

KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* DARI RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DENGAN VARIASI KONSENTRASI

EDIBLE FILM CHARACTERISTICS OF SEAWEED (*Eucheuma cottonii*) WITH VARIETY OF CONCENTRATIONS

Eti indarti^{1*}, Mirrah Nafishah Zara¹, Arisa Srimarlita, Bahlina Mohd. Nur¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala.
eti_indarti@unsyiah.ac.id.

ABSTRAK

Rumput laut mengandung karagenan yang bersifat hidrokoloid dan menjadikannya potensi dikembangkan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film*. Ketersediaan rumput laut yang tinggi di Aceh menjadikannya sangat tertarik untuk dikembangkan. Penggunaan *edible film* ini juga dapat mengurangi penggunaan plastik kemasan pembungkus pada bahan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi terbaik dalam proses pembuatan *edible film* dari rumput laut dengan penambahan konsentrasi ekstrak karagenan yang berbeda-beda dan mempelajari karakteristik *edible film* yang dihasilkan. Rumput laut yang digunakan berbentuk semi basah dengan konsentrasi 6% (K1) dan 10% (K2). Ketebalan *edible film* rumput laut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi rumput laut yang ditambahkan maka ketebalan *film* yang dihasilkan akan semakin tinggi (K2). Pengujian transparansi menunjukkan bahwa pada konsentrasi rumput laut 6% film yang dihasilkan lebih transparan dibandingkan *edible film* 10% (K2) sebanding dengan nilai transmittansi *edible film*. Kadar air dan kelarutan *edible film* menunjukkan konsentrasi rumput laut 6% menghasilkan konsentrasi air yang lebih tinggi dan tingkat kelarutan yang lebih rendah. Semakin tinggi konsentrasi rumput laut menghasilkan *edible film* yang lebih baik menahan laju perpindahan uap air

Kata Kunci : *Edible Film*, Rumput Laut,

ABSTRACT

Seaweed consist of carrageenan which has hydrocolloid thus it potential to be developed as a basic material for making edible films. In fact, the availability seaweed in huge amount along the coast of Aceh Province is very possible to be explored. The use of edible films can also reduce the use of plastic packaging for food. This study aims to determine the best composition in the process of making the edible film from seaweed with the addition of different concentrations of carrageenan extract and to study the characteristics of the resulting edible film. The seaweed used is semi-wet with a concentration of 6% (K1) and 10% (K2). The edible film thickness showed that the higher the seaweed concentration, resulted the higher of film thickness (K2). Transparency testing showed that at a concentration of 6% seaweed the resulting film more transparent than 10% edible film (K2) and was comparable to the transmittance value of the edible film. The moisture content and solubility of the edible film showed that the seaweed concentration of 6% resulted in a higher concentration and a lower solubility level. At a higher concentration of seaweed edible film (10%) resulted the better the water vapor permeability.

Keywords : *Edible Film*, Seaweed,

PENDAHULUAN

Potensi pengembangan diversifikasi produk berbasis rumput laut, salah satunya produk *edible film*. Provinsi Aceh memiliki area luas untuk produksi rumput laut karena memiliki panjang pantai 2.666,27 Km (LKj DKP Aceh, 2020). Saat ini ada 3 jenis rumput laut yang dikembangkan yaitu, rumput laut hijau

(*Chlorophyceae*), rumput laut merah (*Eucheuma cottonii*) dan rumput laut coklat (*Phaeophyceae*). Dari ketiga jenis tersebut, rumput laut merah (*Eucheuma cottonii*) memiliki ekstrak karagenan yang tinggi. Karagenan yang bersifat hidrokoloid menjadikannya berpotensi dikembangkan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film*.

Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* adalah jenis yang paling sering dibudidayakan di wilayah perairan Indonesia. Sebagian besar hasil budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* ini digunakan untuk bahan baku industri. *Eucheuma cottonii* mengandung zat antioksidan dan biasa dimanfaatkan sebagai makanan baik manusia maupun ikan laut, dan sebagai bahan baku pembuatan kosmetik dan farmasi.

