

Perbaikan Sifat Fisik, Kimia, dan Antibakteri *Edible Film* Berbasis Pati Ganyong

Improvement of Physical, Chemical and Antibacterial Characteristics of Edible Film
Based on *Canna edulis*. Kerr Starch

Budi Santoso, Antaria Marsega, Gatot Priyanto, Rindit Pambayun

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30662, Indonesia
Email: budiunsri@yahoo.com

Submisi: 27 Juli 2015; Penerimaan: 30 November 2015

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan antibakteri *edible film* berbasis pati ganyong dengan memanfaatkan ekstrak protein belut sawah, gambir, dan jeruk kunci. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial dengan tiga kali ulangan. Perlakuan penelitian terdiri atas konsentrasi ekstrak protein belut (0, 3, dan 6 (%v/v); konsentrasi ekstrak gambir (0, 1,5, dan 3 (%b/v), dan pH (3, 4, 5, dan 6). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa ekstrak protein belut berpengaruh nyata terhadap ketebalan dan kelarutan, ekstrak gambir berpengaruh nyata terhadap ketebalan, persentasi pemanjangan, dan kelarutan serta perlakuan interaksi antara ekstrak gambir dan pH berpengaruh nyata terhadap kelarutan *edible film*. Karakteristik *edible film* yang dihasilkan memiliki ketebalan berkisar 0,15 hingga 0,28 mm, persen pemanjangan berkisar 37,17 hingga 84,4 %, kelarutan *edible film* dalam air berkisar 41,00 hingga 69,67 %, laju transmisi uap air *edible film* berkisar antara 4,09 hingga 11,77 g.m⁻². hari⁻¹, dan bersifat antibakteri *Staphylococcus aureus* dengan nilai diameter daya hambat (DDH) berkisar 0,44 hingga 2,79 mm.

Kata kunci: Antibakteri; *edible film*; belut sawah; pH gambir

ABSTRACT

The objective of the research was to improve physical, chemical, and antibacterial edible film based on *Canna edulis* Kerr by using eel's protein, gambir (*Uncaria gambir* Roxb), and *Citrus hystic* extract. The research design was completely randomized factorial design with three replications. There were three studies: the addition of eel's protein extract, *Uncaria gambir* Roxb extract, and pH value at the concentration 0 % (v/v), 3 % (v/v), 6 % (v/v), 0 % (w/v), 1.5 % (w/v), 3 % (w/v), and 3, 4, 5, 6 respectively. The results showed that eel's protein extract concentration significantly effected (at 5 % level test) on thickness and solubility, the *Uncaria gambir* Roxb extract concentration significantly affected the thickness, percentage of elongation and solubility and interaction between *Uncaria gambir* Roxb extract and pH value significantly affect the solubility. Characteristics of the edible film was as follows: thickness 0.15 to 0.28 mm, percentage of elongation 37.17 to 84.4 %, solubility 4.00 to 69.57 %, water vapor transmission rate 4.09 to 11.77 g.m⁻².d⁻¹, and inhibition zone for microbe 0.44 to 2.79 mm.

Keywords: Antibacterial; edible film; eel; pH *Uncaria gambir* Roxb

PENDAHULUAN

Edible film merupakan bahan kemasan pangan yang berbentuk seperti plastik yang terbuat dari bahan biopolimer dan aman dikonsumsi oleh manusia. Bahan polimer *edible film* terdiri atas tiga golongan, yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid memiliki kelebihan terutama daya rekat terhadap bahan pangan yang dikemas, namun memiliki kelemahan terhadap transmisi uap air. Contoh bahan polimer hidrokoloid adalah pati dan protein. Lipida memiliki kelebihan dalam menahan laju transmisi uap air, namun bersifat kaku dan mudah retak. Contoh bahan ini adalah lilin lebah, beberapa jenis minyak seperti minyak goreng dan minyak sawit merah. Komposit merupakan gabungan dari hidrokoloid dengan lipida.

Penelitian *edible film* terus mengalami kemajuan dari tahun ke tahun, namun secara umum aspek penelitian yang dilakukan adalah eksplorasi bahan baku, metode proses pengolahan, dan aplikasi. Eksplorasi bahan baku untuk *edible film* difokuskan pada pemanfaatan bahan-bahan lokal potensial seperti umbi ganyong, belut sawah, dan ekstrak gambir. Umbi ganyong mengandung pati dengan komposisi amilopektin dan amilosa berturut-turut sebesar 24,44 % dan 78,86 % (Santoso dkk., 2007). Belut sawah termasuk golongan ikan yang banyak mengandung protein dengan fraksi protein miofibriler sebesar 65-75 %, sarkoplasma sebesar 20-30 %, dan stroma 1-3 % (Nakai dan Modler, 1999). Artham dkk. (2008) menambahkan *edible film* berbasis protein ikan yaitu protein miofibriler maupun sarkoplasma pada umumnya mempunyai sifat mekanik yang lebih baik terutama sifat fleksibilitas. Ekstrak gambir mengandung senyawa katekin bersifat antibakteri Gram-positif yang stabil pada pH 2,8 hingga 4,9 (Pambayun, 2008). Pengembangan metode proses pembuatan *edible film* bertujuan untuk menghasilkan *edible film* yang memiliki keunggulan yang lebih baik dan mudah diterapkan pada industri pangan. Aplikasi *edible film* sebagai bahan pengemas bahan pangan terus meluas ke arah makanan semi basah dengan tujuan utama untuk mempertahankan kualitas produk dan kenyamanan konsumen dalam mengkonsumsi produk tersebut.

