

SIFAT FISIK, MEKANIK DAN *BARRIER EDIBLE FILM* BERBASIS PATI UMBI KIMPUL (*Xanthosoma sagittifolium*) YANG DIINKORPORASI DENGAN KALIUM SORBAT

Physical, Mechanical and Barrier Properties of *Xanthosoma sagittifolium* Starch-Based Edible Film Incorporated with Potassium Sorbate

Warkoyo¹, Budi Rahardjo², Djagal Wiseso Marseno³, Joko Nugroho Wahyu Karyadi²

¹Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang 65144

²Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

³Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Email: warkoyo_umm@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan dasar *edible film*, karena pati merupakan senyawa hidrokoloid, sebagai sumber daya alam yang dapat diperbaharui, tersedia secara luas dan mudah didapat. Kandungan amilosa pati umbi kimpul cukup tinggi (35,34%), dua kali lebih besar dibandingkan amilosa pati ubi kayu, memungkinkan untuk menghasilkan *edible film* yang kuat dan fleksibel. Keberadaan kalium sorbat dalam *edible film* dengan jumlah yang berbeda akan menghasilkan sifat yang berbeda pula. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik, mekanik dan *barrier edible film* aktif akibat variasi konsentrasi pati umbi kimpul dan kalium sorbat. *Edible film* yang dihasilkan mempunyai karakter kuat tarik 0,399-1,390 MPa, persen pemanjangan 14,943-31,647%, ketebalan 0,065-0,081 mm, WVTR 10,095-15,247 g.mm/m².hari, kelarutan 27,126-59,846% dan transparansi 0,719-1,063. Penambahan pati menyebabkan kuat tarik, ketebalan, laju transmisi uap air, dan kehalusan permukaan *edible film* meningkat, tetapi kelarutannya dalam air menurun, sedangkan penambahan kalium sorbat dalam *edible film* menyebabkan persen pemanjangan dan laju transmisi uap air meningkat, tetapi kuat tariknya menurun.

Kata kunci: Edible film aktif, pati umbi kimpul, sifat fisik, mekanik dan *barrier*

ABSTRACT

Xanthosoma sagittifolium starch has the potential to be developed as a base for edible film, because it was hydrocolloid compound, as well as renewable natural resources, widely available and easy to obtain its. High amylose content of *X. sagittifolium* starch (35.34%), twice than cassava starch, so that it possible to produce strong and flexible edible film. The presence of the active ingredient in edible film with different it kinds and amounts would produce different properties too. The purpose of this study was to evaluate the physical, mechanical and barrier properties of active edible film due to variation of concentration of starch and potassium sorbate. Edible films have produced characteristics for tensile strength from 0.399 to 1.390 MPa, elongation from 14.943 to 31.647%, thickness from 0.065 to 0.081 mm, water vapor transmission rate from 10.095 to 15.247 g.mm/m².day, solubility from 27.126 to 59.846% and transparency from 0,719 to 1,063. To increase starch made elevation of edible film tensile strength, thickness, WVTR, and the smoothness, as well as decrease its water solubility, while increasing potassium sorbate would increase elongation and WVTR, as well as decrease the tensile strength.

Keywords: Active edible film, *X. sagittifolium* starch, physical, mechanical and barrier properties

PENDAHULUAN

Edible film aktif merupakan salah satu teknologi non-termal yang dapat memberikan jaminan kualitas produk pangan yang dikemas. *Edible film* adalah bahan pengemas organik yang terbuat dari senyawa hidrokoloid dan lemak, atau kombinasi keduanya. Senyawa hidrokoloid yang dapat digunakan adalah protein dan karbohidrat, sedangkan lemak yang dapat digunakan adalah lilin/wax, gliserol dan asam lemak. Pati sebagai senyawa hidrokoloid, merupakan polimer yang secara alamiah terbentuk dalam berbagai sumber botani/nabati seperti gandum, jagung, kentang, dan tapioka. Pati sebagai sumber alam yang dapat diperbarui tersedia secara luas dan mudah mendapatkannya (Fama dkk., 2005).

Pemanfaatan pati sebagai bahan baku pembuat *edible film* memiliki kemampuan yang baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida, minyak, dan meningkatkan kesatuan struktur produk. Adapun kelemahannya sebagaimana umumnya polisakarida dan hidrokoloid lainnya, pati mempunyai sifat hidrofilik, dan apabila pati digunakan sebagai bahan baku pembuat *edible film* akan menghasilkan film yang rapuh, permeabilitas uap air tinggi, dan kurang fleksibel, sehingga diperlukan usaha untuk memperbaikinya, salah satunya adalah dengan penambahan *plasticizer* agar elastis. Myllarinen dkk. (2002) melaporkan bahwa pati jagung amilosa tinggi (HACS) dapat menghasilkan film yang kuat dan fleksibel, dan hal ini dapat terjadi karena terjadi kristalisasi amilosa. Berdasarkan keterangan di atas, pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku *edible film*, kandungan amilosanya tinggi (35,34%), dua kali lipat lebih besar dibandingkan kandungan amilosa pati ubi kayu (Perez dkk., 2005).

Penambahan bahan aktif ke dalam larutan *edible* diperlukan untuk membuat *edible film* menjadi aktif. Ada berbagai jenis bahan aktif yang dapat digunakan, tetapi masing-masing mempunyai sifat yang khas. Lim dkk. (2010) melaporkan bahwa penggunaan bahan aktif yang berbeda akan menghasilkan sifat dan dampak *edible film* yang berbeda. Penambahan sorbat dalam *edible film* berbasis pati menyebabkan kuat tarik yang lebih kecil dibandingkan *edible* yang tanpa sorbat (Flores dkk., 2007), dan dapat meningkatkan nilai permeabilitasnya (Zactiti dan Kieckbusch, 2006). Sifat *edible film* aktif sangat tergantung pada komponen penyusunnya, yaitu komponen utama maupun tambahan, jenis dan jumlahnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik, mekanik dan *barrier edible film* aktif akibat keragaman konsentrasi pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan kalium sorbat yang ditambahkan.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan untuk penelitian ini adalah pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) ukuran 100 mesh yang diperoleh dari Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang. Bahan-bahan kimia untuk proses dan analisis diperoleh dari Toko Bahan Kimia di wilayah Kota Malang.

