



PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* KITOSAN PATI BIJI ALPUKAT (KIT-PBA)

Preparation and Characterization of Chitosan-Avocado Seed Starch (KIT-PBA) Edible Film

Endang Susilowati* dan Ary Eny Lestari

Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

* Untuk korespondensi: email: endang_s70@staff.uns.ac.id

Received: May 07, 2019

Accepted: December 20, 2019

Online Published: December 31, 2019

DOI : 10.20961/jkpk.v4i3.29846

ABSTRAK

Kitosan merupakan *biopolymer* yang memiliki keunggulan karena mampu membentuk film yang bersifat non toksik sehingga berpotensi untuk membentuk *edible film*. Untuk meningkatkan sifat *edible film* berupa antioksidan maka perlu ditambahkan material yang lain diantaranya adalah pati biji alpukat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pati biji alpukat terhadap sifat mekanik, derajat *swelling* dan kelarutan *edible film* kitosan-pati biji alpukat (Kit-PBA). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium Langkah dalam penelitian ini adalah (1) ekstraksi pati biji alpukat; (2) Pembuatan *edible film* Kit-PBA (pencampuran bahan kitosan dan pati biji alpukat, pemanasan dan penetralan) dengan formulasi rasio antara kitosan:pati biji alpukat 50:50; 60:40; 70:30; 80:20; 90:10; 100:0; (3) Karakterisasi sifat mekanik *edible film* Kit-PBA diuji berdasarkan *tensile strength* dan *elongasi*, uji *swelling* dan uji kelarutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan pada *edible film* Kit-PBA maka nilai *tensile strength* dan *elongasi* akan semakin meningkat sedangkan derajat *swelling* dan kelarutan akan semakin menurun.

Kata Kunci: *edible film, kitosan, pati, biji alpukat, sifat fisik*

ABSTRACT

Chitosan is a biopolymer that has the advantage of being able to form films that are non-toxic which has great potential to form edible films. To improve the properties of edible films in the form of antioxidants, it is necessary to add other materials such as avocado seed starch. This study aims to determine the effect of the use of avocado seed starch on mechanical properties, degree of *swelling* and solubility of edible film chitosan-Avocado Seed Starch (Kit-PBA). This study uses a laboratory experimental method. Steps in this study are (1) extraction of avocado seed starch; (2) Making edible film Kit-PBA (mixing chitosan and avocado seed starch), heating and neutralizing) with a ratio between chitosan: avocado seed starch are at 50:50; 60:40; 70:30; 80:20; 90:10; 100: 0; (3) Characterization of Kit-PBA are (tensile strength and elongation) edible film mechanical properties, *swelling* test and solubility test. The results showed that the higher the concentration of chitosan in the Kit-PBA edible film, the tensile and elongation strength values would increase while the degree of *swelling* and solubility would decrease.

Keywords: *edible film, chitosan, starch, avocado seed, physical properties*

PENDAHULUAN

Pengemasan merupakan hal yang penting dalam bidang industri makanan. Pengemasan makanan merupakan proses pembungkusan makanan dengan bahan pengemas yang sesuai, dalam hal ini biasanya digunakan plastik sintesis yang tidak ramah lingkungan. Indonesia merupakan ranking kedua dunia sebagai penyumbang sampah plastik dunia setelah Cina. Berdasarkan data Asosiasi Industri Plastik Indonesia, sebanyak 64 juta ton sampah plastik dihasilkan per tahunnya dan sekitar 3,2 ton per tahunnya dibuang ke laut dan dapat membahayakan biota laut [1].

Salah satu upaya untuk mengatasi penggunaan pembungkus makanan yang tidak ramah lingkungan adalah penggunaan edible film. *Edible film* merupakan pengemas yang dapat dimakan yang biasanya memanfaatkan suatu bahan alam. Polisakarida seperti pati dan turunannya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film* [2]. Pati sering digunakan dalam industri pangan sebagai bahan *biodegradable* yang dapat menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik [2]. *Edible film* mampu menghambat gas CO₂ dan O₂, serta perlindungan terhadap kerusakan mekanis, sehingga dapat mencegah proses kontak oksigen dengan produk makanan, kontak ini menyebabkan oksidasi yang berlebihan sehingga menyebabkan aroma ketengikan [3].

