

Preparasi Bioplastik dari Biomassa Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* dengan Plasticizer Gliserol dan Penambahan Minyak Jahe

Nabila Bilqis Huwaida Zetka*, Ali Ridlo, Rini Pramesti

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais Tembalang Semarang, Jawa Tengah 50265 Indonesia
Email: bilbilqiszetka@gmail.com

Abstrak

Sampah plastik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari menjadi permasalahan di lingkungan karena jumlahnya semakin bertambah. Salah satu solusi untuk mengatasinya yaitu pengembangan bioplastik berbasis biomassa rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan penambahan minyak jahe untuk meningkatkan karakteristiknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi minyak jahe terhadap karakteristik bioplastik dari rumput laut *K. alvarezii*. Bioplastik dibuat dengan mencampurkan biomassa *K. alvarezii* sebanyak 4 g dengan 150 mL akuades, lalu dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* pada suhu 60°C selama 15 menit. Setelah itu, gliserol 1,5% (v/v) dimasukkan dan dihomogenkan kembali, minyak jahe (0,3%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, dan 0,7% (v/v)) ditambahkan dan dihomogenkan. Larutan bioplastik dituang dalam cetakan plastik polipropilena kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi minyak jahe berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik bioplastik, tetapi tidak berpengaruh terhadap biodegradabilitas ($p < 0,05$). Formulasi minyak jahe optimal terdapat pada konsentrasi 0,4% dengan keunggulan pada ketahanan air dan kuat tarik. Uji FTIR menunjukkan tidak adanya gugus fungsi baru, tetapi terdapat pergeseran pita serapan akibat interaksi fisik antar komponen bioplastik. Bioplastik *K. alvarezii* dengan penambahan minyak jahe dapat dimanfaatkan sebagai bungkus produk makanan.

Kata kunci: bioplastik, *Kappaphycus alvarezii*, minyak jahe, sifat fisik, sifat mekanik.

Abstract

Characterization of Bioplastics from *Kappaphycus alvarezii* Seaweed with Glycerol Plasticizer and the Addition of Ginger Oil

Plastic waste used in daily life has become an environmental issue due to its increasing volume. One solution to address this problem is the development of bioplastics based on biomass of the seaweed *Kappaphycus alvarezii* with ginger oil. This study aims to determine the effect of varying ginger oil concentrations on the characteristics of bioplastics derived from *K. alvarezii*. Bioplastics were prepared by mixing 4 grams of *K. alvarezii* biomass with 150 mL of distilled water, then homogenized using a magnetic stirrer at 60°C for 15 minutes. After that, 1,5% glycerol was added and re-homogenized. Follow this, ginger oil (at concentration 0,3%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, and 0,7%) was incorporated and homogenized. The bioplastics solution was then poured into polypropylenen molds and dried in an oven at 60°C until completely dry. The results showed that variations in ginger oil concentration significantly influenced the physical and mechanical properties of the bioplastic, but did not significantly affect biodegradability ($p < 0,05$). The optimal ginger oil formulation is achieved at a 0,4% concentration, offering superior water resistance and tensile strength. FTIR analysis indicated no new functional groups were formed, but shifts in absorption bands occurred due to physical interactions between the bioplastic components. *K. alvarezii* bioplastics with the addition of ginger oil can be utilized as food packaging.

Keywords : bioplastics, *Kappaphycus alvarezii*, ginger oil, physical properties, mechanical properties

PENDAHULUAN

Sampah plastik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari menjadi permasalahan di lingkungan. Plastik memiliki sifat yang kuat dan tidak mudah pecah, tetapi membutuhkan waktu lama untuk terurai (Agustina *et al.*, 2024). Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2025), jumlah sampah plastik di Indonesia hampir 20% dari total sampah plastik nasional atau setara dengan 10,8 juta ton. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini yaitu bioplastik. Bioplastik merupakan plastik sintesis yang dapat didaur ulang dan ramah lingkungan (Ayu *et al.*, 2023), serta dapat terurai secara alami di lingkungan oleh mikroorganisme menjadi CO₂, H₂O, dan biomassa (Melani *et al.*, 2017).

