

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* DARI *SEMI REFINED CARRAGEENAN Kappaphycus alvarezii* DENGAN ASAM MALAT SEBAGAI PLASTICIZER

Abdel Simon¹, Christine Dyta Nugraeni^{1*}, Reni Tri Cahyani¹, Happy Bunga Nasyirahul Sajidah², Dena Pramita Dewi³, Gazali Salim⁴

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Borneo Tarakan

Jl. Amal Lama No. 1, Tarakan - Kalimantan Utara 77115

²Program Studi Kimia, Fakultas Ilmu Komputer dan Sains, Universitas Indo Global Mandiri,
Sumatera Selatan, Indonesia

Jl. Jend. Sudirman Km.4 No. 62, Kota Palembang - Sumatera Selatan 30129

³Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan
Jl. Amal Lama No. 1, Tarakan - Kalimantan Utara 77115

⁴Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Borneo Tarakan

Jl. Amal Lama No. 1, Tarakan - Kalimantan Utara 77115

*Email: chdyta@borneo.ac.id

Abstrak

Sampah plastik sudah menjadi masalah serius bagi masyarakat di Indonesia karna sudah mencemari lingkungan baik perairan dan daratan. Salah satu cara yang dapat diambil untuk mengurangi limbah plastik adalah dengan memproduksi edible film menggunakan Kappaphycus alvarezii. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat optimal asam malat dalam proses pembuatan edible film dari semi refined carrageenan (SRC) yang berasal dari rumput laut (kappaphycus alvarezii). Metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini dimulai dengan menghasilkan semi refined carrageenan, diikuti dengan pembuatan edible film dari rumput laut. Selanjutnya, dilakukan pengujian mengenai ketebalan, kekuatan tarik, elongasi, kelarutan, dan kadar air. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan asam malat meningkatkan ketebalan film hingga mencapai 0,063 cm. Namun, kekuatan tarik dari edible film mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya jumlah konsentrasi asam malat yang ditambahkan. Terjadi peningkatan perpanjangan menjadi 36,87% pada edible film dengan konsentrasi asam malat 0,3%. Uji kadar air tanpa adanya penambahan asam malat pada edible film mendapatkan hasil yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Pada uji kelarutan, penambahan asam malat 0,1% dan 0,3% menunjukan nilai kelarutan yang sama yaitu 83,81%. Berdasarkan parameter perpanjangan, edible film dengan penambahan asam malat 0,3% menghasilkan perpanjangan yang optimum yaitu sebesar 36,87%. Edible film yang dihasilkan telah memenuhi kriteria dari standar japanese industrial standar untuk parameter ketebalan dan kekuatan tarik, tapi masih belum memenuhi kriteria untuk perpanjangan dan parameter kelarutan.

Kata kunci: carageenan, kuat tarik, polimer

1. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan adalah salah satu isu paling signifikan yang dihadapi oleh seluruh makhluk hidup (Fauzi dkk., 2019). Isu tentang pencemaran lingkungan adalah tantangan yang harus kita hadapi bersama-sama, dengan urgensi meningkat untuk diatasi, karena berhubungan dengan keselamatan, kesehatan, dan keberlangsungan hidup makhluk hidup. Salah satu bentuk pencemaran yang umum adalah keberadaan sampah plastik (Nizar dkk., 2025). Sampah plastik telah menjadi persoalan serius yang sering dialami oleh masyarakat saat ini.

Plastik digunakan sebagai bahan pengemas memiliki dampak buruk bagi lingkungan (Malihah dan Nazairin, 2023). Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa plastik memiliki bahan kimia berbasis minyak bumi yang berbahaya, yang ketika terpapar lingkungan, bisa mencemari tanah, air, dan udara, lalu akan diserap oleh tanaman dan hewan (Ristawati dkk., 2021). Meningkatnya penggunaan plastik oleh masyarakat sebagai pemenuhan kebutuhan sehari-hari untuk kemasan makanan, minuman, dan perlindungan produk. Selain karena sifatnya yang telah disebutkan sebelumnya, plastik ini mempunyai harga yang terjangkau,

tidak mudah rusak dan mudah ditemukan (Putra dkk., 2020). Berdasarkan dampak negatif yang diberikan oleh plastik terhadap lingkungan, salah satu alternatif dalam melakukan inovasi pengemasan dari bahan yang ramah lingkungan adalah pembuatan kemasan dari *edible film*.

