

Formulasi *Edible Film* dari *Semi Refined Carrageenan Kappaphycus alvarezii* dengan Pengemulsi CMC

Andika Hidayat¹, Christine Dyta Nugraeni^{1*}, Happy Bunga Nasyirahul Sajidah²,
Dena Pramita Dewi³, Gazali Salim⁴, Reni Tri Cahyani¹

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

² Program Studi Kimia, Fakultas Ilmu Komputer dan Sains, Universitas Indo Global Mandiri, Jl. Jend. Sudirman Km.4 No. 62, Kota Palembang - Sumatera Selatan 30129

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

⁴ Program 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

Submit : 13-08-2025

Revisi : 20-04-2026

Diterima : 08-05-2026

ABSTRACT

Plastic waste is a serious environmental problem due to its non-biodegradable nature and its persistence in the environment for hundreds to thousands of years. Seaweed-based biopolymer edible films are considered a promising biodegradable packaging alternative to replace conventional plastics. This study aimed to characterize the physical properties of edible films formulated from semi-refined carrageenan (SRC) extracted from Kappaphycus alvarezii seaweed with the addition of carboxymethyl cellulose (CMC) as an emulsifier at concentrations of 0.1%, 0.3%, and 0.5% (b/v), while glycerin was used as a plasticizer. Physical characterization was conducted through tensile strength, elongation, solubility, moisture content, and thickness tests. The results showed that increasing CMC concentration progressively increased tensile strength (10.16–13.76 MPa), solubility (80.55–94.44%), and thickness (0.04–0.091 mm), whereas the highest elongation value was obtained at 0.3% CMC with 34.62%, and moisture content decreased as CMC concentration increased (21.78–26.73%). Evaluation based on the Japanese Industrial Standard (JIS) showed that all edible film formulations met the requirements for tensile strength (minimum 0.39 MPa) and thickness (maximum 0.25 mm). However, the elongation values (25.49–34.62%) did not meet the minimum JIS standard of 70%. Therefore, further optimization of the plasticizer formulation is required to improve the flexibility of the film for food packaging applications.

Keywords: Biodegradable packaging, Carrageenan, Edible film, Emulsifier, *Kappaphycus alvarezii*

ABSTRAK

Limbah plastik merupakan permasalahan lingkungan yang serius akibat sifatnya yang tidak dapat terurai secara biologis dan bertahan di lingkungan selama ratusan hingga ribuan tahun. *Edible film* yang berbahan dasar biopolimer dari rumput laut merupakan alternatif kemasan *biodegradable* yang menjanjikan sebagai pengganti plastik konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sifat fisik edible film yang diformulasikan dari *semi refined carrageenan* (SRC) hasil ekstraksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan penambahan *carboxymethyl cellulose* (CMC) sebagai pengemulsi pada konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% (b/v) serta gliserin sebagai *plasticizer*. Karakterisasi fisik dilakukan melalui pengujian kuat tarik, perpanjangan, kelarutan, kadar air, dan ketebalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi CMC secara progresif meningkatkan kuat tarik (10,16–13,76 MPa), kelarutan (80,55–94,44%), dan ketebalan (0,04–0,091 mm), sedangkan perpanjangan mencapai nilai tertinggi pada CMC 0,3% sebesar 34,62% dan kadar air menurun seiring peningkatan konsentrasi CMC (21,78–26,73%).

Evaluasi terhadap *Japanese Industrial Standard* (JIS) menunjukkan bahwa *edible film* yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan kuat tarik (minimum 0,39 MPa) dan ketebalan (maksimum 0,25 mm) pada seluruh variasi konsentrasi CMC sedangkan nilai perpanjangan (25,49–34,62%) tidak memenuhi ambang batas minimum JIS sebesar 70%. Optimasi formulasi *plasticizer* lebih lanjut masih diperlukan untuk meningkatkan fleksibilitas film sebagai bahan kemasan pangan.

