

PENGARUH PERLAKUAN *SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE* (STPP) PADA PATI SAGU TERMODIFIKASI TERHADAP KETEBALAN, TRANSPARANSI DAN LAJU PERPINDAHAN UAP AIR *EDIBLE FILM*

EFFECT OF SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE TREATMENT (STPP) ON MODIFIED SAGO STARCH TO THE THICKNESS, TRANSPARENCY AND WATER VAPOR TRANSMISSION RATE OF EDIBLE FILM

Yulia Maharani¹, Faizah Hamzah² dan Rahmayuni²

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kode Pos 28293, Indonesia

Maharaniyulia93@gmail.com

ABSTRACT

The use of native starch in production the edible film have weakness characteristic is vulnerable. Therefore, modified of the starch was necessary improved the functional properties of native starch. The purpose of this research was to determined the best of modified starch with concentrations of sodium tripolyphosphate (STPP) in making modified starch as raw material for edible film. This research used Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replication followed by DNMR test at 5%. The treatments in this research was S₁ (STPP 0%), S₂ (STPP 0.5%), S₃ (STPP 1,0%) and S₄ (STPP 1.5%). The resultsshowed that the use of modified starch in a different concentration of sodium tripolyphosphate (STPP) with has significant affected on the transparency, water vapor transmission rate, tensile strength and elongationhowever not significant affected on the thickness. The best treatment edible film of modified starch in a different concentration of sodium tripolyphosphate (STPP) in this research was S₄ (STPP 1.5%) with thickness 0.0822 mm, transparency of the value 3.3110, water vapor transmission rate 22.7418 g /m²/h, tensile strength 1.7706 MPa, and elongation 19.3269%.

Keywords: modified starch, cross-linking, sodium tripolyphosphate, edible film.

PENDAHULUAN

Edible film merupakan kemasan ramah lingkungan yang berbentuk lembaran tipis dibuat dari bahan yang dapat dimakan, bersifat transparan, dan digunakan untuk melapisi komponen makanan yang berfungsi sebagai *barrier* terhadap transfer massa, misalnya kelembaban, oksigen, lipid, dan zat terlarut (Krochta dkk., 1994 dalam Harris, 2001). *Edible film* merupakan

salah satu produk olahan dari hidrokoloid seperti protein, polisakarida (pektin, gum, pati), lemak, dan campurannya yang berupa lapisan tipis dan dapat melekat atau menutupi bahan pangan, menjaga kesegaran, dan keawetannya.

Salah satu jenis *film* ramah lingkungan yang populer untuk dikembangkan saat ini adalah *film* berbasis pati. Pati merupakan

1. Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian
2. Dosen Pembimbing Jurusan Teknologi Pertanian

salah satu jenis polisakarida yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. Salah satu jenis tanaman yang berpotensi sebagai penghasil pati adalah sagu. Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan sumber pati yang sangat potensial di Indonesia khususnya Riau. Berdasarkan data Dinas Perkebunan Provinsi Riau (2014), luas areal tanaman sagu di Indonesia mencapai 1.250.000 ha dan sebagian berada di Provinsi Riau seluas 83.256 ha dengan produksi sagu sebesar 133.936 ton.

Penggunaan pati alami pada pembuatan *edible film* akan membuat sifatnya menjadi rapuh dan rentan mengalami kerusakan jika diberikan beban. Salah satu cara untuk memperbaiki sifat pati alami dalam pembuatan *edible film* yaitu dengan cara memodifikasi pati. Modifikasi pati yang dapat memperbaiki sifat pati alami salah satunya yaitu modifikasi pati secara ikat silang (*cross-linking*). Pati modifikasi ikat silang (*cross-linking*) adalah salah satu modifikasi pati secara kimia. Modifikasi secara kimia dapat dilakukan dengan cara menambahkan *cross-linking agent* yang dapat menyebabkan terbentuknya ikatan-ikatan (jembatan) baru antar molekul di dalam pati itu sendiri atau diantara molekul pati yang satu dengan molekul pati yang lain (Teja dkk., 2008). Arvanitoyannis dkk. (1998) menambahkan bahwa penggunaan pati termodifikasi bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat pati alami dan sekaligus memperbaiki sifat *edible film* yang dihasilkan.