Edible film adalah inovasi kemasan yang ramah lingkungan dan dapat terurai secara alami. *Edible film* dibuat dari polimer alami yang mencakup polisakarida, protein, dan lipid yang dapat dikonsumsi. Keunggulan dari *edible film* yang terbuat dari polisakarida ini dapat memperbaiki rasa, tekstur, dan warna untuk meningkatkan nilai jual produk (Rahmawati dkk., 2024). *Edible film* juga memiliki kekurangan, seperti rentan terhadap robekan akibat daya tahannya yang lemah terhadap air serta memiliki kemampuan penghalang yang terbatas terhadap kelembapan akibat sifatnya yang hidrofilik. Banyak penelitian telah dilakukan mengenai penggunaan polimer alami seperti polisakarida, protein, dan DNA sebagai alat penghantar obat, karena hal ini berpotensi meningkatkan hasil terapi dan meminimalisir efek samping yang tidak diinginkan. (Sagala dan Nurcahyanti, 2023)

Semi Refined Carrageenan (SRC) memiliki kemungkinan untuk dimanfaatkan sebagai *film* yang dapat terurai secara biologis karena kemampuannya dalam membentuk gel, sifatnya yang stabil, dapat dimakan (*edible*), terbarukan, serta kaya serat. Komposisi dari *edible film*, termasuk konsentrasi bahan utama dan *plasticizer*, diperkirakan dapat mempengaruhi sifat-sifat *edible film* tersebut (Indriani dkk., 2021).

Asam malat dapat dijadikan kandidat sebagai *plasticizer*. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan *edible film* berbahan dasar isolat protein dan asam malat (Sharma dkk., 2018). Penggunaan asam malat ini memiliki kelebihan yaitu lebih kompak, tidak berpori dan halus jika dibandingkan pada film alami protein sesama isolat yang natural atau yang alami. Sehingga, pada penelitian ini dilakukan karakterisasi *edible film* dari *Semi Refined Carrageenan* dengan asam malat sebagai *plasticizer*.

2. METODOLOGI

2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah alga *K. alvarezii* yang diperoleh dari petani rumput laut di kelurahan Pantai Amal

Baru di Kota Tarakan dan *plasticizer* berupa asam malat.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Oven (Mummert) dan *Tensile Test Testing* (AND USM-500N).

2.2. Pembuatan Semi Refined Carrageenan

Rumput laut dibersihkan dengan air mengalir dan kemudian dikeringkan. Setelah proses pembersihan, rumput laut yang sudah disiapkan direaksikan dengan KOH 8% selama dua jam pada suhu 80°C, dengan rasio sampel terhadap pelarut sebesar 1:10 (b/v) dan dicuci dengan air deionisasi hingga netral. Selanjutnya, rumput laut dikeringkan, dan dihaluskan.

2.3. Pembuatan Edible Film

Tepung *semi refined carrageenan* dilarutkan dalam 100 mL aquades dalam dengan konsentrasi 1,25% b/v pada suhu 60°C selama 45 menit, kemudian ditambahkan 0,1%, 0,3%, dan 0,5% asam malat (% b/v) dan diaduk selama 15 menit. Kemudian, larutan itu dituangkan ke dalam cetakan dan dikeringkan pada suhu 65 °C selama 14 jam.

2.4. Uji Fisik Film

Uji fisik dilaksanakan dengan cara dua ujung sampel dijepit pada mesin pengujian. Kemudian, sampel akan ditarik menggunakan gaya tertentu hingga putus (Anandito dkk., 2012).

2.5. Kelarutan

Sampel yang telah dipotong dengan ukuran 3x3 cm diletakkan di atas cawan petri dan kemudian ditimbang beratnya. Sampel dipanaskan dengan suhu 100°C selama 30 menit. Sampel kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat keringnya (W_0), setelah itu sampel direndam selama 24 jam. Jika ada sampel yang tidak larut, maka sampel diambil dan diletakan kembali di dalam oven bersuhu 100°C selama 2 jam, dan disimpan selama 10 menit di desikator. Selanjutnya, dilakukan penimbangan berat sampel setelah perendaman (W_1) (Kalaka dkk., 2022).

$$S = \frac{W_0 - W_1 \times 100}{W_0}$$

Keterangan:

S = kelarutan (%)

W_0 = berat kering awal (gram)

W_1 = berat kering setelah perendaman (%)

2.6. Kadar Air

Masing-masing sampel ditimbang sebanyak 1-2-gram. Sampel tersebut dikeringkan selama tiga jam pada suhu 105°C, lalu didinginkan dalam desikator, dan kemudian ditimbang kembali. Tahapan tersebut dilakukan secara terus menerus hingga didapatkan berat tetap (Bhernama, 2020).

