

Penelitian/Research

**FORMULASI ALGINAT DAN PEKTIN SEBAGAI BAHAN *EDIBLE COATING* UNTUK SALAK (*Salacca edulis*) SIAP SAJI**

*The Formulation of Alginate and Pectin as Edible coating for Salacca Fruit (*Salacca edulis*) Ready-to-Service*

M. Maman Rohaman, Dheni M. Mala dan Dwi Sutrisniati  
Balai Besar Industri Agro  
Jl. Ir. H. Juanda No. 11 Bogor 16122

**ABSTRACT:**The objective of the study was to develop and assess an edible coating from alginate and pectin that applied to salacca ready service. The properties assess of salacca ready-to-serve using edible coating consist of water content, total acid, Vit. C, total glucose, hardness, weight loss, TPC and browning. The chosen formulas were alginate 5%, pectin 5% and mixing between alginate and pectin. The best formula for salacca ready-to-serve is pectin plus alginate 5%, and stearic acid 0.25%. It showed by the value of water activity (0.554), elongation percentage (53.33), tensile strength (122.744 kg.f) and water vapor transmittance rate (484.41 g/m<sup>2</sup>/24 hours). The physic and chemist property assays can be concluded that edible coating application with storage temperature 5 °C could extend minimally processed salacca shelf life for 10 days.

*Keywords:* edible coating, alginate, pectin, salacca.

**PENDAHULUAN**

*Edible coating* sebagai lapisan tipis yang dapat dimakan umumnya digunakan pada makanan dengan cara pembungkusan, pencelupan, penyikatan atau penyemprotan untuk memberikan penahanan yang selektif terhadap perpindahan gas, uap air dan bahan terlarut serta perlindungan terhadap kerusakan mekanis. *Edible coating* ini biasanya langsung digunakan dan dibentuk di atas permukaan produk seperti buah dan sayur untuk mempertahankan mutu produk.

Salah satu masalah yang sering dijumpai dalam penanganan buah-buahan adalah umur simpannya yang relatif pendek. Hasil sumberdaya pertanian hortikultura relatif lebih cepat rusak (*perishable*) dibandingkan dengan sereal. Penanganan pascapanen yang kurang memadai pada komoditas hortikultura khususnya buah-buahan akan menyebabkan penurunan kualitas yang cukup tinggi baik secara fisik, kimia maupun organoleptik dari buah tersebut.

*Edible coating* dapat dibuat dari bahan hidrokolid (seperti protein, pektin, alginat, selulosa dan lain-lain), lipid (seperti asam stearat, asam palmitat dan lain-lain) dan komposit (campuran antara bahan hidrokolid dan lipid). Penambahan bahan lain juga dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas *edible coating*, misalnya penambahan bahan *plasticizer*. *Edible coating* yang dihasilkan dari campuran (komposit) bahan hidrokolid, lemak dan tambahan bahan lain memiliki karakteristik dan kemampuan yang lebih baik dibandingkan *edible coating* yang dibuat dari satu atau dua bahan saja. Salah satu kombinasi bahan penyusun

*composite edible coating* yang dapat diterapkan adalah campuran isolat protein kedelai (*Isolate Soya Protein/ISP*), pektin, alginat, asam stearat, gliserol dan kalsium klorida. Konsentrasi setiap bahan penyusun *composite edible coating* tersebut sangat mempengaruhi kemampuan *composite edible coating* di dalam mempertahankan dan meningkatkan daya simpan buah-buahan.

Aplikasi *edible coating* pada permukaan buah dan sayuran telah banyak dilakukan oleh berbagai peneliti, antara lain pada paprika (Permanasari, 1998), salak pondoh dan mangga arumanis (Setiasih, 1999), apel malang (Permana, 2000), apel (Layuk dkk, 2001) dan nangka (Sugema, 2002). Selain itu juga pada produk pangan selain buah dan sayuran seperti udang (Julikartika, 2003) dan lempok durian (Santoso dkk, 2005).

Tujuan umum penelitian ini yaitu mempelajari karakteristik penyimpanan buah salak dengan *edible coating*. Sedangkan tujuan khusus penelitian yaitu, penentuan pelapis *edible* yang cocok untuk penyimpanan, pengemasan dan penyimpanan dalam suhu yang sesuai, dan penentuan umur simpan pada penyimpanan.

**BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

**Bahan dan Alat**

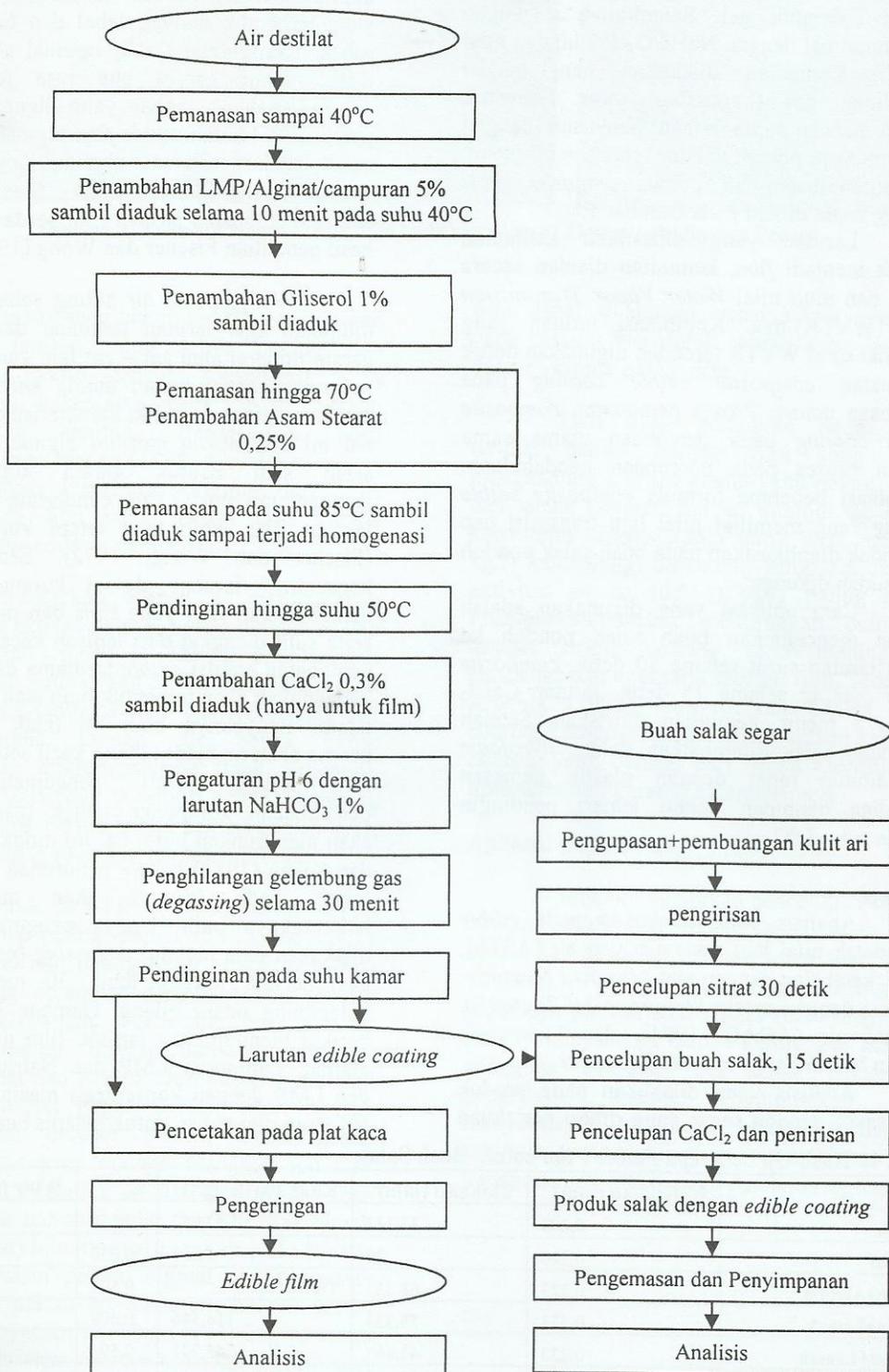
Komoditas yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah salak pondoh yang berasal dari Pasar Bogor. Bahan baku penyusun *composite edible coating* yang digunakan adalah *Low Methoxy Pectin* (LMP), alginat, asam

stearat, gliserol,  $\text{CaCl}_2$ , air destilat (aquades) dan  $\text{NaHCO}_3$ . Pengemas yang digunakan adalah *styrofoam*, plastik polietilen (PE), aluminium foil dari Toko Kimia di daerah Bogor.

Alat yang digunakan adalah *oven blower*, mikrometer, timbangan analitis, desikator, termometer, pH-meter, pompa vakum, gelas ukur, pisau *stainless steel*, alat-alat pengujian organoleptik, lemari pendingin, plat kaca, aluminium foil, benang/tali nilon dan alat-alat gelas untuk analisis.

### Metode

Pada percobaan pendahuluan pembuatan *edible coating* untuk buah salak pondoh kupas dicobakan konsentrasi pektin, pektin dan alginat serta alginat pada konsentrasi 1%, 3%, 5 %. Selain konsentrasi bahan utama *coating* dicobakan juga konsentrasi optimal larutan  $\text{CaCl}_2$ , dengan konsentrasi 1%, 3%, dan 5%.



Gambar 1. Diagram Pembuatan dan Aplikasi *Edible Coating* pada Buah Salak Pondoh

Proses pembuatan *composite edible coating* secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut: LMP/Alginat/campuran LMP dan Alginat ditambahkan dan diaduk sambil dipanaskan pada suhu 40°C selama 10 menit. Kemudian ke dalam larutan itu ditambahkan gliserol 1% sambil diaduk, dilanjutkan penambahan asam stearat. Kemudian dilakukan pemanasan larutan hingga 85°C sambil diaduk hingga homogen. Larutan kemudian didinginkan hingga suhu 50°C dan ditambahkan CaCl<sub>2</sub> hingga terbentuk gel. Selanjutnya dilakukan pengaturan pH dengan NaHCO<sub>3</sub> 1% hingga nilai pH 6. Kemudian dilakukan penghilangan gelembung gas (*degassing*) yang terbentuk selama pencampuran bahan penyusun dengan menggunakan pompa vakum selama ± 30 menit. Proses pembuatan dan aplikasi *composite edible coating* dapat dilihat pada Gambar 1.