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik karena banyak mengandung polisakarida. Bioplastik dari tanaman ini umumnya dibuat menggunakan bahan dasar ekstraksi karagenan (Asriani *et al.*, 2025). Sedangkan Wei *et al.* (2025), menyatakan penggunaan karagenan belum optimal karena biaya produksi yang tinggi. Sebagai alternatif, biomassa rumput laut *K. alvarezii* dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik untuk menekan biaya produksi.

Bioplastik dari *K. alvarezii* mengandung polisakarida yang mudah rapuh, mudah robek, dan kaku (Abe *et al.*, 2021). Oleh sebab itu, diperlukan bahan tambahan *plasticizer* untuk meningkatkan elastisitas, fleksibilitas, dan kekuatan mekaniknya (Kamaluddin *et al.*, 2022). Salah satu *plasticizer* yang dapat digunakan adalah gliserol karena dapat mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga jarak antar molekul akan meningkat (Purnavita *et al.*, 2020).

Pengembangan bioplastik memiliki permasalahan pada karakteristiknya yang rendah dibandingkan dengan plastik konvensional. Penambahan minyak jahe dalam komposisi bioplastik merupakan inovasi untuk mengatasi permasalahan ini. Minyak jahe memiliki sifat hidrofobik dan kandungan senyawa aktif yang dapat meningkatkan interaksi antar polimer. Hal ini berpotensi memperbaiki kuat tarik (Kowser *et al.*, 2023), meningkatkan biodegradabilitas (Dewajani *et al.*, 2024), dan permeabilitas uap air serta oksigen (Zhang *et al.*, 2023). Selain itu, sifat antimikroba yang dimiliki minyak jahe dapat menambah fungsionalitasnya sehingga dapat diaplikasikan sebagai bahan kemasan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi minyak jahe terhadap sifat fisik (ketebalan, keburaman, ketahanan air), sifat mekanik (kuat tarik dan elongasi), dan biodegradabilitas bioplastik dari rumput laut *K. alvarezii* serta formulasi minyak jahe yang optimal.

METODOLOGI

Rumput laut kering *K. alvarezii* diperoleh dari hasil budidaya di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Sampel dicuci bersih menggunakan air untuk menghilangkan kotoran, garam, dan epifit yang menempel. Sampel direndam dengan kaporit 12% (v/v) lalu dibilas dengan air bersih. Setelah itu, sampel dikeringkan di bawah sinar matahari selama tiga hari yang selanjutnya diblender hingga menjadi bubuk.

Minyak jahe dibeli dari merk Tetesan Atsiri. Komposisi kimia minyak jahe terbagi menjadi dua kelompok utama, yaitu monoterpen dan seskuiterpen, serta senyawa hidrokarbon teroksigenasi.

Analisis kadar air mengacu pada Ridlo *et al.* (2023). Cawan dicuci kemudian dioven dengan suhu 105°C selama 2 jam. Setelah itu, cawan dipindahkan ke dalam desikator selama 30 menit (W). Sampel *K. alvarezii* sebanyak 2-3 g dimasukkan ke dalam cawan (W₁). Cawan berisi sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Cawan dipindahkan ke dalam desikator selama 30 menit (W₂). Kadar air dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Analisis kadar abu mengacu pada Damopolii *et al.* (2021). Cawan dicuci kemudian dioven dengan suhu 105°C selama 30 menit. Setelah itu, cawan dipindahkan ke dalam desikator selama 15 menit (W). Sampel *K. alvarezii* sebanyak 3 g dimasukkan ke dalam cawan (W₁). Cawan berisi sampel dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu 550°C selama 5 jam. Cawan dipindahkan ke dalam desikator selama 15 menit (W₂). Kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_2 - W}{W_1} \times 100\%$$

Pembuatan bioplastik mengacu pada Sudhakar *et al.* (2021). Bubuk *K. alvarezii* sebanyak 4 g dicampurkan dalam 150 mL akuades. Bahan-bahan tersebut dihomogenkan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* pada suhu 60°C selama 15 menit. Kemudian pemlastis gliserol sebanyak 1,5% dimasukkan dan dihomogenkan kembali, setelah itu minyak jahe (0,3%, 0,4%, 0,5%, 0,6%, 0,7% (v/v)) ditambahkan dan dihomogenkan. Larutan bioplastik yang sudah tercampur dituang ke dalam cetakan plastik polipropilena berukuran 21 cm x 6 cm x 4 cm dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 60°C hingga kering.