Preparasi *Edible Film* Aktif

Edible film aktif disiapkan dengan mencetak 100 mL larutan film dengan variasi jumlah pati kimpul (1,25; 1,50; 1,75; dan 2,00% b/v) dan variasi jumlah kalium sorbat (0; 0,1; 0,2; dan 0,3% b/b). Larutan *edible film* aktif disiapkan dengan mencampur pati (jumlah sesuai perlakuan) dengan air destilasi, gliserol sejumlah 0,80 mL, dan kalium sorbat (jumlah sesuai perlakuan), kemudian dipanaskan di atas *hotplate stirrer* sampai mencapai suhu 85°C dan dipertahankan selama 5 menit. Larutan *edible* yang diperoleh dituang dalam plat plastik, selanjutnya dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 50°C selama 18-24 jam. Pengeringan dihentikan setelah *film* mudah lepas dari plat. Setelah kering, plat beserta *film* didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit. *Film* kemudian dilepas dari plat plastik dan selanjutnya dianalisis sifat fisik, mekanik dan *barrier* nya. Parameter yang diamati meliputi kuat tarik, persen pemanjangan, ketebalan, laju transmisi uap air, kelarutan dalam air, transparansi, dan penampakan permukaan film.

Kuat Tarik dan Persen Pemanjangan

Kuat tarik dan persen pemanjangan film diukur menggunakan *Universal Testing Machine* merek Zwick / z 0,5 dengan metode standar ASTM D882-02 (ASTM, 2001a).

Ketebalan *Edible Film*

Pengukuran ketebalan *edible film* dilakukan dengan menggunakan mikrometer manual (Mitutoyo, Japan) dengan ketelitian 0,001 mm. Nilai ketebalan yang didapat merupakan rerata dari pengukuran pada 5 titik posisi acak.

Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Laju transmisi uap air *edible film* (gram.mm/m².hari) diukur dengan menggunakan metode cawan yang ditentukan secara gravimetri menurut metode ASTM E96-01 (ASTM, 2001b). Sebelum diukur, *edible film* dipotong dengan bentuk lingkaran dengan diameter 37-38 mm (sesuai diameter permukaan cawan), ketebalan film diukur menggunakan mikrometer (x, mm), kemudian dikondisikan dalam ruangan bersuhu 25°C, RH 75% selama 24 jam.

Kelarutan Film dalam Air

Kelarutan film dalam air diukur sebagai persen berat kering film yang telah dilarutkan dalam air selama 24 jam (Bertuzzi dkk., 2007). Kelarutan film ditentukan menggunakan metode Colla dkk. (2006) yang dimodifikasi dalam Chiumarelli dan Hubinger (2012).

Transparansi

Transparansi *edible film* diukur dengan menggunakan *spectrophotometer* pada panjang gelombang (λ) 546 nm. Transparansi film diukur menggunakan metode Bao dkk. (2009) dalam Al-Hassan dan Norziah (2012), yaitu film yang telah diketahui ketebalannya (x mm) dipotong secukupnya kemudian dimasukkan ke dalam sel uji. Absorbansi (A_{546}) dicatat menggunakan *UV-Vis spectrophotometer* (Shimadzu, Japan).

Penampakan Permukaan Film

Penampakan permukaan *edible film* dilihat menggunakan *Tabletop Microscope TM 3000* (Hitachi, Japan) yang dioperasikan pada penyinaran 5 kv. Pembacaan dilakukan pada tiga perbesaran (1000, 2000, 3000x) untuk dipilih penampakan yang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan kalium sorbat terhadap kuat tarik *edible film*, tetapi keduanya memberikan pengaruh nyata. Kuat tarik *edible film* meningkat dengan semakin meningkat konsentrasi pati yang ditambahkan (Tabel 1). Hal ini terjadi karena penambahan pati yang semakin banyak, matriks yang terbentuk semakin banyak, struktur matriks film semakin kokoh sehingga kekuatan yang diberikan untuk menyangga beban dari luar semakin besar. Kuat tarik yang semakin besar menunjukkan ketahanan terhadap kerusakan akibat peregangan dan tekanan semakin besar, sehingga kualitas fisik yang dihasilkan semakin baik. Petersson dan Stading (2005) melaporkan bahwa kenaikan rasio pati kentang:asetil monogliserida dari 0,3 menjadi 0,6 diiringi dengan kenaikan kuat tarik *edible film* dari 29,9 MPa menjadi 39,5 MPa. Penambahan asam-asam lemak ke dalam *edible film* hidroksipropil metilselulosa (HPMC) menyebabkan turunnya nilai kuat tarik yang dihasilkan (Jimenez dkk., 2010).

Konsentrasi pati yang ditambahkan semakin meningkat, maka kadar amilosa dalam larutan *edible film* semakin meningkat pula, akibatnya jumlah polimer dalam formasi

matriks semakin banyak, ikatan antar polimer semakin kuat dan kuat tarik yang dihasilkan juga semakin besar. Hasil penelitian Alves dkk. (2007) pada film berbasis pati ubi kayu menunjukkan bahwa kadar amilosa berpengaruh nyata terhadap sifat mekanik film yang dihasilkan. Penambahan amilosa sebesar 18,7 g/100 g dapat meningkatkan kuat tarik *edible film* sebesar 4,8 MPa.

Tabel 1. Nilai kuat tarik dan persen pemanjangan *edible film* akibat perlakuan konsentrasi pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan kalium sorbat

Perlakuan	Kuat tarik (MPa)	Persen pemanjangan (%)		
Pati (%):				
1,25	0,598	a	21,40	a
1,50	0,598	a	22,99	a
1,75	0,934	ab	22,04	a
2,00	1,002	b	25,68	a
Kalium sorbat (%):				
0	1,390	c	14,94	a
0,1	0,850	b	18,97	ab
0,2	0,493	ab	26,53	bc
0,3	0,399	a	31,65	c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (5%).