Larutan yang dihasilkan kemudian dicetak menjadi *film*, kemudian diamati secara visual dan diuji nilai *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR)-nya. Kombinasi larutan yang memiliki nilai WVTR terendah digunakan untuk pembuatan *composite edible coating* pada percobaan utama. Proses pembuatan *composite edible coating* pada percobaan utama sama dengan proses pada percobaan pendahuluan. Kombinasi beberapa formula *composite edible coating* yang memiliki nilai laju transmisi uap air rendah diaplikasikan pada buah salak pondoh yang sudah dikupas.

Cara aplikasi yang digunakan adalah dengan mencelupkan buah salak pondoh ke dalam larutan sitrat selama 30 detik, *composite edible coating* selama 15 detik, larutan CaCl<sub>2</sub> selama 1 menit, kemudian ditiriskan. Setelah tiris buah salak ditempatkan dalam *styrofoam* dan ditutup rapat dengan plastik kemasan kemudian disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu 5 °C.

### Analisis

Analisis yang dilakukan pada *edible film* adalah nilai laju transmisi uap air (ASTM, 1988), ketebalan dengan alat *Microcal Messmer*, elongasi dengan mesin *Strograph-MI Toyoseiki*, aktifitas air (AOAC, 1994), dan kuat tarik dengan Mesin *Strograph-MI Toyoseiki*

Analisis yang dilakukan pada produk buah salak pondoh segar yang diberi perlakuan

*edible coating* adalah deskripsi buah, meliputi: warna, tekstur, aroma dan rasa; sifat kimia, meliputi: kadar air, kadar gula, vitamin C, dan total asam buah salak (AOAC, 1994); dan sifat fisika, meliputi: tingkat kekerasan daging buah salak dengan alat penetrometer.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan pendahuluan didapat bahwa *coating* terbaik adalah konsentrasi bahan utama sebesar 5 %. Hal ini disebabkan lapisan yang terbentuk kenyal, tebal dan tidak mudah robek. Konsentrasi CaCl<sub>2</sub> optimal adalah 3 %, tidak mempengaruhi cita rasa (asin) pada *coating*. Bahan – bahan yang digunakan untuk pembuatan larutan *edible film* alginat pada buah salak adalah natrium alginat, *Low Methoxy Pectin* (LMP), gliserol, CaCl<sub>2</sub>, Stearat, dan air suling. Pembuatan larutan film berdasarkan pada hasil penelitian Fischer dan Wong (1972).

Penggunaan air suling sebagai pelarut ditujukan agar larutan terhindar dari garam – garam mineral atau zat – zat lain yang mungkin terlarut. Sebagai bahan utama *edible coating*, natrium alginat memiliki karakteristik yang kuat, hal ini disebabkan natrium alginat merupakan salah satu bentuk garam alginat yang mengandung blok G yang cenderung menjadikan lapisan film lebih kuat tetapi kurang elastis (Fischer dan Wong, 1972). Secara visual konsentrasi larutan alginat kurang dari 5% menghasilkan film yang tipis dan mudah robek serta sulit diangkat dari lapisan kaca. Selama pembuatan emulsi *edible* terutama dalam proses pengadukan akan terbentuk buih atau gelembung udara. Banyaknya buih ini tidak diharapkan karena akan menjadi lubang kecil setelah lapisan film \* kering. Dari pengamatan visual penambahan komponen lemak (asam stearat) akan menurunkan buih, hal ini didukung Snyder dan Kwon (1987) bahwa penurunan konsentrasi lemak pada formula akan menimbulkan terbentuknya buih. Upaya pengurangan buih dilakukan juga melalui *degassing* (penghilangan gas) selama kurang lebih 30 menit hingga gelembung udara hilang. Gambar 2, 3, dan 4 berikut menunjukkan lapisan film dari Natrium alginat, Campuran LMP dan Natrium Alginat, dan LMP dengan konsentrasi masing – masing 5% yang digunakan untuk pelapis buah salak.

Tabel 1. Hasil Uji beberapa *Edible Film* untuk Buah Salak

	Ketebalan (mm)	Elongasi (mm)	Kuat Tarik (kg.f)	a <sub>w</sub>	Wvtr (g/m <sup>2</sup> /24 jam)
Pektin	0,203	33,333	87,057	0,654	430,11
Alginat	0,220	30	6,881	0,650	491,1
Pektin+Alginat	0,223	68,333	TD*	0,597	571,95
Pektin+Lemak	0,223	58,333	114,546	0,609	408,15
Alginat+Lemak	0,233	41,667	45,791	0,591	490,08
Pektin+Alginat+Lemak	0,230	53,333	122,744	0,554	484,41

\*TD = Tidak Terdeteksi



Gambar 2, 3 dan 4. Lapisan *Edible Film* berbahan Alginat, Alginat + Pektin dan Pektin

