

Karakteristik Fisik dan Mekanik Edible Film Berbasis Pati Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*) dan Gel Okra (*Abelmoschus esculentus* L)

Nur Aini Dwi Cahyo^{1*}, Warkoyo², Rista Anggriani³

¹Prodi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia

*Corresponding author email: neniain13@gmail.com

Abstract : Red bean starch is a food ingredient that has a high starch content, which can be used as an edible film. Edible films from the starch group still have shortcomings, namely having brittle and stiff properties, so it is necessary to add other materials to improve the properties of the edible film, namely by adding okra gel. The addition of okra gel is expected to improve the physical and mechanical properties of the edible film. The purpose of this study was to determine the interaction with the addition of variations in the concentration of red bean starch and okra gel on the physical and mechanical characteristics of the edible film. This research consists of two research factors. The first factor is the concentration of red bean starch which consists of 3 levels, namely 4%; 5%; 6; (b / b). The second factor was the concentration of okra gel which consisted of 3 levels, namely 3%; 8%; 13% (w / v). The experiment used a factorial randomized block design (RBD). Observation parameters include analysis of thickness, transparency, tensile strength, elongation, water vapor transmission rate and solubility. The results of this study indicate that there is no interaction between the addition of red bean starch and okra gel on thickness, transparency, tensile strength, elongation, water vapor transmission rate and solubility edible film. The best treatment with results that were close to standard was edible film with a concentration of 5% (w / w) red bean starch and 3% (w / v) of okra gel concentration. The results of the best treatment were 0.16 mm thickness, 4.87 MPa tensile strength, 18.02% elongation, 4.73 g / m²/ day WVTR, 45.14% solubility and 3.98 A / mm transparency.

Keywords: edible film, okra gel, red bean starch

PENDAHULUAN

Produk pangan merupakan produk yang sering mengalami kerusakan. Kerusakan tersebut dapat terjadi karena adanya proses kimia dalam bahan, mikrobiologi dengan faktor fisik (Muranyi, 2013). Penggunaan *edible film* merupakan salah satu cara untuk mengurangi kerusakan tersebut. *Edible film* selain sebagai pengemas makanan, juga dapat memperpanjang umur simpan, mempertahankan kandungan gizi makanan, melindungi makanan dari kerusakan fisik maupun mekanik. *Edible film* dapat terbuat dari polisakarida, lemak dan komposit. Sumber *edible film* yang banyak digunakan yaitu

menggunakan bahan pangan berbasis polisakarida dengan jenis pati. (Bourtoom, 2008).

Penggunaan polisakarida jenis pati yang dapat digunakan yaitu berasal dari kacang merah. Kacang merah merupakan salah satu kacang-kacangan yang cukup banyak diproduksi di Indonesia. Kandungan pati pada kacang merah sebesar 39,45%. Pati dengan amilosa tinggi menghasilkan *edible film* yang lentur dan kuat. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Asmara (2018) yaitu pembuatan *edible film* dengan penambahan pati kacang merah dan stpp dengan variasi berat pati kacang merah 3% dan volume stpp 0,4% dengan ketebalan 0,128 mm, transparansi 1,255 (A546/ mm), kelarutan 28,85% kuat tarik 2,93 MPa, elongasi 16,28% dan wvtr 24,46 (g/m²/ hari).