Perhitungan kadar air:

$$\text{Kadar air} = \frac{X+Y+Z}{Y} \times 100\%$$

Keterangan

X = Bobot cawan petri (g)

Y = Bobot bahan (g)

Z = Bobot bahan dan cawan petri setelah dikeringkan (g)

2.7. Uji Ketebalan

Pengukuran ketebalan *edible film* dilakukan menggunakan alat mikrometer skrup yang memiliki tingkat ketelitian 0,001 mm, dimana pengukuran dilakukan pada keempat sisi (A, B, C, dan D) dan di bagian tengahnya (titik E) (Kalaka dkk., 2022). Rumus yang digunakan untuk mengukur nilai ketebalannya adalah sebagai berikut:

$$\text{ketebalan} = \frac{A + B + C + D + E}{5}$$

Keterangan

A = ketebalan pada titik A (mm)

B = ketebalan pada titik B (mm)

C = ketebalan pada titik C (mm)

D = ketebalan pada titik D (mm)

E = ketebalan pada titik E (mm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kuat Tarik

Kuat tarik pada *edible film* berpengaruh terhadap tingkat kekuatan sebuah material yang diuji. (Qotimah dkk., 2020) menyatakan bahwa *edible film* harus memiliki kuat tarik yang cukup tinggi agar produk terlindungi dari kerusakan fisik. Dalam penelitian ini, pengujian kuat tarik dilaksanakan dengan menggunakan *tensile strength* dan hasil pengujian dari *edible film* dari *semi refined carrageenan* dan asam malat sebagai *plasticizer* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Hasil Uji Kuat Tarik

<i>Edible Film</i> (% asam malat)	Kuat Tarik (mpa)
0,0	43,156
0,1	27,701
0,3	20,56
0,5	15,92

Berdasarkan tabel 1, *edible film* dari *semi refined carrageenan* 0,0% asam malat mendapatkan hasil tertinggi dengan nilai kuat tarik sebesar 43.156% dan pada 0,5% asam malat mendapatkan nilai terendah sebesar 15.920%. Data pengujian tarik dari hasil tersebut menunjukkan semakin banyak asam malat yang ditambahkan maka semakin rendah juga hasil kuat tarik yang didapatkan. Berdasarkan hasil tersebut *edible film* dapat memenuhi *Japanese Industrial Standart* dengan nilai minimal 0,39 MPa. *Edible film* dengan kekuatan tarik yang tinggi memiliki kemampuan yang baik dalam melindungi produk yang dikemas dari gangguan mekanis (Fardhyanti dan Julianur, 2015). Variasi nilai kuat tarik disebabkan oleh perbedaan dalam komposisi dan konsentrasi komponen. Variasi ini akan berpengaruh pada kekuatan elongasi yang dicapai. Umumnya, sifat mekanis dari film juga bergantung pada ketahanan material yang digunakan dalam proses pembuatan *edible film* (Susilowati dan Lestari, 2019).

3.2. Perpanjangan

Penambahan *plasticizer* mengurangi gaya antar molekul pada rantai polimer, yang berakibat pada peningkatan fleksibilitas film. Karakteristik bioplastik *edible film* dapat dilihat dari nilai elongasi yang tinggi (Andiati dkk., 2022). Hasil dari pengujian perpanjangan dapat ditemukan pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Hasil Perpanjangan *Edible Film*

<i>Edible Film</i> (% asam malat)	Perpanjangan (%)
0,0	15,888
0,1	20,3
0,3	36,866
0,5	21,144

Pada *edible film* tanpa asam malat (0,0%), nilai elongasi yang diperoleh sebesar 15,888%. Nilai ini menunjukkan bahwa *film* memiliki kemampuan elongasi yang relatif rendah dibandingkan dengan *film* yang mengandung *plasticizer*. *Edible film* dengan penambahan asam malat sebesar 0,1% mempunyai nilai elongasi yang lebih tinggi sebesar 20,300%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa adanya asam malat dapat meningkatkan fleksibilitas dari *edible film*. *Plasticizer* berfungsi untuk membantu mengurangi gaya antarmolekul dalam rantai polimer dan membuat *film* lebih mudah untuk diperpanjang. Pada penambahan asam malat sebesar 0,3%, nilai elongasi mengalami peningkatan menjadi 36,886%.