Penambahan pektin (LMP) pada larutan membuat lapisan yang lebih bening dan transparan. Pektin dengan konsentrasi 5 % memberikan kekentalan yang sesuai dengan pembentukan lapisan. Berdasarkan hasil penelitian Permanasari (1998) dinyatakan bahwa pektin dengan konsentrasi kurang dari 2 % menghasilkan film yang terlalu tipis karena larutan *edible coating* yang encer.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai aktivitas air ( $a_w$ ) yang didapat adalah berkisar 0,554 – 0,654. Dilihat dari nilai tersebut maka lapisan *edible* yang dibuat aman digunakan karena sulit ditumbuhi oleh bakteri, kapang dan kamir karena jumlah air bebas untuk pertumbuhan mikroorganisme tidak terpenuhi. Menurut Frazier dan Westhoff (1978), batas  $a_w$  minimal untuk pertumbuhan bakteri adalah 0,91, untuk kapang 0,80 dan untuk khamir 0,88.

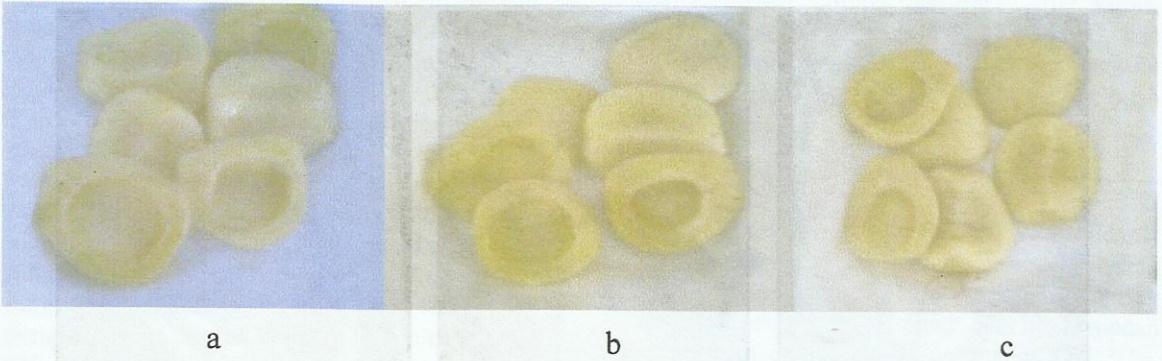
Untuk WVTR film berbahan pektin memiliki nilai paling rendah 408,15 dan 430,11  $g/m^2/24$  jam dan paling besar adalah berbahan alginat yang dicampur dengan pektin sebesar 571,95  $g/m^2/24$  jam. Perbedaan besar laju uap air ini berkaitan dengan perbedaan struktur antara alginat dan pektin. Dari struktur molekul alginat memiliki gugus COOH lebih banyak dibandingkan dengan pektin, tetapi gugus COOH bebas yang mampu mengikat ion  $Ca^{+}$  lebih sedikit (Bennion, 1980). Dari keseluruhan hasil terlihat bahwa setelah penambahan lemak (asam stearat) laju transmisi uap air pada lapisan *edible* berbahan pektin, alginat dan campuran alginat dan pektin ini menurun, hal ini sesuai dengan pernyataan Krochta (1994) bahwa untuk memperbaiki sifat *barrier* terhadap uap air dari

film dapat dilakukan penambahan komponen yang bersifat hidrofobik seperti asam lemak ke dalam formula *edible film*.

Dari hasil pengujian pada lapisan terlihat bahwa lapisan film yang terbaik mengandung 3 unsur utama yaitu pektin, alginat dan lemak (stearat) hal ini ditunjukkan dengan kelenturan/elongasi (53,5 mm), kuat tarik (122 kg.f) lebih tinggi dibanding yang lain dan nilai aktivitas air  $a_w$  (0,554) yang paling rendah. Penambahan stearat menurunkan buih pada larutan *edible coating* serta meningkatkan elastisitas dan kuat tarik lapisan film. Sedangkan Krochta (1992) menyebutkan bahwa *edible coating* komposit dapat meningkatkan kelebihan *coating* yang berasal dari bahan hidrofilik dan lipid serta mengurangi kelemahannya.