Kata kunci: *Edible film*, *Kappaphycus alvarezii*, Karagenan, Kemasan *biodegradable*, Pengemulsi

1 Pendahuluan

Plastik merupakan material yang telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan manusia modern, namun keberadaannya justru menimbulkan krisis lingkungan yang semakin mengkhawatirkan. Menurut laporan Jambeck Research Group pada 2015, Indonesia menempati peringkat kedua setelah China dalam kontribusi sampah plastik ke laut, dengan estimasi sekitar 3,2 juta ton sampah plastik per tahun, dan sekitar 640.000–1,29 juta ton berakhir di laut (Putra et al., 2024). Pada tahun 2024, total sampah plastik di Indonesia mencapai 307,37 juta ton (KLH, 2025). Plastik konvensional bersifat *non-biodegradable*, dimana mikroorganisme tidak mampu menguraikannya. Plastik konvensional membutuhkan waktu 100 hingga 1.000 tahun hingga dapat terdegradasi dengan sempurna (Admin DLH, 2021).

Berbagai langkah alternatif telah diterapkan untuk mengatasi peningkatan ancaman dari masalah limbah plastik. Ini mencakup penelusuran opsi pengganti plastik yang berasal dari sumber tanaman seperti selulosa, lignin, dan pati. Plastik yang dibuat dari bahan organik seperti karbohidrat dan pati akan lebih mudah terurai. Zat organik tersebut memiliki sifat terbarukan dan dapat dengan mudah terdegradasi oleh mikroorganisme, berbeda dengan plastik biasa yang kerap digunakan (Sari et al., 2021). Reaksi enzimatis mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dapat mempercepat proses penguraian dari plastik jenis organik. (Intandiana et al., 2019). Salah satu metode untuk menciptakan plastik yang berfungsi sebagai kemasan makanan yang aman dan dapat terurai adalah dengan menggunakan kemasan *edible film* (Ismaya et al., 2020).

Alga biasanya dimanfaatkan dalam bentuk serbuk kering dan dimanfaatkan menjadi *Edible film* yang dapat digunakan sebagai solusi untuk mengganti plastik sehingga dapat mengurangi masalah sampah plastik (Nugraeni et al., 2025). Karakteristik fisik yang dianalisis dan diperhatikan pada *edible film* adalah ketebalan, kadar air, kemampuan larut, transparansi, dan daya tembus uap air. Ciri-ciri fisik merupakan faktor penentu kualitas sebuah film yang dapat dikonsumsi, yang merupakan salah satu ciri khasnya. *Edible film* dengan kualitas tinggi harus memiliki karakteristik yang serupa dengan kemasan plastik bening.

Penelitian sebelumnya menegaskan bahwa film atau pelapis yang bisa dimakan berfungsi sebagai bahan pelapis untuk mencegah kecoklatan, bahan antibakteri, pewarna,

rasa, nutrisi, dan bumbu (Distantina et al., 2018). Beberapa penelitian tentang pembuatan *edible film* dari alga yang telah dilaksanakan diantaranya untuk diterapkan pada burger ikan segar (Albertos et al., 2019), penggunaan alga coklat *Laminaria japonica* dan *Sargassum* dengan nanoselulosa dalam film nanokomposit (Doh & Whiteside, 2020), film yang terbuat dari *pulp Gac* (*Momordica cochinchinensis*) merupakan hasil sampingan dari produksi minyak Gac (Tran et al., 2020) dan *Kappaphycus alvarezii* (Sajidah et al., 2025).

Penelitian Simon et al., (2025), tentang pembuatan edible film dengan asam malat sebagai plastizicer masih memiliki kekurangan pada elongasi belum memenuhi kriteria baik (<50%) standar *Japanese Industrial Standard* (JIS). Azwar et al., (2022), menambahkan bahwa *Carboxy Methyl Cellulosa* (CMC) dapat dijadikan sebagai *emulsifier* karena mempunyai sifat gelasi yang dapat meningkatkan karakteristik mekanis *edible film*. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas fisik *edible film* dari *Semi Refined Carrageenan* (SRC) dengan penambahan pengemulsi CMC sebagai *plastizicer*.