Uji ketebalan bioplastik diukur berdasarkan metode ASTM D6988-21, menggunakan alat ukur *Micrometer Screw Gauge* dengan rentang 0-25 mm. Sampel bioplastik sebesar 2x2 cm, setelah itu ketebalan diukur di beberapa titik secara acak dengan lima pengulangan.

Uji keburaman berdasarkan metode Brandelero *et al.* (2016), menggunakan *Lux meter*. Sampel dipotong sebesar 4x4 cm lalu ditempatkan di atas sensor lux meter untuk mengukur intensitas cahaya yang melewati bioplastik (*Lux f*). Nilai intensitas cahaya lingkungan diukur sebagai *Lux i*. Keburaman bioplastik dihitung melalui persamaan:

$$\text{Keburaman (\%)} = \frac{\text{Lux } i - \text{Lux } f}{\text{Lux } i} \times 100$$

Uji kuat tarik dan elongasi diukur menggunakan metode ASTM D882-18 menggunakan *Universal Testing Machine*. Sampel bioplastik dipotong sebesar 2,5 x 15 cm kemudian dijepit dengan jarak antar penjepit 12,5 cm dan ditarik dengan kecepatan 200 mm/menit. Hasil data jarak yang ditempuh penarik awal hingga sampel putus pada *Universal Testing Machine*. Nilai kuat tarik dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kuat tarik (MPa)} = \frac{F}{A}$$

Keterangan: F= Gaya maksimum untuk merobek bioplastik (N); A= Luas penampang (mm²)

Persentase elongasi diukur dengan cara yang sama dengan pengujian kuat tarik. Perpanjangan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100$$

Keterangan: L1= Panjang sampel setelah ditarik; L0= Panjang awal sampel

Uji biodegradabilitas dilakukan mengacu pada Rosadi *et al.* (2024), dengan cara dekomposisi. Sampel bioplastik dipotong sebesar 2x2 cm (*W₀*). Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam media tanah dengan kedalaman sekitar 2 cm selama 14 hari. Tanah yang digunakan terlebih dahulu dicampur dengan EM₄ dengan perbandingan 1:1:50 untuk EM₄ (mL), gula (g), dan air (mL) pada kondisi aerob. Media rutin disiram dengan campuran akuades dan EM₄ untuk memastikan kondisi tanah yang tetap lembab. Setelah 14 hari, sampel dibersihkan dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 2 jam lalu ditimbang beratnya sebagai (*W₁*). Pengukuran berat hilang bioplastik dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Biodegradasi (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

Uji ketahanan air dilakukan mengacu pada Rosadi *et al.* (2024). Sampel bioplastik dipotong menjadi ukuran 2x2 cm kemudian dikeringkan pada suhu 105°C (*W₁*). Selanjutnya sampel direndam selama 1 jam dalam 10 ml akuades pada suhu ruang. Sampel diangkat dan kembali dikeringkan pada suhu 105°C selama 2 jam. Sampel ditimbang kembali berat akhirnya dan dicatat sebagai (*W₂*).

$$\text{Ketahanan air (\%)} = 100 - \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

