

# KARAKTERISTIK FISIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN *EDIBLE FILM* DARI EKSTRAK DAUN SENDUDUK (*Melastoma malabathricum L*)

PHYSICAL CHARACTERISTICS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *EDIBLE FILM* FROM SENDUDUK LEAF EXTRACT (*Melastoma malabathricum L*)

Fauziah Fiardilla<sup>1\*</sup>, Pridata Gina Putri<sup>2</sup>, Utari Yolla Sundari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Jambi, <sup>2</sup>Program Studi Pengembangan Produk Agroindustri, Polinela, <sup>3</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Palangka Raya.

\*penulis korespondensi: [fauziahfiardilla@unja.ac.id](mailto:fauziahfiardilla@unja.ac.id)

Tanggal masuk: 15 Agustus 2023

Tanggal diterima: 01 September 2023

## Abstract

*This study aims to determine the effect of adding senduduk leaf extract (*Melastoma malabathricum L*) on the physical characteristics and antioxidant activity of chitosan and PVA-based edible films. This study had 5 experimental treatments, namely the concentration of senduduk leaf extract 0%, 2%, 4.7%, 9% and 16.5% and then repeated 3 times to obtain 15 experimental units. The results showed that the addition of senduduk leaf extract (*Melastoma malabathricum L*) had an effect on the physical characteristics and antioxidant activity of edible films. The results of research on physical characteristics such as thickness, tensile strength, percent elongation (elongation), as well as the antioxidant activity of edible films showed that the concentration of senduduk leaf extract at 16.5% resulted in the best treatment with a film thickness value of 249  $\mu\text{m}$ , tensile strength of 38.39 (kgf/cm<sup>2</sup>), transparency 80.3% and antioxidant activity 93.93%.*

**Keyword:** *Senduduk leaves, physical properties, antioxidant activity, edible film*

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak daun senduduk (*Melastoma malabathricum L*) terhadap karakteristik fisik dan aktivitas antioksidan *edible film* berbahan dasar kitosan dan PVA. Penelitian ini memiliki 5 perlakuan percobaan yaitu konsentrasi ekstrak daun senduduk 0%, 2%, 4.7%, 9% dan 16.5% kemudian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga didapat 15 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak daun senduduk (*Melastoma malabathricum L*) berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan aktivitas antioksidan pada *edible film yang dihasilkan*. Hasil penelitian terhadap karakteristik fisik berupa ketebalan, kuat tarik, persen perpanjangan (elongasi), serta aktivitas antioksidan *edible film* yang menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi ekstrak daun senduduk 16,5% menghasilkan perlakuan terbaik dengan nilai ketebalan film 249  $\mu\text{m}$ , Kuat tarik 38.39 (kgf/cm<sup>2</sup>), Transparansi 80.3% dan aktivitas antioksidan 93.93%.

**Kata Kunci:** Daun senduduk, sifat fisik, aktivitas antioksidan, *edible film*

## PENDAHULUAN

Tanaman senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) merupakan tanaman liar yang tumbuh subur pada tempat yang mendapatkan sinar matahari yang cukup, seperti di lereng pegunungan, semak belukar, serta di beberapa tempat objek wisata sebagai tanaman hias. Biasanya tanaman senduduk dimanfaatkan sebagai tanaman obat, salah satu bagian tanaman senduduk yang biasa dimanfaatkan adalah bagian daun yang dapat mengatasi gangguan pencernaan (*dispepsi*), disentri basiler, diare, hepatitis, keputihan (*leukorea*), sariawan, menstruasi berlebihan, pendarahan rahim bukan di waktu menstruasi, mimisan, berak darah (*melena*), wasir berdarah, dan tromboangitis (Gholib, 2009). Daun senduduk memiliki kandungan aktivitas antioksidan sebesar 91.734% pada konsentrasi 100 ppm serta memiliki nilai IC50 sebesar 55.432 ppm dan tergolong kedalam golongan antioksidan kuat (Fiardilla dkk., 2020).

Berdasarkan kandungan yang terdapat pada daun senduduk tersebut, dilakukan sebuah inovasi dalam memanfaatkan kandungan antioksidan ekstrak daun senduduk untuk pengembangan inovasi kemasan pangan yaitu *edible film* yang mengandung senyawa antioksidan. *Edible film* adalah salah satu inovasi kemasan berbentuk lembaran dan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi, ramah lingkungan, bersifat transparan dan biasanya digunakan untuk mengemas bahan pangan yang berfungsi sebagai penghalang terhadap transfer massa, seperti kelembaban, oksigen, lipid, dan zat terlarut (Yiu H. Hui, 2006).