Hal ini adalah nilai elongasi tertinggi di antara sampel yang diuji. Penambahan *plasticizer* menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini sangat efektif dalam meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan elongasi *film*. Namun, untuk penambahan asam malat 0,5%, nilai elongasi menurun menjadi 21,144%. Meskipun masih lebih tinggi dibandingkan dengan *edible film* tanpa *plasticizer*, penurunan ini menunjukkan bahwa ada batas optimal untuk penambahan asam malat. Penambahan *plasticizer* yang berlebihan kemungkinan dapat menyebabkan struktur *film* menjadi terlalu lunak dan kehilangan integritas mekaniknya.

3.3. Kelarutan

Kelarutan *film* mempengaruhi stabilitas penyimpanan. Pada dasarnya, tingkat kelarutan *film* mempengaruhi daya simpan dan daya guna *film* tersebut. *Film* yang mudah larut mungkin tidak cocok untuk aplikasi yang memerlukan penyimpanan jangka panjang atau kondisi lingkungan yang lembap. Pada Penelitian ini dilakukan uji kelarutan melalui metode perendaman dengan air. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Hasil Kelarutan Edible Film

<i>Edible Film</i> (% asam malat)	Kelarutan (%)
0	81,11
0,1	83,81
0,3	83,81
0,5	81,35

Berdasarkan hasil tabel 3 penambahan asam malat 0,0% menunjukkan kelarutan sebesar 81,11%. Sedangkan, pada penambahan asam malat 0,1% dan 0,3% menunjukkan nilai kelarutan yang sama yaitu 83,81%. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini *film* lebih mudah larut. Pada penambahan asam malat 0,5% daya kelarutannya mengalami penurunan menjadi 81,35%. Penurunan ini disebabkan oleh perubahan struktur *film* yang mengakibatkan peningkatan ketahanan terhadap air. (Ekariski dkk., 2019) mengungkapkan bahwa jumlah zat terlarut dalam *film* memengaruhi tingkat kelarutan *edible film*. (Dwimayasanti dan Kumayanjati, 2019) juga menyatakan bahwa kelarutan yang tinggi menyebabkan *edible film* dapat dengan mudah larut dalam air, sehingga kemampuan untuk menahan air berkurang.

Edible film dengan kelarutan yang tinggi sangat ideal untuk makanan siap saji, karena mudah larut saat dikonsumsi. Sebaliknya, *edible film* dengan kelarutan rendah digunakan sebagai kemasan makanan yang biasanya mengandung kadar air tinggi atau dalam aplikasi yang berinteraksi dengan air dan berfungsi sebagai pelindung untuk produk pangan.

3.4. Uji Kadar Air

Kadar air *film* mempengaruhi beberapa hal seperti komposisi *edible film*. Bahan dasar dalam pembuatan *edible film* dan juga bahan tambah *plasticizer* sangat berpengaruh dalam meningkatkan kadar air. Selain itu, metode pembuatan, kondisi penyimpanan, struktur dan ketebalan dari *edible film* juga dapat mempengaruhi uji kadar air pada *film*. Pada penelitian ini dilakukan uji kadar air menggunakan oven dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Tabel Hasil Uji Kadar Air

<i>Edible Film</i> (% asam malat)	Kadar Air (%)
0	57,62
0,1	52,04
0,3	53,27
0,5	53,22

Tabel 4 menunjukkan bahwa tanpa penambahan asam malat, *Edible film* memiliki kadar air tertinggi dibandingkan dengan variasi

lainnya. Hal ini disebabkan oleh struktur matriks *film* yang lebih longgar tanpa adanya penambahan asam malat. Sehingga lebih banyak air yang dapat terserap atau terjebak dalam *film* tersebut. Pada asam malat 0,1% kadar airnya turun menjadi 52,04%. Penambahan 0,1% asam malat mengurangi kadar air secara signifikan.

