwa pada tahap awal, perlakuan kontrol, dan film maizena mampu mempertahankan warna potongan buah apel. Namun setelah 3 hari, terjadi penurunan kecerahan warna yang cukup besar. Layuk (2001) yang meneliti warna buah apel pada *coating* dengan *edible film* dari komposit pektin daging buah pala dan tapioka, pektin komersial, serta plastik polietilen menunjukkan hasil bahwa sampai hari ketiga tidak terjadi penurunan kecerahan warna buah apel yang nyata, baik pada film pektin isolat maupun pektin komersial. Hal ini diduga karena adanya proses pencelupan potongan buah apel pada campuran larutan asam askorbat dan asam sitrat sebelum tahap *coating*, sehingga pencokelatan dapat dikurangi pada bagian awal dan seiring dengan lama penyimpanan, efek asam askorbat akan berkurang, sehingga pencokelatan tidak dapat dicegah.

Menurut Jamrianti (2007), pencokelatan pada buah apel dan buah lain setelah dikupas disebabkan oleh pengaruh aktivitas enzim *polyphenol oxidase* (PPO), yang dengan bantuan oksigen akan mengubah gugus *monophenol* menjadi *O-hydroxyphenol*, yang selanjutnya diubah lagi menjadi *O-kuinon*. Gugus *O-kuinon* inilah yang membentuk warna cokelat. Peran asam sitrat sebagai penurun pH yang dapat mencegah pencokelatan dijelaskan oleh Lamikanra (2002). Lamikanra (2002) menyebutkan enzim *polyphenol oxidase* (PPO) bekerja maksimum pada kisaran pH antara asam sampai netral. Pada sebagian besar sayuran dan buah-buahan, enzim PPO optimum pada pH 6,0-6,5. Whitaker (1994) menyatakan bahwa aktivitas enzim PPO akan menurun pada pH 4,5. Pada penelitian lain juga pernah disebutkan oleh Richardson dan Hyslop (1985) bahwa enzim PPO inaktif pada pH 3. Meskipun demikian, Nicolas et al. (1994) menyebutkan bahwa PPO pada buah apel lebih toleran terhadap asam, dimana pada pH 3 aktivitas enzim PPO dihambat hingga 60%. Tranggono dan Sutardi (1990) menyatakan asam sitrat tidak hanya menurunkan pH medium, tetapi juga terjadi ikatan dengan Cu^{++} pada enzim. Sementara itu, peran asam askorbat menurut Tranggono dan Sutardi (1990) yaitu merubah kuinon menjadi difenol dan asam askorbat menjadi bentuk teroksidasi, dengan demikian polimerisasi dan pencokelatan dapat dihambat. Luo dan Barbosa-

Canovas (1997) juga menyebutkan bahwa asam askorbat dapat menghambat perubahan warna menjadi cokelat. Hal ini didukung oleh McHugh dan Sanesi (2000) bahwa penambahan asam askorbat dan asam sitrat pada larutan *coating* menghasilkan reduksi yang signifikan pada perubahan warna produk apel yang diproses secara minimal.

Hasil terbaik diperoleh pada potongan buah apel yang di-*coating* dengan film dari komposit glukomanan-maizena, karena pada tahap *coating* tersebut, seperti yang terlihat pada Gambar 10, dapat diketahui bahwa *coating* potongan buah apel dengan film komposit glukomanan-maizena memiliki susut berat terkecil dengan kecerahan warna yang masih tidak berbeda nyata sampai hari ke-3. Diduga adanya glukomanan, film mampu mereduksi terjadinya oksidasi yang menyebabkan pencokelatan pada potongan buah apel lebih besar dibandingkan film dengan maizena saja.

