

Edible Film Campuran Pati Batang Kelapa Sawit Termodifikasi - Tapioka dengan Penambahan Ekstrak Buah Senduduk (*Melastoma malabathricum*)

Reiza Mutia AR¹, Wimpy Prendika¹, dan Imelda Yunita²

¹ Program Studi Teknologi Pasca Panen Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia

² Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Riau

Email: reizamutiaar@itp2i-yap.ac.id

Abstrak

Pati batang kelapa sawit termodifikasi dapat dijadikan sebagai bahan baku *edible film*. *Edible film* dimodifikasi dengan menambahkan ekstrak buah senduduk sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator perubahan pH dalam pengemasan produk pangan. Tujuan penelitian untuk mempelajari karakteristik *edible film* yang dihasilkan, mendapatkan konsentrasi ekstrak buah senduduk yang optimum dan mempelajari pengaruh variasi pH pada perubahan warna *edible film*. Perlakuan konsentrasi ekstrak buah senduduk yang digunakan yaitu 5%, 10%, dan 15% (v/v dari larutan *edible film*). Karakteristik *edible film* yang diuji, meliputi: ketebalan (*thickness*), kekuatan tarik (*tensile strength*), pemanjangan saat putus (*elongation at break*) dan perubahan warna pada larutan pH 1 – 12. Hasil uji ANOVA pada taraf 5% menunjukkan konsentrasi ekstrak buah senduduk mempengaruhi kekuatan tarik, namun tidak berpengaruh oleh parameter ketebalan dan pemanjangan saat putus. Perlakuan terbaik ditunjukkan pada konsentrasi 5% (v/v) dengan ketebalan 0,195 mm; kekuatan tarik 6,22 Mpa; dan pemanjangan saat putus 25,00%. Perlakuan konsentrasi 5% (v/v) juga menunjukkan perubahan warna yang baik sesuai pH larutan yang diujikan.

Kata kunci : *Edible Film*, Pati Batang Kelapa Sawit Termodifikasi, Tapioka, Buah Senduduk

Abstract

Modified oil palm trunk starch could be used as a raw material for edible film production. Edible film was modified with the addition of senduduk fruit extract, thus it could be used as a bioindicator of pH changes in food product packaging. This research were aims to study the characteristics of the edible film produced, obtain the optimum senduduk fruit extract concentration and to study the effect of pH variations on edible film's color change. The concentration of senduduk fruit extract used was 5%, 10%, and 15% (v/v of edible film solution). The characteristics of the edible film tested included: thickness, tensile strength, elongation at break and color change in a solution of pH 1 – 12. Based on the results of the ANOVA test at the 5% level, it was found that the concentration of senduduk extract affected the parameters of tensile strength, but had no effect on the parameters of thickness and elongation at break. Treatment with a concentration of 5% (v/v) is the best treatment which produces a thickness of 0,195 mm; tensile strength of 6,22 MPa; and elongation at break of 25,00%. The 5% (v/v) concentration treatment also showed a good color change according to the tested pH.

Keywords : Edible Film, Modified Oil Palm Trunk Starch, Tapioca, Senduduk Fruit

PENDAHULUAN

Peremajaan perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah padat berupa batang. Pada 1 ha lahan, rata-rata dihasilkan batang kelapa sawit sebanyak 138 buah (Ridwansyah *et al.*, 2007). Batang kelapa sawit mengandung pati

yang dapat dimodifikasi untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan bioplastik dan juga *edible film* (Cahyaningtyas *et al.*, 2019; Mutia *et al.*, 2022). Pati sebagai bahan baku *edible film* memiliki keunggulan meliputi nilai ekonomis,

menghasilkan *film* dengan sifat mekanis yang baik, dan *renewable* (Muin *et al.*, 2017).

Edible film adalah lapisan tipis yang dapat di konsumsi dan berfungsi sebagai pencegah hilangnya komponen flavor dan senyawa *volatile* pada produk pangan. Selain itu, *edible film* juga menjadi *barrier* perpindahan gas karbon dioksida, oksigen, dan uap air dari dan ke bahan pangan (Sinaga *et al.*, 2013).