2 Metodologi

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini meliputi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* kering, KOH (*EMSURE*), gliserin (*EMSURE*), akuades (*Waterone*), kertas saring (*Whatman*), serta kertas pH indikator. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Oven (*Memmert*), desikator (*Valumfest*), *hot plate* (*IKA C-MAG HS4*), timbangan analitik (*AND GF-6100*), blender (*Panasonic*), *Tensile Strain Tester* (*Zwick Roell*), *dehidrator*, gelas beker (*Schott Duran*) dan peralatan gelas lainnya.

Pembuatan *Semi Refined Carageenan*

Proses pembuatan tepung SRC mengacu pada Andika (2023), dengan beberapa modifikasi. Sebanyak 50 gram rumput laut kering direndam dalam larutan KOH 8% selama 2-3 jam. Perendaman atau pemasakan dilakukan dalam gelas piala pada suhu 80°C dengan rasio sampel dan pelarut 1:10 (b/v). Setelah proses pengolahan dengan KOH selesai, rumput laut diangkat dan dicuci. Pencucian diulang dengan menggunakan akuades hingga pH netral atau 7, kemudian rumput laut ditiriskan dan dipotong kecil menjadi ukuran 3 cm agar proses pengeringan lebih efisien. Pengeringan dilakukan dibawah sinar matahari sampai berat sampel stabil, kemudian sampel dihaluskan dengan blender dan disaring menggunakan ayakan.

Pembuatan *Edible Film*

Pembuatan *edible film* berbasis SRC mengacu pada Andika, (2023), dengan konsentrasi SRC yang digunakan yaitu 1,25%(b/v). Proses dimulai dengan mencampurkan 100 mL akuades dalam 1,25%(b/v) ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya campuran dipanaskan dan diaduk menggunakan *hot plate* dan stirrer hingga suhu mencapai 60°C

selama 45 menit, lalu ditambahkan gliserol sebanyak 0,5%(b/v) dan karboksimetil selulosa dengan konsentrasi 0,1; 0,3; dan 0,5% (b/v) dari volume larutan, kemudian dipanaskan kembali selama 10-15 menit. Larutan selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan silikon berbentuk lingkaran berdiameter 18 cm, lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu 65°C selama 14 jam, setelah itu *edible film* dikeluarkan dari cetakan.

Uji Fisik *Edible Film*

Uji fisik *edible film* dilakukan dengan uji kekuatan tarik dan uji perpanjangan menggunakan alat *tensile strength* (Anindito et al., 2012), uji kelarutan (Gontard et al., 1993), uji kadar air dengan menerapkan prosedur (AOAC, 2019), serta uji ketebalan (Akili et al., 2012).

3 Hasil dan Pembahasan

Kuat Tarik

Kekuatan tarik pada *edible film* sangat berpengaruh terhadap tingkat kekuatan bahan yang diuji, pengujian tarik dan perpanjangan dapat dilakukan untuk mengukur elastisitas plastik (Qotimah et al., 2020). *Edible film* merupakan lembaran tipis dengan sifat fleksibel, transparan, aman untuk dimakan, dan dapat berfungsi sebagai kemasan makanan. *Edible film* yang menggunakan *plasticizer* dapat dibuat dari karagenan, yakni hidrokoloid yang berasal dari rumput laut. Konsentrasi karagenan, kadar gliserol, serta suhu pemanasan dapat memengaruhi sifat fisik dari *edible film*. Kuat tarik merupakan salah satu sifat fisik yang dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik dari *edible film*. Hasil uji kuat tarik *edible film* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kuat Tarik *Edible Film*