Selain itu, konsentrasi pati yang semakin besar pada jumlah gliserol yang tetap, menyebabkan rasio pati:gliserol semakin besar, akibatnya kuat tarik *edible film* berbasis pati semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena ketika gliserol yang ditambahkan ke jaringan pati berkurang, reduksi ikatan pati semakin kecil, dan gaya regang menjadi kuat. Chiumarelli dan Hubinger (2012) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa pada jumlah gliserol yang tetap, kuat tarik *edible film* meningkat seiring dengan bertambahnya pati cassava. Hasil yang sama dilaporkan oleh Imran dkk. (2010) pada film berbasis hidroksipropil metilselulosa.

Kuat tarik *edible film* semakin lemah dengan semakin bertambahnya bahan aktif (Tabel 1). Hal ini dapat terjadi karena keberadaan bahan aktif yang semakin banyak dapat menyebabkan lemahnya interaksi antar molekul-molekul pati. Lim dkk. (2010) melaporkan bahwa penambahan ekstrak biji anggur dan *tymol* ke dalam film dapat mempengaruhi sifat mekaniknya. Kuat tarik film semakin kecil dengan semakin bertambahnya konsentrasi bahan aktif yang ditambahkan, pengaruh ekstrak biji anggur lebih kuat dibandingkan dengan *tymol*. Kuat tarik film berbasis pati yang ditambah sorbat lebih kecil dibandingkan dengan kuat tarik film tanpa menggunakan sorbat (Flores dkk., 2007), demikian juga untuk film berbasis

pati ketela rambat yang ditambah kalium sorbat (Shen dkk., 2010).

Persen Pemanjangan (Elongasi)

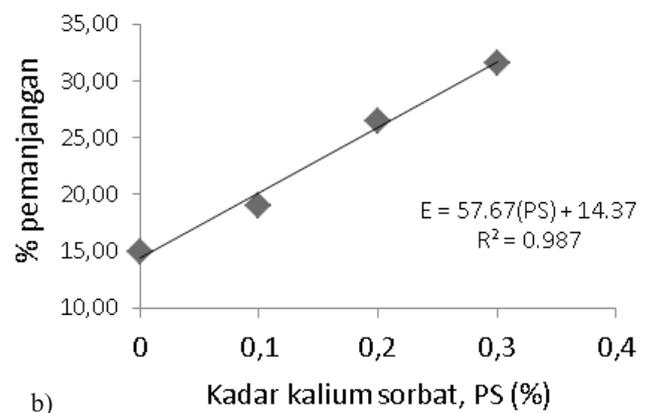
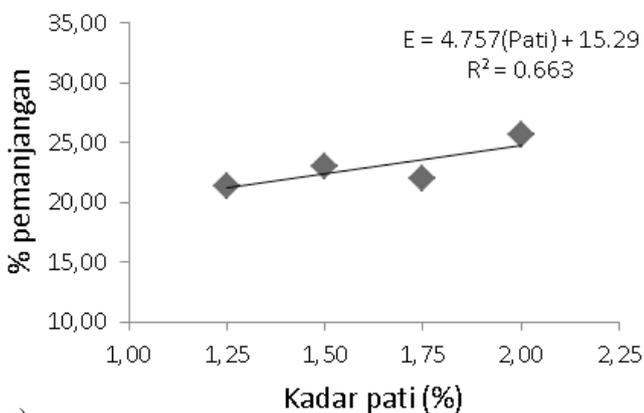
Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan pati dan kalium sorbat terhadap elongasi atau persen pemanjangan. Pengaruh kadar pati terhadap persen pemanjangan tidak berbeda nyata (Tabel 1, Gambar 1a). Hal ini dapat terjadi karena sifat film dipengaruhi oleh komponen penyusun utama dan tambahan, baik jenis maupun kadarnya. Rentang konsentrasi pati antar perlakuan kecil, hanya 0,75 %, sehingga dampaknya kurang nampak. Hasil penelitian Al-Hasan dan Norziah (2012) mengenai *edible film* pati-gelatin dengan *plasticizer* gliserol dan sorbitol menunjukkan bahwa persen pemanjangan film dengan *plasticizer* gliserol akan menurun seiring dengan meningkatnya rasio pati:gelatin, sementara persen pemanjangan film dengan *plasticizer* sorbitol tidak terdapat perbedaan yang nyata.

Penambahan pati yang semakin meningkat diiringi dengan rasio pati:gliserol yang semakin meningkat, mengakibatkan sifat plastis film semakin rendah dan persen pemanjangan semakin turun (Su dkk., 2010). Apabila gliserol ditambahkan ke dalam larutan film, berbagai modifikasi struktur terjadi dalam jaringan pati, matriks film menjadi kurang rapat, rantai polimer bergerak, fleksibilitas film meningkat. Carneiro-da-Cunha dkk. (2009) melaporkan bahwa konsentrasi pati Policaju yang meningkat akan berdampak pada penurunan persen pemanjangan film yang dihasilkan. Sementara Chiumarelli dan Hubinger (2012) melaporkan kondisi sebaliknya, yaitu persen pemanjangan *edible film* cenderung meningkat dengan bertambahnya pati cassava pada jumlah gliserol yang tetap.

Jumlah bahan aktif (kalium sorbat) yang ditambahkan semakin besar menghasilkan persen pemanjangan *edible film* semakin besar (Tabel 1, Gambar 1b). Penambahan bahan aktif yang semakin besar dapat mengakibatkan peregangan ruang intermolekul jaringan matriks film dan penurunan jumlah ikatan hidrogen internal, sehingga mengurangi kerapuhan film dan meningkatkan persen pemanjangan. Menurut Fama dkk. (2005), persen pemanjangan film dengan penambahan sorbat dapat mencapai 80% lebih, sementara film tanpa sorbat hanya sampai 30,5%. Hal ini terjadi karena adanya sorbat dapat menaikkan fleksibilitas rantai polimer, akibatnya elongasi (persen pemanjangan) polimer bertambah. Fenomena yang sama juga dilaporkan oleh Lim dkk. (2010) pada bahan aktif *tymol* yang ditambahkan ke dalam larutan *edible film*.