Pembuatan *edible film* biasanya menggunakan bahan baku utama berupa bahan makromolekul termasuk protein ataupun karbohidrat. Kitosan dan PVA merupakan salah satu kombinasi bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film*. Kitosan mulai dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan *edible film* karena memiliki kemampuan sebagai bahan penstabil, pengental, pengemulsi dan sebagai lapisan pelindung yang transparan pada bahan pangan. Kitosan bersifat tidak beracun, biodegradable, dapat diterima oleh tubuh, serta pembentuk film yang baik (Saputra dalam Widodo dkk., 2019). Selain itu, PVA merupakan polimer larut air yang tidak bersifat racun sehingga aman jika dibunakan sebagai bahan pengemas produk pangan.

Penelitian ini merupakan pembuatan *edible film* yang menggunakan kitosan, PVA serta penambahan ekstrak senduduk sebagai bahan yang mengandung antioksidan. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui sifat fisik *edible film* yang dihasilkan meliputi nilai ketebalan, kuat tarik, transparansi, dan aktivitas antioksidan *edible film*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan untuk pembuatan *edible film* dalam penelitian ini adalah kitosan, PVA, pelarut etanol 95% dan gliserin, aquades dan asam asetat 1% dan ekstrak daun tanaman senduduk.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, oven, *magnetic stirrer*, plat kaca (20 x 15 cm<sup>2</sup>) dan peralatan gelas. Untuk analisis menggunakan *penetrometer* dan spektrofotometer UV-Vis (Genesys 105).

## **Metode Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode deskriptif kuantitatif menggunakan perlakuan variasi konsentrasi ekstrak daun senduduk yang terdiri dari 5 perlakuan percobaan yaitu :

P1= Ekstrak Senduduk 0%

P2= Ekstrak Senduduk 2%

P3= Ekstrak Senduduk 4.7%

P4= Ekstrak Senduduk 9%

P5= Ekstrak Senduduk 16.5%

Masing-masing dari setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan sehingga diperoleh 15 satuan percobaan.

## **Pelaksanaan Penelitian**

### **Ekstraksi Daun Senduduk (Danladi et al., 2015 Modifikasi)**

Daun senduduk yang digunakan adalah daun senduduk segar berukuran 5-10 cm dengan kondisi yang baik. Sebelum dilakukan ekstraksi, daun disortasi untuk memisahkan daun yang jelek dan berpenyakit kemudian dilakukan pencucian untuk menghilangkan debu, tanah ataupun kotoran lain. Daun dikeringkan pada suhu 40 °C selama 24 jam, kemudian dilakukan pengecilan ukuran sehingga berbentuk bubuk. Sampel ditimbang  $\pm 50$  g, kemudian dilakukan ekstraksi dengan cara maserasi (perendaman) menggunakan pelarut Etanol 95% (500 ml) selama 72 jam. Setiap maserat yang diperoleh diuapkan dengan rotary evaporator pada suhu 40 °C, sehingga diperoleh ekstrak kental dan kemudian ditimbang.

### **Pembuatan Film Antioksidan**

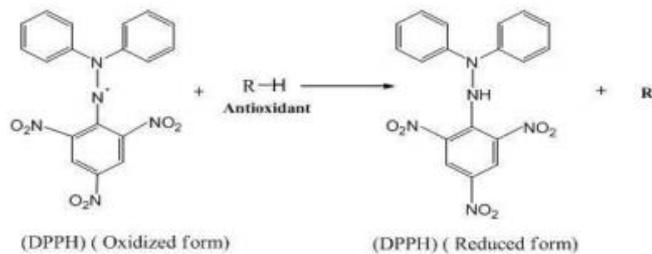
*Edible film* dibuat dengan mencampurkan 160 mL larutan kitosan 3% (b/v) dan 240 mL larutan PVA 3% (b/v) sebanyak 400 ml dengan perbandingan (40:60) serta penambahan gliserin sebagai *plasticizer* sebesar 1% (v/v) dari volume larutan. Pembuatan film tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nofrida (2013). Kemudian dilakukan proses pencetakan, sebelum pencetakan dilakukan, ekstrak antioksidan dicampurkan pada campuran film dengan konsentrasi penambahan (0, 2, 4.7, 9 dan 16.5 %) . Kemudian dilakukan pengeringan pada suhu 40 °C selama 24 jam.