Biopolimer golongan karbohidrat yang berpotensi sebagai bahan edible film adalah kitosan. Kitosan merupakan senyawa turunan hasil deasetilasi dari kitin dengan nama lain

poli (β -(1-4)-2-amina-2-dioksi-D-glukosa). Kitosan memiliki sifat tidak larut dalam air dan larut dalam asam, serta memiliki sifat non toksik, biokompatibel dan biodegradabel, sehingga sangat berpotensi sebagai bahan pembuatan *edible film* [4]. Kitosan memiliki keunggulan dapat membentuk film dengan sifat mekanik yang cukup baik [5].

Biji Alpukat merupakan salah satu bahan alam yang belum banyak dimanfaatkan manusia padahal sebenarnya memiliki kandungan senyawa yang bermanfaat. Pati biji Alpukat dapat dimanfaatkan sebagai sumber polisakarida dalam proses pembuatan *edible film*. Pati biji buah Alpukat merupakan bahan yang dapat dikombinasikan dalam *edible film* kitosan. Pati biji alpukat mengandung senyawa antioksidan berupa alkaloid, triterpenoid, tanin, flavonoid dan saponin, sehingga bisa meningkatkan sifat antioksidan dari *edible film* [6]. Sifat antioksidan film ini akan berperan penting dalam *edible film* untuk penghambat oksidasi dan ketengikan makanan.

Penelitian ini mengkombinasikan kitosan yang berperan dalam pembentuk film dengan sifat mekanik yang baik dengan pati biji alpukat yang mengandung antioksidan, sehingga akan dihasilkan *edible film* yang dapat diaplikasikan sebagai pengemas makanan. Penelitian ini mengkaji pengaruh komposisi pati biji alpukat/kitosan terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan produksi Biotech Surindo

Indonesia. biji alpukat, asam asetat glasial produksi Merck, akuades. Alat yang digunakan adalah hotplate dilengkapi dengan pengaduk magnet, dan peralatan gelas.

2. Pembuatan pati biji alpukat

Secara umum tahap pembuatan pati biji Alpukat dimulai dengan pengupasan kulit biji Alpukat. Selanjutnya dilakukan sortasi atau pemisahan biji dari biji yang baik dan biji yang telah rusak atau busuk. Pencucian dilakukan dengan menggunakan air bersih dan air mengalir secukupnya. Pengecilan ukuran dilakukan dengan pisau atau dengan mesin penghancur kasar. Penggilingan dilakukan dengan menggunakan mesin penggiling basah. Pada proses ini ditambahkan air kira-kira 1:1 ekstraksi atau pemerasan adalah pengambilan pati dari jaringan. Ekstraksi dengan cara pengambilan pati dalam jaringan dilakukan dengan penambahan air kedalam bubur biji Alpukat kemudian di remas-remas dan disaring menggunakan kain selanjutnya hasil saringan diendapkan. Pengeringan. Endapan pati yang diperoleh secepatnya di keringkan untuk menghindari terbentuknya bau asam. Pengeringan dengan alat pengering atau sinar matahari terik. Penggilingan dan pengayakan. Pati kering biasanya menggumpal dengan gumpalan besar maupun kecil.