Ketebalan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan kalium sorbat terhadap ketebalan. Ketebalan *edible film* aktif akibat perlakuan konsentrasi pati dan kalium sorbat berkisar 0,065-0,081 mm (Tabel 2, Gambar 2). Ketebalan *edible film* meningkat dengan bertambahnya konsentrasi pati umbi kimpul. Hal ini terjadi karena penambahan jumlah pati yang semakin besar, akan meningkatkan polimer penyusun matriks film, total padatan *edible film* semakin besar sehingga film yang dihasilkan akan semakin tebal. Carneiro-da-Cunha dkk. (2009) melaporkan bahwa konsentrasi pati Policaju yang meningkat, menyebabkan kadar padatan dalam film meningkat, akibatnya ketebalan *edible film* meningkat. Hasil yang serupa juga dilaporkan Petersson dan Stading (2005) bahwa rasio pati kentang:monogliserida yang semakin meningkat dapat menghasilkan ketebalan *edible film* yang meningkat.

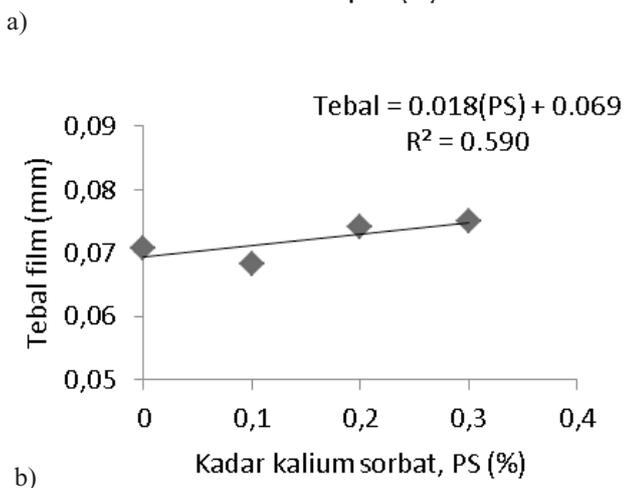
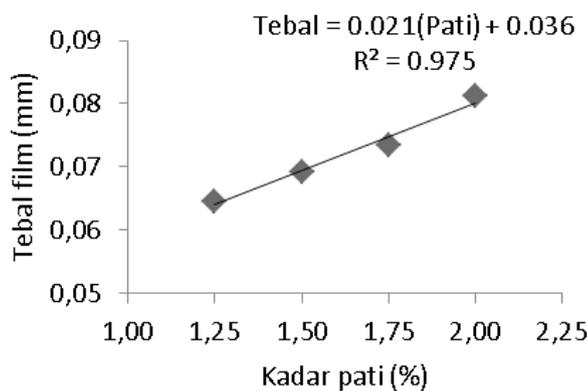


Gambar 1. Persen pemanjangan *edible film* aktif pada berbagai kadar (a) pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan (b) kalium sorbat, PS

Tabel 2. Ketebalan, dan laju transmisi uap air *edible film* akibat perlakuan konsentrasi pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*).

Perlakuan	Ketebalan <i>edible film</i> (mm)	WVTR (g.mm/m ² .hari)
Konsentrasi pati 1,25%	0,065 a	10,095 a
Konsentrasi pati 1,50%	0,069 ab	13,032 ab
Konsentrasi pati 1,75%	0,073 ab	14,383 ab
Konsentrasi pati 2,00%	0,081 b	15,247 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (α 5%).



Gambar 2. Ketebalan *edible film* aktif pada berbagai kadar (a) pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan (b) kalium sorbat, PS.

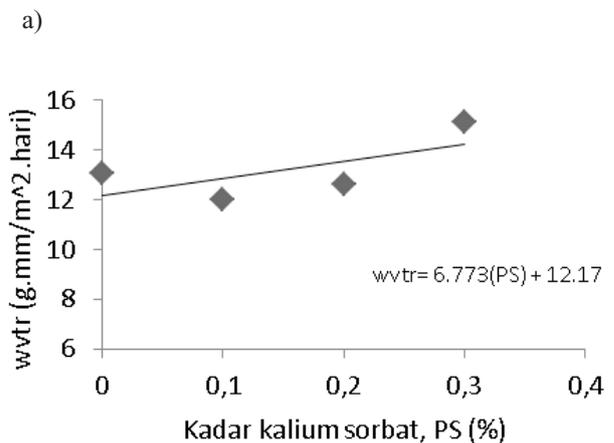
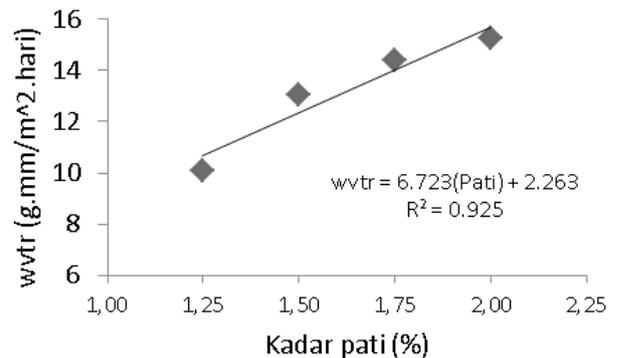
Ketebalan *edible film* cenderung meningkat dengan bertambahnya kalium sorbat yang diberikan (Gambar 2b). Hal ini dapat terjadi karena penambahan bahan aktif dapat menyebabkan kerapatan molekul berkurang, ruang bebas yang terbentuk pada matriks film semakin besar, akibatnya film yang terbentuk semakin tebal. Lim dkk. (2010) melaporkan bahwa penambahan bahan aktif (ekstrak biji anggur dan *tymol*) dalam film yang semakin bertambah menyebabkan

ketebalan film yang semakin besar. Ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh jenis bahan antimikrobia yang digunakan, ekstrak sirih menghasilkan ketebalan *edible film* yang lebih besar dibandingkan ekstrak kunyit dan bawang (Warsiki dkk., 2009).

Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan kalium sorbat terhadap laju transmisi uap air *edible film*. Laju transmisi uap air *edible film* meningkat dengan bertambahnya konsentrasi pati (Tabel 2, Gambar 3a). Hal ini dikarenakan pati tergolong dalam senyawa hidrokoloid. Film dengan komposisi hidrokoloid, kurang dapat menahan transmisi uap air karena bersifat *hidrophilik*, akan tetapi film tersebut dapat mengatur migrasi penguapan air dan merupakan *barrier* yang baik terhadap oksigen, karbondioksida dan lipid.

Peningkatan pati akan diikuti dengan peningkatan amilosa yang dapat menyebabkan jumlah kelompok hidroksil bebas semakin banyak, yang mengakibatkan semakin besar laju transmisi uap airnya. Menurut Alves dkk. (2007)



Gambar 3. WVTR *edible film* aktif pada berbagai kadar (a) pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan (b) kalium sorbat, PS

bahwa nilai permeabilitas uap air film akan meningkat dengan penambahan amilosa yang semakin banyak. Hal ini berhubungan dengan jumlah kelompok hidroksil bebas yang lebih tinggi, dapat meningkatkan interaksinya dengan air, dan transmisi uap air melalui film. Maizura dkk. (2007) melaporkan film tanpa gliserol menghasilkan permeabilitas uap air yang lebih tinggi dibandingkan film yang ditambahkan gliserol. Hal ini terjadi karena terbentuknya celah-celah kecil pada film tanpa gliserol, sementara pada film dengan gliserol tidak terdapat celah-celah kecil tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa transmisi uap air dari *edible film* cenderung meningkat pada konsentrasi bahan aktif yang bertambah (Gambar 3b). Hal ini dikarenakan pada penambahan bahan aktif akan menyebabkan kerapatan molekul berkurang, sehingga terbentuk ruang bebas pada matriks film, dan memudahkan difusi uap air. Shen dkk. (2010) menyatakan bahwa penambahan kalium sorbat yang semakin tinggi menghasilkan permeabilitas uap air yang semakin tinggi. Hasil yang sama juga terjadi pada penambahan ekstrak biji anggur dan *tymol* pada *edible film* (Lim dkk., 2010). Jenis bahan aktif yang ditambahkan akan menghasilkan *edible film* dengan transmisi uap air yang berbeda-beda (Warsiki dkk., 2009).

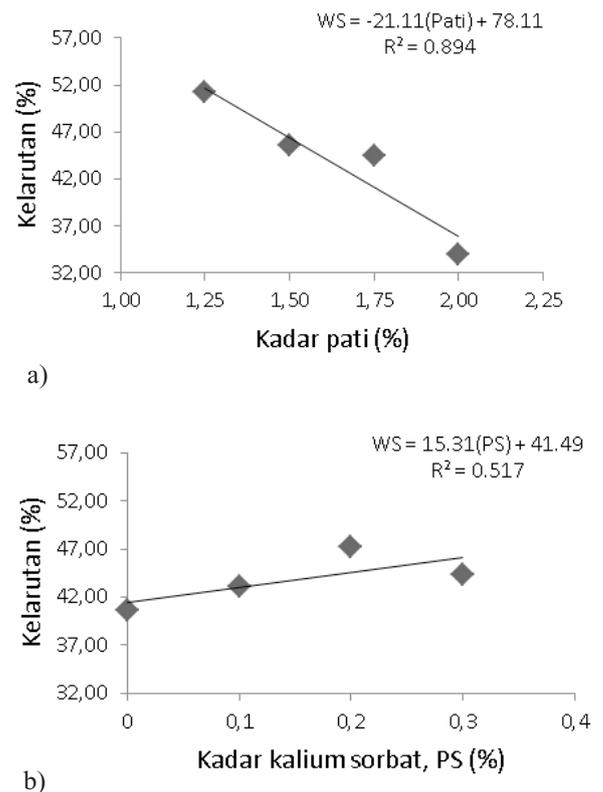
Kelarutan dalam Air

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara konsentrasi pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan kalium sorbat terhadap kelarutan *edible film*. Kelarutan tertinggi (= 59,85%) dihasilkan oleh perlakuan konsentrasi pati 1,25% dengan kalium sorbat 0,2%, dan terendah (= 27,13%) dihasilkan oleh perlakuan konsentrasi pati 2,00% dengan kalium sorbat 0% (Tabel 3). Kelarutan *edible film* dalam air akan menurun dengan meningkatnya konsentrasi pati (Gambar 4a). Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya pati, rasio gliserol:pati akan menurun, gugus hidrofilik pada bahan penyusun *edible film* menurun. Semakin rendah gugus hidrofilik pada bahan penyusun tersebut dapat menyebabkan terjadinya penurunan kelarutan *edible film*. Mehyar dan Han (2004) menyatakan bahwa kelarutan film berbasis pati padi dan pati kacang polong yang ditambah gliserol dalam air berturut-turut adalah 44,4% dan 32,0%. Gliserol berperan meningkatkan kelarutan *edible film* berbasis pati. Hal ini disebabkan karena gliserol lebih bersifat hidrofilik, sehingga semakin tinggi konsentrasi gliserol akan menyebabkan kelarutan *edible film* meningkat.

Tabel 3. Kelarutan edible film (%) akibat konsentrasi pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan kalium sorbat yang berbeda.

Perlakuan	Kelarutan <i>edible film</i> (%)
Pati 1,25% + Kalium sorbat 0%	43,39 cd
Pati 1,25% + Kalium sorbat 0,1%	54,59 g
Pati 1,25% + Kalium sorbat 0,2%	59,85 hi
Pati 1,25% + Kalium sorbat 0,3%	46,93 e
Pati 1,50% + Kalium sorbat 0%	41,62 c
Pati 1,50% + Kalium sorbat 0,1%	40,56 b
Pati 1,50% + Kalium sorbat 0,2%	43,77 de
Pati 1,50% + Kalium sorbat 0,3%	56,16 gh
Pati 1,75% + Kalium sorbat 0%	50,17 fg
Pati 1,75% + Kalium sorbat 0,1%	40,66 bc
Pati 1,75% + Kalium sorbat 0,2%	47,07 ef
Pati 1,75% + Kalium sorbat 0,3%	40,30 b
Pati 2,00% + Kalium sorbat 0%	27,13 a
Pati 2,00% + Kalium sorbat 0,1%	36,57 b
Pati 2,00% + Kalium sorbat 0,2%	38,11 b
Pati 2,00% + Kalium sorbat 0,3%	33,87 ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (α 5%).