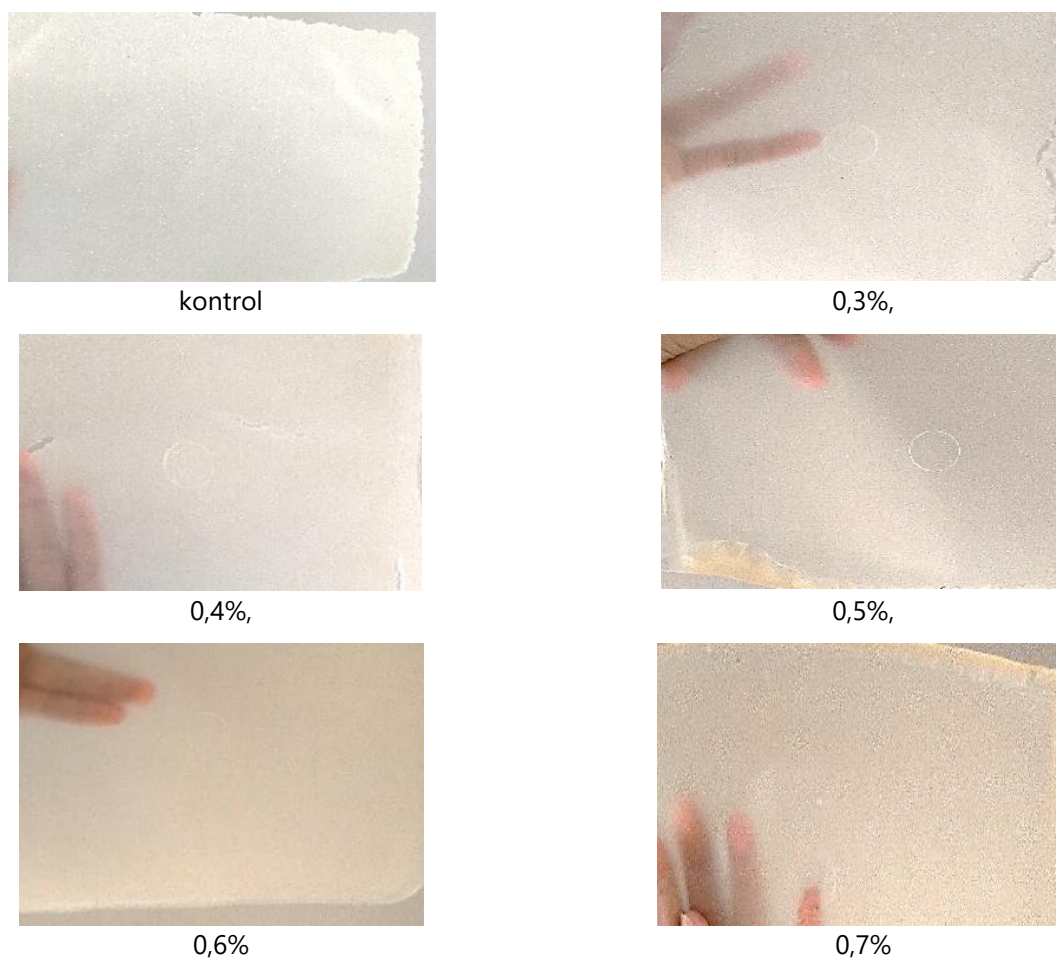
Analisis mikrostruktur bertujuan untuk mengetahui keberadaan gugus-gugus fungsi yang terdapat di dalam bioplastik. Analisis ini dilakukan menggunakan spektroskopi FTIR (Shimadzu). Sampel diletakkan di atas

reflektor kemudian pemindaian dilakukan pada panjang gelombang 4000 sampai dengan 650 cm^{-1} dengan rata-rata pemindaian 50 kali. Data yang diperoleh diuji statistik meliputi uji normalitas, uji homogenitas, uji Analysis of Variance (ANOVA), uji non-parametrik Kruskal Wallis dengan tingkat signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis komposisi kimia *K. alvarezii* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kadar air dan kadar abu. Nilai kadar air rumput laut *K. alvarezii* yang didapatkan sebesar 1%. Berdasarkan standar mutu FAO (2007), yaitu $\leq 12\%$ maka hasil uji kadar air sudah memenuhi standar. Nilai kadar air dapat dipengaruhi oleh umur panen, dimana bertambahnya umur panen kadar air cenderung lebih tinggi. Semakin lama waktu pengeringan maka kandungan kadar air pada rumput akan semakin berkurang (Purwanti dan Nansi, 2024). Nilai kadar abu rumput laut *K. alvarezii* yang didapatkan sebesar 21%. Berdasarkan standar mutu FAO (2007), yaitu 15-40% maka hasil uji kadar air sudah memenuhi standar. Kadar abu yang tinggi disebabkan adanya akumulasi mineral-mineral tersebut yang menempel pada thallus rumput laut (Sindopong *et al.*, 2022). Selain itu, proses pencucian yang kurang bersih dapat menjadi penyebab tinggi kadar abu karena meninggalkan garam dan pasir.