Karakteristik fisik *edible film* dipengaruhi oleh komposisi amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam pati (Mutia *et al.*, 2022). Menurut Ridwansyah *et al.* (2007), pati batang kelapa sawit sebelum dimodifikasi memiliki komposisi amilopektin lebih tinggi dibandingkan amilosa. Sementara itu, *edible film* dengan sifat mekanis terbaik memerlukan pati dengan kandungan amilosa yang lebih tinggi (Moga *et al.*, 2019). Modifikasi pati perlu dilakukan untuk menghasilkan pati batang kelapa sawit dengan komposisi amilosa yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku *edible film* (Cahyaningtyas *et al.*, 2019; Mutia *et al.*, 2022).

Mutia *et al.* (2022) melaporkan campuran pati dari batang kelapa sawit termodifikasi dan tapioka dengan rasio 1:3 (b/b) menghasilkan *edible film* dengan karakteristik fisik yang sudah sesuai dengan *Japanese Industrial Standard* (Krochta and Johnston, 1997). Penambahan tapioka dalam formulasi terbukti dapat meningkatkan kekuatan dan elastisitas *edible film* (Raafiah, 2011). Pada penelitian ini digunakan juga tapioka sebagai

campuran pembuatan *edible film* dalam memperbaiki sifat fisik yang dihasilkan.

Edible film dapat dimodifikasi dengan penambahan antioksidan, antimikroba, pewarna, bahkan perasa. Salah satu modifikasi yang dikembangkan adalah penambahan pigmen antosianin dari tumbuhan sebagai bioindikator yang peka pada pH. Antosianin merupakan zat warna yang larut dalam air dan akan menghasilkan warna merah pada kondisi asam dan biru pada kondisi basa (Marwati, 2012). Sedyadi *et al.* (2016) mengkaji *edible film* dengan menambahkan ekstrak rosella pada tapioka. Perubahan warna terbaik ada pada *edible film* rosella dengan konsentrasi 0,5%. Penelitian Wardana and Widyaningsih (2018) yakni pembuatan *edible film* dari campuran tapioka dan agar serta penambahan ekstrak kubis merah (*Brassica oleracea*). *Edible film* terbaik didapatkan dari komposisi 2% tapioka, 7% agar, dan 10% ekstrak kubis merah.

Selain rosella dan kubis merah, pigmen tumbuhan yang juga dapat digunakan buah dari tumbuhan senduduk (*Melastoma malabathricum* L.). Antosianin dari buah senduduk dapat dimanfaatkan sebagai pendeteksi kerusakan makanan berdasarkan perubahan pH produk pangan. Kandungan antosianin dalam 100 g buah senduduk dapat mencapai 203,52 ppm (Meilianti, 2018). Untuk mendapatkan pigmen dalam buah senduduk tersebut, dilakukan proses ekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 95% (Meilianti, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini dibuat *edible film* dengan campuran pati dari batang kelapa sawit termodifikasi dan tapioka dengan variasi dari jumlah penambahan ekstrak buah senduduk. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari karakteristik *edible film*, mendapatkan konsentrasi ekstrak buah senduduk yang optimum dan mempelajari pengaruh variasi pH pada perubahan warna *edible film*.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan antara lain batang kelapa sawit (PT. Pesawon Raya dan PTPN V), tapioka, buah senduduk, natrium asetat, asam asetat, *aquadest*, gliserol, *carboxymethyl cellulose* (CMC), etanol 95%, asam sitrat, HCl 11 M, NaOH dan silica gel. Peralatan yang digunakan meliputi pisau, timbangan digital, blender, lumping porselen, *sentrifuge*, kain saring, oven, *hot plate stirrer*, termometer, ayakan 100 mesh, plat kaca ukuran 10 x 10 x 0,2 cm, *micro volume pipette*, tip, pH *indicator strip* universal, kertas saring *whatman 40*, *glassware*, *micrometer digital*, dan *Universal Testing*, pinset, plat tetes.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial dengan perlakuan volume ekstrak buah senduduk, yaitu 5%, 10% dan 15% (v/v dari larutan *edible film*). Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Pengujian parameter meliputi ketebalan, kekuatan tarik, pemanjangan saat putus, dan perubahan warna pada pH larutan 1-12.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi pati batang kelapa sawit