Edible film merupakan kemasan primer yang berupa lapisan tipis dan berfungsi sebagai pelapis bahan pangan. *Edible film* dapat dibuat dari senyawa hidrokoloid (karbohidrat dan protein), lipid, dan komposit (Dhall, 2017). *Edible film* memiliki bentuk seperti lembaran tipis yang padat yang digunakan sebagai pembungkus, sedangkan *edible coating* memiliki bentuk cair yang penggunaannya melalui pencelupan langsung pada suatu produk ke dalam cairan. Pembuatan *edible film* dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu metode *solvent casting* dan metode *compression molding*. Metode *solvent casting* merupakan metode yang paling sering digunakan dalam pembuatan *film*.

Beberapa penelitian dilaporkan tentang pembuatan *edible film* dari rumput laut dengan aplikasi pada burger ikan segar (Albertos *et al.*, 2019); pembuatan *film* nanocomposite rumput laut coklat *Laminaria japonica* and *Sargassum natans* dengan menggunakan nanoselulosa (Doh *et al.*, 2020); *film* rumput laut menggunakan *Gac pulp* (*Momordica cochinchinensis*) merupakan limbah dalam produksi minyak *Gac* (Tran *et al.*, 2020). Umumnya rumput laut yang digunakan dalam bentuk bubuk kering, namun pada penelitian ini ingin mengembangkan metode langsung menggunakan rumput laut segar dengan tujuan menghemat biaya proses dan waktu. Karakteristik fisik yang diukur dan diamati dari kemasan *edible film* adalah ketebalan, kadar air, daya larut, transparansi dan laju transmisi uap air (*water vapor permeability*). Mutu dari *edible film* dilihat dari salah satu sifat karakteristiknya yaitu sifat fisik, dimana *edible film* yang berkualitas harus memiliki sifat-sifat yang sama seperti kemasan plastik yang berwarna transparan.

Konsentrasi lumpur laut akan mempengaruhi ketebalan dan transparansi film, semakin tebal film yang dihasilkan akan menurunkan transparansi *edible film*. Sifat *barrier* dari *edible film* juga dipengaruhi oleh ketebalan film yang dihasilkan dari konsentrasi bahan pembentuk film. Oleh karena itu, pada artikel ini, menjelaskan hasil penelitian dengan tujuan penentuan konsentrasi rumput laut yang menghasilkan *edible film* yang terbaik

berdasarkan, ketebalan, kadar air, daya larut, transparansi dan laju transmisi uap air.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah rumput laut kering jenis *Eucheuma cottonii* yang diperoleh dari pertokoan sekitar Kota Banda Aceh, gliserol diperoleh dari Merck, dan aquades yang diperoleh dari laboratorium Analisis Pangan Dan Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi *magnetic stirrer*, *waterbath*, *timer*, oven, pisau, talenan, *beaker glass*, gelas ukur, pipet ukur, labu ukur, erlenmeyer, cawan petri, spatula, *hot plate*, termometer, teflon, timbangan analitik, *freezer*, desikator, kain saring, *cutter*, *shaker* (*Orbital Shaker VRN-360*), mistar, *humidity meter*, *oxygen permeability tester*, mikrometer test, dan alat uji kekuatan tarik.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non-faktorial. Faktor konsentrasi rumput laut terdiri dari 2 (dua) taraf, yaitu K1= 6%, K2= 10% dengan pengulangan 3 kali (triplicate). Data dianalisis secara statistik menggunakan tabel ANOVA (*Analysis of Variance*). Kemudian perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT).