c. Preparasi edible film Kit-PBA

Preparasi *edible film* Kit-PBA, dalam penelitian ini menggunakan metode casting, yaitu dengan menuangkan larutan dan mengeringkannya pada suhu tertentu. Komposisi formulasi kitosan: PBA adalah 50:50, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10, dan 100:0. Berikut adalah langkah kerja dalam pem-

buatan *edible film* Kit-PBA. Menimbang sejumlah massa pati biji Alpukat. Pati selanjutnya dilarutkan dalam *akuades* dengan suhu gelatinisasi 70 °C dan dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer*. Melarutkan kitosan dengan asam setat 1% dan mengaduknya pada *magnetic stirrer* tanpa pemanasan. Mendinginkan larutan kitosan selama sehari semalam. Kedua larutan dicampurkan dengan pengadukan selama 20 menit. Larutan tersebut didinginkan dan dihilangkan gelembung udara dan pengotor. Selanjutnya larutan sebanyak 60 gram di tuangkan ke dalam cetakan plastik berukuran 180 x 130 mm. Selanjutnya cetakan di letakkan dalam oven 70 °C selama 12 jam. Selanjutnya *edible film* Kit-PBA didinginkan selama 20 menit dan disimpan dalam desikator.

d. Karakterisasi *edible film*

Proses pengujian kekuatan Tarik menggunakan alat *mesdanlab streaght* tipe *tensolab 5000*. Pengujian dilakukan dengan cara ujung sampel dijepit mesin penguji *tensile*. Tombol start pada komputer ditekan kemudian alat akan menarik sampel dengan kecepatan 10 mm/menit sampai sampel putus. Uji kuat tarik dilakukan pada tiga sampel *edible film* dan dihitung rata-ratanya. Kuat tarik dapat dihitung dengan persamaan :

$$\tau = \frac{F_{max}}{A} \quad (1)$$

τ = kekuatan tarik (Mpa)

F_{max} = tegangan maksimum (N)

A = luas penampang melintang

Pengukuran perpanjangan putus dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian kuat tarik. Perpanjangan dinyatakan dalam persentase, dihitung dengan cara :

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{regangan putus}}{\text{panjang awal}} \times 100\% \quad (2)$$

Sedangkan untuk elastisitas (modulus young) dari perbandingan kuat tarik dengan elongasi.

Uji *swelling* merupakan uji kemampuan *edible film* untuk mengembang jika dimasukkan dalam suatu larutan. Untuk pengujian *swelling* dilakukan dengan meletakkan *edible film* pada larutan buffer dengan pH 7,4. Larutan buffer dibuat menggunakan bahan Na_2HPO_4 dan NaH_2PO_4 . *Edible film* Kit-PBA kering ditimbang dan dimasukkan ke dalam larutan buffer selama 30 menit. Selanjutnya *edible film* Kit-PBA dilap dengan kertas saring sampai kering dan ditimbang. Persentase air yang terserap ($\text{Swelling}=\text{Sw}$) dihitung dengan rumus [5]:

$$\text{Sw (\%)} = \frac{W-w_0}{w_0} \times 100\% \quad (3)$$

W = berat *edible film* Kit-PBA setelah perendaman larutan buffer

w₀ = berat *edible film* Kit-PBA kering

Uji kelarutan merupakan persentase *edible film* larut dalam akuades. Pertama-tama ditimbang *edible film*, kemudian merendam ke dalam akuades selama 24 jam. *Edible film* kemudian dikeringkan pada suhu kamar sampai berat tetap dan dicatat massa yang tersisa. Persentase kelarutan dihitung dengan rumus:

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{W-w_0}{W_0} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

w = berat *edible film* basah

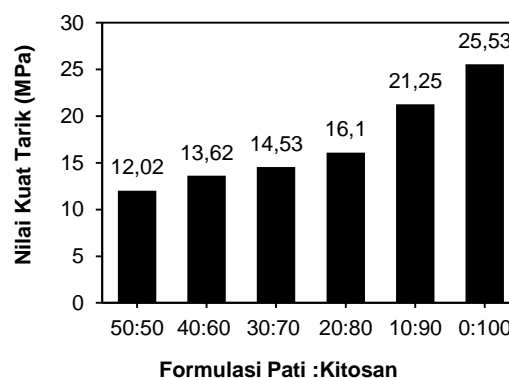
w₀ = berat *edible film* kering

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan semakin besar formulasi biji Alpukat maka warna *edible film* Kit-PBA semakin coklat, untuk *edible film* tanpa biji Alpukat berwarna bening. Sedangkan secara fisik *edible film* Kit-PBA dengan formulasi biji Alpukat lebih banyak cenderung keras dan hampir seperti kertas. Semakin banyak kandungan pati biji Alpukat maka *edible film* Kit-PBA cenderung tidak elastis atau kaku.