Bahan kimia yang dapat digunakan dalam modifikasi ikat silang salah satunya yaitu *sodium*

tripolyphosphate (STPP). STPP biasanya digunakan sebagai tambahan dalam makanan sebagai pengawet dan pembentuk tekstur. STPP juga digunakan sebagai bahan pengemulsi, penstabil, pengental pada susu evaporasi, susu bubuk, susu kental manis, es krim, dan lain-lain (Amin, 2013). Penggunaan STPP dalam produk pangan hanya diperbolehkan ada sebanyak 2-9 g/kg bahan (Anonim, 2013). Menurut Food and Drug Administration (2012) penggunaan alkali fosfat pada pati modifikasi, jumlah residu phosphor pada pati tidak lebih dari 0,4% (kecuali pada pati gandum dan kentang sebesar 0,5%). Penggunaan pati modifikasi diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap sifat kimia dan mekanik dalam pembuatan *edible film*. Wattimena dkk. (2016) menyatakan bahwa penggunaan pati modifikasi fosfat dalam pembuatan *edible film* memberikan pengaruh terhadap sifat kimia dan mekanik dari *edible film* pati sagu yang dihasilkan.

Penelitian Hasibuan (2015) menjelaskan bahwa penambahan *sodium tripolyphosphate* (STPP) 0,5%-1,5% dan waktu perendaman 1-2 jam menggunakan modifikasi kimia (*cross-linking*) menghasilkan pati sagu modifikasi dengan kadar amilosa 28,46%-31,03% dan persentase fosfat 0,243%-0,265%, sehingga diasumsikan dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan *edible film* yang baik. Detduangchan dkk. (2014) juga telah melakukan penelitian tentang peningkatan sifat *film* pati beras *biodegradable* dengan menggunakan zat pengikat silang kimia menghasilkan nilai kekuatan tarik

berkisar antara 4,36-7,57 MPa dan transmisi uap air 2,48-3,84 g.mm/m².day.KPa.

Berdasarkan uraian tersebut, maka telah dilakukan penelitian yang **Pengaruh Perlakuan *Sodium Tripolyphosphate*(STPP) pada Pati Sagu Termodifikasi terhadap Ketebalan, Transparansi, dan Laju perpindahan Uap Air *Edible Film*.**

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Riau dan Laboratorium Rekayasa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada pada bulan September hingga Juli 2017.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah pati sagu alami yang diperoleh dari Pasar Selasa Panam, *Sodium tripolyphosphate* (STPP), gliserol, NaOH 5%, HCl 0,1 N, lem UHU, dan akuades.

Alat-alat yang digunakan adalah timbangan analitik, *beaker glass*, pH meter, batang pengaduk, gelas ukur, pipet tetes, penjepit, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *centrifuse*, blender, ayakan 80 *mesh*, cawan petri, oven, mikrometer, desikator, *TA-TXTexture Analyzer*, spektrofotometer UV-Vis, tisu, kamera untuk dokumentasi, dan alat tulis yang digunakan selama pengamatan.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan menggunakan

Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan diulang sebanyak empat kali sehingga total ada 16 unit percobaan. Berikut adalah perlakuan:

S1=Pati sagu tanpa STPP

S2 =Pati sagu dengan konsentrasi STPP 0,5%

S3 = Pati sagu dengan konsentrasi STPP 1,0%

S4 = Pati sagu dengan konsentrasi STPP 1,5%

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan pati modifikasiperlakuan STPP