Prosedur Penelitian

Proses ekstraksi karagenan mengikuti prosedur pada Hertini, R. dan Nurbani, K. (2016) dengan beberapa modifikasi. Sedangkan pembuatan *edible film* mengikuti proses *casting* pada kaca datar seperti metode yang dilakukan oleh (Tran *et al.*, 2020). Tahapan pembuatan *edible film* terbagi menjadi dua yaitu ekstraksi karagenan dan proses pembuatan *edible film*.

a. Ekstraksi karagenan:

Rumput laut (kondisi semi basah) yang akan digunakan, ditimbang sebanyak 20 dan 30 gram, lalu direndam dalam air (300 mL) selama 5-6 jam. Rumput laut bersama air rendamannya diblender hingga benar-benar halus, kemudian dipanaskan pada suhu 70-80 °C selama 30 menit sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan rumput laut selanjutnya dilakukan penyaringan (menggunakan kain saring merk Paris). Filtrat yang diperoleh (ekstrak karagenan) selanjutnya siap untuk menjadi larutan pembentuk *film*.

b. Pembuatan Edible Film dari rumput laut:

Larutan karagenan yang telah dihasilkan pada proses ekstraksi, selanjutnya ditambah gliserol 0.2 mL saat suhu pendinginan mencapai 50°C sambil dilakukan pengadukan. Proses pencetakan dilakukan dengan cara menuangkan

larutan ke dalam cetakan (ukuran 18 x 20 cm) dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 8 jam. Film yang telah kering, selanjutnya dilepaskan untuk disimpan dalam folder kertas sebelum dilakukan analisa. *Edible film* yang dihasilkan siap untuk dilakukan proses pengujian.

Analisis Edible Film

Analisa yang dilakukan pada *edible film* rumput laut berupa analisis fisik (ketebalan, transparansi, *water vapor permeability* (WVP), dan pengujian sifat mekanik (*Tensile Strength*, Elongasi, dan *Young Modulus*).

a. Ketebalan (*Thickness*) (Taufik dan Fatma, 2011)

Ketebalan *edible film* diukur menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,01 mm. Ketebalan *film* ditentukan dari rata-rata pengukuran pada lima titik yang berbeda yang dilakukan secara acak.

b. Kadar air (MC) Alves et al. (2018) dan kelarutan (S) Farahnaky, Saberi, and Majzoobi (2013).

Pengujian kadar air dilakukan dengan cara dipotong *edible film* (15 x 40 mm) dan ditimbang (w_0) dalam kapsul porselen. Selanjutnya, potongan dikeringkan pada 105°C selama 24 jam dan ditimbang lagi (w_1). *Film* kering ditempatkan dalam botol kaca yang mengandung 50 mL air suling selama 24 jam di suhu kamar (25°C). Setelah itu film ditimbang lagi dan merupakan bobot terakhir yang dicatat (w_3). Selanjutnya dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$MC = [(w_0 - w_1)/w_0] \times 100$$

c. Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) *Edible Film* (Kg/mm²) (Bourtoom, 2007)

Analisa ini menggunakan alat *Autograph* Type-HT 8503. Pengukuran kuat tarik dilakukan berdasarkan ISO 527-1 pada sampel persegi panjang (100 x 10 mm²) dengan kekuatan tarik 10 mm/ menit, berat beban 50 N dan pengukuran awal 60 mm.

d. Water Vapor Permeability (WVP) (Thakur et al., 2016)

Pengujian WVP pada *film* menggunakan metode gravimetri. Sampel dilakukan pengukuran ketebalan *film* di beberapa titik dengan menggunakan alat mikrometer. Selanjutnya sampel yang akan diuji dibentangkan menutupi cawan yang memiliki bentuk melingkar dengan diameter 4 cm. Cawan terlebih dahulu diisi dengan CaCl₂ kemudian ditutup dengan *film*. Laju perpindahan uap air (WVP) ditentukan dengan cara menimbang berat sel permeasi setiap 24 jam sampai memperoleh berat yang konstan. Selanjutnya

dilakukan pengukuran WVP dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$WVP = \frac{\Delta m}{A \Delta t} \frac{T}{\Delta P}$$