#### Aplikasi pada Salak

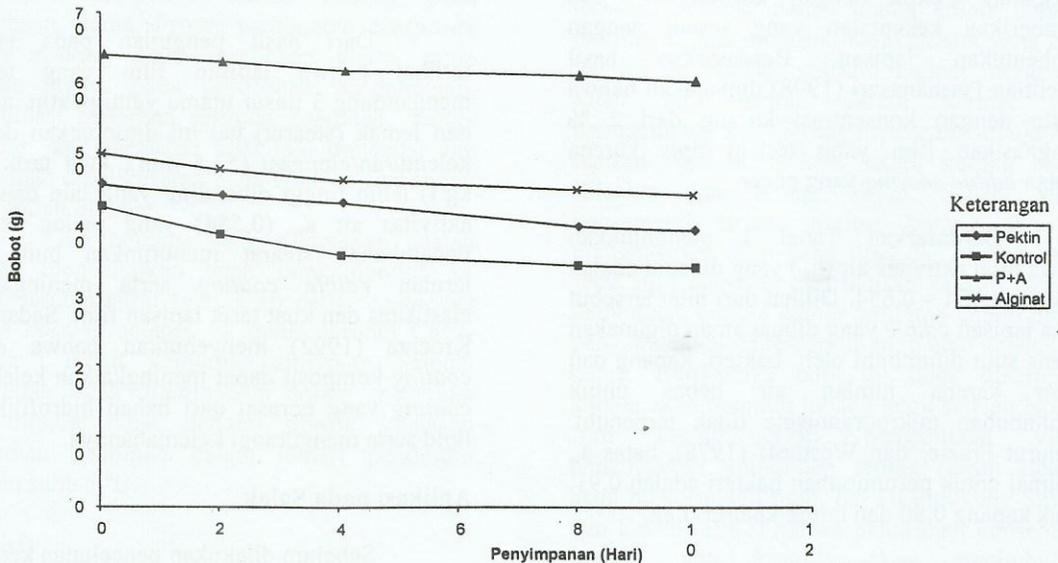
Sebelum dilakukan pencelupan kedalam larutan *edible* dan  $CaCl_2$ , buah salak kupas dicelupkan ke dalam larutan asam sitrat selama 15 detik, hal ini dimaksudkan untuk mengurangi terjadinya pencoklatan warna (*browning*). Burn (1995) menyatakan bahwa kehilangan kulit dan gangguan keutuhan sel akibat pengupasan, pengirisan maupun pemotongan dapat menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis sehingga mengakibatkan peningkatan laju transpirasi, aktifitas enzim dan laju respirasi.



Gambar 5. Salak yang telah dilapisi dan dikemas, (a) *edible coating* berbahan pektin, (b) *edible coating* berbahan campuran pektin dan alginat, (c) *edible coating* berbahan alginat.

Setelah dicelupkan ke dalam larutan  $\text{CaCl}_2$ , buah salak segar yang dilapisi *coating* berbahan alginat memiliki penampakan gelap tetapi mengkilat, lapisan *edible coating*-nya terlihat dengan jelas secara visual dan melapisi buah salak kupas secara sempurna. Penampakan lebih baik ditunjukkan oleh *edible coating* berbahan campuran alginat dan pektin, warna

lebih cerah dan lapisan sempurna (Gambar 5). Sedangkan pada pektin pencelupan harus lebih hati-hati dan waktu pencelupan larutan *edible* dan  $\text{CaCl}_2$  harus tepat berkisar 15 – 30 detik, jika tidak maka kemungkinan akan ada bagian buah salak pondoh yang tidak terlapisi dengan sempurna

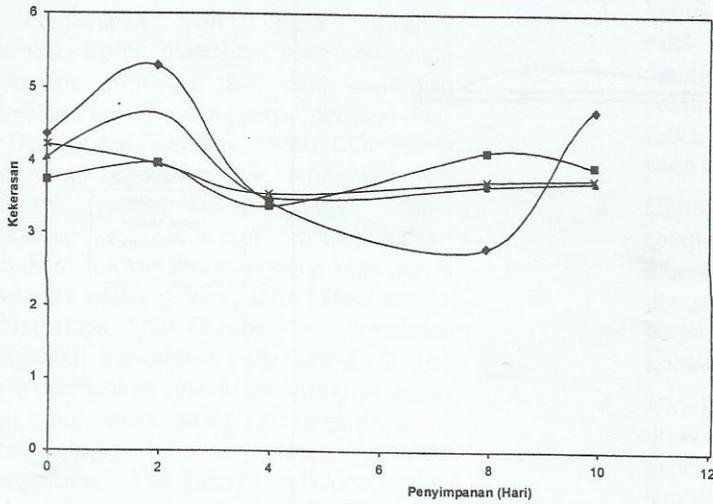


Gambar 6. Susut Bobot pada Buah Salak dengan *Edible Coating*

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa, perlakuan kontrol mengalami penyusutan bobot paling tinggi dibanding perlakuan lain, hal ini ditunjukkan dengan kemiringan yang besar dari hari ke 0 hingga hari ke 4, setelah itu seperti pada perlakuan lain, penyusutan bobot relatif lebih kecil, hal ini dimungkinkan karena aktivitas air pada tiap perlakuan telah megalami kesetimbangan. Susut bobot merupakan parameter pascapanen buah yang berkaitan dengan banyaknya air yang hilang, baik karena proses transpirasi maupun respirasi. Susut bobot dipengaruhi oleh laju transmisi uap air bahan *coating*. Dari Gambar 6 terlihat bahwa penyusutan bobot yang rendah terjadi pada buah salak pondoh yang di-*coating* pektin dan

campuran karena kedua *coating* tersebut memiliki laju transmisi uap air yang rendah.