Prosedur ekstraksi pati dilakukan dengan menggunakan metode oleh Ridwansyah *et al.* (2010) yang dimodifikasi. Kelapa sawit berumur 25-30 tahun ditumbangkan, lalu dibersihkan dari pelepah berduri yang mengelilinginya hingga terlihat empulur berwarna putih pucat dan memiliki tekstur lunak. Batang yang digunakan yaitu bagian puncak (ujung meristem) hingga 1 m ke bawah. Batang dicacah dan dihaluskan dengan blender menggunakan air dengan perbandingan 1:1 (b/b). Batang yang sudah halus disaring dan diendapkan di wadah selama 1 jam. Dihasilkan dua lapisan (pati dan air), air yang terpisah dibuang. Endapan disentrifugasi pada 4000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan kembali air dan pati. Kemudian, pati dikeringkan dengan oven pada suhu 50 - 60°C selama 24 jam. Pati yang dihasilkan dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 100 mesh.

Modifikasi pati batang kelapa sawit

Modifikasi dilakukan dengan metode Cahyaningtyas *et al.* (2019) yang dimodifikasi. Natrium asetat sebanyak 11,13 g dilarutkan dengan 12,5 ml *aquadest* dan diukur pHnya. Larutan natrium asetat yang pHnya diatas 7, diatur dengan cara menambahkan asam asetat. Larutan natrium asetat pH 7 kemudian ditera

dengan *aquadest* hingga volume 250 ml. Pati batang kelapa sawit sebanyak 20 g dilarutkan dalam 40 ml natrium asetat dan dipanaskan pada suhu 40°C sambil diaduk hingga mengental. Larutan pati dioven pada suhu 50°C hingga kering. Pati dihaluskan dan diayak dengan ayakan 100 mesh.

Ekstraksi antosianin buah senduduk

Ekstraksi antosianin dilakukan dengan menggunakan metode Meilanti (2018) yang dimodifikasi. Buah senduduk dibersihkan dan dihaluskan dengan lumpang porselen. Sebanyak 50 g jus buah senduduk ditimbang dan ditambahkan etanol 95% dengan perbandingan 1:10 (b/v) dan asam sitrat sebanyak 3% (v/v etanol). Campuran dimaserasi selama 1 (satu) malam pada suhu ruang, kemudian disaring menggunakan kertas saring *whatman* 40. dan didistilasi hingga seluruh etanol menguap.

Pembuatan *edible film*

Dilakukan modifikasi terhadap metode Pembuatan *edible film* yang dilakukan dengan Mutia *et al.* (2022). Pati batang kelapa sawit termodifikasi dan tapioka dengan perbandingan 1:3 (b/b) dan total campuran 2 g, dilarutkan dalam 50 ml *aquades*. Ditambahkan CMC 0,5% (b/v larutan) dan dipanaskan campuran tersebut dengan *hot plate stirrer* pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ sambil diaduk. Setelah 20 menit dan seluruh komponen terlarut sempurna, gliserol sebanyak 1% (v/v larutan) dan ekstrak buah senduduk ditambahkan. Larutan selama 5-10 menit hingga

kental. Larutan yang sudah mengental dituang ke cetakan kaca dan didinginkan pada suhu ruang. Larutan dikeringkan pada suhu 60°C selama 12 jam. *Edible film* kering didinginkan selama 30 menit dan dilepaskan dari cetakan secara manual. *Edible film* yang dihasilkan disimpan kedalam wadah kedap udara berisi *silica gel*. Adapun komposisi bahan pembuatan *edible film* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi bahan

Nama Bahan	Perlakuan		
	5%	10%	15%
Campuran pati	2 g	2 g	2 g
CMC	0.25 g	0.25 g	0.25 g
Gliserol	0.50 ml	0.50 ml	0.50 ml
<i>Aquadest</i>	50 ml	50 ml	50 ml
Ekstrak buah senduduk	2,5 ml	5 ml	12,5 ml

Parameter Pengamatan

Ketebalan (*Thickness*)

Ketebalan *Edible film* diukur menggunakan *micrometer digital* (Supeni *et al.*, 2015). *Edible film* diukur pada lima titik berbeda kemudian dirata-ratakan. Nilai rata-rata tersebut merupakan ketebalan *edible film*.

Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Pengukuran kekuatan tarik dilakukan dengan *Universal Testing* (Rhim and Wang (2013). Sampel *edible film* dipotong sesuai ukuran *standard ASTM D638*. Sampel tersebut dijepit pada mesin penguji. Jarak awal antar penjepit

diatur sebesar 50 mm, sedangkan kecepatan penarikan diatur menjadi 50 mm/menit. Setelah dihidupkan, mesin penguji akan menarik sampel sampai putus (sobek). Pada komputer yang terhubung dengan mesin akan terbaca gaya yang diberikan sampai sampel putus (sobek). Hasil bagi dari gaya maksimum (N) dan luas penampang film (mm²) menghasilkan nilai kekuatan tarik. Nilai kekuatan tarik didapatkan dari Rumus (1) berikut:

$$\text{Kekuatan tarik (MPa)} = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

F : Gaya (N)

A : Luas penampang (mm²)

Pemanjangan saat putus (*elongation*)

Pemanjangan saat putus diukur dengan menggunakan *Universal Testing* (Rhim and Wang (2013)). Sampel *edible film* dipotong sesuai ukuran standard ASTM D638, kemudian dipasang pada mesin. Jarak awal antar penjepit diatur sebesar 50 mm, sedangkan kecepatan penarikan diatur menjadi 50 mm/menit. Setelah dihidupkan, mesin akan menarik sampel sampai putus (sobek). Pada komputer yang terhubung dengan mesin tersebut, akan terbaca gaya yang diberikan sampai *edible flim* terputus (sobek) serta pertambahan panjangnya. Persentase pemanjangan saat putus dicari dengan Rumus (2) berikut:

Pemanjangan saat putus =

$$E = \frac{\text{PASU (mm)} - \text{PA (mm)}}{\text{PA (mm)}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

E : Elongasi

PASU : Panjang akhir setelah putus

PA : Panjang awal

Analisis Data

Data ketebalan, kekuatan tarik, dan pemanjangan saat putus diuji statistik menggunakan ANOVA pada taraf 5%. Parameter yang berpengaruh diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Perubahan warna edible film

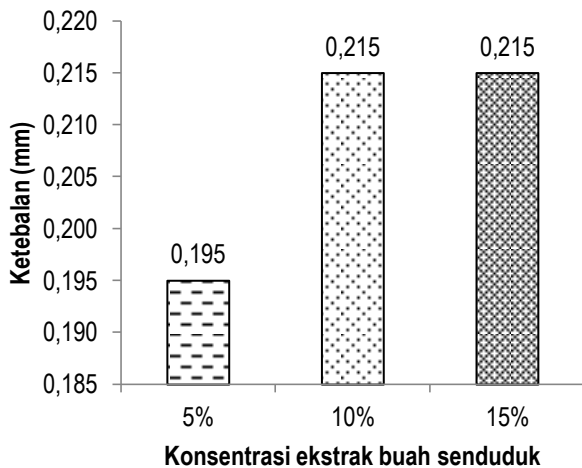
Pengujian terhadap perubahan warna *edible film* pada larutan pH 1-12 dilakukan dengan menggunakan metode Indira (2015) yang dimodifikasi. Larutan pH 1-7 dibuat dari HCl 11 M dengan pengenceran berseri, sedangkan pH 12 dibuat dari NaOH kristal. Untuk larutan pH 8-11 disiapkan melalui pengenceran berseri larutan NaOH pH 12. Setelah larutan pH 1-12 siap, masing-masing larutan diteteskan sebanyak 7 tetes ke dalam lubang plat tetes. Sampel *edible film* yang telah digunting dengan ukuran 1,5 x 2 cm dicelupkan ke dalam masing-masing larutan pH tersebut menggunakan pinset. Lalu *edible film* dipindahkan ke atas plat kaca dan diamati perubahan warna yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan

Hasil pengukuran ketebalan *edible film* disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan hasil uji ANOVA pada taraf 5%, perlakuan konsentrasi

ekstrak buah senduduk tidak mempengaruhi ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Ketebalan *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 0,195 – 0,215 mm. Ketebalan edible film telah sesuai dengan *Japanese Industrial Standard (1975)* yaitu kurang dari 0,25 mm (Krochta and Johnston, 1993).

