TAPIOKA SEBAGAI BAHAN KEMASAN LAYAK-SANTAP

oleh:

Triyanto Hadisoemarto, Hendartini, Zoherly*

Edible Film from Raw Tapioca

Abstract

Experiments showed that edible films developed from raw tapioca could not be removed from the glass plates on which they were formed; but the various mixture of tapioca-amylose could be easily removed. In general, the films prepared from those mixture are stable in condition, non toxic, good tensile strength and elongation, with water vapour transmission rate (WVTR) in the range of 294.0 – 564.5 g/m².day.

The data indicated a trend that the increase of amylose content, will higher the tensile strength but lower the elongation, The optimum condition of the experiments was the mixture of 5 grams of raw tapioca and 2 grams of amylose.

Intisari

Percobaan memperlihatkan bahwa film layak-santap yang dibuat dari tapioka sebagai bahan tunggal ternyata sangat sulit untuk dikelupas dari lempeng kaca pembentuknya; namun dengan berbagai variasi penggunaan tapioka-amilosa, film yang dihasilkan mudah dikelupas. Secara umum lembaran film yang dihasilkan memiliki sifat yang stabil, tidak toksik, kuat tarik dan kemuluran memadai, dengan rentang hasil uji laju transmisi uap air (LTUA) antara 294,0 – 564,5 g/m².24jam.

Terdapat indikasi bahwa naiknya kadar amilosa cenderung akan meningkatkan sifat kuat tarik, namun kemuluran cenderung turun. Kondisi optimal pada percobaan ini adalah campuran 5 gram tapioka dengan 2 gram amilosa.

PENDAHULUAN

Kemasan layak-santap (*edible packaging*) adalah jenis kemasan yang terbuat dari satu atau beberapa jenis bahan tara-pangan (*food grade*), dan dapat disantap bersama produk pangan yang dikemas tanpa menimbulkan pengaruh yang membahayakan. Aplikasinya dapat berbentuk lembaran film (*edible film*) atau dalam bentuk proses salut (*edible coating*). Selama beberapa tahun terakhir ini, penelitian mengenai kemasan layak-santap makin banyak dilakukan orang dengan motivasi yang beragam. Makin tingginya tingkat kepedulian konsumen terhadap kesehatan, mutu produk pangan, kenikma-

tan serta keselamatan, memberikan tantangan baru bagi para pengolah produk pangan untuk memanfaatkan kemasan layak santap sebagai solusinya. Sementara itu, para peneliti telah banyak pula memanfaatkan sumber daya alam yang cukup melimpah dan selama ini dianggap tidak berguna, menjadi bahan utama kemasan layak-santap. Tapioka merupakan hasil bumi Indonesia yang cukup potensial; menurut catatan Badan Pusat Statistik jumlah produksi tahun 1999 mencapai lebih dari 756 ribu ton, namun penggunaannya dalam industri relatif masih kecil, dan dijual di pasar tradisional dengan harga yang sangat murah. Walaupun termasuk jenis poli-

*) Ketiganya Staf Peneliti Balai Besar Kimia dan Kemasan

sakarida, namun penelitian pemanfaatan tapioka sebagai bahan kemasan layak-santap tidak banyak dilakukan orang. Secara umum, sifat pati memang kurang menjanjikan, seperti dinyatakan oleh Smith, 1984, bahwa pati alam (*raw starches*) tidak memiliki sifat-sifat fungsional yang diperlukan oleh peralatan proses modern (6). Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari karakteristik lembaran film yang dihasilkan dari tapioka, khususnya dengan penambahan variasi amilosa sebagai kemasan layak-santap.

TINJAUAN UMUM

Penggunaan kemasan layak-santap (*edible packaging*) baik berbentuk film (*edible film*) maupun dalam bentuk proses salut (*edible coating*) untuk memperpanjang umur simpan produk pangan, sudah lama dikenal orang. Sebagai contoh, pelapisan makanan dengan lemak telah banyak dilakukan di Inggris pada abad ke-16, sementara proses pelapisan produk pangan dengan *wax* dan gelatin telah dipatenkan pada tahun 1800-an (5). Pada prinsipnya, bahan-bahan yang dapat digunakan untuk kemasan layak santap terdiri atas tiga kategori utama, yaitu (1) :

- polisakarida, misalnya derivat selulosa, jenis pati dan derivatnya, karagenan, alginat, pektinat dan chitosan;
- protein, misalnya kolagen, gelatin, casein, *whey protein*, *corn zein*, gluten gandum, dan protein kedelai;
- jenis lipid yang layak-santap, misalnya *carnauba wax*, *candelilla wax*, *beeswax*, *shellac*, *triglycerides*, *fatty acids*, *fatty alcohols*.