Gambar 4. Kelarutan *edible film* aktif pada berbagai kadar (a) pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan (b) kalium sorbat, PS.

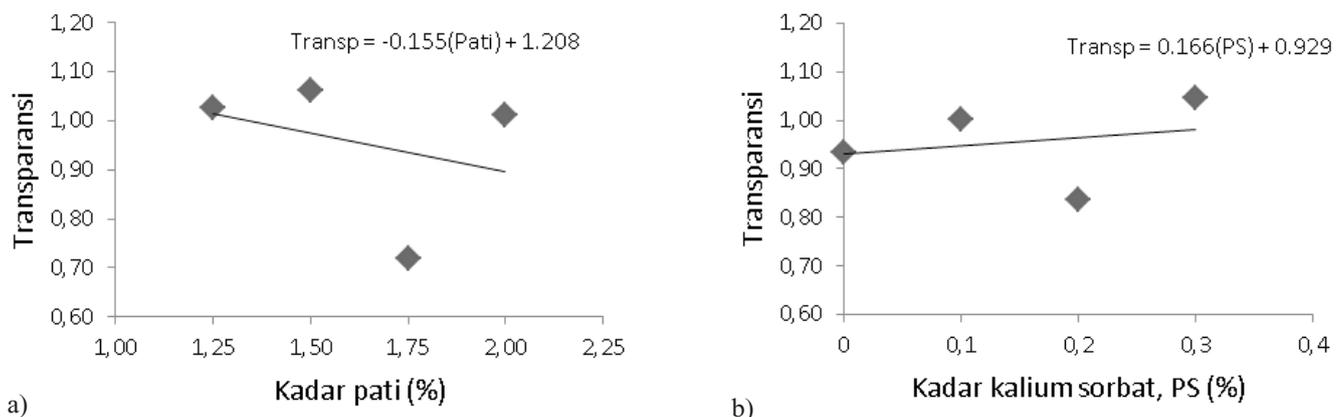
Kelarutan *edible film* cenderung meningkat dengan meningkatnya konsentrasi kalium sorbat (Gambar 4b). Menurut Shen dkk. (2010), penambahan kalium sorbat akan menyebabkan kelarutan film dalam air meningkat. Penambahan kalium sorbat ke dalam larutan film akan berpengaruh pada pengurangan retrogradasi pati dalam film, dan menyebabkan terjadi penurunan bentuk agregat kristalin dalam gel pati, sehingga film akan lebih mudah mengembang dalam air dan mengalami disintegrasi (Maizura dkk., 2007). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Flores dkk. (2007) yang menyatakan bahwa penambahan kalium sorbat akan menyebabkan kelarutan film berbasis pati tapioka dalam air meningkat. Sementara Vasconez dkk. (2009) melaporkan bahwa penambahan kalium sorbat pada *edible film* pati tapioka-chitosan tidak menyebabkan perubahan kelarutan yang signifikan. Dua hal tersebut menunjukkan bahwa komposisi *edible film* sangat menentukan kelarutannya dalam air.

Transparansi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan pati (*X. sagittifolium*) dan kalium sorbat terhadap transparansi *edible film*. Transparansi *edible film* cenderung menurun dengan semakin besar konsentrasi pati yang ditambahkan (Gambar 5a). Menurut Bao dkk. (2009) dalam Al-Hasan dan Norziah (2012), dengan menurunnya nilai transparansi ini, derajat kejernihan film meningkat. Hal ini diduga karena adanya penambahan pati yang semakin banyak, menyebabkan peluang untuk terjadinya proses gelatinisasi semakin besar, yang mengakibatkan kejernihan film semakin bertambah. Al-Hasan dan Norziah (2012) melaporkan bahwa derajat transparansi *edible film* dengan

plasticizer sorbitol semakin meningkat pada rasio pati:gelatin yang meningkat, sedangkan *edible film* yang tanpa *plasticizer* menghasilkan derajat transparansi yang lebih tinggi. Bertuzzi dkk. (2007) menyatakan bahwa kadar gliserol yang rendah dalam *film* (<15%) menghasilkan transparansi yang tinggi. Pada saat kadar gliserol melebihi 15% berbagai perubahan terjadi dan mobilitas ikatan bertambah, dan apabila gliserol mencapai 30% dengan kelembaban lingkungan bertambah, jaringan mengembang, penurunan gaya intermolekuler dan matriks pati menyerap banyak air, akibatnya *film* kehilangan transparansinya.

Transparansi cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi bahan aktif (Gambar 5b), artinya dengan semakin besar konsentrasi kalium sorbat yang ditambahkan maka derajat transparansi (kejernihan) cenderung menurun (Bao dkk., 2009 dalam Al-Hasan dan Norziah, 2012). Hal ini dapat terjadi karena larutan kalium sorbat berwarna kekuningan. Semakin besar konsentrasi kalium sorbat yang ditambahkan akan menghasilkan film dengan tingkat kekuningan yang semakin besar, akibatnya derajat transparansinya semakin menurun. Flores dkk. (2007) melaporkan bahwa penambahan kalium sorbat dalam *edible film* berbasis pati tapioka dapat mengurangi tingkat kecerahan (L), dan dapat menambah tingkat kekuningan (b), dan indeks kekuningan (YI) *edible film*. Ketebalan film yang cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi bahan aktif (Gambar 2b) juga ikut berperan dalam menurunkan derajat kejernihan dari film yang dihasilkan. Warsiki dkk. (2009) menambahkan bahwa transparansi *edible film* dipengaruhi oleh karakter bawaan bahan aktif yang ditambahkan, *edible film* dengan bahan aktif sirih dan kunyit menghasilkan transparansi lebih besar dibandingkan bawang.