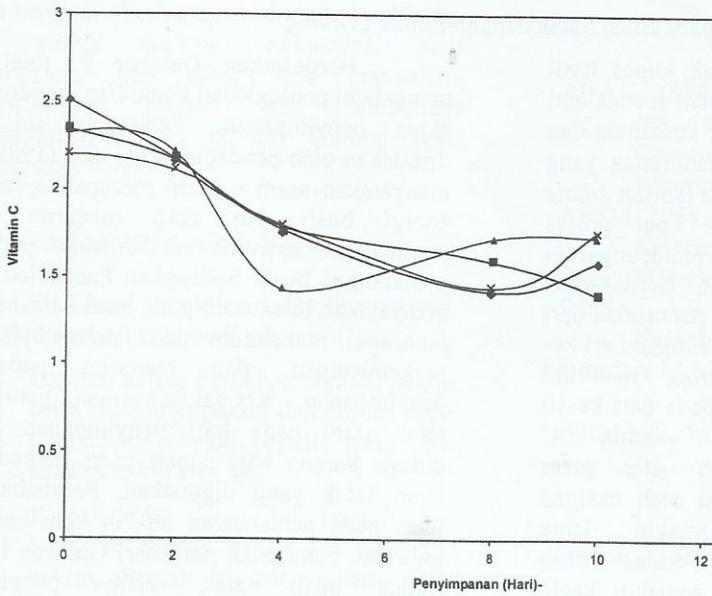
Berdasarkan Gambar 7, laju penurunan kekerasan pada buah salak pondoh memang beragam akan tetapi menunjukkan penurunan kekerasan selama penyimpanan. Perubahan kekerasan pada buah terutama disebabkan oleh pembongkaran proto pektin yang tidak larut sehingga ketegaran buah berkurang (Winarno, 1991). Kekerasan buah salak tanpa *edible coating* mulai menurun dari penyimpanan hari ke-2, hingga hari terakhir penyimpanan perlakuan kontrol mempunyai tekstur paling lembek jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain



Keterangan



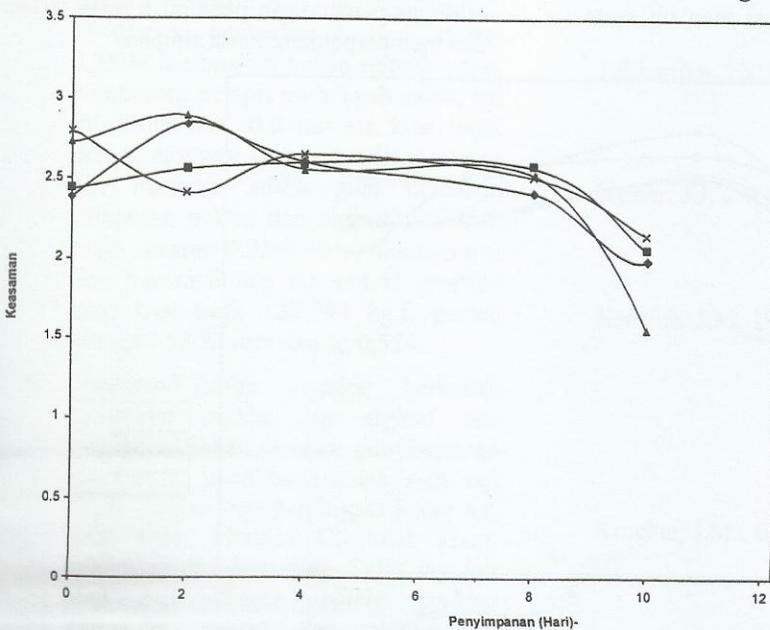
Gambar 7. Kekerasan pada Buah Salak dengan Edible Coating



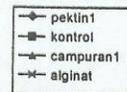
Keterangan



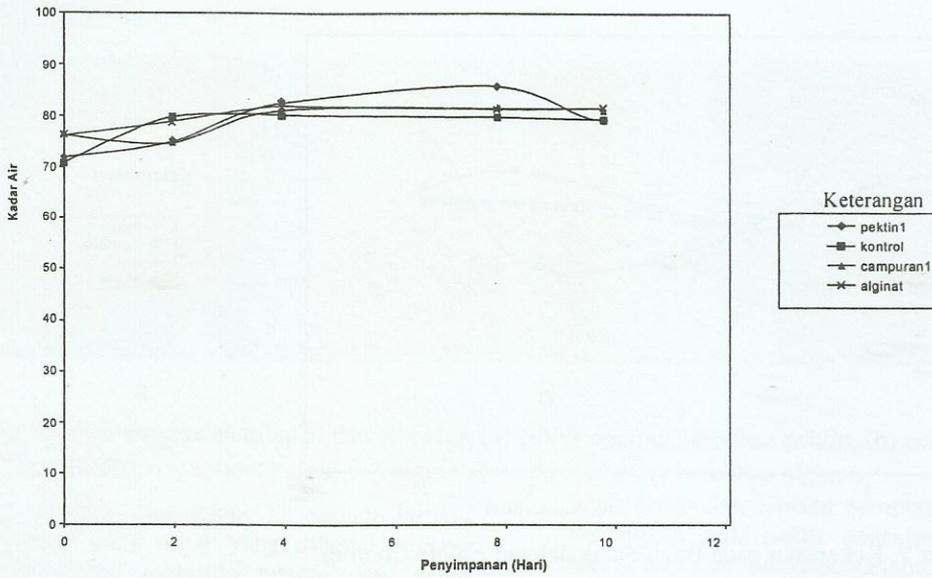
Gambar 8. Vitamin C pada Buah Salak dengan Edible Coating