Asam malat sangat berperan dalam mengubah struktur *film*, membuatnya lebih padat dan kurang mampu menahan air. Sedangkan pada asam malat 0,3%, kadar airnya sedikit naik menjadi 53,27%. Kadar air meningkat dibandingkan dengan 0,1% akan tetapi tetap lebih rendah dibandingkan tanpa asam malat. Hal ini kemungkinan dikarenakan ada perubahan sifat interaksi molekuler dalam *film* yang mempengaruhi retensi air. Sedangkan pada penambahan asam malat 0,5% juga menunjukkan hasil yang mirip dengan 0,3%, yaitu ada sedikit peningkatan kadar air dibandingkan tanpa asam malat. Konsentrasi asam malat yang lebih tinggi, kemungkinan mulai mencapai titik jenuh dimana pengaruhnya pada kadar air menjadi kurang signifikan. (Indarti dkk., 2022) menyatakan bahwa kadar air dalam *edible film* berperan krusial bagi kestabilan produk yang dilindunginya. Dengan demikian, *edible film* yang paling optimal adalah yang memiliki tingkat kelembapan yang rendah.

3.5. Uji Ketebalan

Ketebalan *film* merupakan karakteristik yang penting dalam menentukan kelayakan dalam menilai sejauh mana *edible film* dapat digunakan sebagai kemasan untuk produk makanan, karena ketebalan memiliki dampak besar terhadap sifat fisik dan mekanik lainnya dari *edible film*, seperti kekuatan tarik, tingkat pemanjangan, dan kemampuan menahan uap air (Isnaeni dkk., 2022). Hasil dari uji ketebalan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Tabel Hasil Uji Ketebalan

<i>Edible Film</i> (% asam malat)	Ketebalan (cm)
0	0,0017
0,1	0,0038
0,3	0,0061
0,5	0,0063

Dari hasil tabel 5 menunjukkan bahwa hasil uji ketebalan dari *edible film* dengan berbagai

kosentrasi asam malat didapatkan pada *edible film* dengan 0,0% asam malat memiliki ketebalan sebesar 0,0017 cm, asam malat 0,1% memiliki ketebalan sebesar 0,0038 cm, asam malat 0,3% memiliki ketebalan sebesar 0,0061 cm, dan asam malat 0,5% memiliki ketebalan sebesar 0,0063 cm. Dari hasil tersebut terlihat bahwa, peningkatan kosentrasi asam malat cenderung meningkatkan ketebalan dari *edible film*.

Hal Ini disebabkan oleh interaksi asam malat dengan komponen lain dalam *film* yang mempengaruhi struktur dalam formasi *film* tersebut. Hasil dari uji ketebalan tersebut telah memenuhi *japanese industrial standart* yaitu maksimum 0,25mm. (Distantina dkk., 2018) menjelaskan bahwa ketebalan kemasan akan berpengaruh pada masa penyimpanan barang, yaitu semakin tebal film, maka tingkat penyaluran uap air dan gas akan semakin kecil. *Edible film* yang memiliki ketebalan lebih besar akan tampak semakin kabur atau tidak jernih.

4. KESIMPULAN

Penggunaan asam malat sebagai *plasticizer* sangat berpengaruh dalam penelitian ini. Pada parameter kuat tarik, asam malat ini mengakibatkan penurunan kuat tarik dari 43,156 mpa hingga 15,920 mpa untuk kadar asam malat 0,0% hingga 0,5%. Penurunan ini seiring dengan adanya penambahan konsentrasi. Pada uji perpanjangan, penambahan asam malat mendapatkan hasil yang optimal pada perlakuan 0,3% dengan elongasi sebesar 36,866%. Sedangkan pada uji ketebalan, asam malat memberikan kenaikan ketebalan pada *edible film* hingga 0,063 cm. Pada uji kelarutan tidak memberikan perbedaan yang signifikan, serta pada uji kadar air yang optimal terlihat dengan penambahan asam malat 0,1% sebesar 52,04%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pendanaan DIPA Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandito, R.B.K., Nurhartadi, E. dan Bukhori, A., 2012. Pengaruh Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Tepung Jali (*Coix Lacryma-jobi L.*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, V(2), hal.17–23.
- Andiati, H.A., Gumilar, J. dan Wulandari, E., 2022. Pemanfaatan Gelatin Ceker Itik