## **Parameter yang diamati**

### **Pengujian Aktivitas Antioksidan**

Pengukuran aktivitas antioksidan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-pikrihidazyl). DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil sehingga apabila digunakan sebagai pereaksi dalam uji penangkapan radikal bebas cukup dilarutkan menggunakan etanol dan bila disimpan dalam keadaan kering pada kondisi penyimpanan yang aman akan stabil selama bertahun-tahun. Nilai absorbansi DPPH berkisar antara 515-520 nm. Metode penangkapan radikal bebas DPPH didasarkan pada reduksi larutan metanol radikal bebas DPPH yang berubah warna dengan penghambatan radikal bebas. Ketika larutan DPPH ungu bertemu dengan bahan donor elektron, maka

DPPH akan tereduksi sehingga menyebabkan warna ungu memudar dan berubah menjadi warna kuning yang berasal dari gugus pikril (Prayoga, 2013).



Gambar 1 Reaksi DPPH dengan senyawa antioksidan (Pyrzynska dan Pękal, 2013)

Nilai konsentrasi efektif adalah bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak (mg/ml) yang mampu menghambat 50% oksidasi. Prosedur uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dapat dilihat pada Lampiran 2. Perhitungan nilai konsentrasi efektif atau IC50 menggunakan rumus sebagai berikut (Antarti dan Lisnasari, 2018):

$$\% \text{ Aktivitas Antioksidan} = \frac{Ac-A}{Ac} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan1)}$$

Keterangan:

Ac = Nilai absorbansi kontrol

A = Nilai absorbansi sampel

**Pengujian Sifat fisik dan aktivitas antioksidan**

Beberapa pengujian sifat fisik dan mekanik yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengukuran ketebalan film, transparansi (Rahardjo dkk., 2014), pengukuran kuat tarik dan pengukuran nilai elongasi (Setiani dkk., 2013), dan aktivitas antioksidan pada film dilakukan dengan metode DPPH.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Ketebalan Edible Film**

Pengukuran ketebalan film dilakukan dengan menggunakan alat micrometer sekrup dengan pengambilan lima titik di setiap sudut film (Setiani dkk., 2013). Kemudian untuk setiap lembar contoh dan diambil nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata tebal film dengan volume penambahan ekstrak antioksidan daun senduduk ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketebalan Edible Film

Perlakuan	Tebal (µm)
Kontrol (Ekstrak senduduk 0%)	187
Ekstrak senduduk 2%	213
Ekstrak senduduk 4.7%	221
Ekstrak senduduk 9%	234
Ekstrak senduduk 16.5%	249

Hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa ketebalan *edible film* dengan penambahan ekstrak senduduk 0% memiliki nilai ketebalan 187µm, sedangkan setelah

penambahan ekstrak senduduk 16.5% terjadi peningkatan nilai ketebalan menjadi 249  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun senduduk yang ditambahkan maka akan meningkatkan nilai ketebalan dari *edible film* yang dihasilkan. Kenaikan nilai ketebalan pada *edible film* dipengaruhi oleh kenaikan jumlah total padatan dan volume larutan film. Dengan ukuran cetakan yang sama, *edible film* yang terbentuk akan lebih tebal jika volume larutan dan total padatan yang dituangkan ke dalam cetakan lebih banyak (Rusli et al., 2017). Penelitian lain juga dilakukan oleh Muin et al., (2017) yang membuat *edible film* menggunakan tepung tapioka dengan penambahan gliserol dan kunyit putih. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi kunyit putih yang ditambahkan maka akan meningkatkan nilai ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan adanya kandungan pati dari kunyit putih yang meningkatkan total padatan dalam larutan sehingga polimer penyusun matriks juga semakin meningkat.

### Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Pengujian Kuat Tarik (*Tensile Strength*) merupakan salah satu kriteria penilaian mutu fisik pada *edible film*. Nilai kuat tarik akan menunjukkan seberapa besar daya regang atau kekuatan tarik dari sebuah film. Semakin tinggi nilai kuat tarik maka kualitas film akan semakin baik. Bahan aktif yang ditambahkan akan mempengaruhi nilai kuat tarik sebuah film. Hasil analisis variasi konsentrasi ekstrak senduduk terhadap nilai kuat tarik *edible film* dapat dilihat pada Tabel 2.