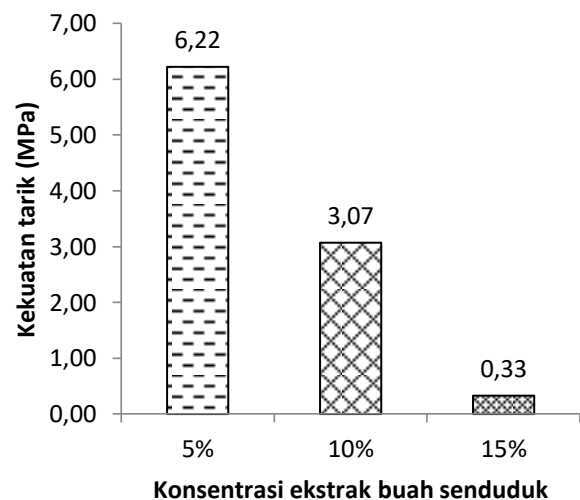


Gambar 1. Nilai ketebalan *edible film* dengan variasi konsentrasi ekstrak buah senduduk

Gambar 1 memperlihatkan bahwa ketebalan *edible film* berbanding lurus dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak buah senduduk, meskipun tidak signifikan. Konsentrasi yang tinggi berkaitan dengan volume penambahan ekstrak buah senduduk dalam larutan *edible film*. Menurut Park *et al.* (2006), ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh luas cetakan, volume larutan dan total padatan dalam larutan. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi ekstrak buah senduduk yang diberikan, semakin besar volume larutan dalam formulasi *edible film*. Perbedaan volume larutan tersebut mempengaruhi ketebalan *edible film* yang dihasilkan.

Kekuatan Tarik

Berdasarkan hasil uji ANOVA pada taraf 5%, perlakuan konsentrasi ekstrak buah senduduk mempengaruhi kekuatan tarik *edible film*. Kekuatan tarik paling tinggi dihasilkan oleh perlakuan 5% (v/v) yaitu 6,22 MPa, sedangkan kekuatan tarik paling rendah dihasilkan oleh perlakuan 15% (v/v) yaitu 0,33 MPa dapat dilihat pada Gambar 2. Menurut *Japanese Industrial Standard (1975)* dalam Krochta and Johnston (1997), kekuatan tarik minimum untuk *edible film* adalah sekitar 3,92 MPa. Oleh karena itu, hanya *edible film* dari perlakuan ekstrak buah senduduk 5% yang memenuhi standard kekuatan tarik tersebut.



Gambar 2. Nilai kekuatan tarik *edible film* dengan variasi penambahan konsentrasi ekstrak buah senduduk

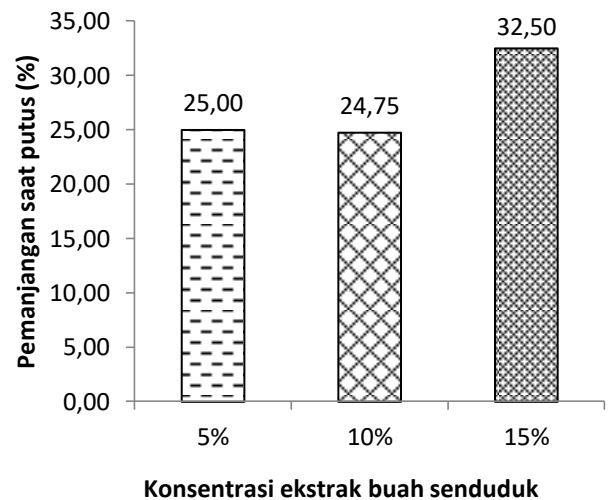
Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin banyak ekstrak buah senduduk yang ditambahkan dalam formulasi, semakin rendah kekuatan tarik *edible film* yang dihasilkan. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan ekstrak

buah senduduk menurunkan gaya intermolekul dan memperlemah matriks polimer pada *edible film*, sehingga menyebabkan turunnya nilai kekuatan tarik. Hasil penelitian ini sependapat dengan Wardana dan Widyaningsih (2018) yang menyatakan bahwa penambahan ekstrak kubis merah konsentrasi paling tinggi yaitu 20% menurunkan kekuatan tarik *edible film* dari campuran tapioka dan agar secara signifikan.

Pemanjangan Saat Putus

Nilai pemanjangan saat putus yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan uji ANOVA pada taraf 5%, perlakuan konsentrasi ekstrak buah senduduk tidak mempengaruhi nilai pemanjangan saat putus *edible film* yang dihasilkan. Nilai pemanjangan saat putus pada penelitian ini berkisar antara 24,75 – 32,50%. Nilai yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian yang dilaporkan Wardana and Widyaningsih (2018) yang berkisar antara 7,1% - 10,08%.