<i>Edible Film</i> (% CMC)	Nilai rata-rata kuat tarik (Mpa)	JIS (<i>Japanese Industrial Standard</i>)
0,0	11,11 ± 3,87	Minimal 0,39 MPa
0,1	10,16 ± 2,36	
0,3	11,96 ± 4,64	
0,5	13,76 ± 1,87	

Uji kekuatan tarik *edible film* dari SRC dengan penambahan CMC sebesar 0,5% memperoleh hasil tertinggi sebesar 13,76 MPa, sedangkan 0,1% CMC mendapatkan nilai terendah sebesar 10,16 MPa (Tabel 1). Hasil tersebut telah sesuai dengan standar JIS dengan nilai 0,39 MPa. Hasil kuat tarik yang semakin tinggi tersebut dapat dihasilkan dari penambahan CMC. Konsentrasi CMC meningkatkan kuat tarik dimana rantai polimer yang saling mengikat untuk membentuk jaringan yang dapat memobilisasi air dan menciptakan struktur yang kaku dan kuat. CMC termasuk dalam polisakarida yang dapat menjadikan kemasan *edible film* semakin padat (Syahputra et al., 2022; Gozali et al., 2020). Penambahan CMC juga berhubungan dengan kemampuannya untuk membentuk ikatan silang rantai polimer yang bersifat kuat dan kaku (Suryadri et al., 2020).

Perpanjangan

Rasio perubahan panjang dari film dapat diketahui dengan menarik film hingga putus. Perubahan panjang ini untuk mengetahui sejauh mana film dapat memanjang atau biasa disebut perpanjangan atau elongasi. Nilai elongasi yang semakin besar, maka fleksibilitas *edible film* juga semakin besar. *Edible film* yang telah dipotong sesuai spesifikasi alat lalu dipasang pada pengait alat *Tensile Strain Tester* untuk mengukur penambahan panjang yang terjadi pada *film* tersebut. Ukuran pemanjangan *film* akan terdeteksi pada alat (Handayani & Nurzanah,2018).

Tabel 2. Hasil Perpanjangan <i>Edible Film</i>		
<i>Edible Film</i> (% CMC)	Nilai rata-rata Perpanjangan (%)	JIS (<i>Japanese Industrial Standard</i>)
0,0	11.11± 3.87	Minimal 70%
0,1	25.49± 9.54	
0,3	34.62± 4.17	
0,5	32.33± 6.51	

Edible film dengan penambahan CMC (0,3%), menunjukkan nilai perpanjangan tertinggi sebesar 34,62% sedangkan *edible film* dengan penambahan CMC (0,1%) memperoleh nilai perpanjangan terendah sebesar 25,49% (Tabel 2). Hasil uji kuat tarik perpanjangan menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi CMC yang ditambahkan hingga mencapai CMC (0,3%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa *edible film* tidak dapat mencapai JIS dengan nilai minimum 70%. CMC memiliki kadar kekuatan gel yang tinggi, sehingga penggunaan dalam jumlah besar akan meningkatkan kemampuan mengikat air yang lebih baik. Matriks gel yang terbentuk dapat meningkatkan persentase perpanjangan dari *edible film*. Film yang mempunyai nilai perpanjangan tinggi, maka fleksibilitasnya juga akan tinggi (tidak mudah sobek). Konsentrasi *plasticizer* ditambahkan untuk perbaikan dalam mengurangi kerapuhan dan meningkatkan kelenturan plastik polimer.

CMC yang bersifat mudah dalam menyerap air (hidrofilik) dapat mengakibatkan pembengkakan. Viskositas akan meningkat dan larutan akan stabil sehigga semua partikel akan terperangkap dalam sistem dan menghambat proses pengendapan hingga komponen penyusun *edible film* mengering menjadi *film* yang padat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan CMC memengaruhi presentase pemanjangan *edible film*. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningsih et al., (2019) dan Prasetyo et al., (2024)., yang menyebutkan bahwa bertambahnya konsentrasi CMC mengakibatkan bertambahnya pemanjangan pada *biodegradable film* karena adanya *gel strength* CMC.