Proses modifikasi pati alami dengan perlakuan STPP mengacu pada Detduangchan dkk. (2014) dengan perbedaan konsentrasi *sodium tripolyphosphate*. Pati sagu 100 g dilarutkan dalam 250 ml akuades. Kemudian ditambahkan STPP sesuai perlakuan (tanpa STPP; 0,5%; 1%; 1,5% dari berat bahan). Larutan tersebut diaduk sampai rata. Dilakukan pengaturan pH sampai 10,5 dengan menggunakan NaOH 5%. Larutan diaduk terus menerus dan dipanaskan sampai suhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Kemudian ditambahkan HCl 0,1 N ke dalam larutan untuk mengakhiri reaksi sampai pH 5,5. Larutan pati dicuci dengan akuades dan dinetralkan dengan NaOH 5%. Larutan yang diperoleh disentrifugase pada 8000 rpm selama 15 menit dan dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam. Pati kering dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 80 *mesh* sehingga dihasilkan pati sagu modifikasi.

Pembuatan *Edible Film*

Proses pembuatan *edible*

film mengacu pada Detduangchan dkk. (2014). Proses pembuatan *edible film* yaitu pati sagu termodifikasi ditimbang sebanyak 3 g. Ditambahkan 1 ml gliserol. Kemudian dibuat suspensi dengan penambahan akuades sampai dengan 100 ml. Selanjutnya suspensi dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer* selama 10 menit pada suhu $\pm 85^{\circ}\text{C}$ sampai terbentuk *gel*. Selanjutnya larutan didinginkan sampai suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$. Suspensi hasil pemanasan diambil 20 ml dan dicetak menggunakan cawan petri lalu dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ selama 10 jam dan setelah itu didinginkan selama 15 menit agar *edible film* mudah dilepas dari cetakan. *Edible film* siap dianalisis.

Pengamatan yang dilakukan adalah ketebalan, transparansi, dan laju perpindahan air.

Analisis Data

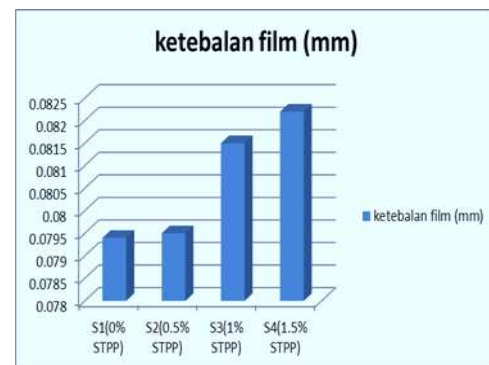
Data yang diperoleh pada analisis kimia akan dianalisa secara statistik dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$ pada taraf uji 5% maka perlakuan berpengaruh nyata dan analisis akan dilanjutkan dengan uji DNMRT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan

Ketebalan *edible film* merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap pembentukan *edible film* dan tujuan penggunaannya untuk pengemas atau pelapis produk. Sebagai kemasan, semakin tebal *edible film* maka kemampuan penahanan *edible film* semakin besar, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang. Hasil sidik ragam

menunjukkan bahwa penggunaan pati termodifikasi dengan konsentrasi *sodium tripolyphosphate* (STPP) yang berbeda pada pembuatan *edible film* memberikan pengaruh tidak nyata terhadap nilai ketebalan *edible film*. Rata-rata ketebalan *edible film* disajikan pada Grafik 1.



Grafik 1. Rata-rata Ketebalan *edible film*

Data pada Grafik 1 menunjukkan bahwa ketebalan *edible film* yang diperoleh berbeda tidak nyata pada setiap perlakuannya, hal ini disebabkan karena jumlah pati modifikasi yang digunakan dalam pembuatan *edible film* sama dan volume larutan yang dituangkan masing-masing cawan petri sama. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi pati yang dilakukan tidak mempengaruhi ketebalan *edible film*. Menurut Suryaningrum dkk. (2005), faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ketebalan *film* antara lain: lama waktu pengeringan, ukuran plat atau cawan petri, dan sifat bahan yang digunakan. Bila komposisi bahan-bahan yang digunakan banyak maka *film* yang dihasilkan tebal karena komponen penyusunnya beragam. Ketebalan *film* berpengaruh terhadap laju perpindahan air, gas, dan senyawa volatil saat pengaplikasian *edible film*.