Nilai pemanjangan saat putus yang tinggi menunjukkan *film* dapat merenggang dengan baik sampai putus, begitupun sebaliknya. Menurut Krochta and Johnston (1997), nilai pemanjangan saat putus yang baik adalah diatas 50% dan nilai pemanjangan saat putus yang jelek adalah dibawah 10%. Dapat disimpulkan bahwa *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki nilai pemanjangan saat putus yang cukup baik.

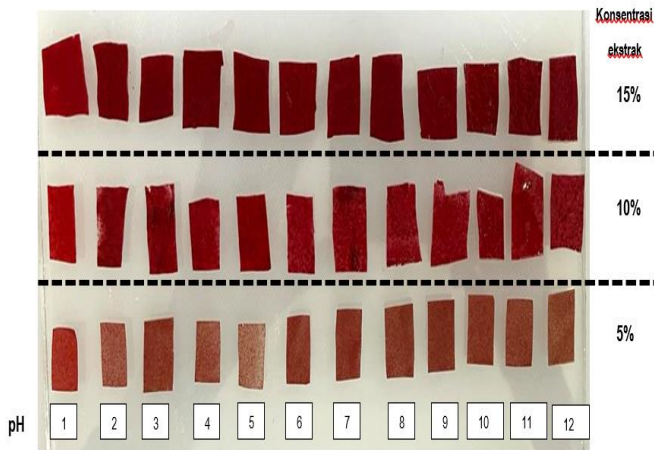


Gambar 3. Nilai pemanjangan saat putus *edible film* dengan variasi penambahan konsentrasi ekstrak buah senduduk

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin banyak ekstrak buah senduduk yang diberikan maka semakin tinggi nilai pemanjangan saat putus, meskipun tidak signifikan. Menurut Sinaga *et al.* (2013), nilai pemanjangan saat putus berbanding lurus dengan ketebalan *edible film*. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi ekstrak buah senduduk, maka semakin meningkat ketebalan *edible film* dan semakin tinggi nilai pemanjangan saat putus.

Perubahan Warna *edible film*

Perubahan warna dengan pH 1-12 dapat dilihat pada Gambar 4. Perubahan warna *edible film* yang dihasilkan berbeda-beda tiap perlakuan. *Edible film* perlakuan konsentrasi 5% ekstrak buah senduduk menunjukkan perubahan warna yang lebih baik dibandingkan kedua perlakuan lainnya.



Gambar 4. Perubahan warna *edible*

Pada perlakuan pH asam (< 7), *edible film* perlakuan 5% menjadi semakin pudar hingga ke pH 2. Kemudian, warna *edible film* berubah menjadi merah cerah pada pH 1. Menurut Priska *et al.* (2018), perubahan warna *edible film* menjadi merah cerah disebabkan oleh stabilnya kation flavium merah pada pH yang sangat asam (pH 1-2). Sementara itu pada asam lemah (pH 3), warna antosianin akan berubah menjadi merah pudar, merah keunguan pada pH 4, dan ungu pada pH 5-6. Pada pH basa (>7), perubahan warna *edible film* tidak terlalu terlihat. Namun, tampak bahwa *edible film* cenderung memudar dengan peningkatan pH hingga 12. Perubahan warna yang tidak terlalu signifikan ini diduga disebabkan oleh ekstrak buah senduduk kurang memiliki sensitivitas terhadap pH basa.

Sementara itu, *edible film* dengan perlakuan 10% dan 15% cenderung tidak berubah warna dengan variasi pH 2 – 12. Perubahan warna hanya terlihat pada *edible film* yang dicelup pada larutan pH 1. Warna *edible film* yang tidak berubah ini diduga disebabkan

oleh konsentrasi ekstrak buah senduduk yang ditambahkan pada formulasi terlalu tinggi. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengurangan konsentrasi ekstrak buah senduduk agar *edible film* dapat memberikan perubahan warna yang baik pada variasi pH 1-12.