Edible film yang dihasilkan tidak memenuhi standar JIS untuk parameter perpanjangan. Kondisi ini sejalan dengan temuan Simon et al. (2025), yang juga melaporkan bahwa *edible film* dengan *plasticizer* asam malat menghasilkan nilai elongasi di bawah 50% dan tidak memenuhi kriteria JIS. Rendahnya nilai perpanjangan berkaitan

erat dengan sifat intrinsik CMC yang menghasilkan struktur matriks film yang lebih kaku dan padat. Penambahan CMC mengindikasikan adanya hubungan berbanding terbalik antara kekakuan struktural dan fleksibilitas film. Penelitian Wahyu et al., (2025), menyatakan bahwa penggunaan campuran gliserol dan sorbitol sebagai *plasticizer* dapat meningkatkan kuat tarik, kelarutan dalam air, ketebalan, laju transmisi uap air, dan elongasi edible film. Namun pada konsentrasi tertentu, penambahan *plasticizer* dapat menurunkan nilai elongasi edible film. Edible film terbaik diperoleh dengan menggunakan *plasticizer* 10% (v/m pati) dan gelatin 6 g.

Kelarutan

Kelarutan air berfungsi untuk meramalkan ketahanan edible film terhadap pengaruh air. Intensitas interaksi antara zat pelarut dan zat terlarut juga menentukan kelarutan. Kelarutan edible film adalah aspek yang sangat krusial dalam bahan kemasan. CMC merupakan komponen yang mudah larut dalam air (Gozali et al., 2020).

Tabel 3. Hasil Kelarutan *Edible Film*

<i>Edible Film</i> (% CMC)	Nilai rata-rata Kelarutan (%)
0	80,55± 17.35
0,1	80,55± 4.81
0,3	91,66± 14.43
0,5	94,44± 9.62

Kelarutan edible film dari SRC yang ditambahkan 0,5% CMC menunjukkan nilai tertinggi 94,44%, sementara kelarutan edible film dari *semi refined carrageenan* dengan penambahan 0,1% CMC mencapai nilai terendah sebesar 80,55% (Tabel 3). CMC yang ditambahkan dalam konsentrasi besar, maka kelarutannya juga semakin besar. CMC juga memiliki sifat hidrokoloid yang menyebabkan presentase kelarutan akan semakin tinggi (Anggraini et al., 2016). Sejalan dengan pendapat Intariani et al., (2022), bahwa selain sebagai penstabil dan pengental suatu bahan, CMC juga dapat meningkatkan kelarutan.

Uji Kadar Air

Tingkat kelembapan edible film berperan vital terhadap kestabilan produk yang dilindunginya. Setiap bahan makanan termasuk edible film, untuk mengurangi kelembapan produk yang memengaruhi kerusakan dan masa simpan, kadar air yang dimilikinya diharapkan rendah.

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Air *Edible Film*

<i>Edible Film</i> (% CMC)	Nilai rata-rata Kadar Air (%)
0	26,73
0,1	27
0,3	24
0,5	21,78

Kandungan air dari edible film yang menggunakan SRC tanpa CMC (0,0%) menghasilkan kadar air tertinggi sebesar 26,73%, sedangkan edible film dengan CMC (0,5%) menunjukkan kadar air terendah sebesar 21,78% (Tabel 4). Hasil data kadar air

menunjukkan bahwa *edible film* tanpa CMC memiliki kadar air paling tinggi dibandingkan variasi lainnya. Kadar air terendah pada konsentrasi *edible film* dengan CMC terbesar dikarenakan CMC telah mengikat air tersebut (Masrullita et al., 2021). Tingkat kandungan air pada *edible film* dipengaruhi oleh bahan dasar yang digunakan dalam pembuatannya.