Pembuatan *edible film* berbasis pati masih menyisakan kelemahan yaitu lemahnya resistensi terhadap uap air dikarenakan sifat hidrofilik dari pati dapat mempengaruhi sifat stabilitas dan sifat mekanisnya (Garcia *et al*, 2011). Oleh karena itu perlu ditambahkan bahan tambahan lain. Bahan yang dapat ditambahkan yaitu gel okra diharapkan mampu untuk memperbaiki sifat *edible film* dari pati yang mudah rusak atau sobek. Gel okra memiliki mandaat sebagai penstabil, pengental dan agen pengikat dikarenakan pada buah okra mengandung serat 3,2 gram (Lim, dkk. 2012).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* meliputi kacang merah dengan jenis *kidney bean* (kacang merah besar), buah okra muda berumur 5-6 hari, aquades dan gliserol.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik *ponner Ohouse* PA413, sendok, kain saring, baskom plastik, pisau, gunting, wadah penutup, ayakan 80 mesh, termometer, pipet volume 5 ml, spatula, penggaris, jangka sorong, stopwatch, gelas ukur 100 ml, gelas beker 500 ml, gelas arloji, cetakan ukuran 19 x 13 cm, sarung tangan, penggaris, plastik ,tisu, kuvet, timbangan analitik , *hotplate stirrer*, *cabinet dryer*, desikator, oven, mikrometer sekrup, kuvet, spektrofotometer UV-Vis, satu set alat uji kuat tarik (FG/SPAG 01/2650 *texture analyzer*).

Pembuatan Pembuatan Pati Kacang Merah (Mohamed *et al*, 2011)

Kacang Merah dikupas, dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa kotoran yang masih menempel pada kacang, selanjutnya kacang merah direndam selama 24 jam. Selanjutnya kacang merah diblender lalu dilakukan

ekstraksi pati dengan penambahan air. Hasil ekstraksi kemudian diendapkan selama 12 jam. Endapan yang diperoleh dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 6 jam, kemudian padatan kering selanjutnya dihaluskan dan diayak. Padatan yang lolos 80 mesh adalah pati kacang merah.

Pembuatan Gel Okra (Pratiwi, 2016)

Pembuatan gel okra menurut Pratiwi, *et al* (2016), yaitu okra disortasi dengan cara memilih buah yang bagus dan tidak rusak atau busuk, kemudian cuci hingga bersih. Okra dipotong-potong sepanjang 1 cm kemudian ditambahkan aquades dengan perbandingan okra dan aquades 1:6 (w/v). Setelah itu dilakukan perendaman selama 8-10 jam pada suhu dingin. Setelah proses perendaman dilakukan pengeringan untuk memisahkan gel dengan ampasnya.

Pembuatan *Edible Film* (Pangesti, 2014)

Pembuatan *edible film* dilakukan menurut Pangesti (2014) dalam dengan sedikit modifikasi yaitu pertama menyiapkan semua bahan dan alat yang dibutuhkan. Pencampuran aquades dengan pati kacang merah dan gel okra yang telah sebelumnya disiapkan sesuai dengan perlakuan. Kemudian gliserol ditambahkan sebanyak 3 ml. Panaskan larutan di *hotplate* sambil terus diaduk hingga mencapai suhu 85°C, setelah itu pertahankan selama 10 menit. Larutan didinginkan hingga suhu 50°C. Selanjutnya larutan dituangkan pada nampan plastik berukuran 19 x 13 cm. Kemudian dikeringkan dengan pada *cabinet dryer* dengan suhu 50°C selama 24 jam.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Pembuatan *edible film* dari pati kacang merah dan gel okra menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi pati kacang merah yaitu 4%,5%,6% dan faktor kedua adalah konsentrasi gel okra yaitu 3%,8%,13%. Faktor tersebut terdiri atas 3 level, terdapat 9 kombinasi perlakuan dengan 3 kali pengulangan sehingga terdapat 27 unit percobaan.

Pengolahan data yang diperoleh dari analisa menggunakan analisis ragam ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk mengetahui pengaruh perlakuan maka data yang sudah diperoleh apabila hasil uji $\alpha = 5\%$ memberikan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji pembeda menggunakan DMRT (*Duncan,s Multiple Range Test*) pada $\alpha = 5\%$ untuk menentukan perlakuan mana yang memberikan perbedaan nyata. Perlakuan terbaik dilakukan dengan menggunakan metode modus sehingga didapatkan hasil yang terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelarutan

Berdasarkan hasil analisa ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi nyata antara konsentrasi pati kacang merah dan konsentrasi gel okra terhadap