Santoso dkk. (2012) mengungkapkan bahwa karakteristik *edible film* yang dihasilkan dengan komposisi pati ganyong 4 % (b/v), gliserol 3 % (v/v), dan CMC 1 % (b/v) yang dikompositkan dengan lilin lebah 1 % (b/v) memiliki nilai laju transmisi uap air $18,25 \text{ g.m}^{-2}.\text{hari}^{-1}$ dengan persen pemanjangan 36,98 %. Hermanto dan Santoso (2014) menambahkan bahwa penggunaan minyak sawit dengan konsentrasi 1,5 % (v/v) dapat menurunkan laju transmisi uap air *edible film* pati ganyong dari $18,25 \text{ g.m}^{-2}.\text{hari}^{-1}$ (Santoso dkk., 2012) menjadi $6,38 \text{ g.m}^{-2}.\text{hari}^{-1}$. Santoso (2011) telah melakukan penelitian tentang *edible film* antibakteri berbasis

pati ganyong termodifikasi dengan memanfaatkan ekstrak gambir dan ekstrak protein belut sawah dengan konsentrasi masing-masing sebesar 2, 3, 4 % (b/v) dan 2, 3, 4 % (v/v) dan Santoso dkk. (2014) meneruskan penelitian tersebut dengan penambahan perlakuan dengan pengaturan pH (5, 7, dan 9) suspensi *edible film*. Namun, kedua hasil penelitian ini tidak menghasilkan *edible film* yang bersifat antibakteri. Menurut Pambayun dkk. (2007), afinitas senyawa katekin terutama pada gugus aktif (OH) sangat tinggi terhadap molekul protein, sehingga sifat ini tentu akan berpengaruh terhadap jumlah gugus OH senyawa katekin yang bebas. Makin banyak jumlah gugus OH senyawa katekin yang terikat oleh protein maka makin turun sifat antibakteri senyawa katekin. Berdasarkan teori ini, dapat dijelaskan bahwa sifat antibakteri *edible film* sangat tergantung pada senyawa katekin yang terdapat dalam ekstrak gambir, semakin tinggi konsentrasi senyawa katekin dalam matrik *edible film* maka semakin tinggi sifat antibakterinya dan keberadaan senyawa katekin ini sangat tergantung dengan konsentrasi ekstrak gambir, pH dan senyawa lain penyusun matrik *edible film* seperti pati dan protein.

Perbaikan karakteristik *edible film* khususnya sifat antibakteri penelitian Santoso (2011) dan Santoso dkk. (2014) dapat dilakukan, yaitu: pengaturan pH suspensi *edible film* dengan menggunakan sari jeruk kunci dan pengaturan penambahan konsentrasi ekstrak protein belut sawah dan gambir. Sari jeruk kunci memiliki kisaran pH 2,5 sampai 3,8 dan aman untuk dikonsumsi. Pengaturan pH sangat penting karena mempunyai peran penting yaitu menjaga stabilitas senyawa katekin dan menghindari pH titik isoelektris molekul protein antara 6 sampai 7.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan antibakteri *edible film* berbasis pati ganyong dengan memanfaatkan ekstrak protein belut sawah, gambir, dan jeruk kunci.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah gelas beaker, cawan petri, desikator, *hot plate* (Torrey Pines Scientific), *incubator shaker*, kertas saring *Whatman* no.4, *magnetic stirrer*, neraca analitik (Ohaus corp. Pine Brook, NJ USA), oven pengering, pH meter (HI9024 microcomputer pH meter), pompa vakum, dan termometer.

Bahan-bahan yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* FNCC 0047 (IFO 13276), aquadest, belut sawah yang diperoleh dari Kertapati, CMC, Es, gambir Babat Toman (*Uncaria gambir* Roxb), gliserol, buah jeruk kunci (*Citrus microcarpa*) yang diperoleh dari Indralaya, minyak goreng

merk *Rose Brand*, NaCl, NaOH 1M, *Nutrient Broth*, pati ganyong yang diperoleh dari CV. Warung Panganku Jakarta, dan sorbitol.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan tiga kali ulangan. Faktor perlakuan yaitu konsentrasi ekstrak protein belut sawah (A): $A_1 = 0\%$ (b/v), $A_2 = 3\%$ (b/v), dan $A_3 = 6\%$ (b/v), konsentrasi ekstrak gambir (B): $B_1 = 0\%$ (b/v), $B_2 = 1,5\%$ (b/v), dan $B_3 = 3\%$ (b/v), derajat keasaman (pH) (C): $C_1 = 3$, $C_2 = 4$, $C_3 = 5$, dan $C_4 = 6$.