Keterangan:

$\Delta m / \Delta t$ = Pertambahan berat perwaktu(gs-1) dan dihitung slope dari garis lurus kenaikan massa per waktu

A = Area (m²)

T = Ketebalan film (mm)

ΔP = perbedaan tekanan uap bagian dalam dan luar film (Pa)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan edible film

Ketebalan *film* merupakan salah satu parameter penting yang berpengaruh terhadap sifat fisik *edible film* lainya seperti laju transmisi gas, transmisi uap air, *tensile strength* dan elongasi (Anandito dan Bukhori, 2012). Hasil pengukuran ketebalan *edible film* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketebalan *edible film* rumput laut pada perlakuan konsentrasi 6% (K1) dan 10% (K2)

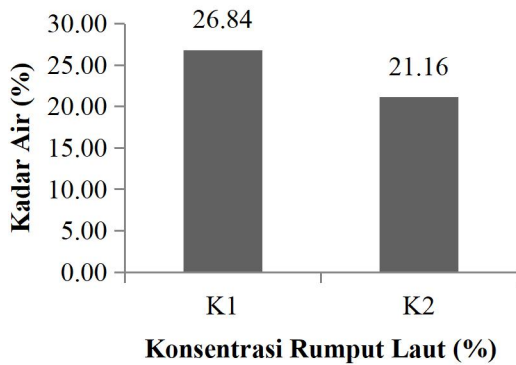
Kode Sampel	Rerata
K1	0,0584 mm
K2	0.0740 mm

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi rumput laut tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan, sehingga tidak dilakukan uji lanjut. Namun demikian pada konsentrasi rumput laut 10 %(K2) memiliki nilai ketebalan 0.0740 mm dan lebih tebal dari perlakuan konsentrasi 6% (K1) dengan ketebalan 0,0584 mm. Hal ini diduga karena adanya penambahan massa rumput laut dapat mengikat air lebih banyak sehingga pada proses pengeringan air terikat akan terperangkap permanen pada jaringan karagenan. Pada tahap pengeringan *film*, air yang menguap adalah air yang tidak terikat, sehingga jumlah rumput laut yang lebih banyak dapat menghasilkan *film* yang lebih tebal. Ketebalan *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini sesuai *Japanese Industrial Standart* (JIS) yaitu maksimum 0,25 mm, sehingga ketebalan *film* pada kedua perlakuan masih sesuai dengan standar JIS.

Kadar Air

Kadar air yang terkandung dalam *edible film* memiliki peranan penting terhadap stabilitas produk yang akan dilapisi. Oleh karena itu, *edible film* terbaik adalah *film* yang memiliki nilai kadar air rendah. Pengaplikasian *edible film* sebagai kemasan primer dengan kadar air yang tinggi memungkinkan terjadinya kerusakan produk dan mengurangi masa simpan produknya (Rulsi et al., 2017). Pengujian kadar

air dilakukan untuk mengetahui kandungan air dalam *edible film*, yang dapat mempengaruhi kualitas dari *edible film* pada masa penyimpanan atau pengaplikasian menjadi kemasan produk. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan variasi konsentrasi rumput laut pada pembuatan *edible film* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air *edible film*.



Gambar 1. Kadar air *edible film* rumput laut pada perlakuan konsentrasi 6% (K1) dan 10% (K2)