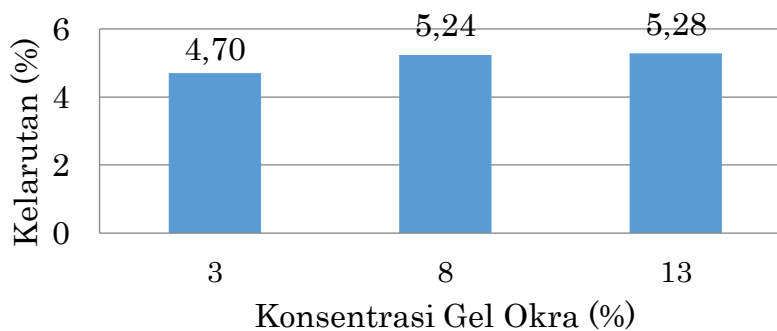
kelarutan *edible film*. Data mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi pati kacang merah, hal ini dikarenakan gugus hidrofilik yang berada didalam bahan penyusun *edible film* akan menurun dengan seiring dengan penambahan pati.

Tabel 1. Kelarutan *Edible Film* Pati Kacang Merah dengan Konsentrasi yang Berbeda

Perlakuan	Kelarutan (%)
P1 (pati kacang merah 4%)	54,27 ^b
P2 (pati kacang merah 5%)	43,75 ^a
P3 (pati kacang merah 6%)	44,68 ^a

Keterangan: Angka – angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata menurut uji Duncan (α 5%)

Hasil diatas menunjukkan kelarutan pati kacang merah cenderung menurun. Kelarutan akan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi pati yang ditambahkan hal ini karena dengan bertambahnya pati, maka rasio gliserol pati juga akan menurun, gugus hidrofilik penyusun *edible film* juga akan menurun (Warkoyo *et al*, 2014). Semakin lemah ikatan gugus hidroksil pati, maka semakin meningkat kelarutan *edible film*. Ikatan hidrogen yang semakin meningkat menyebabkan struktur molekul yang berada di dalam pati saling berkaitan membentuk jaringan yang kompak, sehingga menurunkan daya larut *edible film*. *Edible film* dengan daya larut yang tinggi menunjukkan *film* tersebut mudah dikonsumsi.



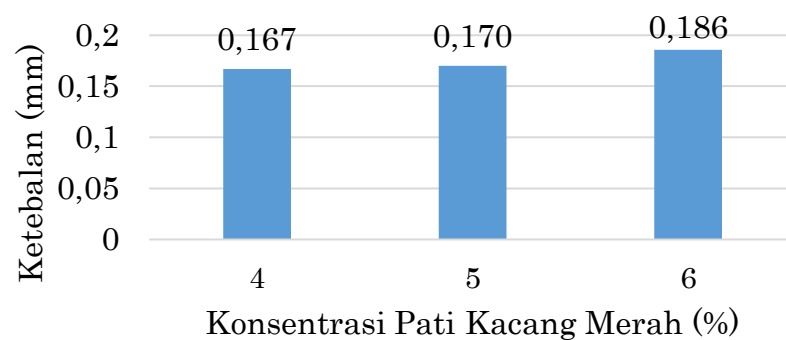
Gambar 1. Kelarutan *Edible Film* Gel Okra dengan Konsentrasi yang Berbeda

Penambahan gel okra pada pembuatan *edible film* tidak berpengaruh nyata terhadap kelarutan *edible film* Perbedaan konsentrasi pada gel okra tidak memberikan perbedaan terhadap pembentukan komponen matrik yang ada di dalam gel okra, yang membuat ikatan komponen matrik sama sehingga nilai kelarutan yang dihasilkan juga sama. Nilai rendah maupun tinggi tingkat kelarutan *film* tergantung pada aplikasi dan kegunaan *edible film* tersebut. Menurut Arsi *et al* (2013) apabila pengaplikasian *edible film* pada makanan yang

memiliki tingkat kadar air yang tinggi sehingga digunakan *edible film* yang tidak mudah larut dalam air atau yang bersifat hidrofobik.