Karena lipid bukan merupakan polimer, umumnya tidak dapat dibuat lembaran film secara tunggal, tetapi harus dalam bentuk komposit dengan bahan lainnya. Lipid memiliki sifat kedap air yang sangat

baik, disamping menimbulkan kilap pada lembaran film yang dihasilkan. Polisakarida dapat diperoleh dari berbagai sumber alami seperti telah disebutkan diatas, dan *Food and Drug administration (FDA)*, 1991, mengklasifikasikannya baik sebagai bahan tambahan makanan (*food additives*) maupun sebagai bahan yang secara umum dinyatakan aman (*generally regarded as safe, GRAS, substances*); sedangkan peraturan dan penggunaan khusus dari jenis polisakarida ini diuraikan dalam *Code of Federal Regulations (CFR)*. Karena kemampuannya untuk larut di dalam air, jenis polisakarida ini biasa disebut pula sebagai *gums* atau hidrokoloid (6). Lembaran film yang dibuat dari jenis polisakarida baik alami maupun yang telah dimodifikasi umumnya sangat sensitip terhadap air, ditandai dengan tingginya hasil uji laju transmisi uap air (LTUA, atau *water vapour transmision rate, WVTR*). Untuk memperoleh sifat kedap air yang baik, polisakarida umumnya perlu dikombinasikan dengan bahan lain, misalnya lembaran film yang dibuat dari derivat selulosa dan lipid dengan air etanol sebagai pelarutnya, memiliki sifat yang sangat kedap terhadap air (1). Ikatan hidrogen pada polisakarida dan protein akan menghasilkan lembaran film yang memiliki sifat :

- permeabilitas yang tinggi terhadap air;
- pada RH rendah, memiliki permeabilitas yang rendah terhadap oksigen;
- pada RH tinggi memiliki sifat fisik dan sifat kedap (*barrier*) yang cukup memadai.

Pati, jenis polisakarida yang terdapat hampir disemua tanaman merupakan hidrokoloid makanan yang paling banyak digunakan, baik yang masih bersifat

alami maupun yang telah dimodifikasi. Hal ini terutama disebabkan karena sifatnya yang serba guna, disamping harganya yang relatif murah. Pati dapat dihasilkan dari jenis umbi-umbian (kentang, tapioka), batang (sagu), dan biji-bijian (jagung, gandum, padi), terdiri dari serbuk-serbuk halus dengan berbagai ukuran, tidak larut dalam air disebabkan oleh adanya ikatan hidrogen pada rantai polimernya. Di dalam pemanasan, serbuk (granula) secara perlahan mengembang dan menyerap air karena terlepasnya ikatan hidrogen. Di dalam serbuk pati terdapat dua jenis polimer yang memiliki sifat berbeda, yaitu amilosa yang berbentuk polimer linier dan amilopektin dengan bentuk polimer bercabang. Setiap jenis pati alami memiliki karakteristik yang berbeda, tergantung dari struktur dan komposisi granulanya (tabel 1). Polimer linier seperti amilosa, selulosa, dan mannan cenderung untuk bersifat kristal dan tidak larut dalam air, namun memiliki sifat pembentukan film yang baik. Dikembangkannya jenis pati jagung dengan kadar amilosa tinggi pada tahun 1950-an, mendorong berkembangnya penelitian

jenis pati ini sebagai bahan kemasan layak-santap. Penggunaan amilosa dalam pembuatan lembaran film memerlukan suhu dan tekanan yang cukup tinggi, atau perlu dilakukan proses kimiawi untuk mengubah amilosa menjadi amilosa-hidroksipropil yang memiliki sifat yang mudah larut (4). Lembaran film yang dibuat dari amilosa memiliki sifat isotropik, tak berbau, nir-rasa, tak berwarna dan tidak beracun, disamping sifat fisik dan kimianya setara dengan film plastik. Secara umum dapat dikatakan, apabila sifat viskositas, stabilitas dan *thickening power* diperlukan, maka digunakan amilopektin; sedangkan untuk pembentukan lembaran film perlu adanya amilosa (6). Untuk menjamin agar produk pangan tetap aman, stabil dan enak, maka perilaku air di dalam produk tersebut harus dikendalikan. Mekanisme yang paling dominan untuk proses perpindahan air di dalam produk pangan adalah difusi uap air yang timbul akibat berbedanya aktifitas air (a_w) antar produk pangan dengan lingkungannya, dan atau antara komponen produk pangan itu sendiri (5). Perpindahan uap air antar produk pangan