Parameter yang diamati adalah ketebalan, metode *Microcal Messmer* (ASTM, 1997), persen pemanjangan (ASTM, 1997), laju transmisi uap air, metode cawan (ASTM, 1997), kelarutan *edible film* dalam air (Laohakunjit dan Noomhorm, 2004), dan uji aktivitas antimikrobia metode sumuran (Pambayun, 2008).

Data dianalisa dengan menggunakan analisis keragaman melalui program SAS versi 6.12. Bagi perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5 % (Gomez dan Gomez, 1984).

Cara Kerja

Cara kerja penelitian dibagi dalam tiga tahap, yaitu pembuatan ekstrak protein dari belut sawah (Hidayat, 2007), ekstrak jeruk kunci (Marta dkk., 2007), dan *edible film* (Santoso, 2011).

Pembuatan ekstrak protein dari belut sawah

Belut sawah dibersihkan dengan membuang kepala dan isi perutnya lalu dicuci sampai bersih, kemudian di *fillet* untuk memisahkan bagian daging dengan tulang dan kulit, lalu dihancurkan. Daging belut yang telah hancur dicuci dengan cara dibersihkan di dalam air dingin pada suhu berkisar 1-5 °C dengan volume air 5 kali volume daging selama 10 menit. Daging yang telah hancur dilakukan pencucian kedua dengan cara dimasukkan ke dalam air dingin diaduk sampai homogen. Pengadukan dihentikan untuk mengendapkan daging sedangkan kotoran dan lemak mengapung di permukaan air, kotoran yang mengapung dibuang. Setelah pencucian, daging yang hancur dipisahkan dari air dengan alat press. Daging dibersihkan kembali dalam air dingin dan ditambahkan NaCl sebanyak 0,3 % (b/b) pada pencucian ketiga, kemudian dilakukan pengepresan kembali hingga air dapat hilang sebanyak mungkin. Daging lumat (surimi) yang telah mengalami pencucian kemudian ditambahkan sorbitol sebanyak 2 % (b/b), dicampur sampai homogen. Surimi yang dihasilkan disimpan bekukan dalam freezer dengan suhu berkisar -15 °C selama 1 minggu. Surimi beku di *thawing* terlebih dahulu selama 30 menit, kemudian ditimbang sesuai

perlakuan. Kemudian ditambahkan aquadest sebanyak 100 mL dan NaOH 1M hingga mencapai pH 11 kemudian dilakukan pengadukan dan pemanasan pada suhu 55 °C selama 30 menit. Setelah pemanasan dilakukan penyaringan untuk memperoleh ekstrak protein.

Pembuatan ekstrak jeruk kunci

Jeruk kunci disortasi, jeruk yang busuk dan yang terlalu muda dibuang. Jeruk kunci dicuci dengan menggunakan air bersih kemudian ditiriskan. Jeruk kunci lalu diekstrak, dengan cara buah jeruk kunci dikupas kulit dan dibuang bijinya kemudian diperas dengan menggunakan alat peras jeruk, lalu disaring.

Pembuatan *edible film*

Ekstrak protein diambil sebanyak 0, 3, dan 6 (%v/v) (sesuai perlakuan), dilarutkan dengan 300 mL aquadest kemudian dilakukan pengadukan dan pemanasan pada suhu 55 °C selama 15 menit, lalu tambahkan NaOH 1 M hingga mencapai pH 11 dan ditambahkan pati ganyong sebanyak 4 % (b/v). Suspensi dipanaskan dengan suhu gelatinisasi 70 °C menggunakan *hot plate* sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Setelah mencapai suhu gelatinisasi, selanjutnya secara perlahan ditambah gliserol 3 % (v/v) dan CMC 1 % (b/v). Setelah itu, dilakukan penambahan ekstrak gambir sebanyak 0, 1, 5, dan 3 % (b/v) (sesuai perlakuan) dan diaduk selama 5 menit. Minyak goreng ditambahkan sebanyak 1,5 % (v/v) dan diaduk sampai homogen. Suspensi ditambahkan ekstrak jeruk kunci sampai suspensi mencapai pH 3, 4, 5, dan 6 (sesuai perlakuan) dan diaduk sampai homogen. Suspensi kemudian dilakukan pembuangan gas terlarut (*degassing*) dengan menggunakan pompa vakum selama 1 jam. Suspensi tersebut dituangkan di atas cawan petri untuk dicetak dan selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven pengering suhu 70 °C selama 24 jam dan dihasilkan *edible film*. *Edible film* diangkat dari cetakan kemudian dimasukkan dalam desikator selama 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan

Ketebalan rata-rata *edible film* berkisar antara 0,15 hingga 0,28 mm. Nilai ketebalan terendah pada perlakuan konsentrasi ekstrak protein 0 % (v/v), ekstrak gambir 0 % (b/v), dan pH 6 ($A_1B_1C_4$) dan tertinggi ekstrak protein 6 % (v/v), ekstrak gambir 3 % (b/v), dan pH 6 ($A_3B_3C_4$). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi ekstrak protein dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film*, sedangkan perlakuan pH, perlakuan ekstrak protein dan gambir, interaksi perlakuan

ekstrak protein dan pH, interaksi perlakuan ekstrak gambir dan pH dan perlakuan interaksi ekstrak protein, ekstrak gambir, dan pH ABC berpengaruh tidak nyata terhadap ketebalan *edible film*.