1. Uji Kuat Tarik

Berdasarkan Gambar 1 grafik hasil uji kuat tarik dapat dilihat bahwa komposisi kitosan terhadap nilai kuat tarik berbanding lurus. Semakin banyak komposisi kitosan maka nilai kuat tarik juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya pada *edible film* tapioka-kitosan [7]. *Edible film* biji Alpukat memiliki nilai kuat tarik lebih rendah seperti halnya tapioka. Jika dibandingkan dengan *edible film* pati sukun-kitosan dengan plasticizer sorbitol memiliki perbedaan yang tidak signifikan [8]. Namun jika dibandingkan dengan nilai kuat tarik *edible film* kulit singkong-kitosan dan gliserol yaitu nilai uji kuat tarik *edible film* Kit-PBA jauh lebih kecil [8].



Gambar 1. Kuat Tarik *Edible Film* Kit-PBA

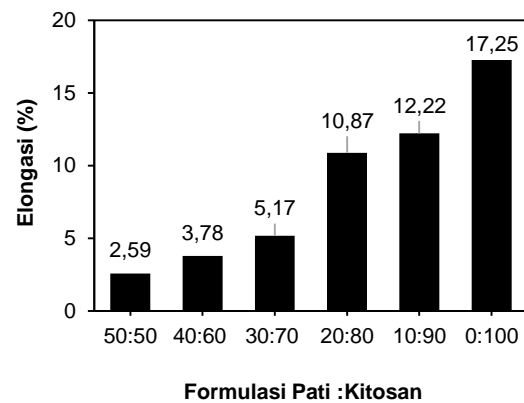
Perbedaan nilai kuat tarik disebabkan karena perbedaan komposisi dan konsentrasi akan mempengaruhi kuat renggang putus yang dihasilkan. Nilai kuat tarik berbanding lurus dengan jumlah kadar kitosan, hal ini disebabkan dengan penambahan pati, rantai ikatan polimer pati di dalam larutan tersebut terletak diantara rantai ikatan polimer kitosan sehingga interaksi antara rantai polimer kitosan berkurang menyebabkan berkurangnya kuat tarik film. Biasanya sifat mekanik film juga tergantung pada kekuatan bahan yang digunakan dalam pembuatan film, untuk membentuk ikatan molekuler dalam jumlah yang banyak dan atau kuat [9]. *Edible film* dengan kekuatan tarik tinggi akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis dengan baik.

2. Uji Perpanjangan (Elongasi)

Elongasi merupakan persentase perubahan panjang film pada saat film di tarik sampai putus atau kemampuan film untuk memanjang sebelum putus [10]. Elongasi dari *edible film* Kit-PBA yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Penambahan pati ekstrak biji Alpukat cenderung menurunkan nilai elongasi (permanjangan) *edible film* Kit-PBA yang dihasilkan. Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa film dari kitosan murni memiliki nilai kuat tarik lebih tinggi jika dibandingkan dengan kitosan yang telah dicampur bahan lain tetapi nilai elongasi yang dihasilkan lebih rendah [11]. Namun pada penelitian ini didapat nilai elongasi berbanding lurus dengan penambahan kitosan. Jadi penambahan kitosan pada pati meningkatkan kuat tarik sekaligus elongasinya. Adanya pati membuat film menjadi