Nilai rata-rata kuat tarik film yang dihasilkan berkisar antara 30.14-66.16  $\text{kgf/cm}^2$ . Rata-rata nilai kuat tarik film mengalami kenaikan sampai penambahan ekstrak senduduk 9% hal tersebut dikarenakan komponen pembentuk film tercampur homogen sehingga mampu berinteraksi dengan baik dan tersebar merata menghasilkan film yang lebih kuat. Sedangkan pada penambahan ekstrak daun senduduk sebanyak 16.5% terjadi penurunan nilai kuat tarik, hal tersebut dikarenakan penambahan bahan aktif yang dapat memperlemah interaksi antar molekul-molekul pati pada film.

Tabel 2 Kuat Tarik (*Tensile Strength*) *Edible Film*

Perlakuan	Kuat Tarik ( $\text{kgf/cm}^2$ )
Kontrol (Ekstrak senduduk 0%)	30.14
Ekstrak senduduk 2%	63.41
Ekstrak senduduk 4.7%	63.67
Ekstrak senduduk 9%	66.16
Ekstrak senduduk 16.5%	38.39

Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh (Handayani & Nurzanah, 2018) dengan menggunakan bahan aktif berupa minyak atsiri dari ekstrak lengkuas dalam pembuatan *edible film* yang dapat menurunkan nilai kuat tarik. Hal tersebut dikarenakan minyak atsiri memiliki kandungan zat terlarut yang dapat memperlemah ikatan antar polimer sehingga pembentukan matriks film dapat terhambat dan menurunkan nilai kuat tarik *edible film*.

### Transparansi *Biodegradable Film*

Transparansi pada film menunjukkan bahwa suatu bahan atau film memiliki kemampuan untuk meneruskan cahaya, cahaya yang dilewatkan berupa sinar UV (Indarti dkk., 2020). Nilai transparansi film diperoleh dengan mengukur transmitansinya dalam spektrofotometer Thermo GENESYS 10 UV pada panjang gelombang 800 nm. Nilai rata-rata transparansi film dengan variasi konsentrasi penambahan ekstrak daun senduduk dapat dilihat pada Tabel 3.

Nilai rata-rata hasil uji transmittan film berkisar antara 96.1- 80.3 %. Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak senduduk yang ditambahkan maka nilai transmittan yang dihasilkan semakin kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak ekstrak senduduk yang ditambahkan akan menurunkan derajat transparansi dari *edible film* yang dihasilkan. Ekstrak senduduk 16.5% menghasilkan film dengan tingkat kekuningan yang semakin besar, akibatnya derajat transparansinya semakin menurun.

Tabel 3 Nilai Transmittan *Edible Film*

Perlakuan	Nilai Transmittan (%)
Kontrol (Ekstrak senduduk 0%)	96.1
Ekstrak senduduk 2%	95.1
Ekstrak senduduk 4.7%	88.9
Ekstrak senduduk 9%	81.6
Ekstrak senduduk 16.5%	80.3

Selain itu, nilai ketebalan film yang cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi bahan aktif juga ikut berpengaruh dalam menurunkan derajat transparansi dari film yang dihasilkan. Warsiki *et al.* (2009) menyatakan bahwa transparansi *edible film* akan dipengaruhi oleh karakter bawaan bahan aktif yang ditambahkan. Penelitian lain juga dilakukan oleh Saragih *et al.* (2016) yang menggunakan kappa karagenan dan pati jagung dalam pembuatan *edible film*, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai transparansi dipengaruhi oleh karakteristik bahan aktif yang ditambahkan sehingga semakin banyak karagenan yang ditambahkan maka derajat transparansinya juga menurun sehingga menghasilkan film dengan warna kekuningan.

**Aktivitas Antioksidan *Edible Film***

Hasil pengujian nilai aktivitas antioksidan pada *edible film* dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil pengujian terhadap aktivitas antioksidan pada *edible film* untuk kelima perlakuan yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat aktivitas antioksidan walaupun pada perlakuan kontrol (ekstrak senduduk 0%) sebesar 8.11%. Hal tersebut dikarenakan pada proses pembuatan film menggunakan kitosan sebagai matriks yang juga memiliki aktivitas penghambatan terhadap radikal bebas. Mekanisme penghambatan radikal bebas oleh kitosan disebabkan oleh Interaksi kitosan dengan senyawa DPPH yang terjadi karena gugus amina dari kitosan mendonorkan ion H+ kepada senyawa DPPH, sehingga menghasilkan makromolekul yang stabil dan gugus amina radikal (Fish, 2012).