Tabel 1. Sifat Umum Berbagai Jenis Pati

Jenis	Suhu Gelatinasi, °C	Ukuran Granula, μm	Kelarutan	Pasta Pati		Kadar Amilosa, %
				Tekstur	Kebeningan	
Jagung	62 – 72	10 – 25	25	gel	<i>opaque</i>	24
Gandum	52 – 63	5 – 45	41	lembut	<i>cloudy</i>	25
Kentang	56 – 66	15 – 100	82	lembut, kohesif	sangat bening	20
Tapioka	58,1 – 70	10 – 35	48	kohesif	bening	16,7
Sagu	74	15 – 70	39	lembut, kohesif	agak bening	25,8

Sumber: Casey, *Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology*, 1981

dan lingkungan dapat diatasi dengan menggunakan jenis kemasan yang bersifat kedap air, sedangkan antar komponen produk pangan dapat digunakan jenis kemasan layak-santap yang bersifat kedap air sebagai alat pemisahannya. Aktifitas air dapat juga digunakan untuk menentukan tingkat stabilitas lembaran film layak-santap; pada umumnya film yang memiliki nilai a_w diatas 0,8 bersifat tidak stabil.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan:

Tepung Tapioka (diperoleh dari pasar, spesifikasi tidak diketahui); tepung Amilosa (BDH); etanol teknis; air minum dalam kemasan (AMDK); gliserol.

Alat:

Gelas piala; gelas ukur; neraca analitis; termometer; *hot magnetic stirrer* dan lempeng-kaca.

Rancangan Percobaan

Tapioka sebagai bahan tunggal untuk pembuatan lembaran film dengan gliserol sebagai *plasticizer* telah dicoba, baik menggunakan air sebagai bahan pelarutnya maupun campuran air dan etanol dalam berbagai konsentrasi. Namun semua percobaan menghasilkan lembaran film diatas lempeng-kaca yang memiliki sifat kohesif cukup tinggi sehingga sangat sulit untuk dikelupas. Dengan asumsi bahwa meningkatnya kadar amilosa akan membantu terbentuknya lembaran film yang mudah dikelupas, maka percobaan selanjutnya dilakukan dengan kombinasi tapioka-amilosa sebagai bahan utamanya:

Tapioka, T : 3 – 5 – 7 gram

Amilosa, A : 1 – 2 – 3 gram

Rancangan percobaan yang digunakan adalah desain faktorial. Tepung tapioka dan amilosa yang sudah ditentukan beratnya dilarutkan dalam campuran 90 ml air dan 30 ml etanol. Pemanasan dan pengadukan dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer*; dan pada saat hampir mencapai suhu gelatinasi ($60 - 65^{\circ}\text{C}$) ditambahkan gliserol sebanyak 30% dari berat bahan. Adonan yang sudah mengental dituangkan diatas lempeng-kaca secara merata dan dikeringkan pada suhu kamar, kemudian dikelupas untuk mendapatkan lembaran film. Lembaran film yang dihasilkan dikondisikan pada suhu 23°C dan RH 65% minimal selama 24 jam; kemudian dilakukan pengujian terhadap tebal, kuat-tarik dan kemuluran, laju transmisi uap air (LTUA), aktifitas air (a_w), serta uji toksisitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian selengkapny dapat dilihat pada tabel 2.