rapuh dan tidak mulur. Hal ini kemungkinan disebabkan struktur polimer dari pati yang ikatannya lebih lemah dibandingkan pada kitosan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu pada *edible film* PBA-agar [12], dimana persen elongasi *edible film* biji alpukat terlihat semakin meningkat pada massa agar yang ditambahkan. Oleh karena itu diduga bahwa biji Alpukat memberikan pengaruh penurunan elastisitas juga pada *edible film* Kit-PBA. Namun terdapat perbedaan yang signifikan antara *edible pati* biji Alpukat-agar dan *edible film* Kit-PBA. Persen elongasi biji Alpukat-agar hanya sekitar 0,17% - 0,45%, lebih kecil dari pada persen elongasi *edible film* Kit-PBA yaitu sekitar 2,5864% - 17,2543% hal ini menunjukkan bahwa kitosan memiliki pengaruh cukup besar untuk kenaikan elongasi *edible film* Kit-PBA.



Gambar 2. Hasil Uji Elongasi *Edible Film* Kit-PBA

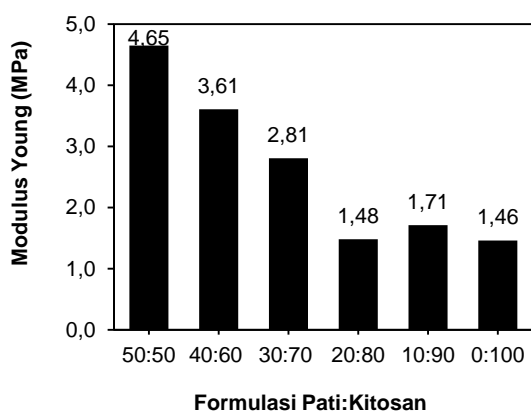
Krochta menyebutkan persentase elongasi *edible film* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan jelek jika nilainya kurang dari 10% [13]. Hal ini menunjukkan bahwa *edible film* Kit-PBA dengan formulasi 50:50 sampai 30:70

berkategori jelek karena dibawah 10%, sedangkan untuk formulasi 20:80 sampai 0:100 berkategori sedang. Nilai uji elongasi tertinggi dihasilkan pada formulasi 10:100 yaitu 17,2543%.

3. Uji Modulus Young

Gambar 3 menunjukkan pola tertentu dari nilai modulus young, yaitu edible film Kit-PBA dengan formulasi pati biji Alpukat-kitosan 50:50 mengalami penurunan namun pada formulasi 20:80 dan 10:90 terdapat penurunan namun tidak signifikan yaitu dari 1,48 Mpa menjadi 1,71 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa modulus young berbanding terbalik dengan penambahan komposisi kitosan.

Selain itu grafik modulus young juga berbanding terbalik dengan kuat tarik dan elongasi. Modulus young merupakan ukuran kekakuan suatu bahan yang didapat dari perbandingan nilai uji kuat tarik dan elongasi. Pada gambar grafik 3 dapat dilihat bahwa pada formulasi 50:50 dihasilkan modulus young tertinggi yaitu sebesar 4,65 Mpa yang berarti semakin banyak pati biji Alpukat maka akan didapat *edible film* Kit-PBA yang semakin kaku.