Uji Ketebalan

Uji ketebalan *edible film* merupakan faktor penting yang menentukan kelayakan sebagai kemasan produk pangan. Ketebalan mempengaruhi kekuatan tarik, kelarutan, dan elongasi. Standar ketebalan *edible film* menurut JIS adalah maksimum 0,25mm.

Tabel 5. Hasil Uji Ketebalan *Edible Film*

<i>Edible Film</i> (% CMC)	Nilai rata-rata Ketebalan (mm)	JIS (<i>Japanese Industrial Standard</i>)
0	0.04± 0.002	Minimal 0,25 mm
0,1	0.082± 0.006	
0,3	0.091± 0.012	
0,5	0.090± 0.023	

Ketebalan *edible film* berdasarkan pada variasi konsentrasi CMC diperoleh bahwa peningkatan konsentrasi CMC cenderung meningkatkan ketebalan tetapi pada konsentrasi CMC 0,5% mengalami penurunan. Peningkatan ketebalan ini terjadi akibat pengaruh CMC yang mempunyai peranan dalam kelarutan air. Molekul CMC dapat mengisi ruang kosong atau celah matriks pada *edible film* yang menyebabkan peningkatan ketebalan. *Edible film* yang kuat mempunyai struktur yang rapat sehingga menahan migrasi gas dengan peningkatan ketebalan. Sementara itu, kuat tariknya berkurang seiring dengan ketebalan yang berfungsi sebagai pembagi dari tegangan maksimum dalam rumus yang digunakan untuk menentukan kuat Tarik (Fera, 2018).

4 Kesimpulan

Edible film berbasis SRC *Kappaphycus alvarezii* dengan penambahan CMC pada konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% menghasilkan karakteristik fisik dengan nilai kuat tarik berkisar antara 10,16–13,76 MPa, perpanjangan 25,49%–34,62%, kelarutan 80,55%–94,44%, kadar air 21,78%–27%, dan ketebalan 0,04–0,091 mm. Peningkatan konsentrasi CMC secara konsisten meningkatkan nilai kuat tarik dan kelarutan, serta berpengaruh terhadap ketebalan dan kadar air *edible film*. Berdasarkan JIS, *edible film* yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan untuk parameter kuat tarik (minimum 0,39 MPa) dan ketebalan (maksimum 0,25 mm) pada seluruh variasi konsentrasi CMC, namun belum memenuhi pada parameter perpanjangan yang mensyaratkan nilai minimum 70%, di mana nilai tertinggi yang diperoleh hanya mencapai 34,62% pada konsentrasi CMC 0,3%. Optimasi lebih lanjut terkait formulasi plasticizer masih diperlukan guna meningkatkan fleksibilitas *edible film* agar dapat memenuhi keseluruhan parameter standar JIS sebagai kemasan pangan yang layak.