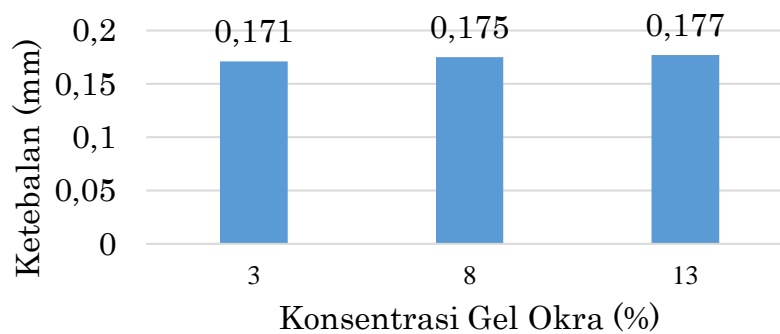
Ketebalan

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi antara perlakuan pati kacang merah dan gel okra. Secara terpisah penambahan pati kacang merah dan gel okra secara terpisah tidak berpengaruh terhadap ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Dapat dilihat pada gambar 2 semakin tinggi konsentrasi pati yang ditambahkan maka semakin tinggi ketebalan *edible film*. Menurut Ariska dan Suyatno (2015) maksimal nilai ketebalan yang baik dimiliki *edible film* yaitu sebesar 0,25mm. Semakin besar konsentrasi pati kacang merah yang digunakan, semakin besar pula ketebalan yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Warkoyo *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi polimer penyusun pada batas tertentu mampu meningkatkan ketebalan dan stabilitas *edible film*.



Gambar 2. Ketebalan *Edible Film* Pati Kacang Merah dengan Konsentrasi yang Berbeda

Gambar 3 menunjukkan data *edible film* dengan penambahan konsentrasi gel okra tidak berpengaruh terhadap ketebalan *edible film*. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan total padatan terlarut yang ada di dalam gel okra, sehingga menghasilkan nilai yang tidak signifikan. Menurut Maharani *et al.* (2017) faktor-faktor yang menyebabkan ketebalan pada *edible film* adalah sifat bahan yang digunakan, ukuran plat atau wadah yang digunakan dan lama pengeringan. Banyaknya komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* maka akan semakin tebal *edible film* yang dihasilkan dikarenakan komponen penyusun yang beragam. Ketebalan juga berpengaruh terhadap laju perpindahan air, gas dan senyawa volatil pada waktu pengaplikasian *edible film* terhadap suatu produk.



Gambar 3. Ketebalan *Edible Film* Gel Okra dengan Konsentrasi yang Berbeda

Elongasi

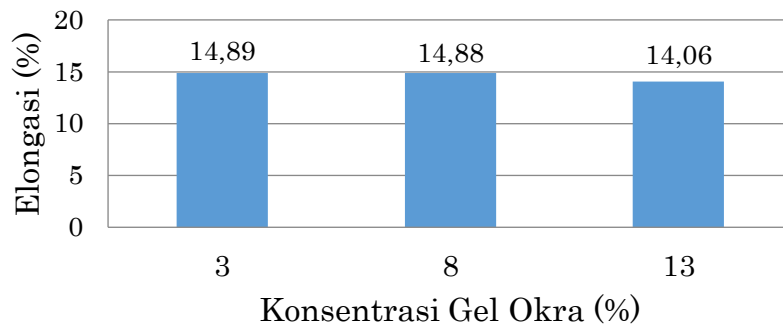
Penambahan pati kacang merah berpengaruh terhadap nilai elongasi *edible film*. Nilai elongasi *edible film* yang dihasilkan berdasarkan tabel diatas menunjukkan semakin tinggi konsentrasi pati kacang merah persentase yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal tidak sesuai dengan pernyataan Su *et al* (2010) semakin banyak pati yang ditambahkan bersama dengan rasio pati: gliserol yang semakin meningkat maka semakin rendah sifat plastis film dan akan semakin turun persen pemanjangan. Ikatan yang terjadi antara molekul pati tidak rapat dan tidak kompak sehingga menyebabkan *edible film* menjadi lemah.