Hasil penelitian Pikni et al. (2004) terhadap warna buah nangka dengan chromameter yang di-*coating* dengan variasi suhu penyimpanan menyebutkan bahwa buah nangka yang disimpan pada suhu rendah mengalami peningkatan, baik kilap maupun warna kuning, kemudian diikuti dengan penurunan warna kuning yang berubah menjadi warna cokelat. Terjadinya peningkatan warna kuning dan kilap disebabkan karena substansi yang terdapat di dalam buah nangka yang semula tidak larut menjadi larut. Sementara itu, terjadinya perubahan warna kuning yang mengarah kepada terbentuknya warna cokelat tidak lepas dari reaksi pencokelatan, yang disebabkan oleh aktivitas enzim polifenol oksidase atau fenolase. Enzim polifenol oksidase merupakan oksida reduktase yang membutuhkan oksigen sebagai asektor hidrogennya. Enzim ini mempunyai termostabil yang rendah. Suhu penyimpanan yang terbaik adalah suhu pembekuan cepat, karena mampu mempertahankan kualitas (sifat fisik dan kimia) buah nangka terolah minimal yang di-*coating* dan disimpan selama 30 hari apabila dibandingkan dengan perlakuan suhu penyimpanan yang lain (Pikni et al. 2004).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya yaitu rendemen tepung dan glukomanan dari iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) masing-masing adalah 15% dan 9,88%. Glukomanan hasil isolasi mengandung kadar air 9,78%, total N 1,54%, lemak 0,41%, abu 3,40%, serat kasar 0,55%, dan karbohidrat (*by different*) 84,87%. Peningkatan konsentrasi glukomanan cenderung meningkatkan ketebalan, kelarutan, kekuatan regang putus, maupun elongasi *edible film* yang dihasilkan. Nilai ketebalan, kelarutan, kekuatan regang putus, maupun elongasi *edible film* tertinggi yaitu masing-masing sebesar 0,1828 mm; 50,58%; 1,49 Mpa; dan 30,56%, dihasilkan pada *edible film* dari komposit glukomanan-maizena dengan konsentrasi glukomanan 15%. Peningkatan konsentrasi glukomanan cenderung menurunkan laju transmisi uap air (WVTR) *edible film* yang dihasilkan. Laju transmisi uap air terendah dihasilkan pada *edible film*

komposit glukomanan-maizena dengan konsentrasi glukomanan sebesar 15%, yaitu sebesar 13,087 g/jam.m². *Edible film* komposit glukomanan-maizena konsentrasi 15% mampu menurunkan susut berat potongan buah apel selama penyimpanan sebesar 0,0885 g/jam. Namun demikian, kemampuan *edible film* tersebut masih jauh lebih rendah apabila dibandingkan dengan plastik Saran komersial, serta kecerahan warna buah apel yang tidak berbeda nyata sampai hari ke-3 pengamatan. Pada cara *coating*, hasil terbaik diperoleh pada film komposit glukomanan-maizena dengan konsentrasi 15%, karena memiliki susut berat terkecil yaitu sebesar 0,0597.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah S. 1992. Kajian Pembentukan Gel Glukomanan dari Umbi Iles-iles (*Amorphophallus oncophylus* Pr.) Hasil Pengendapan Glukomanan dengan Menggunakan Alkohol. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Anugrahati NA. 2001. Karakterisasi *Edible Film* Komposit Pektin Albedo Semangka (*Citrullus vulgaris* Schard) dan Tapioka. [Tesis]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Anzel HC. 1989. Pengantar bentuk sediaan farmasi. Edisi IV. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Aryadi B, Rumawas F. 2006. Percobaan Stek Daun pada Beberapa Jenis *Amorphophallus*. Departemen Budidaya Tanaman IPB, Bogor. bilygila.tripod.com. [26 Februari 2007].
- Barus SP. 2002. Karakteristik Film Pati Biji Nangka (*Artocarpus integra* Meur) dengan Penambahan CMC. [Skripsi]. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Buckle KA, Edwards RA, Fleet GH, Wooton M. 1985. UI Press, Jakarta.
- Chairu, Sofnie MC. 2006. Isolasi glukomanan dari dua jenis Araceae: Talas {*Colacasia esculenta* (L.)} dan iles-iles (*Amorphophallus campanulatus* Blumei). Berita Biologi 8(3): 171-178.