KESIMPULAN

Konsentrasi ekstrak buah senduduk mempengaruhi kekuatan tarik, namun tidak berpengaruh pada ketebalan dan pemanjangan saat putus. Perlakuan konsentrasi 5% (v/v) merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan ketebalan 0,195 mm; kekuatan tarik 6,22 MPa; dan pemanjangan saat putus 25,00% serta menunjukkan perubahan warna *edible film* yang baik sesuai larutan pH yang diujikan.

PENUTUP

Terimakasih peneliti sampaikan kepada Kemeristek/BRIN telah mendanai penelitian ini melalui hibah penelitian kompetitif Nasional Skema PDP Tahun Anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ridwansyah, Nasution, M. Z., Sunarti, T. C., Anas, M. F. 2007. Karakteristik sifat fisiko-kimia pati kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17: 1–6.
- [2] Cahyanintyas, A.A., Ermawati, R., Supeni, G., Syamani, F.A., Masruchin, N., Kusumaningrum, W.B., Pramasari, D.A., Darmawan, T., Ismadi, Wibowo, E.S., Triwibowo, D., Kusumah, S.S. 2019.

- Modifikasi dan karakterisasi pati batang kelapa sawit secara hidrolisis sebagai bahan baku bioplastik. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*. 41:37-44.
- [3] Mutia R, Prendika W, Yunita I, Andriani Y. 2022. Karakteristik fisik *edible film* berbahan dasar pati batang kelapa sawit termodifikasi dan tapioka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 10(3):143-150
- [4] Muin, R., Anggraini, D., dan Malau, F.2017. Karakteristik fisik dan antimikroba edible film dari tepung tapioka dengan penambahan gliserol dan kunyit putih. *Jurnal Teknik Kimia*. 23(3):191-198.
- [5] Sinaga, L. L, Rejekina, M. S., dan Sinaga, M. S. 2013. Karakteristik *edible film* dari ekstrak kacang kedelai dengan penambahan tepung tapioka dan gliserol sebagai bahan pengemas makanan. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2(4):12-16.
- [6] Moga, T., Montotolalu, R. I., Berhimpon, S., dan Mentang, F. 2018. Physical characteristics of edible film from carrageenan with liquid smoke addition. *Aquatic Science & Management*. 6(1):15-21.
- [7] Krochta, J. M., and Johnston, D.M.1997. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*.52(2):1-20.
- [8] Raafiah, U.D. 2011. *Pembuatan edible film dari campuran ekstrak papaya (Carica papaya L.), kanji dan gliserin sebagai bahan pengemas*. Skripsi. Departemen Kimia Universitas Sumatera Utara, Medan
- [9] Marwati, S. 2012. Ekstraksi dan preparasi zat warna alami sebagai indikator titrasi asam basa. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 2012,83-90.
- [10] Sedyadi, E., Aini, S.K., Anggraini, D., Ekawati, D.P.2016. starch-glycerol based edible film and effect of rosella (*Hibiscus sabdariffa Linn.*) extract and surimi dumbo catfish (*Clarias gariepinus*) addition on its mechanical properties. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*.5:33–40.
- [11] Wardana, A.A. dan Widyaningsih, T. D. 2017. Development of edible films from tapioca starch and agar, enriched with red cabbage (*Brassica oleracea*) as a sausage deterioration bio-indicator. *The International Conference on Eco Engineering Development 2017*,1-9.
- [12] Meilianti. 2018. Isolasi zat warna (antosianin) alami dari buah senduduk akar (*Melastoma malabathricum L.*) dengan metode ekstraksi maserasi menggunakan pelarut. *Jurnal Distilasi*. 3(1):8-15.
- [14] Supeni, G., Cahyaningtyas, A. A., dan Fitriana, A.2015. Karakterisasi sifat fisik dan mekanik penambahan kitosan pada edible film karagenan dan tapioka termodifikasi. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*.37(2):103-110.
- [15] Rhim, J. W., and Wang, L. F. 2013. Mechanical and water barrier properties

- of agar/k-carrageenan/konjac glucomannan ternary blend biohydrogel films. *Carbohydrate Polymers*. 96(1):71–81.
- [16] Indira, C. 2015. Pembuatan indikator asam basa karamunting. *Kaunia*. 11(1)1-10.
- [17] Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., Ngapa, Y.D.2018. Review: antosianin dan pemanfaatannya. *Cakra Kimia*.6(2):79-97