Tabel 1. Uji BNJ pengaruh konsentrasi ekstrak protein terhadap ketebalan dan kelarutan *edible film*

Perlakuan	Ketebalan (mm)	Kelarutan (%)
A ₁ (ekstrak protein 0 %)	0,17a	36,73a
A ₂ (ekstrak protein 3 %)	0,21b	41,34b
A ₃ (ekstrak protein 6 %)	0,25c	47,30c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata ($\alpha < 5 \%$)

Hasil uji BNJ seperti pada Tabel 1 menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi ekstrak protein makin tebal *edible film* yang terbentuk. Hal ini disebabkan ekstrak protein yang berasal dari daging belut sawah mengandung jenis protein miofibril (Nakai dan Modler, 1999). Jenis protein miofibril berbentuk serabut dan memanjang, sehingga makin tinggi konsentrasi ekstrak protein ini maka terjadi penumpukan protein miofibril yang membentuk lapisan yang makin tebal dan rapat. Hasil penelitian ini sependapat dengan yang dilaporkan oleh Sobral dkk. (2005) bahwa penggunaan jenis protein miofibril sebanyak 2 g dalam 100 g larutan film menghasilkan *edible film* yang lebih tebal dibanding protein miofibril 1g. Santoso (2011) menambahkan bahwa dalam pembuatan *edible film* berbasis protein ada tiga faktor penting yang mempengaruhinya, yaitu bentuk protein (globuler dan fibrous), jenis asam amino, dan pH.

Tabel 2. Uji BNJ pengaruh konsentrasi ekstrak protein terhadap ketebalan, persen pemanjangan, dan kelarutan *edible film*

Perlakuan	Ketebalan (mm)	Persen pemanjangan (%)	Kelarutan (%)
B ₁ (ekstrak gambir 0 %)	0,19a	44,06a	33,55a
B ₂ (ekstrak gambir 1,5 %)	0,20b	69,80b	42,65b
B ₃ (ekstrak gambir 3 %)	0,23b	80,97c	49,14c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata ($\alpha < 5 \%$)

Tabel 2 menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi ekstrak gambir maka ketebalan *edible film* makin tinggi. Hal ini disebabkan ekstrak gambir mengandung senyawa katekin dimana senyawa katekin bersifat tidak larut dalam air dingin dan hanya larut pada air panas dan membentuk kristal pada kondisi kering. Bentuk kristal senyawa katekin pada kondisi kering merupakan padatan terlarut dalam matrik *edible*

film. Padatan terlarut ini berpengaruh terhadap peningkatan ketebalan *edible film*. Menurut Lucida (2006) senyawa katekin bersifat asam lemah (pKa 1=7,72 dan pKa 2=10,22), sukar larut dalam air, sangat tidak stabil pada udara terbuka, dan membentuk kristal pada kondisi kering. Ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh total padatan yang terdapat dalam suspensi, volume larutan, dan luas cetakan yang digunakan (Park dkk., 2004).

Persen Pemanjangan

Nilai rata-rata persen pemanjangan *edible film* berkisar antara 37,17 % hingga 84,4 %. Persen pemanjangan terendah terdapat pada perlakuan A₁B₁C₂ dan tertinggi A₂B₃C₃. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak gambir berpengaruh nyata sedangkan perlakuan ekstrak protein, pH, interaksi ekstrak protein dengan ekstrak gambir, interaksi ekstrak protein dengan pH, interaksi ekstrak gambir dengan pH dan interaksi ekstrak protein, ekstrak gambir, dan pH berpengaruh tidak nyata terhadap persen pemanjangan *edible film*.

Uji lanjut BNJ (Tabel 2) menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi ekstrak gambir makin meningkat persen pemanjangan *edible film*. Hal ini disebabkan ekstrak gambir mengandung senyawa katekin yang memiliki gugus aktif hidroksil (OH). Makin tinggi konsentrasi ekstrak gambir maka jumlah gugus OH makin banyak dalam matrik *edible film*. Gugus OH berperan pada peningkatan mobilitas rantai polimer matrik *edible film* dan hal ini dapat menyebabkan elastisitas atau persen pemanjangan *edible film* meningkat. Menurut Sastrohamidjojo (1996), meskipun senyawa katekin banyak memiliki gugus hidroksil (ciri senyawa basa Arrhenius), karena langsung terikat pada cincin fenol, maka senyawa yang terbentuk bersifat asam. Rodriguez dkk. (2006) menjelaskan bahwa gliserol yang banyak mengandung gugus hidroksil (OH) dalam sistem matrik *edible film* dapat meningkatkan laju transmisi uap air dan persen pemanjangan *edible film*. Talja dkk. (2008) melakukan penambahan beberapa jenis *plasticizer*, yaitu gliserol, xylitol, dan sorbitol dalam pembuatan *edible film* pati kentang. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa semua *plasticizer* yang digunakan dapat meningkatkan laju transmisi uap air dan persen pemanjangan tetapi kuat tarik mengalami penurunan.