Bioplastik dari *K. alvarezii* dengan penambahan minyak jahe secara fisik menghasilkan lembaran yang tampak buram, elastis, permukaan yang tidak terlalu halus, dan berwarna kuning. Sebaliknya, bioplastik kontrol secara fisik menghasilkan lembaran yang tampak lebih bening, elastis, dan permukaannya cenderung rata (Gambar 1).



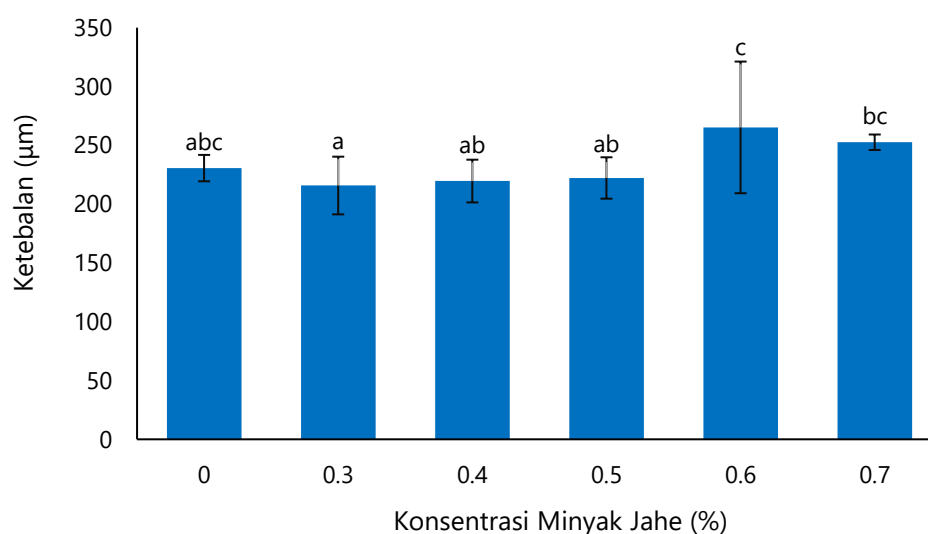
Gambar 1. Bioplastik dari Biomassa *K. alvarezii* dengan Penambahan Minyak Jahe.

Ketebalan merupakan salah satu karakteristik bioplastik yang berpengaruh terhadap sifat mekanik dan penghalang uap air pada bioplastik. Hasil pengujian menunjukkan penambahan minyak jahe dengan berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap ketebalan bioplastik ($p < 0,05$). Nilai ketebalan bioplastik dipengaruhi oleh bahan dasar dan komposisinya. Jumlah minyak jahe yang lebih besar akan membentuk tetesan pada matriks bioplastik sehingga bioplastik semakin tebal (Marzlan et al., 2022). Hal ini dapat dilihat pada konsentrasi 0,6% - 0,7% memiliki nilai ketebalan yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya (Gambar 2). Selain itu, Sharma et al. (2020), menyatakan minyak atsiri menyebar dan mengisi ruang di dalam struktur dasar bioplastik sehingga ketebalannya meningkat. Secara keseluruhan, bioplastik yang sesuai dengan standar mutu berdasarkan Japanese Industrial Standard (JIS) $< 250 \mu\text{m}$, yaitu pada konsentrasi 0% - 0,5%.