Skurtys dkk. (2006) menyatakan *edible film* dianggap memenuhi syarat bahan pengemas apabila memiliki ketebalan <0,250 mm. Ketebalan *edible film* dapat berpengaruh pada nilai renggang putus, perpanjangan, dan laju perpindahan uap air (Darawati dan Pranoto, 2010). McHugh dan Krochta (1993) menambahkan bahwa ketebalan yang semakin meningkat (<0,250 mm) maka kemampuan penahan *edible film* akan semakin baik, sehingga umur simpan produk semakin panjang. *Edible film* pada penelitian ini memiliki ketebalan yang telah memenuhi standar dari ketebalan *edible film* pada umumnya.

Transparansi

Transparansi merupakan kemampuan suatu bahan untuk meneruskan cahaya. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan pati termodifikasi dengan konsentrasi *sodium tripolyphosphate* (STPP) yang berbeda pada pembuatan *edible film* memberikan pengaruh nyata terhadap nilai transparansi *edible film*. Rata-rata transparansi *edible film* disajikan pada Grafik 2.



Grafik 2. Rata-rata transparansi *edible film*

Data pada Grafik 2 menunjukkan bahwa Penggunaan pati termodifikasi dengan konsentrasi

sodium tripolyphosphate yang berbeda, memberikan pengaruh nyata terhadap transparansi *edible film*. Grafik 2 menunjukkan bahwa nilai transparansi cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi *sodium tripolyphosphate* yang digunakan dalam modifikasi pati. Hal ini menunjukkan bahwa derajat kejernihan *edible film* semakin menurun. Menurut Bao dkk. (2009), dengan menurunnya nilai transparansi maka derajat kejernihan *film* meningkat.

Transparansi *edible film* cenderung menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi *sodium tripolyphosphate* pada pati modifikasi. Hal ini disebabkan karena semakin banyak penggunaan *sodium tripolyphosphate* pada saat dilakukan modifikasi pati akan mempengaruhi warna pati sehingga pada waktu pembuatan *edible film* akan mempengaruhi transparansi *edible film* yang dihasilkan. Menurut Craig dkk. (1989), adanya proses modifikasi akan menghambat pembentukan ikatan hidrogen dari molekul amilosa dan amilopektin oleh gugus ester yang terbentuk, hal ini berakibat menurunnya kejernihan pasta pati sehingga pada saat pembuatan *edible film* akan mempengaruhi transparansi *edible film* yang dihasilkan. Menurut Krzysztof dkk. (2003), pati pisang yang dimodifikasi secara ikatan silang dengan senyawa fosfat akan menurunkan kejernihan pasta dengan semakin lamanya waktu penyimpanan.

Modifikasi pati akan menghasilkan amilosa dengan jumlah yang lebih banyak. Menurut Krochta dkk. (1994), amilosa memiliki sifat transparansi yang

rendah sehingga akan mempengaruhi transparansi *edible film*. Selain itu, transparansi *edible film* juga disebabkan oleh karakteristik dari pati sagu yang digunakan sehingga transparansi *edible film* semakin menurun. Hal ini sejalan dengan pernyataan Setiani dkk. (2013) yang menyatakan bahwa transparansi dipengaruhi oleh karakteristik dari bahan baku pembuatannya. Pati sagu umumnya berwarna putih kusam dan ada pula yang berwarna kemerahan secara genetik sehingga menghasilkan *edible film* dengan tingkat kejernihannya yang rendah.

Laju perpindahan uap air

Laju perpindahan uap air merupakan salah satu sifat yang paling penting pada *edible film*. Laju perpindahan uap air digunakan untuk mengetahui kemampuan *film* untuk menahan perpindahan uap air karena dapat digunakan untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas di dalamnya. *Edible film* sebagai kemasan diharapkan memiliki laju perpindahan uap air yang kecil. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penggunaan pati termodifikasi dengan konsentrasi *sodium tripolyphosphate* (STPP) yang berbeda pada pembuatan *edible film* memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai laju perpindahan uap air. Rata-rata laju perpindahan uap air *edible film* setelah diuji lanjut dengan DN MRT taraf 5% disajikan pada Grafik 3.