Kelarutan

Nilai rata-rata kelarutan *edible film* dalam air berkisar antara 41 hingga 69,67 % Kelarutan *edible film* terendah pada perlakuan A₁B₁C₁ dan tertinggi A₃B₃C₃. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak protein, ekstrak gambir, interaksi ekstrak protein dengan ekstrak gambir dan interaksi ekstrak gambir dengan pH berpengaruh nyata

sedangkan perlakuan pH, interaksi ekstrak protein dengan pH dan interaksi ekstrak protein, ekstrak gambir, dan pH berpengaruh tidak nyata terhadap kelarutan *edible film*.

Hasil uji lanjut BNJ pada Tabel 1 menunjukkan makin tinggi konsentrasi ekstrak protein makin tinggi persen kelarutan *edible film*. Hal ini disebabkan oleh ekstrak protein belut sawah sekitar 75 % mengandung jenis protein miofibril yang bersifat polar khususnya pada gugus NH₃. Selain itu, struktur jenis protein miofibril berbentuk serabut dan memanjang sejajar dengan rantai utamanya. Berdasarkan kedua sifat protein miofibril ini maka molekul air sangat mudah untuk berikatan dengan protein dalam matrik *edible film* yang pada akhirnya membuat *edible film* mudah larut dalam air. Yoshida dkk. (2002) menerangkan bahwa sifat hidrofilik alami protein dalam formulasi *edible film* mempermudah terjadinya interaksi dengan air, sehingga *edible film* mudah larut dalam air.

Tabel 2 (uji BNJ) menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi ekstrak gambir makin tinggi persentase kelarutan *edible film*. Telah diketahui bahwa senyawa katekin dalam ekstrak gambir banyak terdapat gugus hidroksil. Makin banyak gugus hidroksil yang terdapat dalam matrik *edible film* maka kelarutannya makin meningkat. Lucida (2006) menjelaskan bahwa katekin mempunyai sifat tidak mudah larut dalam air dingin, tetapi larut dalam air panas dan bila kering berbentuk kristal yang berwarna kuning.

Tabel 3. Uji BNJ pengaruh interaksi konsentrasi ekstrak gambir dan pH terhadap kelarutan *edible film*

Perlakuan	Rerata (%)	BNJ 5%
B ₁ C ₃	32,68	a
B ₁ C ₁	33,37	a
B ₁ C ₄	33,97	a
B ₁ C ₂	34,19	a
B ₂ C ₄	41,27	b
B ₂ C ₃	42,30	bc
B ₂ C ₂	42,98	bc
B ₂ C ₁	44,09	c
B ₃ C ₄	48,32	d
B ₃ C ₃	49,07	d
B ₃ C ₂	49,39	d
B ₃ C ₁	49,81	d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata ($\alpha < 5\%$)

Uji lanjut BNJ seperti pada Tabel 3 menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi ekstrak gambir pada semua kondisi pH makin tinggi kelarutan *edible film*. Kelarutan *edible film*

dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak gambir sedangkan pH tidak berpengaruh. Telah diketahui bahwa senyawa katekin dalam ekstrak gambir banyak mengandung gugus hidroksil (OH) dan gugus ini dapat berikatan dengan molekul H₂O. Perlakuan pH yang dikombinasikan dengan ekstrak gambir tidak berpengaruh terhadap kelarutan *edible film*. Hal ini disebabkan pada pH asam senyawa katekin dalam ekstrak gambir lebih stabil atau sulit terurai dalam air. Pada penelitian pH ini tidak berpengaruh terhadap kelarutan *edible film* karena semua perlakuan pH yang digunakan bersifat asam dan senyawa katekin lebih stabil pada pH asam dan tidak stabil atau mudah terurai pada kondisi pH basa. Suardi dkk. (2006) menjelaskan bahwa senyawa katekin lebih banyak terurai pada suhu yang lebih tinggi 55 °C dan pH lebih basah (pH 8) dan Zhu dkk. (2005) menambahkan bahwa senyawa katekin sangat stabil pada kondisi asam dan kurang stabil pada kondisi alkali.