Tabel 2. Elongasi Edible Film Pati Kacang Merah dengan Konsentrasi yang Berbeda

Konsentrasi Pati Kacang Merah	Elongasi (%)
P1 (pati kacang merah 4%)	12,78 ^a
P2 (pati kacang merah 5%)	14,18 ^{ab}
P3 (pati kacang merah 6%)	16,86 ^b

Keterangan: Angka – angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata menurut uji Duncan (α 5%)

Dapat dilihat pada Gambar 4. penambahan gel okra yang dihasilkan maka elongasi yang dihasilkan semakin rendah. Hal dikarenakan gel okra bersifat hidrokoloid, *edible film* yang berbasis hidrokoloid protein masih memiliki sifat yang sangat rapuh atau mudah sekali rusak jika melalui proses pemanasan. Menurut Manuhara (2003) menyatakan bahwa sifat mekanik *edible film* tergantung pada kekuatan bahan yang digunakan dalam pembuatan *film*, dalam membentuk ikatan molekuler jumlah banyak atau kuat. Hal ini didukung oleh pernyataan Suryaningrum, dkk (2005) bahwa *edible film* yang mempunyai kekuatan tarik tinggi dapat melindungi produk yang dikemasnya, dan apabila kekuatan tarik *edible film* dapat dipengaruhi oleh formulasi bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film*.



Gambar 4. Elongasi *Edible Film* Gel Okra dengan Konsentrasi yang Berbeda

Kuat Tarik

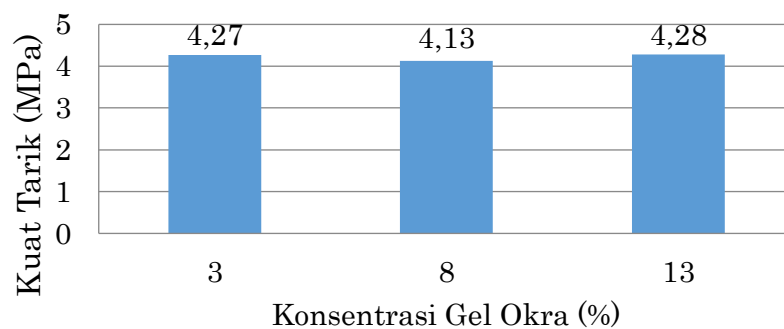
Berdasarkan hasil analisa ragam pada parameter kuat tarik konsentrasi pati kacang merah berpengaruh dan konsentrasi gel okra tidak berpengaruh.

Tabel 3. Kuat Tarik *Edible Film* Pati Kacang Merah

Konsentrasi Pati Kacang Merah (%)	Kuat Tarik (MPa)
P1 (pati kacang merah 4%)	2,645 ^a
P2 (pati kacang merah 5%)	4,182 ^{bc}
P3 (pati kacang merah 6%)	5,859 ^c

Keterangan: Angka – angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata menurut uji Duncan (α 5%)

Penambahan pati kacang merah berpengaruh terhadap kuat tarik *edible film*. Penambahan pati kacang merah yang semakin banyak juga dapat meningkatkan nilai kuat tarik pada *edible film* yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Warkoyo *et al*, (2014) bahwa semakin banyak konsentrasi pati, matrik yang terbentuk akan semakin banyak sehingga matriks pada *film* yang dihasilkan menjadi semakin kokoh dan kekuatan yang diberikan untuk menahan beban dari luar semakin bertambah besar.