Keterangan



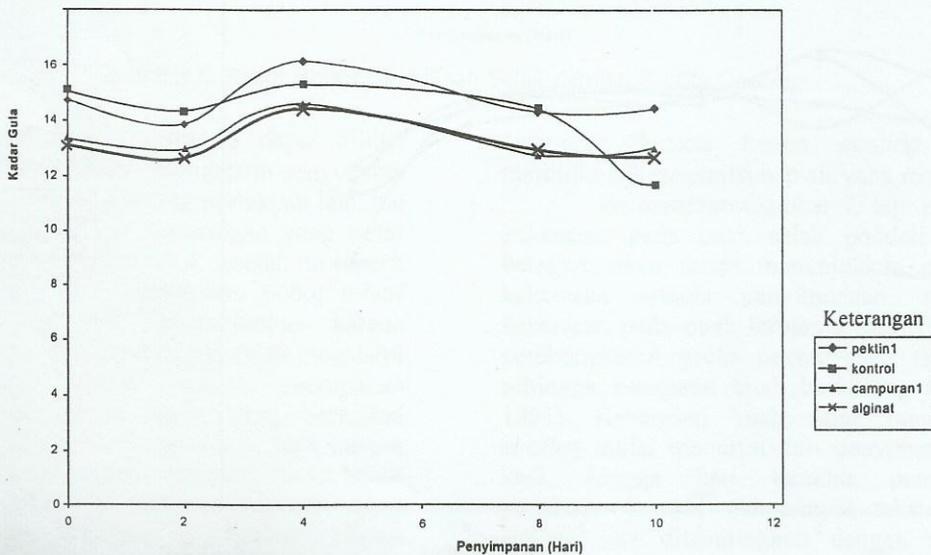
Gambar 9. Keasaman pada Buah Salak dengan Edible Coating



Gambar 10. Kadar Gula pada Buah Salak dengan *Edible Coating*

Secara umum buah salak kupas hasil *edible coating* selama penyimpanan mengalami penurunan kandungan vitamin C, keasaman dan kadar gula, tetapi dengan laju penurunan yang rendah. Dapat disimpulkan bahwa lapisan *edible* telah mampu menjadi *barrier* bagi proses tranpirasi dan respirasi yang akan mempengaruhi ketiga parameter mutu tersebut. Berdasarkan Gambar 8, vitamin C mengalami penurunan dari mulai hari pertama penyimpanan hingga hari ke-10, salak tanpa *edible coating* memiliki kandungan vitamin C terendah pada hari ke-10 tersebut. Penurunan kadar vitamin C kemungkinan disebabkan oleh sifat asam askorbat yang mudah dioksidasi oleh oksigen dan cahaya, sehingga semakin lama penyimpanan vitamin C yang dioksidasi makin banyak dan kadar vitamin C semakin kecil. Menurut Bender (1978), vitamin C mudah larut dalam air dan mudah teroksidasi menjadi asam dehidro askorbat.

Berdasarkan Gambar 9, total asam mengalami peningkatan kemudian menurun pada akhir penyimpanan. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh pendapat Wills *dkk.* (1989) yang menyatakan asam – asam merupakan cadangan energi buah dan akan menurun selama peningkatan aktivitas metabolisme pada saat pematangan buah. Sedangkan Pantastico (1993) menyatakan total asam pada buah - buahan akan mencapai maksimum pada pertumbuhan dan perkembangan, dan menurun pada saat penyimpanan. Ketidakeragaman peningkatan total asam pada hari penyimpanan tertentu diduga karena hari panen yang berbeda pada buah salak yang digunakan. Perubahan yang jelas pada pematangan adalah kenaikan kadar gula dan penurunan pati, dari Gambar 10 dapat dilihat buah salak selama penyimpanan mengalami kenaikan kadar gula yang rendah sehingga pematangan pada buah salak terhambat dan memperpanjang masa simpan.



Gambar 11. Kadar air pada Buah Salak dengan *Edible Coating*

Penyerapan air pada *coating* mengakibatkan efek plastisitas yang cenderung meningkatkan difusitas air dan kemudian menyebabkan semakin tingginya permeabilitas uap air (Kester dan Fennema, 1989). Sifat *edible coating* yang menyerap air terutama pada kelembaban yang cukup tinggi dapat meningkatkan  $a_w$  sehingga mengakibatkan pertumbuhan mikroorganisme yang selanjutnya akan merusak *edible coating* serta bahan pangan yang dilapisinya. Dari Gambar 11, penyerapan air mengalami puncaknya pada hari ke 8, jadi hari ke 8 merupakan titik kritis rusaknya *edible coating* yang mendukung meningkatnya  $a_w$  mencapai angka minimal yang diperlukan mikroorganisme. Tumbuhnya mikroorganisme dapat diamati secara langsung pada hari ke 12 dengan munculnya bintik hitam pada salak dalam kemasan. Penyerapan air pada buah salak tanpa *edible coating* memuncak pada penyimpanan hari ke-2 dan mengalami kesetimbangan setelah itu, tumbuhnya mikroorganisme pada kontrol dimulai sejak penyimpanan hari ke-4.