Tabel 4. Uji BNJ pengaruh interaksi konsentrasi ekstrak protein dan ekstrak gambir terhadap kelarutan *edible film*

Perlakuan	Rerata (%)	BNJ 5%
A ₁ B ₁	30,60	a
A ₂ B ₁	32,77	b
A ₃ B ₁	37,29	c
A ₁ B ₂	38,56	c
A ₁ B ₃	41,03	d
A ₂ B ₂	43,23	e
A ₃ B ₂	46,18	f
A ₂ B ₃	48,01	g
A ₃ B ₃	58,40	h

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata ($\alpha < 5\%$)

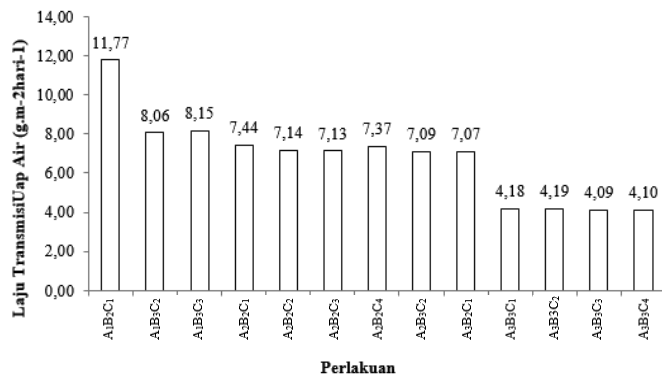
Tabel 4 (Uji BNJ) menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi ekstrak protein dan konsentrasi ekstrak gambir yang berinteraksi maka makin tinggi kelarutan *edible film*. Telah diketahui bahwa ekstrak gambir bersifat larut dalam air (Lucida, 2006) sedangkan molekul protein bersifat hidrofilik (Yoshida dkk, 2002). Hal ini dapat menyebabkan terbentuknya ikatan kompleks antara molekul protein melalui gugus aktif NH₃ dengan senyawa katekin dalam ekstrak gambir melalui gugus hidroksil (OH). Ikatan yang terbentuk ini menyebabkan matrik *edible film* bersifat hidrofilik atau mudah larut dalam air.

Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air *edible film* berkisar antara 4,09 hingga 11,77 g.m⁻².hari⁻¹. Laju transmisi uap air *edible film*

terendah pada perlakuan $A_3B_3C_3$ dan tertinggi $A_1B_2C_1$. Nilai rata-rata laju transmisi uap air *edible film* seperti yang disajikan pada Gambar 1.

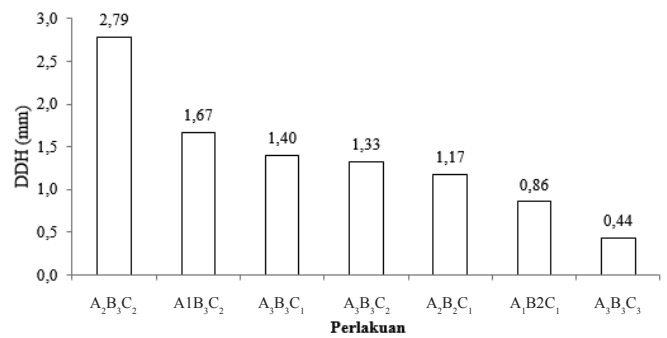
Gambar 1 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan ekstrak protein dan ekstrak gambir pada konsentrasi paling tinggi pada semua perlakuan pH menghasilkan *edible film* yang memiliki laju transmisi uap air rendah, yaitu berkisar antara 4,09 hingga 4,19 $g.m^{-2}.hari^{-1}$. Hal ini disebabkan secara fisik, ekstrak protein dan ekstrak gambir sebagai bahan pengisi pada matrik *edible film*, sehingga semakin tinggi konsentrasi kedua komponen ini maka matrik *edible film* semakin padat. Matrik *edible film* yang padat menyebabkan uap air sulit untuk menembusnya, semakin sulit uap air menembus suatu *edible film* maka nilai laju transmisi uap airnya semakin rendah. Penurunan laju transmisi uap air *edible film* berbanding lurus dengan ketebalannya, makin tebal makin sulit uap air untuk menembus *edible film* tersebut. Bertuzzi dkk. (2007) menjelaskan bahwa laju transmisi uap air *edible film* berbasis pati dengan kandungan amilosa tinggi tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi *plasticizer* tetapi juga faktor lain, yaitu temperatur, kelembaban relatif (RH), dan ketebalan *edible film*.



Gambar 1. Nilai rata-rata laju transmisi uap air *edible film*

Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode cakram (Tooraj dkk., 2008) dengan menggunakan *Staphylococcus aureus*. Bakteri tersebut merupakan bakteri Gram-positif yang merupakan indikator higienitas suatu produk pangan. Bakteri ini ditemukan di udara terbuka dan lingkungan serta bersifat patogen (Warsa, 1994). Pengujiannya dilakukan pada 13 sampel yang dipakai berdasarkan karakteristik fisik terbaik berdasarkan beberapa parameter, yaitu ketebalan, persen pemanjangan, dan laju transmisi uap air yang nilainya mendekati standar JIS 1975. Berdasarkan hasil penelitian hanya ada tujuh sampel yang memiliki sifat antibakteri. Hasil pengujian aktivitas antibakteri *edible film* seperti yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diameter daya hambat *edible film*