Daftar Pustaka

- Admin DLH. (2021). *Dampak Plastik Terhadap Lingkungan*. Dinas Lingkungan Hidup Kab Buleleng. <https://dlh.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/85-dampak-plastik-terhadap-lingkungan>
- Akili, M. S., Ahmad, U., & Suyatma, N. E. (2012). Karakteristik Edible Film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 16(1), 39–46.
- Albertos, I., Martin-Diana, A. B., Burón, M., & Rico, D. (2019). Development of functional bio-based seaweed (*Himanthalia elongata* and *Palmaria palmata*) edible films for extending the shelflife of fresh fish burgers. *Food Packaging and Shelf Life*, 22, 100382. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100382>
- Andika. (2023). *Pembuatan edible film Berbahasa Dasar Semi Refined Carageenan Dari Rumput Laut (Eucheuma Cottoni) Sebagai Pengemasan Serbuk Kopi* [Universitas Borneo Tarakan]. <https://repository.ubt.ac.id/flipbook/baca.php?bacaID=15089>
- Anggraini, D., Radiati, L., & Purwadi, P. (2016). Carboxymethyle Cellulose (CMC) Addition In Term of Taste, Aroma, Color, pH, Viscosity, and Turbidity of Apple Cider Honey Drink. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 11(1), 58–67. <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2016.011.01.7>
- Anindito, K., & Handarkho, Y. D. (2022). The impact of personality trait and social experience on youngsters' intention to purchase impulsively from social commerce platforms. *Young Consumers*, 23(1), 53–71. <https://doi.org/10.1108/YC-02-2021-1284>
- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (21 ed.). AOAC International.
- Asih, H. M., & Fitriani, S. (2018). Penyusunan Standard Operating Procedure (SOP) Produksi Inovasi Ecobrick. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(2), 144. <https://doi.org/10.23917/jiti.v17i2.6832>
- Azwar, E., Asmara, P., & Darni, Y. (2022). Karakterisasi Edible Film Dari Pati Jagung Dengan Plastisizer Gliserol Dan Filler CMC Sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri (JTII)*, 3(1). <https://doi.org/10.23960/jtii.v3i1.40>
- Distantina, S., Ayuni, N. N., & Yudha Sarjani, V. S. (2018). Karakter Edible Film Ulva lactuca-kitosan sebagai Pengemas Bumbu Mi Instan. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.26555/chemica.v5i1.9683>
- Doh, H., & Whiteside, W. S. (2020). Isolation of cellulose nanocrystals from brown seaweed, *SARGASSUM FLUITANS*, for development of alginate nanocomposite film. *POLYMER CRYSTALLIZATION*, 3(4). <https://doi.org/10.1002/pcr2.10133>
- Fera, M. (2018). Kualitas Fisik Edible Film Yang Diproduksi Dari Kombinasi Gelatin Kulit Domba dan Agar (*Gracilaria* sp). *Journal of Food and Life Sciences*, 2(1), 45–56. <https://doi.org/10.21776/ub.jfls.2018.002.01.05>
- Gontard, N., Guilbert, S., & Cuq, J. (1993). Water and Glycerol as Plasticizers Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film. *Journal of Food Science*, 58(1), 206–211. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb03246.x>
- Gozali, T., & Wijaya, W. P. (2020). Pengaruh Konsentrasi Cmc Dan Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Packaging Kopi Instan Dari Pati Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Pasundan Food Technology Journal*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.23969/pftj.v7i1.2690>