Gambar 3. Hasil Uji Modulus Young *Edible Film* Kit-PBA

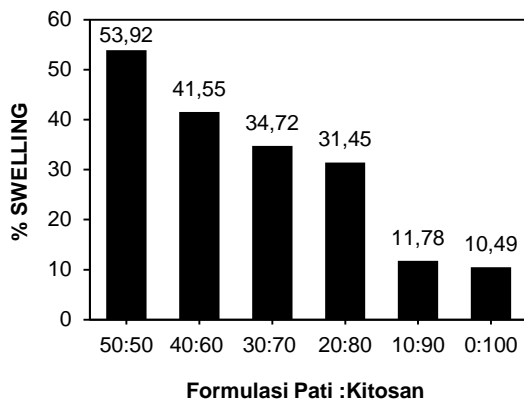
4. Uji Swelling

Uji ketahanan air adalah uji untuk mengetahui seberapa besar daya serap edible film terhadap air yang dinyatakan dalam persen pengembungan (*persen swelling*) dimana *edible film* yang memiliki daya serap air yang tertinggi memiliki *persen swelling* yang tinggi [14]. Dari grafik 4.5 hasil perhitungan didapat suatu pola bahwa penambahan komposisi kitosan berbanding terbalik dengan persentase *swelling edible film* Kit-PBA. Hal ini sesuai dengan penelitian lain yang menyatakan bahwa kitosan mampu mengurangi persentase *swelling* [6]. Atau dengan kata lain kitosan membuat edible film lebih tahan terhadap air. Persentase tertinggi terdapat pada formulasi edible film Kit-PBA yaitu 50:50 sebesar 53,92 %.

Semakin tinggi komposisi kitosan maka persentase *swelling* semakin rendah, yang berarti ketahanan air tinggi. Hal ini dikarenakan sifat dari kitosan yang bersifat hidrofobik, maka akan semakin banyak pula gugus hidrofilik yang akan tersubstitusi oleh gugus hidrofobik kitosan tersebut sehingga *persen swelling* akan bertambah seiring dengan pengurangan konsentrasi kitosan dan penambahan pati biji Alpukat.

Selain itu analisis dari sisi pati biji alpukat yang mengandung banyak amilosa dan amilopektin yang akan memiliki banyak percabangan [5]. Namun percabangan ini menyebabkan ikatan antar rantai dalam amilopektin akan mudah putus. Sifat amilopektin yang mudah putus tersebut akan mengakibatkan banyak rongga (ruang kosong) sehingga rapat massa antar rantai dalam pati Biji Alpukat tidak terlalu besar dan penyerapan airnya cukup besar sehingga

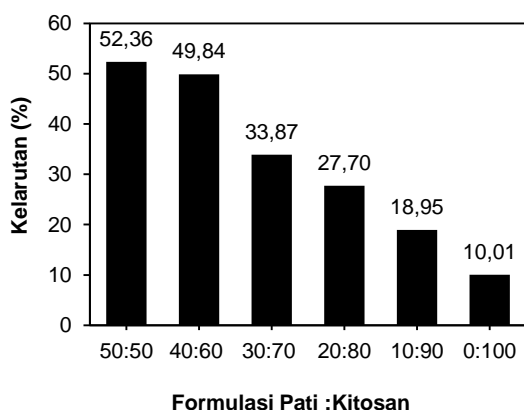
ketahanan air tinggi menyebabkan persen *Swelling* akan semakin tinggi.



Gambar 4. Grafik Hasil Uji *Swelling Edible Film* Kit-PBA

5. Uji Kelarutan

Uji kelarutan didapat bahwa semakin banyak kadar kitosan maka persen kelarutan *edible film* Kit-PBA juga semakin menurun. Persen kelarutan berbanding terbalik dengan konsentrasi kitosan dalam *edible film* Kit-PBA. Persentase kelarutan tertinggi yaitu 52,63% dihasilkan oleh perlakuan konsentrasi kitosan 50 % dan pati 50%. Sedangkan persentase kelarutan terkecil yaitu 10,01% dihasilkan oleh perlakuan konsentrasi kitosan 100 % dan pati 0%.



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Kelarutan *Edible Film* Kit-PBA