Hasil uji lanjut $BNT_{0,50}$ menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi K1 (konsentrasi rumput laut 6%) berbeda nyata dengan perlakuan K2 (konsentrasi rumput laut 10%) terhadap nilai kadar air *edible film*. *Edible film* dengan perlakuan K2 memiliki total kadar air rata-rata sebanyak 21,16%. Sedangkan *edible film* dengan perlakuan K1 menghasilkan total kadar air sebesar rata-rata 26,84%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rani dan Kalsum (2016) pada pembuatan *edible film* dari rumput laut dengan penambahan gliserol sebanyak 0,8%, dimana kadar air yang dihasilkan adalah 21,17%. Peningkatan konsentrasi rumput laut pada pembuatan *edible film* cenderung menurunkan kadar air pada produk. Menurut Rusli *et al.* (2017) penurunan kadar air pada *edible film* yang memiliki konsentrasi rumput lebih tinggi disebabkan oleh karagenan. Karagenan berperan sebagai bahan yang membawa padatan terlarut yang akan membentuk ikatan hidrogen antar molekul penyusun *edible film* yang mengakibatkan berkurangnya kandungan air bebas.

Daya Larut

Daya kelarutan merupakan analisis secara fisik dari suatu *edible* untuk menghitung tingkat tinggi atau rendahnya suatu *edible film* dapat larut dalam larutan. Daya larut menjadi tolak ukur *edible film* untuk bisa larut saat dikonsumsi (Dwimayasanti dan Kumayanjati, 2019). Hasil analisis sidik ragam terhadap *edible film* yang dihasilkan menunjukkan bahwa

perlakuan yang diterapkan tidak berpengaruh nyata terhadap daya kelarutan *edible film*. Perlakuan K1 (konsentrasi rumput laut 6%) memiliki persentase kelarutan dengan rerata sebesar 84,71%. Sedangkan persentase kelarutan yang dihasilkan pada perlakuan K2 (konsentrasi rumput laut 10%) dengan rerata sebesar 85,43% perlakuan konsentrasi 6% (K1) dan 10% (K2) (Tabel 2)

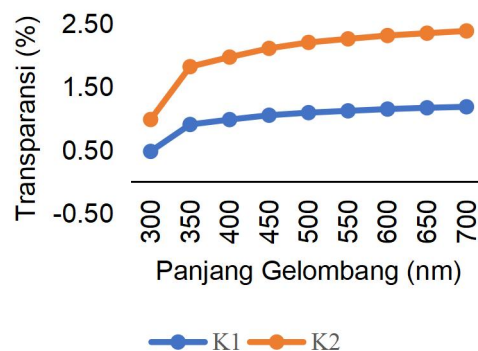
Tabel 2. Daya Kelarutan *edible film* rumput laut pada perlakuan konsentrasi 6% (K1) dan 10% (K2)

Kode Sampel	Rerata (%)
K1	84,71
K2	85,43

Nilai kelarutan *edible film* dapat digolongkan tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Dwimayasanti dan Kumayanjati, (2019), *edible film* berbahan karagenan menghasilkan nilai kelarutan sebesar 63-96%. Tingkat kelarutan yang tinggi menyebabkan *edible film* dapat larut dengan mudah dalam air, mudah dikonsumsi dan tidak tahan terhadap air.

Transparansi film

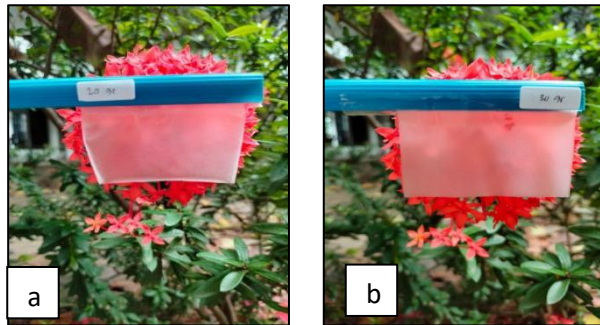
Transparansi dapat diukur berdasarkan nilai transmitan dari *edible film* dengan menggunakan UV-Vis. Nilai transmitan diperoleh dengan melewatkan sinar UV melalui *edible film* dengan panjang gelombang 300-700 nm (Indarti *et al.*, 2020). *edible film* dengan konsentrasi rumput laut 6% (K1) menunjukkan nilai transmitan 2.25%, lebih tinggi dibandingkan *edible film* konsentrasi 10% (K2) yaitu 1.13%.