Grafik 3. Rata-rata laju perpindahan uap air *edible film*

Data pada Grafik 3 menunjukkan bahwa nilai laju perpindahan uap air cenderung turun seiring dengan peningkatan konsentrasi *sodium tripolyphosphate* pada pati modifikasi. Grafik 3 menunjukkan bahwa semakin meningkat penggunaan *sodium tripolyphosphate* pada pati modifikasi maka nilai laju perpindahan uap air semakin rendah. Hal ini disebabkan karena uap air yang masuk ke dalam matriks *edible film* semakin kecil.

Edible film tanpa penambahan *sodium tripolyphosphate* (kontrol) memiliki nilai laju perpindahan uap air 37,1538 g/m²/jam, sedangkan *edible film* dengan penggunaan pati modifikasi konsentrasi *sodium tripolyphosphate* yang semakin meningkat akan memiliki nilai laju perpindahan uap air lebih rendah. Laju perpindahan uap air yang cenderung semakin menurun disebabkan oleh gugus fosfat yang terdapat pada *sodium tripolyphosphate*. Gugus fosfat dapat berikatan dengan gugus hidroksil pada pati sehingga kesempatan air untuk berikatan dengan pati akan terbatas. Menurut Lim dan Seib (1993), gugus fosfat STPP akan berikatan dengan gugus hidroksil

pada pati sehingga terjadi ikatan silang yang dapat menghambat uap air masuk ke bahan.

Modifikasi pati juga mengakibatkan bertambahnya rantai lurus amilosa pada pati yang menyebabkan terbentuknya ikatan-ikatan silang antar molekul patisehingga sifat hidrofilik *film* menurun. Pernyataan tersebut didukung oleh Garcia dkk. (2000) yang menyatakan bahwa untuk *film* dari pati, semakin tinggi kandungan amilosa bahan maka nilai perpindahan uap air semakin menurun karena amilosa yang berantai lurus akan membentuk jaringan yang rapat sehingga akan menurunkan sifat hidrofiliknya. Pati dengan kadar amilosa tinggi akan menyebabkan *film* menjadi lebih rapat akibat terjadinya interaksi antar rantai molekul polimer yang lebih kuat atau terbentuknya ikatan-ikatan silang sehingga sifat hidrofilik *film* menjadi menurun. Jika *film* tersebut dilewati oleh uap air yang bersifat polar maka molekul air akan lebih sukar menembus *film* dengan kadar amilosa tinggi tersebut sehingga nilai perpindahan uap airnya semakin rendah. Krochta dkk. (1994) menambahkan bahwa amilosa memiliki sifat transparansi, kekuatan, dan elastisitas yang rendah tetapi tinggi kerapatannya. Sebaliknya, amilopektin memiliki sifat transparansi tinggi, demikian juga kekuatan dan elastisitasnya tetapi rendah kerapatannya.

Edible film yang mempunyai nilai laju perpindahan uap air yang rendah cocok digunakan untuk mengemas produk yang mempunyai kelembaban yang tinggi sehingga *edible film* tersebut akan menghambat jumlah uap air yang

dikeluarkan dari produk ke lingkungan sehingga produk tersebut tidak cepat kering. *Edible film* yang baik untuk kemasan pangan adalah yang memiliki nilai laju perpindahan uap air yang kecil agar produk yang dikemas terhindar dari kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan di sekitarnya.

***Edible film* Formulasi terpilih**

Edible film dapat dikatakan memenuhi syarat sebagai bahan pengemas apabila memiliki ketebalan <0,250 mm, laju perpindahan air yang kecil, memiliki *film* yang transparan, dan kuat tarik serta pemanjangan yang baik. Selain itu *edible film* yang dihasilkan diharapkan dapat berfungsi sebagai pembatas (*barrier*) kelembaban, oksigen, *flavour*, aroma, dan minyak untuk memperbaiki kualitas pangan. Pemilihan *edible film* formulasi terbaik pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan karakteristik masing-masing *edible film* sesuai dengan perlakuan. Menurut Skurtys dkk. (2006), *edible film* dapat dikatakan memenuhi syarat bahan pengemas apabila memiliki ketebalan <0,250 mm. *Edible film* yang terlalu tebal atau melebihi batas kemampuan maksimum maka akan mempengaruhi bahan yang dikemas, seperti mengubah aroma, rasa, dan lain-lain. *Edible film* S₁, S₂, S₃, dan S₄ telah memenuhi persyaratan tersebut.