Kuat Tarik

Dari hasil analisa sidik ragam untuk uji kuat tarik (tabel 3), tampak bahwa baik tapioka, amilosa, maupun interaksi antara keduanya pada tingkat ketelitian 5%, berpengaruh sangat signifikan terhadap besarnya kuat tarik. Dengan asumsi bahwa kadar amilosa pada tapioka adalah 16,7% (tabel 1), maka dapat dihitung kadar amilosa total pada tiap perlakuan (tabel 2), dan berdasarkan kadar amilosa (x) tersebut serta nilai rata-rata hasil uji kuat tarik (y_1), diperoleh persamaan regresi linier:

$$y_1 = 3,14 + 0,71 x \text{ dengan koefisien}$$

korelasi $r_1 = 0,77$
Hal ini mengindikasikan adanya korelasi
yang sangat kuat antara kadar amilosa

dengan hasil uji kuat tarik, dengan kecenderungan makin tinggi kadar amilosa, makin tinggi pula nilai kuat tariknya

Tabel 2. Hasil Percobaan Tapioka Sebagai Kemasan Layak-Santap

No.	Perlakuan	Harga Bahan Rp/g (*)	Kadar Amilosa % (**)	Tebal Mm	Kuat Tarik kgf/cm ²	Kemuluran %	LTUA g/m ² /24j	a _w
1	T ₁ A ₁	326,7	37,53	0,108	37,04	28,43	515,2	0,761
				0,087	41,38	20,19	516,5	0,731
				0,122	38,50	28,71		
2	T ₂ A ₁	218,3	30,58	0,183	20,04	39,42	484,0	0,676
				0,173	19,23	39,62	476,6	0,745
				0,165	20,20	42,72		
3	T ₃ A ₁	164,4	27,11	0,235	25,54	36,80	470,0	0,639
				0,176	22,72	33,00	413,8	0,677
				0,238	19,61	33,00		
4	T ₁ A ₂	521,3	50,02	0,146	42,95	15,53	503,5	0,725
				0,147	42,98	19,42	564,5	0,739
				0,144	44,59	22,33		
5	T ₂ A ₂	373,0	40,50	0,195	23,76	42,94	294,0	0,668
				0,177	25,23	47,52	319,6	0,673
				0,178	28,50	38,23		
6	T ₃ A ₂	290,6	35,21	0,232	25,86	44,00	416,3	0,768
				0,216	23,15	47,71	385,0	0,627
				0,229	21,83	36,36		
7	T ₁ A ₃	651,1	58,35	0,155	35,27	16,50	378,8	0,596
				0,150	40,44	19,23	474,7	0,598
				0,149	40,27	19,05		
8	T ₂ A ₃	489,0	47,94	0,258	38,73	31,73	333,1	0,630
				0,260	38,96	32,69	314,6	0,634
				0,266	37,09	27,26		
9	T ₃ A ₃	391,5	41,69	0,094	39,92	19,56	346,2	0,705
				0,129	39,90	19,42	303,5	0,759
				0,096	36,11	21,88		

catatan:

T₁ - Tapioka, 3 g
T₂ - Tapioka, 5 g
T₃ - Tapioka, 7 g

A₁ - Amilosa, 1 g
A₂ - Amilosa, 2 g
A₃ - Amilosa, 3 g

Gliserol, 30%
Larutan: air 90 ml + alkohol 30 ml
suhu gelatinasi: 65 °C

(*) dihitung berdasarkan harga tapioka Rp 2,20/g dan amilosa Rp 1300,-/g; nilai yang diperoleh hanya digunakan untuk keperluan uji banding, tidak memperhitungkan biaya bahan lainnya.

(**) dihitung dengan asumsi kadar amilosa untuk tapioka 16,7 % (Casey, 1981)

Tabel 3. Analisa Sidik Ragam Uji Kuat Tarik

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	F _{0,05}
Replikasi	2	3,06	1,53		
Tapioka, T	2	900,51	450,26	94,99**	3,63
Amilosa, A	2	603,35	301,68	63,65**	3,63
Interaksi, TA	4	454,81	113,70	23,99**	3,01
Residual	16	75,77	4,74		
Total	26	2037,50			

Tingkat ketepatan dari persamaan ini tidak terlalu tinggi, hanya sekitar 60% seperti dinyatakan oleh besarnya koefisien determinasi, r^2 .