- dengan Penambahan Gliserol sebagai Plasticizer terhadap Sifat Fisik Edible Film. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(3), hal.289–299.
- Bhernama, B.G., 2020. Analisis Kandungan (Air, Abu, Dan Logam Berat) Pada Kopi Bubuk Asal Gayo. *Widyariset*, 5(2), hal.87.
- Distantina, S., Ayuni, N.N. dan Yudha Sarjani, V.S., 2018. Karakter Edible Film Ulva lactuca-kitosan sebagai Pengemas Bumbu Mi Instan. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 5(1), hal.1.
- Dwimayasanti, R. dan Kumayanjati, B., 2019. Karakterisasi Edible Film dari Karagenan dan Kitosan dengan Metode Layer by Layer. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 14(2), hal.141.
- Ekariski, D., Basito, B. dan Yudhistira, B., 2019. Studi Karakteristik Fisik Dan Mekanik Edible Film Pati Ubi Jalar Ungu Dengan Penambahan Kitosan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 10(2), hal.128.
- Fardhyanti, D.S. dan Julianur, S.S., 2015. Karakterisasi edible film berbahan dasar ekstrak karagenan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), hal.68–73.
- Fauzi, M. dkk., 2019. Pengenalan dan pemahaman bahaya pencemaran limbah plastik pada perairan di Kampung Sungai Kayu Ara Kabupaten Siak. *Unri Conference Series: Community Engagement*, 1, hal.341–346.
- Indarti, E., Zara, M.N. dan Nur, B.M., 2022. KARAKTERISTIK EDIBLE FILM DARI RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DENGAN VARIASI KONSENTRASI. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 4(1), hal.34.
- Indriani, D.R. dkk., 2021. Characteristics of Edible film From Kappa Carrageenan Kappaphycus alvarezii With Different Plasticizers. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology Available*, 17(1), hal.1–6. Available at: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/sainte k>.
- Isnaeni, R. dkk., 2022. Characteristics of Edible Film (Layer By Layer) From Carrageenan-Chitosan With the Addition of Belimbing Wuluh Leaf Extract As Antioxidant Substance. *Konversi*, 11(1), hal.52–58.
- Kalaka, S.R. dkk., 2022. Karakteristik Organoleptik, Fisik Dan Kimia Edible Film Gelatin-Kitosan-Jahe Organoleptic, Physical and Chemical Characteristics of Edible Gelatin-Chitosan-Ginger Film. *Jambura Fish Processing Journal*, 4(2), hal.64–71.
- Malihah, L. dan Nazairin, A., 2023. Analisis Penggunaan Produk Kemasan Sachet Plastik Ditinjau dari Perspektif Manajemen Pemasaran. *Jurnal Studi Manajemen dan Bisnis*, 10(2), hal.146–156.
- Nizar, M. dkk., 2025. Sampah Plastik sebagai Ancaman terhadap Lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta , Indonesia. , di.
- Putra, N.N., Purwidiani, N., Kristiastuti, D. dan Nur, C.A., 2020. Analisis Jenis Dan Desain Kemasan Snack Keripik Singkong Terhadap Minat Beli Konsumen. *jurnal Tata Boga*, 9(2), hal.701–707.
- Qotimah, K., Dewi, E.N. dan Purnamayati, L., 2020. Karakteristik mutu edible film karagenan dengan penambahan minyak atsiri bawang putih (*Allim sativum*) pada produk pasta ikan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), hal.1–9.
- Rahmawati, P.A. dkk., 2024. Utilization of Edible Film and Edible Coating as Eco Friendly Packaging instead of synthetic packaging. *Journal Agrifoodtech*, 3(1), hal.2963–7422. Available at: <https://jurnal2.untagsmg.ac.id/index.php/agrifoodtech>.
- Ristawati, A., Fattahanisa, A., Pramadika, H. dan Palit, C., 2021. Utilization of Waste Plastic Products Come From Crude Oil. , hal.163–168.
- Sagala, R.J. dan Nurcahyanti, A.D., 2023. Potensi Polimer Alam Dalam Sistem Penghantaran Obat Yang Tertarget. *Majalah Farmaseutik*, 19(1), hal.112–130.
- Sharma, L., Sharma, H.K. dan Saini, C.S., 2018. Edible films developed from carboxylic acid cross-linked sesame protein isolate: barrier, mechanical, thermal, crystalline and morphological properties. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2), hal.532–539. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s13197-017-2962-4>.
- Susilowati, E. dan Lestari, A.E., 2019. Preparation and Characterization of Chitosan-Avocado Seed Starch (KIT-PBA) Edible Film. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 4(3), hal.197.