Transparansi merupakan kemampuan suatu bahan untuk meneruskan cahaya. Nilai transparansi *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 3,1410-3,3110. Nilai transparansi tertinggi diperoleh oleh perlakuan S₄ dan nilai

transparansi terendah S₁. Menurut Bao dkk. (2009), *edible film* yang lebih transparan atau yang memiliki tingkat kejernihan tinggi akan meningkatkan nilai estetika dan pemasaran dari produk yang dikemas.

Laju perpindahan uap air *edible film* yang baik untuk kemasan pangan menurut McHugh (1994) adalah yang memiliki kemampuan menyerap uap air yang kecil agar

produk yang dikemas terhindar dari kerusakan yang disebabkan oleh udara, terlebih peran utama *edible film* adalah sebagai penghambat transfer massa (kelembaban, oksigen, cahaya, lipid, dan zat terlarut). Perlakuan S₄ menghasilkan laju perpindahan uap air terendah dan ditetapkan sebagai perlakuan terpilih.

Tabel 1. Data pemilihan *edible film* perlakuan terpilih berdasarkan karakteristik

Karakteristik	Perlakuan			
	S1	S2	S3	S4
Ketebalan (mm)	0,0794	0,0795	0,0815	0,0822
Transparansi	3,1410^b	3,1775^b	3,2867 ^a	3,3110 ^a
Laju perpindahan uap air (g/m ² /jam)	37,1538 ^d	32,6143 ^c	27,4601 ^b	22,7418^a

Ket : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata setelah dianalisis DNMRT pada taraf 5% .

Berdasarkan data pemilihan *edible film* perlakuan terpilih, maka ditetapkan perlakuan S₄ sebagai perlakuan terpilih. Perlakuan S₄ memiliki ketebalan 0,0822 mm, nilai transparansi 3,3110, dan laju perpindahan uap air 22,7418 g/m²/jam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan data-data hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan pati sagu termodifikasi dengan konsentrasi *sodium tripolyphosphate* yang berbeda berpengaruh nyata terhadap transparansi dan laju perpindahan uap air *edible film* yang dihasilkan, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap ketebalan *edible film* yang dihasilkan.
2. Perlakuan terpilih berdasarkan parameter yang diuji adalah *edible*

film perlakuan S₄ (STPP 1,5%) yang memiliki ketebalan 0,0822 mm, nilai transparansi 3,3110, dan laju perpindahan uap air 22,7418 g/m²/jam.