Hal ini disebabkan karena dengan bertambahnya pati, maka gugus hidrofilik

pada bahan penyusun *edible film* meningkat. Semakin tinggi gugus hidrofilik pada bahan penyusun tersebut dapat menyebabkan terjadinya pelarutan *edible film* [15]. Semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi, kerapatan film semakin rendah, dan kesempatan air untuk berikatan dengan film semakin tinggi. sehingga kelarutan *edible film* akan berkurang seiring dengan penambahan bahan pengisi lain [16].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa komposisi kitosan:pati berpengaruh secara signifikan pada sifat fisik dan mekanik *edible film* kitosan-PBA. Semakin tinggi konsentrasi kitosan pada *edible film* Kit-PBA maka film semakin baik sifat mekaniknya yang ditandai dengan semakin tingginya nilai kuat tarik dan perpanjangan (elongasi). Konsentrasi kitosan semakin tinggi juga meningkatkan sedangkan derajat *swelling* namun terjadi penurunan pada sifat kelarutan. *Edible film* Kitosan-PBA dapat direkomendasikan sebagai pembungkus makanan semi basah, seperti dodol yang mengandung lemak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada Kepala Laboratorium Kimia FKIP Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah memfasilitasi dalam penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Kumparan, "Menelisik Permasalahan Sampah Plastik Yang Semakin Pelik," kumparan.com, 2019.

- [2] T. Bourtoom, "Effect of Some Process Parameters on the Properties of Edible Film Prepared from Strach. Songkhla: Departement of Material Product Technology. Challenges and Opportunities," *Food Technology*, vol. 51, no. 2, pp. 61-73, 2007.
- [3] J.M. Krochta, E. A. Baldwin, & M. O. Nisperos-Carriedo, *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, CRC Press LLC, pp. 379, 2002.
- [4] M. Z. Elsabee & E.S. Abdou, "Chitosan based edible films and coatings: A review", *Materials Science and Engineering C*, vol. 33, pp. 1819–1841, 2013.
- [5] K. Nadarajah, "Development and Characterization of Antimicrobial Edible Films From Crawfish Chitosan," Dissertation, Department of Food Science, University of Paradeniya, Malaysia, 16-17, 2005.
- [6] D. Dabas, R. M. Shegog, G. R. Ziegler, & J. D. Lambert, "Avocado (*Persea americana*) seed as a source of bioactive phytochemicals," *Current Pharmaceutical Design*, vol. 19, no. 34, pp. 6133–6140, 2013.
- [7] R. A. Shapi'i & S. H. Othman, "Effect of concentration of chitosan on the mechanical, morphological and optical properties of tapioca starch film," *International Food Research Journal* vol. 23(Suppl), pp. S187-S193, 2016.
- [8] W. Setiani, "Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan," *Journal Valensi*, vol. 3, no. 2, pp. 100-109, 2013.
- [9] G. J. Manuhara, D. W. Marseno, & Santoso. "Isolasi dan Karakterisasi Karaginan dari Rumput Laut *Eucheuma sp.* untuk Pembuatan *Edible Film*," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 1, no.2, pp.10-16, 2008.
- [10] A. Rusli, M. T. Mulyati, M. Metusalach, & S. Salengke, "Physical and mechanical properties of agar based edible film with glycerol plasticizer", *International Food Research Journal* vol. 23, no. 4, pp. 1669-1675, 2016.
- [11] A. Purwanti, "Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol," *Jurnal Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 99-106, 2010.
- [12] P. Coniwanti, D. M. Sari, & R. Febriana, "Pengaruh rasio Massa Pati Biji Alpukat dan Agar-Agar terhadap Pembuatan *Edible Film*," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 22, no. 2, pp. 52 -59, 2016.
- [13] M. J. Krochta, *Edible and Biodegradable Polymers Film: Changes & Opportunities.*, Food Technology, p. 51, 1997.
- [14] A. S. P. Putra, A. Ali, & R. Efendi, "Karakterisasi Edible Film Pati Tapioka dengan Penambahan Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut Sebagai Anti Bakteri," *Jurnal SAGU*, vol. 16, no.1, pp. 13- 20, 2017.
- [15] Warkoyo, B. Rahardjo, D. W. Marseno, & J. N. W. Karyadi, "Sifat Fisik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthhosoma sagittifolium*) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat," *Jurnal Agritech*, vol. 34, no. 1, pp. 72-81, 2014.
- [16] Kusumawati, "Karakteristik fisik dan kimia edible film pati jagung yang diinkorporasi dengan perasan temu hitam," *Jurnal Pangan Agroindustri*, vol 1, no. 1, pp. 90-100, 2013.