Gambar 2. Transparansi *edible film* rumput laut pada perlakuan konsentrasi 6% (K1) dan 10% (K2)

Pengujian transparansi film secara visual dapat dilihat dengan cara difoto menggunakan kamera dan ditampilkan gambar dibelakang *edible film* tersebut. *Edible film*

dengan perlakuan K1 (konsentrasi rumput laut 6%) memiliki tingkat transparansi paling tinggi.

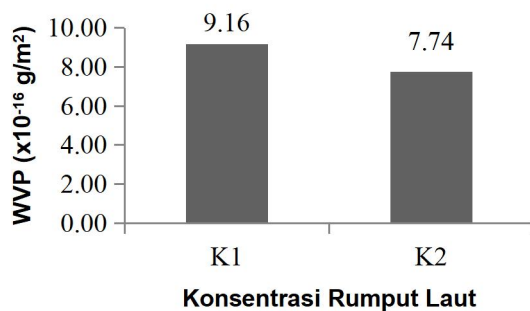


Gambar 3. Analisis Visual *Edible Film* (a) Karagenan 6% (K1) dan (b) Karagenan 10% (K2)

Gambar 3 menunjukkan bahwa perlakuan K1 menghasilkan transparansi *edible film* yang lebih tinggi. Selain itu juga nilai transparansi *film* dipengaruhi oleh ketebalan *film* dan indeks bias penyusunnya (Tang dan Liu, 2008). Transparansi *edible film* juga menjadi salah satu hal yang penting dalam produk pangan (Turhan dan Sahbaz, 2001).

Analisis Water Vapor Permeability (WVP)

Analisis WVP dilakukan untuk mengetahui ketahanan *edible film* terhadap uap air. Prinsip dari pengujian ini dengan cara menghitung jumlah uap air yang terlewatkan melalui *edible film* dalam luasan dan jangka waktu tertentu. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan variasi konsentrasi rumput laut pada pembuatan *edible film* berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap WVP *edible film*.



Gambar 4. *Water vapor permeability edible film* rumput laut pada perlakuan konsentrasi 6% (K1) dan 10% (K2).

Hasil uji lanjut BNT_{0,01} menunjukkan bahwa perlakuan K1 berbeda nyata dengan perlakuan K2 terhadap nilai WVP. *Edible film* dengan konsentrasi rumput laut 6% (K1)

menghasilkan nilai WVP rata-rata 9,16 g/m² dan lebih tinggi dari *edible film* K2 (konsentrasi rumput laut 10%) dengan rata-rata 7,74 g/m². Penurunan nilai WVP mengindikasikan kemampuan *edible film* dalam menahan laju perpindahan uap air lebih baik pada konsentrasi rumput laut lebih tinggi (10%). Hal ini diduga semakin banyak jumlah karagenan menyebabkan kepadatan film yang dapat menghambat laju perpindahan uap air melewati film. Hal yang sama juga diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Tran et al. (2020), yang menyatakan bahwa penambahan bahan pengisi sodium alginate dan gliserol akan memperlambat laju uap air melewati *film*. Namun pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan fluktuasi pada kerapatan film, sehingga menjadi faktor pemicu timbulnya retak dan pori pada struktur film yang menjadi pemicu perpindahan uap air melewati *edible film* (Wu et al., 2009).