Saran

Edible film pada penelitian ini memiliki transparansi yang rendah dan memiliki laju perpindahan uap air yang tergolong tinggi dibandingkan *edible film* bahan hidrokoloid lain. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memperbaiki transparansi *edible film* dan laju perpindahan uap air dengan menambahkan senyawa yang bersifat hidrofobik untuk mengurangi laju perpindahan uap air *edible film*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, N.A. 2013. **Pengaruh suhu fosforilasi terhadap sifat fisikokimia pati tapiokatermodifikasi.** Skripsi.FakultasPertanian Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Anonim. 2013. **Sodium Tripolyfosfat.** SNI 06-2109-1991. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Arvanitoyannis, I., A. Nakayama, dan S. Aiba. 1998. **Edible film made from hydroxypropyl starch and gelatin and plasticized by polyols and water.** Carbohydrate Polymer, vol 36: 105-119.
- Bao, S., S. Xu, dan Z. Wang. 2009. **Antioxidant activity and properties of gelatin films incorporated with tea polyphenol-loaded chitosan nanoparticles.** Journal of the Science of Food and Agriculture, vol 89(15): 2692-2700.
- Craig, S. A. S., C. C. Maningat, P. A. Seib, and R. C. Hoseney. 1989. **Starch paste clarity.** Journal Cereal Chemistry, vol 66(3): 173-182.
- Darawati, M. dan Y. Pranoto. 2010. **Penyalutan kacang rendah lemak menggunakan selulosa eter dengan pencelupan untuk mengurangi penyerapan minyak selama penggorengan dan meningkatkan stabilitas oksidatif selama penyimpanan.** Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, vol 21 (2): 108-115.
- Detduangchan, N., W. Sridach, and T. Wittaya. 2014. **Enhancement of the properties of biodegradable rice starch film by using chemical crosslinking agents.** International Food Research Journal, vol 21(3): 1225-1235.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2014. **Data Statistik Perkebunan Provinsi Riau.** Pemerintah Provinsi Riau Dinas Perkebunan. Pekanbaru.
- Food Drug Administration. 2012. **Sanitation, Sanitary Regulation and Voluntary Programs** In: G. Marriot, Norman (ed). Principles of Food Sanitation. Third Edition Chapman and Hall. New York. Hal 7.
- Garcia, M. A., M. N. Martino, and N. E. Zaritzky. 2000. **Lipid addition to improve barrier properties of edible starch-based film and coating.** Jurnal Food and Science, vol 65(6): 941-947.
- Harris, H. 2001. **Kemungkinan penggunaan edibel film dari pati tapioka untuk pengemas lempuk.** Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia, vol 3(2): 99-106.
- Hasibuan, E. 2015. **Karakteristik pati sagu (*Metroxylon sago*)**

- Rottb.) **modifikasi kimia dengan perlakuan sodium tripolyphosphate (STPP)**. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Krochta, J. M., E. A. Baldwin, dan M. O. Nisperos-Carriedo. 1994. **Edible coatings and film to improve food quality**. Technomic Publ.Co., Inc.,USA.
- Krzysztof, N., Waliszewski, A. Maria, Aparicio, A. Luis, Bello, A. Jose, and Monroi. 2003. **Changes of banana starch by chemical and physical modification**. Journal Carbohydrate Polymers, vol 52: 237-242.
- Lim, S. and P. A. Seib. 1993. **Preparation and pasting properties of wheat and corn starch phosphates**. Journal of Cereal Chemistry, vol 70(2): 137-144.
- McHugh, T. and J. M. Rand Krochta. 1993. **Dispersed phase particle size effects on water vapor permeability of whey protein-beeswax edible emulsion films**. Journal Food Process Press, vol 18: 173-188.
- Setiani, W., T. Sudiarti, dan L. Rahmidar. 2013. **Preparasi dan karakterisasi edible film dari poliblend pati sukun-kitosan**. JurnalValensi, vol 3 (2): 100-109.
- Skurtys, O., C. Acevedo, F. Pedreschi, J. Enrions, F. Osorio, and J.M. Aquilera. 2011. **Food hydrocolloid edible films and coating**. Department of Food Science and Technology.Universidad de Santiago de Chile. Chile.
- Suryaningrum, Th. D., J. Basmal, dan Nurrochmawati 2005. **Studi pembuatan edibel film dari karagenan**. Jurnal penelitian perikanan Indonesia. Edisi Pasca Panen. Badan Riset Perikanan dan Kelautan Departemen Kelautan dan Perikanan, vol 2 (4) : 1 – 13.
- Teja, A.W., I. Sindi, A. Ayucira, dan E. K. L. Setiawan. 2008. **Karakteristik pati sagu dengan metode modifikasi asetilasi dan cross-linking**. Jurnal Teknik Kimia Indonesia, vol 7(3): 836-843.
- Wattimena, D., L. Ega, dan F. J. Polnaya. 2016. **Karakteristik edible film pati sagu alami dan pati sagu fosfat dengan penambahan gliserol**. Jurnal Agritech, vol 36(3): 247-252.