Hasil uji diameter daya hambat (DDH), makin tinggi nilai DDH maka aktivitas antibakteri *edible film* makin tinggi, *edible film* seperti pada Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi ekstrak protein 3 % (v/v), ekstrak gambir 3 % (b/v), dan pH 4 menghasilkan nilai DDH paling tinggi dibanding perlakuan lainnya. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan pendapat Pambayun (2008) dan Lucida (2006) bahwa penentu sifat antibakteri dalam *edible film* adalah senyawa katekin dalam ekstrak gambir, sehingga makin tinggi konsentrasinya makin sifat antibakteri makin tinggi. Dalam hal ini juga didukung oleh kondisi matrik *edible film* dalam keadaan asam pada pH 4, telah diketahui bahwa senyawa katekin sangat stabil pada pH asam yaitu 2,8 sampai 4,9. Selain itu, adanya ekstrak protein dalam matrik *edible film* juga mendukung peningkatan sifat antibakteri, karena pada kondisi asam (pH 4) sifat protein tidak berada pada titik pH isoelektris sehingga ekstrak protein dapat mengikat gugus OH senyawa lain dalam matrik khususnya molekul pati ganyong. Kondisi ini dapat mengurangi gugus OH senyawa katekin yang berikatan dengan molekul protein maupun molekul pati. Dengan demikian jumlah gugus senyawa katekin bebas masih banyak terdapat dalam matrik *edible film* sebagai penentu sifat antibakteri.

Pada perlakuan $A_1B_3C_2$ dan $A_3B_3C_2$ nilai DDH lebih rendah berturut-turut 1,67 mm dan 1,40 mm dibanding $A_2B_3C_2$ yaitu 2,79 mm. Hal ini dapat dijelaskan bahwa ekstrak protein sangat berpengaruh terhadap jumlah gugus OH bebas senyawa katekin. Pada kondisi A_1 (ekstrak protein 0 %) menunjukkan bahwa gugus OH pati dalam matrik *edible film* dapat langsung membentuk ikatan hidrogen dengan gugus OH pada senyawa katekin. Pada kondisi A_3 (ekstrak protein 6 %) dengan jumlah yang besar maka gugus NH_3 protein dapat membentuk ikatan dengan pati maupun senyawa katekin, jadi pada kondisi A_1 dan A_3 kemungkinan gugus hidroksil (OH) senyawa katekin akan berkurang dalam keadaan bebas pada matrik *edible film*.

Hasil penelitian ini dapat menjawab penelitian Santoso (2011) yang menggunakan ekstrak gambir dan ekstrak protein, namun tidak menghasilkan *edible film* yang bersifat antibakteri. Hal ini dikarenakan tidak adanya pengaturan pH suspensi *edible film*, dengan demikian pH suspensinya netral. Telah diketahui bahwa senyawa katekin stabil pada kondisi asam. Penelitian Santoso dkk. (2014) menggunakan perlakuan ekstrak gambir dan pH, namun tidak juga menghasilkan *edible film* bersifat antibakteri. Hal ini disebabkan pengaturan pH yang dilakukan mendekati pH titik isoelektris protein, dimana pada kondisi ini protein tidak memiliki muatan, sehingga tidak bisa bereaksi dengan senyawa lain dalam matrik *edible film* terutama molekul pati maupun ekstrak gambir.