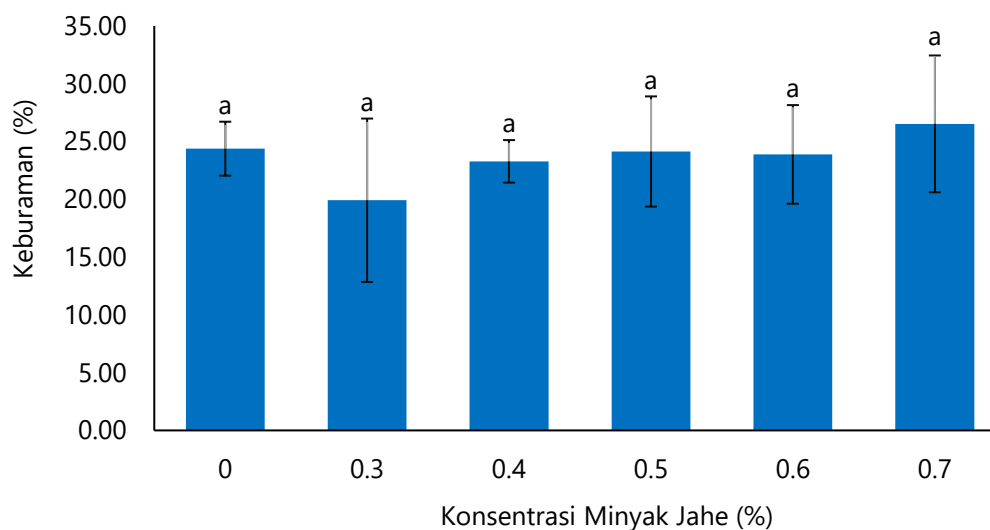
Uji keburaman mengukur kemampuan bioplastik untuk dapat ditembus oleh cahaya tampak. Hasil pengujian menunjukkan penambahan minyak jahe dengan berbagai konsentrasi tidak berpengaruh terhadap keburaman bioplastik ($p < 0,05$). Penambahan minyak jahe pada komposisi bahan bioplastik cenderung meningkatkan keburaman jika dibandingkan dengan bioplastik kontrol (Gambar 3). Penambahan minyak atsiri menyebabkan transparansi bioplastik menurun sehingga keburamannya meningkat (Pawle et al., 2025). Semakin tinggi konsentrasi minyak jahe dalam komposisi bioplastik juga membuat kadar komponen hidrofobik mengalami peningkatan (Venkatachalam et al., 2024). Droplet minyak akan terbentuk akibat komponen hidrofobik yang tidak terhomogenisasi sempurna dengan komponen hidrofilik.

Uji ketahanan air dilakukan untuk mengukur kemampuan bioplastik dalam menahan penyerapan air. Hasil pengujian menunjukkan penambahan minyak jahe dengan berbagai konsentrasi tidak berpengaruh terhadap ketahanan air bioplastik ($p < 0,05$). Ketahanan air bioplastik yang optimal dicapai pada konsentrasi minyak jahe 0,4% sebesar 37,5% (Gambar 4). Penambahan minyak jahe pada komposisi bahan bioplastik cenderung meningkatkan ketahanan air jika dibandingkan dengan bioplastik kontrol. Senyawa fenolik di dalam minyak jahe membentuk ikatan silang dengan matriks bioplastik sehingga strukturnya menjadi lebih rapat (Souza et al., 2019). Ikatan tersebut membuat polimer tidak mudah larut saat terkena air sehingga ketahanan air bioplastik meningkat. Selain itu, minyak jahe membantu mengurangi kerusakan karena membuat struktur lebih rapat dan minim retakan sehingga air tidak mudah masuk ke dalam matriks bioplastik (Mena-Chacon et al., 2025).

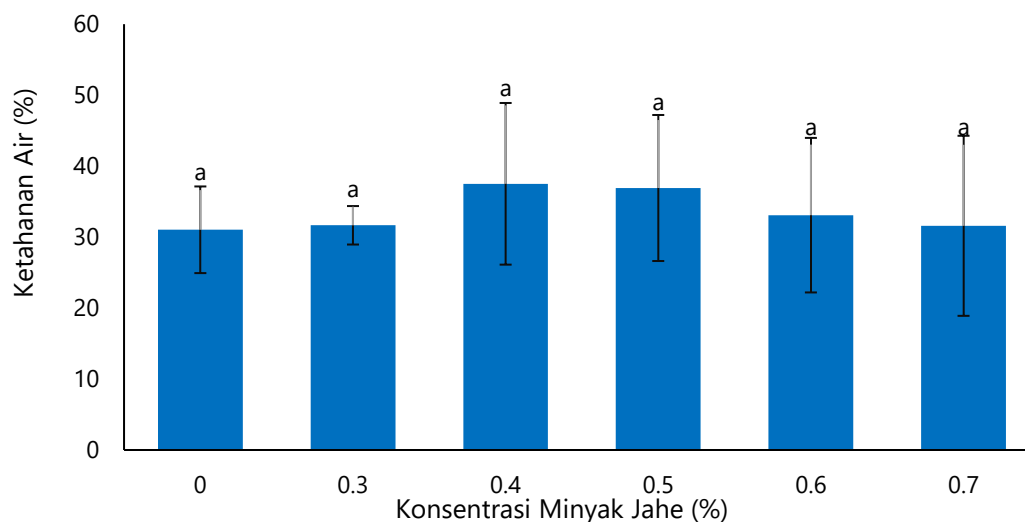
Uji biodegradabilitas dilakukan untuk menentukan kemampuan bioplastik untuk dapat terurai secara alami oleh aktivitas mikroorganisme dalam kondisi lingkungan tertentu. Hasil pengujian menunjukkan penambahan minyak jahe dengan berbagai konsentrasi tidak berpengaruh terhadap biodegradabilitas bioplastik