- Handayani, R., & Nurzanah, H. (2018). Karakteristik edible film pati talas dengan penambahan antimikroba dari minyak atsiri lengkuas. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 1–11.
- Happy Bunga Nasyirahul Sajidah, Christine Dyta Nugraeni, Reni Tri Cahyani, Dena Pramita Dewi, Nur Aisyah, Hafid, Gifal Fahrul Cholil M, Bella Nabila, & Andika Styawan. (2025). Analisis Proksimat Rumput Laut Kering *Kappaphycus alvarezii* dari Pantai Amal, Kabupaten Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Harpodon Borneo*, 18(1), 1–12.
- Intandiana, S., Dawam, A. H., Denny, Y. R., Septiyanto, R. F., & Affifah, I. (2019). Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa Mikrokristalin Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 4(2), 185. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5953>
- Intariani, N. P., Puspawati, G. A. K. D., & Wisaniyasa, N. W. (2022). Pengaruh Konsentrasi Carboxyl Methyl Cellulosa (CMC) Terhadap Karakteristik Bubuk Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Dengan Metode Foam Mat Drying. *Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 11(4), 744–755.
- Ismaya, F. C., Fithriyah, N. H., & Hendrawati, T. Y. (2021). Pembuatan Dan Karakterisasi Edible Film Dari Nata De Coco dan Gliserol. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 81–88. <https://doi.org/10.24853/jurtek.13.1.81-88>
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2025). *Statistik Lingkungan Hidup* (Vol. 1). Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup.
- Masrullita, Meriatna, Zulmiardi, Safriwardy, F., Auliani, & Nurlaila, R. (2021). Pemanfaatan Jerami Padi (*Oryza Sativa* L.) Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan CMC (Carboximetil Cellulose). *Jurnal Rekayasa Proses*, 15(2), 194–201. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.69569>
- Ningsih, E. P., Ariyani, D., & Sunardi, S. (2019). Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara (*Ipomoea batatas* L.). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(1), 77–85. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2019.7-sun>
- Nugraeni, C. D., Cahyani, R. T., Dena Pramita Dewi, Hidayat, A., Zikrullah, M. A., Salim, G., & Sajidah, H. B. N. (2025). Edukasi Pembuatan Edible Film Berbahan Dasar Rumput Laut Sebagai Pengenalan Pengembangan Produk Pesisir di SMKN 3 Tarakan Kalimantan Utara. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Kesosi*, 8(2), 1–10. <https://doi.org/10.57213/abdimas.v8i2.262>
- Prasetyo, Y. E., -, Z., Nurainy, F., & -, S. (2024). Karakteristik Biodegradable Film Berbasis Selulosa Kelobot Jagung (*Zea mays*) dengan Penambahan Gliserol Dan Carboxy Methyl Cellulose (CMC). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 3(1), 158–171. <https://doi.org/10.23960/jab.v3i1.9102>
- Putra, M. N. A., Zahrani, N. A., Zahra, T. A., Bella, B. C., Hariyadi, A. G., Fadhila, D. S., Abiyyu, S. A. A., Firdausi, R. R. K., Justicio, M. N., Albar, A. K., & Firmansyah, P. (2024). Sampah Plastik sebagai Ancaman terhadap Lingkungan. *Aktivisme: Jurnal Ilmu Pendidikan, Politik dan Sosial Indonesia*, 2(1), 154–165. <https://doi.org/10.62383/aktivisme.v2i1.725>
- Qotimah, K., Dewi, E. N., & Purnamayati, L. (2020). Karakteristik mutu edible film karagenan dengan penambahan minyak atsiri bawang putih (*Allium sativum*) pada produk pasta ikan: Quality of Carrageenan Edible Film with Addition of Garlic (*Allium sativum*) Essential Oil. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 1–9. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.30542>
- Sari, M. W., & Nissa, B. K. (2023). Karakteristik Fisik Edible Film Dengan Variasi Pektin

- Kulit Pisang Tanduk Dan Minyak Atsiri Cengkeh. *CHEMPUBLISH JOURNAL*, 6(2), 118–131.
- Simon, A., Nugraeni, C. D., Cahyani, R. T., Sajidah, H. B. N., Dewi, D. P., & Salim, G. (2025). Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film Dari Semi Refined Carrageenan *Kappaphycus alvarezii* DENGAN Asam Malat Sebagai Plasticizer. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 10(2), 94–99.
- Suryadri, H. (2021). Perbandingan Penambahan CMC dan Sorbitol dengan Penambahan Gelatin dan Gliserol terhadap Edible Film yang Terbuat dari Limbah Cair Tahu. *CHEMPUBLISH JOURNAL*, 5(2), 93–104. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i2.8872>
- Syahputra, S. Y., Agustina, R., & Putra, B. S. (2022). Kuat Tarik Edible Film Bahan Dasar Pati Sagu Dengan Penambahan Sorbitol. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 464–471. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i2.19598>
- Tran, T. T. B., Roach, P., Nguyen, M. H., Pristijono, P., & 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 Hydrocolloids*, 99, 105322. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105322>
- Wahyu, E., Nasution, H., & Harahap, H. (2025). Sintesis dan Karakterisasi Edible Film Berbahan Dasar Limbah Kulit Kopi dengan Penambahan Gliserol dan Sorbitol sebagai Plasticizer. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 14(1), 27–35. <https://doi.org/10.32734/jtk.v14i1.15567>