KESIMPULAN

Karakteristik *edible film* yang dihasilkan memiliki ketebalan berkisar 0,15 hingga 0,28 mm, persen pemanjangan berkisar 37,17 hingga 84,4 %, kelarutan *edible film* dalam air berkisar 41 hingga 69,67 %, laju transmisi uap air *edible film* berkisar antara 4,09 hingga 11,77 g.m⁻².hari⁻¹, dan bersifat antibakteri *Staphylococcus aureus* dengan nilai diameter daya hambat (DDH) berkisar 0,44 hingga 2,79 mm. Perlakuan terbaik adalah konsentrasi ekstrak protein belut sawah 3 % (v/v), konsentrasi ekstrak gambir 3 % (b/v), dan pH 4 (A₃B₃C₂) yang memiliki DDH 2,79 mm, laju transmisi uap air 7,09 g.m⁻².hari⁻¹, ketebalan 0,28 mm, persen pemanjangan 80 %, dan kelarutan 58,8 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari hasil penelitian Hibah Fundamental yang dibiayai dari anggaran DIPA Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat No 023.04.1.673453/2015 tanggal 14 November 2014 DIPA revisi 01 tanggal 03 Maret 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Artharn, A., Benjakul, S. dan Prodpran (2008). The effect of myofibrillar/sarcoplasmic protein ratio on the properties of round scad muscle protein based film. *European Food Research and Technology* **227**: 215-222.
- ASTM (American Society for Testing and Materials) (1997). *Annual Book of ASTM Standards*. ASTM., Philadelphia, USA.
- Bertuzzi, M.A., Vidaurre, E.F.C., Armada, M. dan Gottifredi, J.C. (2007). Water vapor permeability of edible starch based films. *Journal Food Engineering* **80**: 972-978.
- Gomez, K.A. dan Gomez, A.A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Edisi Kedua. An International Rice Research Institute Book. John Wiley and Sons, New York.
- Hermanto dan Santoso, B. (2014). *Perbaikan Laju Transmisi Uap Air dan Persen Pemanjangan Edible Film Pati Ganyong dengan Penambahan Minyak Sawit*. Laporan Penelitian Prioritas Unggulan. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Hidayat, N. (2007). Pengembangan produk dan teknologi proses. <http://ptp2007.wordpress.com/2009/03/187474/membu-aturimiikan>. [25 November 2014].
- Lucida, H. (2006). *Determination of the ionization constants and the stability of catechin from gambir (Uncaria gambir (Hunter) Roxb)*. ASOPMS 12 International conference. Padang.
- Laohakunjit, N. dan Noomhorm A. (2004). Effect of plasticizer on mechanical and barrier properties of rice starch film. *Starch* **56**: 348-356.
- Marta, H., Widyasanti, A. dan Sukarti, T. (2007). *Pengaruh Penggunaan Jenis Gula dan Konsentrasi Sari Buah terhadap Beberapa Karakteristik Sirup Jeruk Keprok Garut (Citrus nobilis lour)*. Laporan Penelitian Dasar Universitas Pajajaran.
- Nakai, S. dan Modler H.W. (1999). *Food Protein Processing Application*. Willey, VHC. London.
- Pambayun, R. (2008). *Fraksi Katekin Gambir (Uncaria gambir Roxb) sebagai Anti Bakteri*. Disertasi Ilmu Pangan. Program Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Pambayun, R., Gardjito, M., Sudarmadji, S. dan Kuswanto, K.R. (2007). Kandungan fenol dan sifat antibakteri dari berbagai jenis ekstrak produk gambir (*Uncaria gambir Roxb*). *Majalah Farmasi Indonesia* **18**(3): 141-146.
- Park, D.P., Sung, J.H., Choi, H.J. dan Jhon, M.S. (2004). Electroresponsive characteristics of highly substituted phosphate starch. *Journal of Material Science* **39**: 6083-6086.
- Rodriguez, M., Oses, J., Ziani, K. dan Mate, J.I. (2006). Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films. *Food Research International* **39**: 840-846.
- Santoso, B., Manssur, A. dan Malahayati, N. (2007). Karakteristik sifat fisik dan kimia edible film dari pati ganyong. *Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dosen Ilmu Pertanian dalam Rangka Semirata BKS PTN Wilayah Barat*. Universitas Riau, 14-17 Juli 2007.

- Santoso, B. (2011). *Integrasi Pati Termodifikasi, Surfaktan, Protein, dan Ekstrak Tanaman Gambir pada Pembuatan Edible Film*. Disertasi Program Doktor Ilmu-Ilmu Pertanian Program Pascasarjana. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Santoso, B., Pratama, F., Hamzah, B. dan Pambayun, R. (2012). Perbaikan sifat mekanik dan laju transmisi uap air *edible film* dari pati ganyong termodifikasi dengan menggunakan lilin lebah dan surfaktan. *Agritech* 32(1): 9-14.
- Santoso, B., Herpandi, Pitayati, P.A. dan Pambayun, R. (2013). Pemanfaatan karaginan dan gum Arabic sebagai *edible film* berbasis hidrokoloid. *Agritech* 33(2): 140-145.
- Santoso, B., Tampubolon, O.H., Wijaya, A. dan Pambayun, R. (2014). Interaksi pH dan ekstrak gambir pada pembuatan *edible film* anti bakteri. *Agritech*. 34(1): 8-13.
- Sastrohamidjoyo, H. (1996). *Sintesis Bahan Alam*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Pp. 68-72 dan 158-168.
- Suardi, M., Zulharmita dan Khohar, R. (2006). The effluence of pH and temperature on stability of catechin isolated from gambir (*Uncaria gambir* Roxby). *The Twelfth Asian Symposium on Medical Plants, Spices and Other Natural Products (ASOMPS XII)*. Padang.
- Sobral, P.J.A., Santos, J.S. dan Garcia, F.T. (2005). Effect of protein and plasticizer concentrations in film forming solution on physical properties of edible film based on muscle proteins of a Thai tilapia. *Journal of Food Engineering* 70: 93-100.
- Talja, R.A., Helen, H., Roos, Y.H. dan Jouppila, K. (2007). Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films. *Carbohydrate Polymers* 67: 288-295.
- Talja, R.A., Helen, H., Roos, Y.H. dan Jouppila, K. (2008). Effect of type and content of binary polyol mixtures on physical and mechanical properties of starch-based edible films. *Carbohydrate Polymers* 71: 269-276.
- Tooraj, M., Hossein, T., Sayed, M.R. dan Abdol, R.O. (2012). Antibacterial, Antioxidant and optical properties of edible starch chitosan composite film containing *Thymus kotschyanus* essential oil. *Veterinary Research Forum* 3(3): 167-173.
- Warsa, U.C. (1994). *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Binapura Aksara, Jakarta.
- Yoshida, C.M.P., Antunes, A.C.B. dan Antunes, A.J. (2002). Moisture adsorption by milk whey protein films. *International Journal Food Science and Technology* 37: 329-332.
- Zhu, X., Zhang, H., Lo, R. dan Lu, Y. (2005). Antimicrobial activities of *Cynara scolymus* L. leaf, head, and stem extracts. *Journal of Food Science* 2(70): 149-152.