Kemuluran

Sementara itu, hasil analisa sidik ragam untuk uji kemuluran (tabel 4) memperlihatkan adanya keterkaitan yang cukup signifikan antara tapioka, amilosa serta interaksi keduanya terhadap sifat kemuluran lembaran film yang dihasilkan. Hasil analisa regresi linier antara kadar amilosa (x) dan nilai kemuluran (y_2) memberikan hubungan:

$$y_2 = 58,92 - 0,69 x \text{ dengan koefisien korelasi } r_2 = - 0,67$$

hal ini menunjukkan adanya korelasi yang cukup signifikan antara kadar amilosa dengan sifat kemuluran dari lembaran film yang dihasilkan. Tanda negatif pada koefisien korelasi menyatakan adanya kecenderungan bahwa makin tinggi kadar amilosa, maka nilai kemuluran akan menurun. Seperti halnya dengan kuat tarik, persamaan regresi untuk kemuluran inipun memiliki tingkat ketepatan yang rendah, yaitu hanya sekitar 45% sesuai dengan besarnya koefisien determinasi. Kondisi optimum akan dicapai pada titik potong antara kedua garis regresi tersebut, yaitu pada kadar amilosa (x) = 39,84% atau dapat dianggap setara dengan kadar amilosa 40,50% pada kondisi perlakuan T₂A₂.

Tabel 4. Analisa Sidik Ragam Uji Kemuluran

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	F _{0,05}
Replikasi	2	4,81	2,41		
Tapioka, T	2	1346,04	673,02	49,56**	3,63
Amilosa, A	2	758,53	379,27	27,43**	3,63
Interaksi, TA	4	369,70	92,43	6,81*	3,01
Residual	16	217,22	13,58		
Total	26	2696,30			

Laju Transmisi Uap Air (LTUA)

Hasil analisa sidik ragam uji LTUA memperlihatkan adanya pengaruh yang nyata dari tapioka, amilosa, maupun interaksi antara keduanya (tabel 5). Namun fluktuasi perubahan yang diperoleh tidak menunjukkan adanya kecenderungan tertentu, sehingga sulit untuk diramalkan. Secara umum dapat dikatakan bahwa rentang hasil uji LTUA antara 294,0 – 564,5 g/m².24 jam dari lembaran film tapioka – amilosa ini cukup memadai untuk jenis film polisakarida dengan fluktuasi yang tidak terlalu beragam dibanding dengan lembaran film selopan (bukan layak-santap) misalnya, dengan LTUA berkisar antara 310 – 1550 g/m².24jam; atau setara lembaran film layak-santap yang dibuat dari derivat selulosa HPMC-PEG, dengan LTUA 480 g/m².24jam dan metilselulosa (463,2 g/m².24jam); namun masih terlalu tinggi bila dibanding dengan lembaran film layak-santap kedap air yang dibuat dari emulsi asam stearat-asam palmitat, C₁₈ – C₁₆ E dengan LTUA 3,05 g/m².24 jam, atau lembaran plastik LDPE dengan LTUA 2,6 g/m².24 jam (3,5). Dengan demikian, pada kondisi optimum (T₂A₂) nilai LTUA rata-rata yang dimiliki (306,8 g/m².24jam) sedikit lebih baik dibanding dengan lembaran HPMC-PEG atau metilselulosa.

Aktifitas Air

Aktifitas air (a_w) didefinisikan sebagai nilai banding antara tekanan uap air pada

suatu produk pangan (p) terhadap tekanan uap air jenuh pada suhu yang sama (p_0), atau $a_w = p/p_0$. Konsep ini terkait dengan *equilibrium relative humidity* (ERH), dimana $ERH = 100a_w$. Dalam hal ini a_w merupakan sifat intrinsik dari produk pangan, sedangkan ERH adalah kondisi atmosfer dalam keadaan seimbang dengan produk pangan tersebut. Nilai a_w produk pangan segar umumnya berkisar sekitar 0,99 dan laju penurunan mutu produk pangan sangat tergantung pada besarnya nilai a_w , makin kecil nilai a_w , makin tinggi tingkat stabilitas mutu dan keawetannya (7). Sebagai contoh, nilai a_w untuk gula pasir adalah 0,45 – 0,51 dan susu bubuk 0,35 – 0,40 (data lab. BBKK). Sedangkan hasil uji aktifitas air a_w dari lembaran film tapioka-amilosa berkisar antara 0,596 – 0,768, dan karena nilainya kurang dari 0,8 maka dapat dianggap bahwa secara umum lembaran film ini memiliki sifat yang cukup stabil. Tingkat stabilitas ini makin mantap pada lembaran pada kondisi optimum (T₂A₂) dengan a_w rata-rata 0,67.