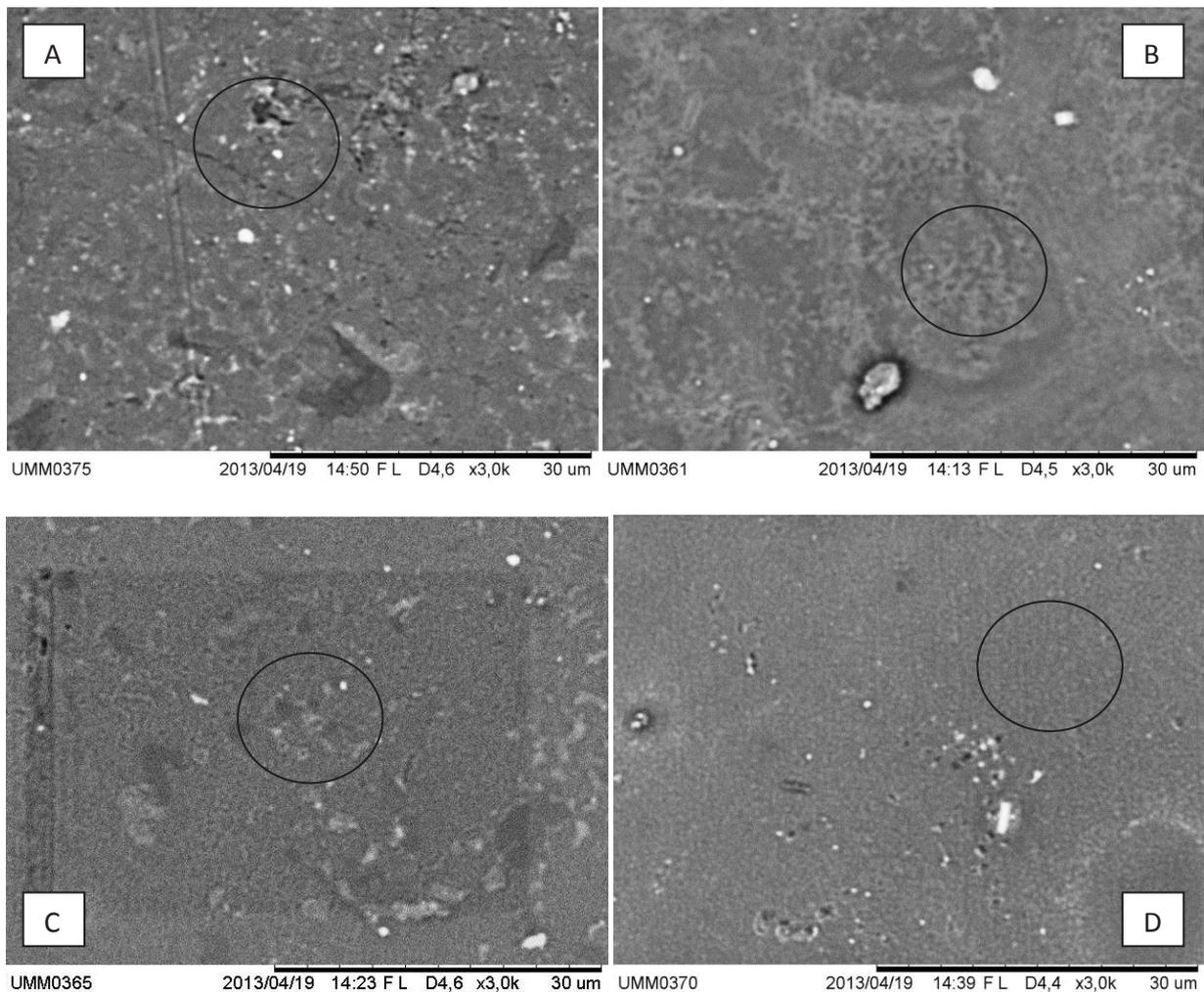
Gambar 5. Transparansi edible film aktif pada berbagai kadar (a) pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) dan (b) kalium sorbat, PS.

Penampakan Permukaan Film

Hasil pengamatan terhadap penampakan permukaan *edible film* akibat konsentrasi pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) disajikan pada Gambar 6. Penampakan permukaan film dengan konsentrasi pati tinggi terlihat lebih rata/halus dan lembut (*soft*), sementara penampakan film dengan konsentrasi pati rendah terlihat lebih kasar. Hal ini disebabkan karena penambahan pati yang semakin besar, mengakibatkan rasio gliserol:pati semakin kecil, peluang untuk terbentuknya celah-celah kecil pada permukaan film semakin kecil, dan akibatnya penampakan permukaan film menjadi lebih rata/halus dan lembut. Hal tersebut sesuai dengan yang dilaporkan Al-Hasan dan Norziah (2012) bahwa film pati sagu:gelatin ikan menghasilkan permukaan yang lebih rata/halus pada rasio pati:gelatin yang lebih besar. Penambahan pati yang semakin besar menghasilkan permukaan film lebih halus. Adanya pori-pori atau lubang-lubang yang berhubungan dengan pembentukan saluran-saluran tidak nampak pada film pati sagu tanpa gelatin

ikan. Liu dkk. (2007) dalam Al-Hassan dan Norziah (2012) melaporkan film pektin yang ditambah protein, menunjukkan bahwa permukaan film pektin tanpa protein relatif lebih halus dan rata dibandingkan permukaan film pektin yang ditambah protein, yaitu kasar, padat, dan rapuh dengan partikel-partikel takberaturan tersebar secara merata.

Fenomena yang sama juga dilaporkan Pranoto dkk. (2007) bahwa penambahan gellan pada film gelatin ikan dapat mengurangi adanya celah-celah atau retak-retak, sehingga penampakan permukaan lebih kompak, sementara penambahan kappa-carrageenan tidak menunjukkan adanya pengurangan tersebut. Lebih jauh De Carvalho dan Grosso (2004) menyebutkan bahwa film gelatin dengan *plasticizer* gliserol menunjukkan adanya zona-zona diskontinyu yang dicirikan oleh adanya retak/celah yang terdistribusi sepanjang jaringan, dan adanya zona tersebut dimungkinkan sebagai hasil saluran-saluran khusus yang terjadi melalui pengeringan.