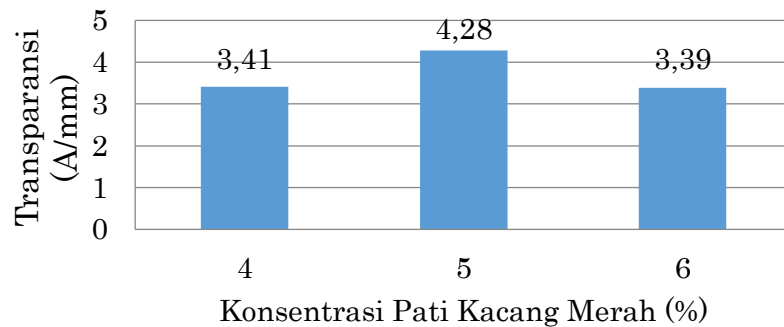


Gambar 5. Kuat Tarik *Edible Film* dengan Konsentrasi Gel Okra yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa penambahan gel okra tidak berpengaruh terhadap kuat tarik *edible film*. Hal ini diduga karena adanya kandungan total padatan terlarut pada gel okra, yang mempengaruhi pertambahan ikatan polimer dalam *film* selama pembuatan *edible*. Hal ini sesuai dengan Rahayu (2016) semakin banyak total padatan dalam larutan *film* maka dapat meningkatkan fleksibilitas dari *edible film* yang dihasilkan.

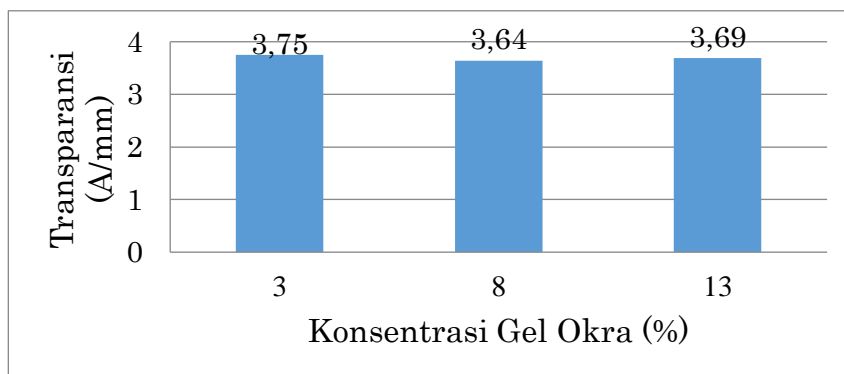
Transparansi

Semakin tinggi nilai ketebalan maka akan berbanding lurus dengan nilai transparansi yang dihasilkan dikarenakan banyaknya cahaya yang diserap oleh spektrofotometer melalui *edible film*. Hal tersebut sesuai dengan Huri dan Nisa (2014), ketebalan *edible film* meningkatkan pembaur cahaya obyek *edible film* akan terlihat lebih keruh dan tingkat kecerahannya akan semakin rendah. Jadi semakin tebal *edible film* akan memberikan warna yang tidak transparan.



Gambar 6. Transparansi *Edible Film* Pati Kacang Merah dengan Konsentrasi yang Berbeda

Penambahan gel okra tidak berpengaruh terhadap transparansi *edible film* yang dihasilkan. Nilai rerata yang dihasilkan dengan penambahan konsentrasi gel okra yaitu berkisar 3,64 A546/mm 3,75 A546/mm.

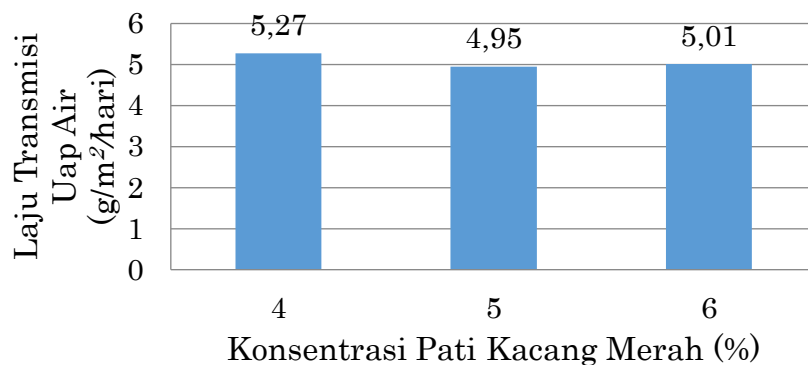


Gambar 7. Transparansi *Edible Film* Gel Okra dengan Konsentrasi yang Berbeda

Dapat dilihat pada tabel diatas, perlakuan penambahan gel okra semakin tinggi gel okra yang ditambahkan maka nilai transparansi *edible film* yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan semakin banyak gel okra yang ditambahkan dapat menyebabkan warna yang diserap oleh pembaca absorpsi akan semakin banyak, sehingga *edible film* yang dihasilkan akan semakin keruh dan tingkat kejernihan akan berkurang. Ukuran partikel yang lebih besar dari panjang gelombang yang akan menghalangi cahaya sehingga *film* tersebut tembus pandang atau buram (Kampeerappun *et al.*, 2007).