Toksisitas

Uji toksisitas akut terhadap lembaran film tapioka – amilosa dilakukan di laboratorium uji Badan Pengawasan Obat dan Makanan, dengan menggunakan mencit jantan dan betina. Laporan uji menyebutkan bahwa hingga dosis 5,0 g/kg tidak terjadi kematian maupun gejala toksisitas pada kedua jenis hewan

Tabel 5. Analisa Sidik Ragam Uji LTUA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F _{hitung}	F _{0,05}
Replikasi	1	40,8	40,8		
Tapioka, T	2	51721,0	25860,5	20,83**	4,46
Amilosa, A	2	43855,8	21927,9	17,67**	4,46
Interaksi, TA	4	19871,2	4967,8	4,00*	3,84
Residual	8	9930,5	1241,3		
Total	17	125419,3			

jantan dan betina tersebut; maka LD₅₀ zat uji diestimasikan lebih besar dari 5,0 g/kg bobot badan mencit. Berdasarkan klasifikasi toksisitas, suatu zat dinyatakan praktis tidak toksik apabila nilai LD₅₀ = 5 – 15 g/kg bobot badan hewan; sehingga dapat disimpulkan bahwa lembaran film tapioka-amilosa tidak bersifat toksik.

Rangkuman

Sebagai rangkuman hasil penelitian ini adalah: Kondisi optimal: T₂A₂ (tapioka 5 g – amilosa 2 g), dengan kadar amilosa total 40,50% Sifat lembaran film yang dihasilkan:

tebal, mm	: 0,177 – 0,195	rata-rata 0,183
kuat tarik, kgf/cm ²	: 23,76 – 28,50	rata-rata 25,83
kemuluran, %	: 38,23 – 47,52	rata-rata 42,90
LTUA, g/m ² .24 jam	: 294,0 – 319,6	rata-rata 306,8
aktivitas air (a _w)	: 0,668 – 0,673	lembaran film stabil.

toksisitas : tidak toksik

KESIMPULAN

1. Lembaran film yang dibuat dari tapioka sebagai bahan tunggal ternyata memiliki sifat kohesif yang sangat kuat, sehingga sulit untuk dikelupas dari lempeng-kaca yang digunakan. Penambahan kadar amilosa pada tapioka dapat mempermudah proses pengelupasan, serta menghasilkan lembaran film yang baik.
2. Secara umum lembaran film yang dihasilkan dari campuran tapioka-amilosa memiliki sifat yang stabil dan tidak toksik, dengan rentang hasil uji LTUA antara 294,0 – 564,5 g/m².24 jam.
3. Terdapat indikasi bahwa makin tinggi kadar amilosa total, kuat tarik cenderung naik, sedangkan kemuluran cenderung turun. Kondisi optimal dicapai pada campuran 5 g tapioka dan 2 g amilosa, dengan kadar amilosa total sekitar 40,50%.

Sifat LTUA rata-rata dari lembaran film yang dihasilkan pada kondisi ini adalah 306,8 g/m².24jam, sedikit lebih baik dibanding dengan lembaran derivat selulosa, khususnya HPMC-PEG dan metilselulosa. Sementara nilai kuat tariknya 25,83 kgf/cm², kemuluran 42,90 % dan aktivitas air a_w = 0,67.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan, khususnya untuk mencari bahan pengganti amilosa yang harganya sangat mahal. Disamping itu perlu dipertimbangkan penelitian untuk mengembangkan jenis tanaman singkong dengan kadar amilosa tinggi, seperti halnya yang telah dilakukan orang terhadap tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brody, A.L, Marsh, K.S., Encyclopedia of Packaging Technology, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., 1997.
2. Casey, J.P., Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology, 3rd edition, Vol. III, A Willey-Interscience Publication, New York, 1981.
3. Cole, R.E, Flexible Retail Packs, A Literature Review, Pira International, UK, 1996.
4. Hui, Y.H., Encyclopedia of Food Science and Technology, Volume 2, A Willey-Interscience Publication, New York, 1992.
5. Kamper S., Fennema O., Water Vapor Permeability of Edible Bilayer Films, Journal of Food Science, Vol. 49, '84.
6. Myrna O. Nisperos-Carriedo, Edible Coatings and Films Based on Polysaccharides, Food Research Institute, Dept. of Agriculture, Werribee, Victoria, Australia, 1994.
7. Robertson, G.L., New Techniques for Extending Product Shelf Life, Asian Packaging Congress, Jakarta, 1990.