KESIMPULAN

Penambahan konsentrasi rumput laut yang lebih tinggi menghasilkan nilai transmisi dan tingkat transparansi *edible film* yang lebih rendah dan buram. Penambahan konsentrasi yang lebih tinggi menghasilkan *edible film* dengan nilai kadar air yang rendah (21,16%) dan daya larut yang lebih lambat dibandingkan konsentrasi rumput laut yang lebih tinggi. *Edible film* dengan konsentrasi rumput laut lebih rendah (K1) menghasilkan nilai ketebalan, transparansi, yang lebih tipis dan transparan, sedangkan *edible film* dengan konsentrasi rumput laut lebih tinggi (K2) menghasilkan nilai WVP yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Albertos, A. Martin-Diana, M. Burón, and Rico D. (2019). Development of functional bio-based seaweed (*Himantalia elongata* and *Palmaria palmata*) edible films for extending the shelflife of fresh fish burgers. *J Food Pack and Shelf Life*. 22: 100382.
- Anandito, R.B.K. dan Bukhori, A. (2012). Pengaruh Gliserol Terhadap Karakteristik *Edible Film* Berbahan Dasar Tepung Jali (Coix Lacryma-Jobi L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 5(1):17-23.
- Bourtoom, T. (2007). *Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared from Starch*. Department of Material Product Technology, Songkhla.
- Dhall, R. K. (2017). *Application of Edible Films and Coatings on Fruits and Vegetables, di dalam* Garcia, M. P. M., M. C. Gomez-Guillen, M. E. Lopez-Caballero and G. V. Barbosa-Canovas. *Edible Films and*

- Coatings: Fundamentals and Applications*. CRS Press, New York.
- Doh, H., Dunno, K. D. and Whiteside W. S. (2020). Preparation of novel seaweed nanocomposite film from brown seaweeds *Laminaria japonica* and *Sargassum natans*. *Food hydrocolloids*. 105: 105744.
- Fardhyanti, D. S. dan S. S. Julianur. (2015). Karakterisasi Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 4: 68-73.
- Handito, D. (2011). Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Edible Film. *Agroteksos*; 21(3) : 151-157.
- H.Doh., K. D. Dunno., and W. S. Whiteside. 2020. Preparation of novel seaweed nanocomposite film from brown seaweeds *Laminaria Japonica* and *Sargassum natans*. *Food Hydrocolloids*. 105:105744.
- Hertini, R dan Nurbani, K. (2016). Kajian Proses Pembuatan Edible Film dari Rumput Laut *Gracillaria sp.* dengan Penambahan Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional: Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*. 08 September 2016.
- Indarti, E. Marlita, A.S dan Zaidiyah. (2020). Sifat Transparansi Dan Permeabilitas Film Bionanokomposit Polylactic Acid Dan Polycaprolactone Dengan Penambahan Nanocrystalline Cellulose Sebagai Pengisi. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*; 25(2) : 81-89.
- Setyaningrum, A. Sumarni, N.K dan Hardi, J. (2017). Sifat Fisiko-Kimia *Edible Film* Agar-Agar Rumput Laut (*Gracilaria Sp.*) Tersubstitusi Glyserol. *Natural Science: Journal of Science and Technology*. 6(2) :136-143.
- Taufik, M. dan Fatma. (2011). Karakteristik *Edible Film* Berbahan Dasar Gelatin Kulit Kaki Broiler. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Tang, C. and H. Liu. (2008). Cellulose Nanofiber Reinforced Polyvinyl Alcohol Composite Film with High Visible Light Transmittance. *Compos. Part A-Appl. Sc.* 39(10):1638-1643.
- Tran, T. T., Roach, P., Nguyen, M. H., Pristijono, P. and Vuong. Q. V. (2020). Development of biodegradable films based on seaweed polysaccharides and Gac pulp (*Momordica cochinchinensis*), the waste generated from Gac oil production. *Food hydrocoll.* 99: 105322.
- Turhan, K. N. and F. Şahbaz. (2001). A simple method for determining light transmittance of polymer films used for packaging foods. *Polym. Int.* 50(10):1138-1142.
- Wirjosentono, B, 2005, Analisis dan Karakterisasi Polimer, USU-Press, Medan.
- Wu, Y., Geng, F., Chang, P.R., Yu, J., dan Ma, X. (2009). Effect of agar on the microstructure and performance of potato starch film. *Carbohydrate Polymers*, 76 (2), 299-304.