Gambar 6. Permukaan *edible film* berbasis pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) yang diinkorporasi kalium sorbat, pada berbagai konsentrasi pati A=1,25%, B=1,50%, C=1,75%, dan D=2,00%. (Perbesaran 3000x)

KESIMPULAN

Penambahan pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) menyebabkan kuat tarik, ketebalan, laju transmisi uap air, dan kehalusan permukaan *edible film* meningkat, tetapi kelarutannya dalam air menurun, sedangkan penambahan kalium sorbat dalam *edible film* menyebabkan persen pemanjangan dan laju transmisi uap air *edible film* meningkat, tetapi kuat tariknya menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hasan, A.A. dan Norziah, M.H. (2012). Starch gelatin edible films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. *Food Hydrocolloids* **26**: 108-117.
- Alves, V.D., Mali, S., Beleia, A. dan Grossmann, M.V.E. (2007). Effect of glycerol and amylase enrichment on cassava starch film properties. *Journal of Food Engineering*. **78**: 941-946.
- ASTM. (2001a). Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. Annual book of ASTM standards. Designation D882-01. Philadelphia: ASTM.
- ASTM. (2001b). Standard test method for water vapor transmission of materials. Annual book of ASTM standards. Designation E96-01. Philadelphia: ASTM.
- Bertuzzi, M.A., Armada, M. dan Gottifredi, J.C. (2007). Physicochemical characterization of starch based films. *Journal of Food Engineering* **82**: 17-25.
- Carneiro-da-Cunha, M.G., Cerqueira, M.A., Souza, B.W.S., Souza, M.P., Teixeira, J.A. dan Vicente, A.A. (2009). Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from *Anacardium occidentale* L. *Journal of Food Engineering* **95**: 379-385.
- Chiumarelli, M. dan Hubinger, M.D. (2012). Stability, solubility, mechanical and barrier properties of cassava starch-Carnauba wax edible coatings to preserve fresh-cut apples. *Food Hydrocolloids* **28**: 59-67.
- De Carvalho, R.A. dan Grosso, C.R.F. (2004). Characterization of gelatin based films modified with transglutaminase, glyoxal and formaldehyde. *Food Hydrocolloids* **18**: 717-726.
- Fama, L., Rojas, A.M., Goyanes, S. dan Gerschenson, L. (2005). Mechanical properties of tapioca-starch edible films containing sorbates. *LWT* **38**: 631-639.
- Flores, S., Fama, L., Rojas, A.M., Goyanes, S. dan Gerschenson, L. (2007). Physical properties of tapioca starch edible film: influence of filmmaking dan potassium sorbate. *Food Research International* **40**: 257-265.
- Imran, M., El-Fahmy, S., Revol-Junelles, A.M. dan Desobry, S. (2010). Cellulose derivative based active coatings: effects of nisin and plasticizer on physico-chemical and antimicrobial properties of hydroxypropyl methylcellulose films. *Carbohydrate Polymers* **81**: 219-225.
- Jimenez, A., Fabra, M.J., Talens, P. dan Chiralt, A. (2010). Effect of lipid self-association on the microstructure and physical properties of hydroxypropyl-methylcellulose edible films containing fatty acids. *Carbohydrate Polymers* **82**: 585-593.
- Lim, G.O., Jang, S.A. dan Song, K.B. (2010). Physical and antimicrobial properties of *Gelidium corneum*/nano-clay composite film containing grapefruit seed extract or thymol. *Journal of Food Engineering* **98**: 415-420.
- Maizura, M., Fazilah, A., Norziah, M.H. dan Karim, A.A. (2007). Antibacterial activity and mechanical properties of partially hydrolyzed sago starch-alginate edible film containing lemongrass oil. *Journal of Food Science* **72** (6): C324-C330.
- Mali, S., Grossmann, M.V.E., Garcia, M.A., Martino, M.N. dan Zaritzky, N.E. (2005). Mechanical and thermal properties of yam starch films. *Food Hydrocolloids* **19**: 157-164.
- Mehyar, G.F. dan Han, J.H. (2004). Physical and mechanical properties of high amyloza rice and pea starch films as affected by relative humidity and plasticizer. *Journal of Food Science* **69** (9): E449-E454.
- Myllarinen, P., Pertanen, R., Seppala, J. dan Forsell, P. (2002). Effect of glycerol on behavior of amyloza and amylopektin films. *Carbohydrate Polymers* **50** (4): 355-361.
- Petersson, M. dan Stading, M. (2005). Water vapour permeability and mechanical properties of mixed starch-monomlyceride films and effect of film forming conditions. *Food Hydrocolloids* **19**: 123-132.
- Perez, E., Schultz, F.S. dan Delahaye, E.P. (2005). Characterization of some properties of starches isolated from *Xanthosoma sagittifolium* (tannia) and *Colocassia esculenta* (taro). *Carbohydrate Polymers* **60** (2): 139-145.
- Pranoto, Y., Lee, C.M. dan Park, H.J. (2007). Characterizations of fish gelatin films added with gellan and K-carrageenan. *LWT-Food Science and Technology* **40** (5): 766-774.

- Shen, X.L., Wu, J.M., Chen, Y. dan Zhao, G. (2010). Antimicrobial and physical properties of sweet potato starch films incorporated with potassium sorbate or chitosan. *Food Hydrocolloids* **24**: 285-290.
- Su, J.F., Huang, Z., Yuan, X.Y., Wang, X.Y. dan Li, M. (2010). Structure and properties of carboxymethyl cellulose/soy protein isolate blend edible films crosslinked by Maillard reactions. *Carbohydrate Polymers* **79** (1): 145-153.
- Vasconez, M.B., Flores, S.K., Campos, C.A., Alvarado, J. dan Gerschenson, L.N. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International* **24**: 762-769.
- Warsiki, E., Sunarti, T.C. dan Martua, R.D. (2009). Pengembangan kemasan antimicrobial (AM) untuk memperpanjang umur simpan produk pangan. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian Institut Pertanian Bogor* hal 579-588. Bogor.
- Zactiti, E.M. dan Kieckbusch, T.G. (2006). Potassium sorbate permeability in biodegradable alginate films: Effect of the antimicrobial agent concentration and crosslinking degree. *Journal of Food Engineering* **77**: 462-467.