Laju Transmisi Uap Air

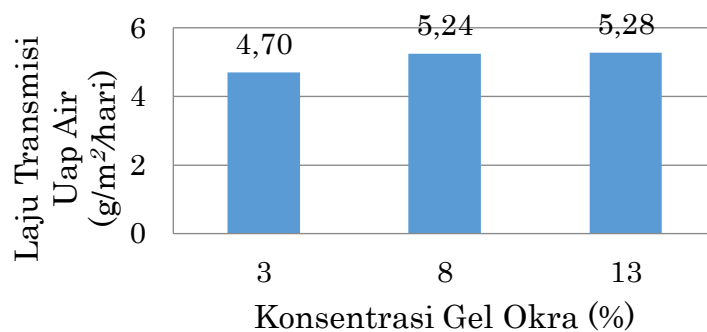
Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa tidak adanya interaksi antara penambahan konsentrasi pati kacang merah yang berbeda dan konsentrasi gel okra yang berbeda.



Gambar 8. Laju Transmisi Uap Air *Edible Film* Pati Kacang Merah dengan Konsentrasi yang Berbeda

Penambahan pati kacang merah tidak berpengaruh terhadap laju transmisi uap air. Hal ini terjadi karena gaya ikatan antar polimer yang semakin kuat seiring dengan meningkatnya konsentrasi pati. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pramadita (2011) peningkatan gaya antar polimer akan menurunkan transmisi uap air *edible film* terhadap gas, uap dan porositasnya, sehingga fungsi *edible film* sebagai penghalang masuknya uap air akan meningkat.

Berdasarkan gambar diatas penambahan gel okra tidak berpengaruh terhadap laju transmisi uap air *edible film*. Hasil laju transmisi uap air meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi gel okra yang ditambahkan, bertambahnya komponen hidrofilik yang terdapat di dalam *edible film* menyebabkan uap air lebih mudah untuk menembus *edible film* sehingga mampu meningkatkan nilai laju transmisi uap air. Menurut Garcia, dkk (2000) migrasi uap air umumnya dapat terjadi pada bagian *film* yang bersifat hidrofilik.



Gambar 9. Laju Transmisi Uap Air *Edible Film* Gel Okra dengan Konsentrasi yang Berbeda

Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik pada penelitian *edible film* pati kacang merah dangle okra dengan penambahan konsentrasi pati kacang merah 5% dan gel okra dengan konsentrasi 3% dengan menggunakan metode modus dapat dilihat pada (Lampiran 7). Hasil dari perlakuan terbaik yaitu ketebalan 0,16 mm, kuat tarik 4,87 MPa, elongasi 18,02% , WVTR 4,73 g/m²/hari, kelarutan 45,14% dan transparansi 3,98 A/mm. Padi hasil tersebut *edible film* dari pati kacang merah dan gel okra sudah memenuhi standart *Japanese Internasional Standard* yang telah didapatkan.

Tabel 4. Standar Mutu *Edible Film*

Parameter	Nilai	Perlakuan terbaik (P2O1) Pati kacang merah 5% dan gel okra 3%
Ketebalan	<0,25 mm	0,16 mm
Kuat tarik	Min. 0,39 Mpa	4,87 MPa
Elongasi	<10%buruk 10-50%baik >50% sangat baik	18,02 %
WVTR	<7 g/m ² /hari	4,73 g/m ² /hari
Kelarutan	-	45,14 %
Transparansi	-	3,98 A/mm

Sumber: Japanese International Standart (JIS, 1975)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan konsentrasi pati kacang merah berpengaruh terhadap kuat tarik *edible film* dan penambahan konsentrasi gel okra tidak berpengaruh terhadap kelarutan, ketebalan, elongasi, kuat tarik, transparansi dan laju transmisi uap air dalam pembuatan *edible film*. Peneletian ini didapatkan perlakuan terbaik pada perlakuan P2O1 (pati kacang merah 5% dan gel okra 3%).