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Minyak Jahe terhadap Ketebalan Bioplastik. Notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Minyak Jahe terhadap Keburaman Bioplastik. Notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Minyak Jahe terhadap Ketahanan Air Bioplastik. Notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

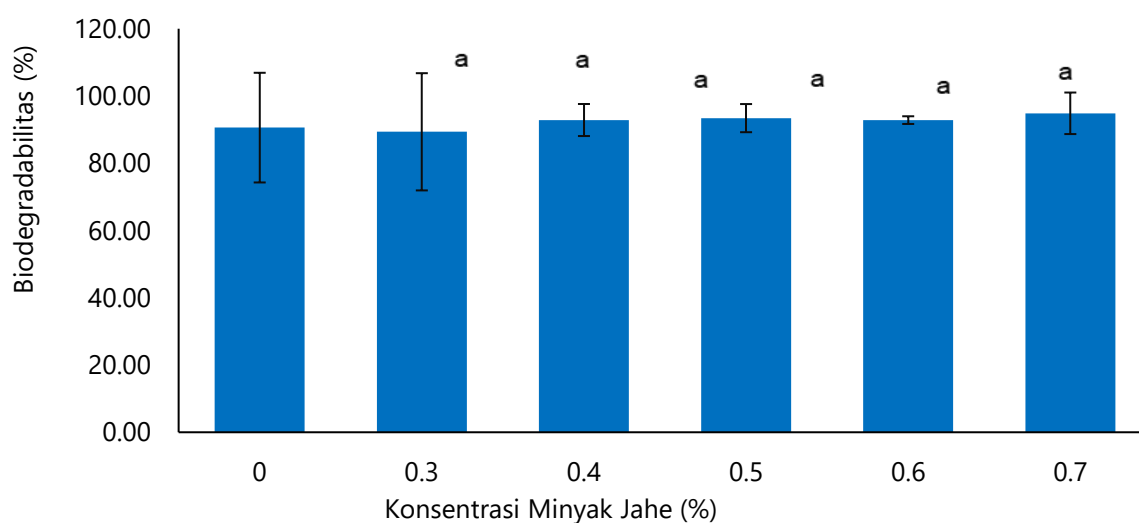
($p < 0,05$) (Gambar 5). Aktivitas antimikroba pada minyak jahe menekan kerja mikroorganisme sehingga biodegradabilitas tidak meningkat secara signifikan. Hal ini diperkuat oleh Hikmah *et al.* (2026), yang menyatakan bahwa aktivitas antimikroba pada minyak atsiri dapat menahan proses penguraian pada tahap awal, namun bahan dasar bioplastik yang berupa karbohidrat membuat proses penguraian secara alami tetap terjadi. Sebaliknya, menurut Pawle *et al.* (2025), penambahan minyak atsiri dapat mempercepat proses penguraian pada tahap awal, tetapi seiring berjalannya waktu laju biodegradabilitas menurun. Hal ini dikarenakan molekul organik utama sudah terurai terlebih dahulu, sedangkan komponen lainnya yang jumlahnya lebih sedikit cenderung lebih lambat terdegradasi.