- Collison R. 1968. A dictionary of the economic products of the Malay Peninsula. Ministry of Agriculture and Cooperative, Kuala Lumpur.
- Fennema OR. 1976. Principles of food science. Marcel Dekker, Inc., Basset.
- Garcia MA, Zaritzky NE. 2000. Lipid addition to improve barrier properties of edible strach film and coating. J Food Sci 65(6): 941-947.
- Gontard N, Guilbert S, Cuq JL. 1993. Water and glyserol as plasticizer affect mechanical and water barrier properties of an edible wheat gluten film. J Food Sci 58(1): 206-211.
- Irianto HE, Darmawan M, Endang M. 2006. Pembuatan *edible film* dari komposit karaginan, tepung tapioka dan lilin lebah (*beeswax*). Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan 1(2): 93-101.
- Jamrianti R. 2007. Mencegah buah berwarna cokelat setelah pengupasan. rinrinjamrianti.multiply.com. [27 Februari 2008].
- Jansen PCM, van der Wilk C, Hettterscheid WLA. 1996. *Amorphophallus* Blume ex Decaisne. In: Flach M, Rumawas F (eds). Plant yielding non-seed carbohydrates. PROSEA: Plant Resources of South-East Asia No 9. Backhuys Publishers, Leiden.
- Kader AA. 1992. Postharvest biology and technology: An overview. In: Kader AA (ed). Postharvest Technology of Holtikultura Crops. University of California, California.
- Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO. 1994. Edible coatings and films to improve food quality. Technomis Publishing. Co. Inc., Lancaster, Bosel.
- Krochta JM. 1992. Control of mass transfer in food with edible coatings and films. Food Engineering, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Krochta, De Mulder J. 1997. Edible and biodegradable polymers film: Changes and opportunities. Food Technology 51(2): 61-74.
- Krull L, Wall JS. 1969. Relation of amino acid composition and wheat protein properties. Baker Dig 43(4): 30-39.
- Kusumasmarawati AD. 2007. Pembuatan Pati Garut Butirat dan Aplikasinya dalam Pembuatan Edible Film. [Tesis]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lahiya AA. 1993. Budidaya tanaman iles-iles dan penerapannya untuk sasaran konsumsi serta industri. Seri Himpunan Peninggalan Penulisan yang Berserakan. (Diterjemahkan oleh: Scheer JV, Dekker GHWD, Helewijn ERE). Bandung.
- Lamikanra O. 2002. Fresh-cut fruits and vegetables (science, technology, and market). CMC Press, Washington DC.
- Layuk P. 2001. Karakterisasi *Edible Film* Komposit Pektin Daging Buah Pala dan Tapioka. [Tesis]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Leach HW. 1965. Gelatinization of starch. Starch Chemistry and Technology. Volume 1. Academic Press, New York.
- Luo Y, Barbosa-Canovas GV. 1997. Enzymatic browning and its inhibition in new apple cultivars slices using 4-hexylresorcinol in combination with ascorbic acid. Food Sci 3: 195-201.
- Manuhara GJ, Bambang SA, Setyaningrum A. 2008. Ekstraksi dan karakterisasi glukomanan dari umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) untuk pembuatan *biodegradable film*. Laporan Kegiatan Program Penelitian Pemula. Provinsi Jawa Tengah.
- Manuhara GJ. 2003. Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma* sp. untuk Pembuatan *Edible film*. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- McHugh TH, Avena-Bustillos R, Krochta JM. 1993. Hydrophilic edible films: Modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. J Food Sci 58(4): 899-903. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1993.tb09387.x.
- McHugh TH, Huxsoll CC, Krochta JM. 1996. Permeability properties of fruit puree edible films. J Food Sci 61: 88-91.
- McHugh TH, Krochta JM. 1994. Sorbitol vs gliserol plasticized whey protein edible film: Integrated oxygen permeability and tensile strength evaluation. J Agric Food Chem 42(4): 841-845.
- McHugh TH, Sanesi E. 2000. Apple wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. J Food Sci 56(3): 480-485.
- Meir H. 1967. Mannan and galactomannan advance in carbohydrate. Academic, New York.