REFERENSI

- Ariska, R. E., & Suyatno. 2015. The Effect of Carragenan Concentration On Mechanical and Physical Properties Edible Films From Banana Weevil Starch and Carageenan With Glycerol Plasticizer As Food. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 3– 4.
- Asmara, A.C. 2018. Karakteristik Edible Film dari Pati Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*) dengan Penambahan Agen Crosslinking Sodium Tripolyphosphate. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Bourtoom, T. 2008. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties *International Food Research Journal*. 15 (03): 1-12.
- Garcia, N.L., L. Ribbon, A. Dufresne, M. Aranguren, and S. Goyanes. 2011. Effect of glycerol on the morphology of nanocomposites made from thermoplastic starch and starch nanocrystals. *Carbohydrate Polymers* 84(1): 203–210.
- Huri, D. dan Nisa, F.C. 2014. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Ampas Kulit Apel Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2 No 4 P.29-40.
- Lim, V., B.S.K., Leonardus, dan K. Natania. 2012. Studi karakteristik dan stabilitas pengemulsi dari bubuk lender okra (*Abelmoschus esculentus*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 4 (3). <https://doi.org/10.17728/jatp.v4i3.135>
- Maharani Y., Faizah Hamzah, dan Rahmayuni. 2017. Pengaruh Perlakuan Sodium Tripolyphosphate (STPP) Pada Pati Sagu termodifikasi Terhadap Ketebalan, Transparansi dan Laju Perpindahan Uap Air Edible Film. *JOM FAPERTA*. 4(2): 1-10.
- Manuhara, G.J. 2003. Ekstraksi Karaginan dari Rumput Laut *Euclima sp.* untuk Pembuatan Edible film. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Mohamed, R., E.A. Abou-Arab, A.Y. Gibriel, N.M.H. Rasmy, F.M. Abu Salem. 2011. Effect of Legume Processing Treatments Individually or In Combination on Their Phytic Acid Content. *African Journal of Food Science and Technology* (ISSN:2141-5455) Vol. 2(2): 036-046. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2011/04/036>
- Muranyi,P 2013. Functional Edible Coating for Fresh Food Products. *J. Food Process. Technol*, 4(1), e114.
- Pangesti, Dwi. A., A. Rahim., dan G. S. Hutomo. 2014. Karakteristik Fisik, Mekanik dan Sensoris Edible Film dari Pati Talas pada Berbagai Konsentrasi Asam Palmitat. *Jurnal Agrotekbis*. 2 (6): 604-610.
- Pramadita, R.C. 2011. Karakterisasi Edible film Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Penambahan Minyak Atsiri Kayu Manis (*Cinnamon*

- burmani*) Sebagai Antibakteri. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Pratiwi, Intan K, Zaini M A, dan Nazaruddin. 2016. Pengaruh Konsentrasi Gel Buah Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) terhadap Mutu Es Krim Campuran Susu Sapi dan Susu Kedelai. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 2(2): 132-139.
- Rahayu, A.P. 2016. Kajian Karakteristik Edible Film Pati Hanjeli (*Coix Lacyma-Jobi* L.) Dengan Pengaruh Konsentrasi Pemlastis Sorbitol Dan Konsentrasi Penstabil CMC. Skripsi. Bandung: Universitas Pasundan.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.07.035>
- Suryaningrum Dwi TH, Jamal Basmal, dan Nurochmawati, 2005. Studi Pembuatan Edible Film dari Karaginan. *J. Penelitian Perikanan Indonesia*. 11(4): 1-13. <https://doi.org/10.15578/jppi.11.4.2005.1-13>
- Warkoyo, B. Rahardjo, D.W. Marsono, dan J.N.W. Karyadi. 2014. Sifat fisik, mekanik dan barrier edible film berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbet. *Agritech*, 34 (1): 72 - 81.