Tabel 4 Aktivitas Antioksidan *Edible Film*

Perlakuan	Aktivitas Antioksidan (%)
Kontrol (Ekstrak senduduk 0%)	8.11

Ekstrak senduduk 2%	15.37
Ekstrak senduduk 4.7%	37.34
Ekstrak senduduk 9%	89.18
Ekstrak senduduk 16.5%	93.93

Berdasarkan hasil pengujian aktivitas antioksidan yang telah dilakukan diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak senduduk yang ditambahkan maka aktivitas antioksidan pada *edible film* juga semakin meningkat. Pada perlakuan kontrol (ekstrak senduduk 0%) aktivitas antioksidan pada film hanya sebesar 8.11%, akan tetapi setelah penambahan ekstrak daun senduduk sebanyak 16.5% aktivitas antioksidan pada film semakin meningkat menjadi 93.93%. Peningkatan tersebut terjadi karena dalam ekstrak senduduk yang ditambahkan mengandung senyawa aktif berupa flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian ekstrak air, metanol dan klorofom daun senduduk memiliki total kandungan fenol masing masing sebesar  $3344,2 \pm 19,1$ ;  $3055,1 \pm 8,7$ ; dan  $92,5 \pm 7,3$  mg/100 g asam galat secara berurutan (Zakaria dkk., 2011) Penelitian lain juga dilakukan oleh (Alnajjar dkk., 2012) yang menunjukkan bahwa daun senduduk yang diekstrak menggunakan air dan etanol memiliki kemampuan menangkal radikal bebas yang ditandai dengan nilai IC50 masing-masing sebesar  $11,599 \pm 0,84$  dan  $62,657 \pm 0,78$  secara berurutan. Senyawa fenol yang terkandung dalam ekstrak senduduk memiliki pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan *edible film* dikarenakan senyawa fenol memiliki mekanisme penangkapan senyawa radikal bebas yang bereaksi dengan gugus -OH (Huri dan Choirun Nisa, 2014).

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi penambahan konsentrasi ekstrak senduduk mempengaruhi karakteristik fisik dan aktivitas antioksidan *edible film* yang dihasilkan. Karakteristik fisik yang diamati berupa nilai ketebalan, kuat tarik, dan transparansi. Penambahan ekstrak senduduk terbaik pada konsentrasi 16.5% dengan menghasilkan nilai ketebalan film 249  $\mu\text{m}$ , Kuat tarik 38.39 (kgf/cm<sup>2</sup>), Transparansi 80.3% dan aktivitas antioksidan sebesar 93.93%.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengaplikasikan *edible film* sebagai bahan kemasan produk pangan.

## DAFTAR PUSTAKA

Alnajjar, Z. A. A., Abdulla, M. A., Ali, H. M., Alshawsh, M. A., & Hadi, A. H. A. (2012). Acute toxicity evaluation, antibacterial, antioxidant and immunomodulatory effects of