- Morris CJOR, Morris P. 1976. Separation method in biochemistry. Pitman, London.
- Murdianto W, Marseno DW, Haryadi. 2005. Sifat fisik dan mekanik edible film dari ekstrak daun janggolan (*Mesona palustris* BI). Jurnal Agrosains 18(3): 353-362.
- Nicolas JJ, Richard-Forget FC, Goupy PM et al. 1994. Enzymatic browning reactions in people and apple products. Crit Rev Food Sci Nutr 34(2): 109-157.
- Nurjannah W. 2004. Isolasi dan Karakterisasi Alginat dari Rumput Laut *Sargassum* sp. untuk Pembuatan *Biodegradable Film* Komposit Alginat Tapioka. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ohashi S, Shelo M, Walter L. 2000. Clarified konjac glucomannan. United States Patent. www.freepatentsonline.com/6162906. [26 Februari 2007].
- Ohtsuki T. 1968. Studies on reverse carbohydrates of flour *Amorphophallus* sp. with special reference to mannan. Bot Mag 81: 119-126.
- Pikni, Suparno, Santoso U. 2004. *Coating* terhadap buah nangka (*Artocarpus heterophylla* L.) terolah minimal yang disimpan pada suhu rendah dan suhu beku. Jurnal Agrosains 17(2): 271-286.
- Poeloengasih CD. 2002. Karakterisasi *Edible Film* Komposit Protein Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* (L., DC) dan Tapioka. [Tesis]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Prihatiningsih N. 2000. Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Asam Palmitat terhadap Ketebalan Film dan Sifat Mekanik *Edible Film* dari Zein. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rabek JF. 1983. Experimental method in polymer chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- Richana N, Sunarti TC. 2004. Karakterisasi sifat fisikokimia tepung umbi dan tepung pati dari umbi ganyong, suweg, ubi kelapa, dan gambili. Pascapanen 1(1): 29-37.
- Richardson T, Hyslop DB. 1985. Enzymes. In: Fennema OR (ed). Food Chemistry, 2nd edition. Marcel Dekker, New York.
- Rokhaniah. 2003. Isolasi dan Karakterisasi Pati Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk) untuk Pembuatan *Biodegradable Film*. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Shewry PR, Mifflin BJ. 1985. Seed storage proteins of economically important cereals in advances in cereal science and technology, Volume 7. In: Pomeranz Y (ed). American Association of Cereal Chemists. Inc., St. Paul.
- Sugiyama N, Shimara H, Andah T. 1971. Studies on mannan and related compounds I. The Purification of Konjac Mannan. Bull Chem Soc Jpn 45(2): 561-563.

- Suryaningrum DTH, Jamal B, Nurochmawati. 2005. Studi pembuatan *edible film* dari karaginan. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 11(4): 1-13.
- Susilowati ED. 2001. Komposisi Kimia Berbagai Tepung Iles-iles dan Kekakuan Gel Tepung Iles-iles *Amorphophallus variabilis* dengan Variasi Tambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tipson RS. 1975. Advances in carbohydrate chemistry and biochemistry. Academic, New York.
- Tranggono, Sutardi. 1990. Biokimia dan teknologi pasca panen. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wahid AS, Richana N, Djamaluddin C. 1992. Pengaruh umur panen dan pemupukan terhadap hasil dan kualitas ubikayu varietas Gading dan Adira-4. Titian Agronomi. Buletin Penelitian Agronomi, Volume 1.
- Whitaker JR. 1994. Principles of enzymology for the food sciences, 2nd edition. Marcel Dekker, New York.
- Wiyani L. 1988. Ekstraksi dan Karakterisasi Mannan dari Umbi Iles-iles Putih (*Amorphophallus variabilis* B.). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wu LC, Bates RP. 1973. Soy protein lipids film, optimum of film formation. J Food Sci 37: 40-44.
- Yudiani E. 1994. Pengaruh Perendaman Irisan Umbi dalam Larutan NaHSO_3 Terhadap Derajat Keputihan dan Kadar Glukomanan Tepung Iles-iles. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.