### KESIMPULAN & SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut:

1. Lapisan *edible* berbahan alginat, pektin, serta campuran pektin dan alginat dapat digunakan sebagai pelapis pada buah salak pondoh siap saji.
2. Perbandingan hasil uji lapisan film berbahan alginat, pektin dan campuran pektin dengan alginat, menunjukkan bahwa formula *edible film* berbahan campuran pektin dan alginat sebesar 5 % disertai penambahan asam stearat 0,25 % merupakan bahan terbaik untuk pembuatan pelapis pada buah salak, hal ini dilihat dari aktivitas air, kuat tarik, persen elongasi dan laju transmisi uap air. Formula *edible film* berbahan campuran pektin dan alginat ditambah asam stearat 0,25% (b/v) mempunyai laju transmisi uap air 484,41 g/m<sup>2</sup>/24 jam, kuat tarik 122,744 kg.f, persen elongasi 53,33 mm dan  $a_w$  0,554.
3. Aplikasi *edible coating* berbahan campuran pektin dan alginat dan dikombinasikan dengan penyimpanan suhu 5 °C pada buah salak siap saji dapat mengurangi penurunan kadar air, total gula, vitamin C, total asam, kekerasan dan *browning*. Salak pondoh siap saji dengan *edible coating* campuran pektin dan alginat ini memiliki umur simpan hingga 10 hari.

4. Untuk memperpanjang umur simpan salak pondoh siap saji dapat diaplikasikan *edible film* pektin+Alginat 5 % Stearat 0,25 % (b/v), kemasan plastik, dan disimpan pada suhu 5 °C.
5. Untuk menghindari pencemaran selama pelapisan buah dengan *edible film* perlu dibentuk suatu standar operasi baku dengan memperhatikan titik kritis yang membahayakan keamanan produk dan konsumen.
6. Untuk aplikasi industri perlu dikembangkan metode aplikasi selain pencelupan, juga perlu kajian lebih lanjut mengenai otomatisasi aplikasi *edible film* ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1994. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist*. Benjamin Franklin Station. Washington D.C.
- ASTM. 1988. *Annual Book of ASTM Standards*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia.
- Bender, A.E. 1978 . *Food Processing and Nutrition*. Academic Press, London
- Bennion, M.1980. *The Science of Food*. John Wiley & Sons. New York.
- Burn, J. K.1995. "Lightly Processed Fruits and Vegetables. Introduction to the Colloquium". *Hort. Sci.* 30 (1):14-17
- Fischer, L. G. dan P. Wong. 1972. July 11, 1972. *U.S. Patent* 3,676,158.
- Frazier, W.C. dan D.C. Westhoff . 1978. *Food Microbiology*. Mc. Graw Hill Book Co. New York.
- Julikartika. 2003. *Karakteristik Edible Coating dari Alginat Hasil Ekstraksi Rumpun Laut Untuk Plapis Udang*. Thesis. IPB.
- Kester, J.J. dan O.R. Fennema. 1989. "Edible Films and Coating : A Review". *J. Food Technol.* 40 (12):47-59.
- Krochta, J.M. 1992. *Control of Mass Transfer in Food with Edible coating and Film*. Di dalam Singh, R.P. dan M.A. Wirakartakusumah (eds.). *Advances in Food Engineering*. CRC Press: Boca Raton, F.L: 517-538.
- Krochta, J.M., Baldwin E.A., and M.O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publi. Co. Inc. USA.

- Layuk, P., W.M. Djagal, Haryadi. 2001. *Karakteristik Komposit Film Edible Pectin Daging Buah Pala dan Tapioka*. Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan 13 (2) 36-51.
- Pantastico, E.B. 1993. *Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-Buahan dan Sayur-Sayuran Tropik dan Subtropik*. Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Permana, R. 2000. *Pengaruh Suhu Terhadap Buah Apel Malang yang Dilapisi Edible Coating Selama Penyimpanan*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Permanasari, E. D. 1998. *Aplikasi Edible Coating Dalam Upaya Mempertahankan Mutu Dan Masa Simpan Paprika*. Thesis. Institut Pertanian Bogor.
- Santoso, B., D. Saputra, dan R. Pambayun. 2005. *Kajian Teknologi Edible Coating dari Pati dan Aplikasinya Untuk Pengemas Primer Lempok Durian*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan 50 (3): 28-39
- Setiasih. 1999. *Kajian Perubahan Mutu Salak Pondoh dan Mangga Arumanis Terolah Minimal Berlapis Film Edible Selama Penyimpanan*. Thesis. Institut Pertanian Bogor.
- Sugema. 2002. *Kajian Penyimpanan Buah Nangka Terolah Minimal Berlapis Edible Coating Dalam Kemasan Atmosfir Termodifikasi*. Thesis. Institut Pertanian Bogor.
- Snyder, S. K. dan R.S. Kwon. 1987. *Soybean Utilization*. Van Nostrand Reinhold Co. New York
- Wills, R.B.H, T.H. Lee, D. Graham, W.B. Mc Glasson dan E.G. Hall. 1989. *Postharvest and Introduction to The Physiology and Handling of Fruits and Vegetables*. The AVI Publ. Co. Connecticut.
- Winarno, F.G. 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.