- Melastoma malabathricum. *Molecules*, 17(3), 3547–3559.  
<https://doi.org/10.3390/molecules17033547>
- Antarti, A. N., & Lisnasari, R. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Ethanol Daun Family Solanum Menggunakan Metode Reduksi Radikal Bebas DPPH. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 3(2), 62.  
<https://doi.org/10.20961/jpscr.v3i2.15378>
- Danladi, S., Azemin, A., Yahaya Sani, N., Mohd, K., Article, O., Wan-Azemin, A., Sani, Y. N., Suryati Mohd, K., Rao Us, M., Mahsufi Mansor, S., & Dharmaraj, S. (2015). Phytochemical screening, antioxidant potential and cytotoxic activity of melastoma malabathricum linn. from different locations Marine Sponges of Malaysian East Coast View project Mitragynine View project PHYTOCHEMICAL SCREENING, ANTIOXIDANT POTENTIAL AND CYTOTOXIC ACTIVITY OF MELASTOMA MALABATHRICUM LINN. FROM DIFFERENT LOCATIONS. Dalam *Article in International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*.  
<https://www.researchgate.net/publication/288670025>
- Fiardilla, F., Warsiki, E., & others. (2020). The experiment of activity and stability of antioxidant extracted from Senduduk (*Melastoma malabathricum* L) leaves at various conditions of concentration, pH values, and temperatures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 472(1), 12003.
- Fish, W. W. (2012). Refinements of the attending equations for several spectral methods that provide improved quantification of  $\beta$ -carotene and/or lycopene in selected foods. *Postharvest Biology and Technology*, 66, 16–22.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.08.007>
- Gholib, D. (2009). Uji daya hambat daun senggani (*Melastoma malabathricum* L.) terhadap trichophyton mentagrophytes dan candida albicans. *Berita Biologi*, 9(5), 523–527.
- Handayani, R., & Nurzanah, H. (2018). Karakteristik edible film pati talas dengan penambahan antimikroba dari minyak atsiri lengkuas. Dalam *Jurnal Kompetensi Teknik* (Vol. 10, Nomor 1).
- Huri, D., & Choirun Nisa, F. (2014). Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film-Huri, dkk. Dalam *Jurnal Pangan dan Agroindustri* (Vol. 2).
- Indarti, E., Marlita, A. S., & Zaidiyah, Z. (2020). SIFAT TRANSPARANSI DAN PERMEABILITAS FILM BIONANOKOMPOSIT POLYLACTIC ACID DAN POLYCAPROLACTONE DENGAN PENAMBAHAN NANOCRYSTALLINE CELLULOSE SEBAGAI PENGISI [Transparency and permeability properties of Bionanocomposite Film of Polylactic Acid and Polycaprolactone, and Nanocrystalline Cellulose as a Filler]. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 25(2), 81.  
<https://doi.org/10.23960/jtihp.v25i2.81-89>
- Muin, R., Anggraini, D., & Malau, F. (2017). KARAKTERISTIK FISIK DAN ANTIMIKROBA EDIBLE FILM DARI TEPUNG TAPIOKA DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN KUNYIT PUTIH. Dalam *Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 23, Nomor 3).
- Pyrzynska, K., & Pełal, A. (2013). Application of free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) to estimate the antioxidant capacity of food samples. *Anal. Methods*, 5(17), 4288–4295.  
<https://doi.org/10.1039/C3AY40367J>
- Rahardjo, B., Wiseso Marseno, D., & Nugroho Wahyu Karyadi, J. (2014). SIFAT FISIK, MEKANIK DAN BARRIER EDIBLE FILM BERBASIS PATI UMBI KIMPUL (*Xanthosoma sagittifolium*) YANG DIINKORPORASI DENGAN KALIUM SORBAT Physical, Mechanical and Barrier Properties of *Xanthosoma sagittifolium* Starch-Based Edible Film Incorporated with Potassium Sorbate. Dalam *AGRITECH* (Vol. 34, Nomor 1).

- Rusli, A., Metusalach, M., & Tahir, M. M. (2017). Characterization of Carrageenan Edible films Plasticized with Glycerol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 219. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.17499>
- Saragih, I. A., Restuhadi, F., Rossi, E., Teknologi, J., & Fakultas, P. (2016). KAPPA CARRAGEENAN AS BASIC COMPONENT FOR EDIBLE FILM MAKER WITH ADDITION OF CORN STARCH (MAIZENA). Dalam *Jom Faperta* (Vol. 3, Nomor 1). MAIZENA.
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). *Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan* (Vol. 3, Nomor 2). [www.kemenperin.go.id](http://www.kemenperin.go.id)
- Widodo, Lu., Neza Wati, S., Made Vivi, N. A., Studi Teknik Kimia, P., Teknik, F., Veteran Jawa Timur Jl Raya Rungkut Madya, U., Anyar, G., & Surabaya, K. (2019). PEMBUATAN EDIBLE FILM DARI LABU KUNING DAN KITOSAN DENGAN GLISEROL SEBAGAI PLASTICIZER Making Edible Film From Yellow Pumpkin and Chitosan With Glycerol as Plasticizer. *Juni*, 13(1), 59.
- Yiu H. Hui. (2006). *Handbook of Food Science, Technology and Engineering Volume I* (Y. H. Hui, Ed.; Vol. 3). Taylor & Francis.
- Zakaria, Z. A., Mohamed, A. M., Jamil, N. S. M., Rofiee, M. S., Hussain, M. K., Sulaiman, M. R., Teh, L. K., & Salleh, M. Z. (2011). In vitro antiproliferative and antioxidant activities of the extracts of *Muntingia calabura* leaves. *The American journal of Chinese medicine*, 39(1), 183—200. <https://doi.org/10.1142/s0192415x11008749>