Kuat tarik merupakan salah satu uji karakteristik bioplastik yang berguna untuk mengetahui kemampuan bioplastik dalam menahan beban tarik hingga putus (Silvia *et al.*, 2024). Hasil pengujian menunjukkan penambahan minyak jahe dengan berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap kuat tarik bioplastik ($p < 0,05$). Nilai kuat tarik bioplastik dalam penelitian ini optimal pada minyak jahe dengan konsentrasi

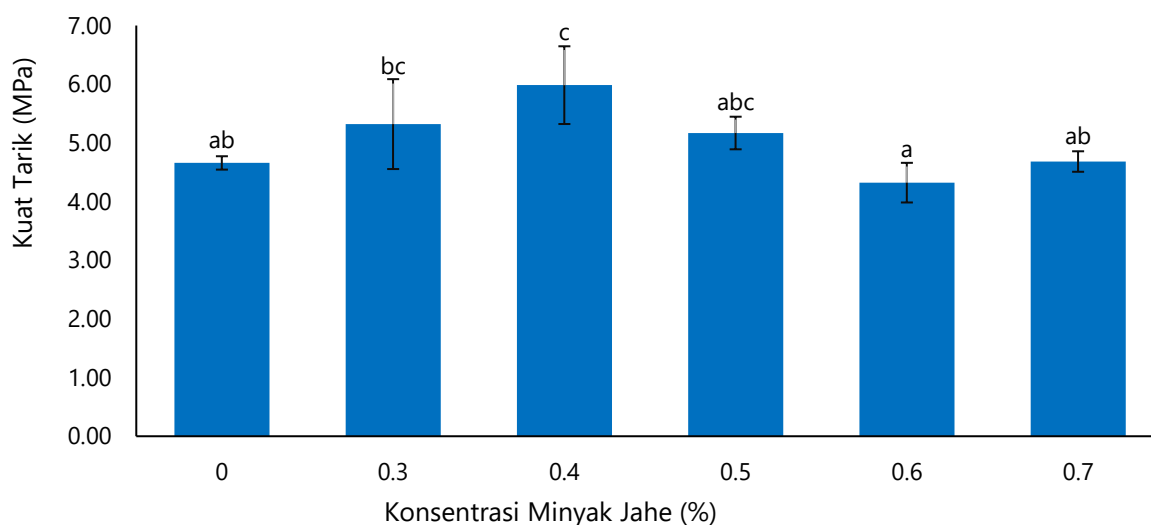
0,4% sebesar 5,98 MPa. Nilai kuat tarik mengalami peningkatan dari kontrol hingga konsentrasi 0,4% (Gambar 6). Interaksi yang kuat antara minyak atsiri dengan polimer bioplastik membuat film lebih rapat dan kaku sehingga molekul tidak dapat bergerak bebas dan mengakibatkan kuat tarik meningkat (Fan *et al.*, 2024). Seiring dengan peningkatan konsentrasi minyak jahe nilai kuat tarik yang dihasilkan mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan Wang *et al.* (2021), menyatakan ketika konsentrasi minyak jahe yang digunakan meningkat, maka secara bertahap nilai kuat tarik akan menurun karena tidak terhomogenisasi secara sempurna. Sifat minyak jahe yang hidrofobik membentuk fase terpisah pada bioplastik berbasis *K. alvarezii* yang bersifat hidrofilik, sehingga interaksi antarmolekul antara rantai polimer melemah dan menyebabkan kuat tarik menurun (Mahatmanti *et al.*, 2024). Secara keseluruhan, semua sampel bioplastik dengan penambahan minyak jahe sudah memenuhi standar kuat tarik berdasarkan *Japanese Industrial Standard* 1975 yaitu $\geq 3,92$ MPa.

Elongasi menunjukkan kemampuan bioplastik pada saat ditarik hingga putus, yang membantu untuk menentukan fleksibilitas dan elastisitas bioplastik. Hasil pengujian menunjukkan penambahan minyak jahe dengan berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap elongasi bioplastik ($p < 0,05$). Nilai elongasi meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi minyak jahe (Gambar 7). Berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik, semakin tinggi konsentrasi minyak jahe nilai kuat tariknya cenderung menurun (Harumarani *et al.*, 2016). Minyak jahe banyak mengandung senyawa yang memiliki gugus O-H seperti gingerol yang berperan dalam meningkatkan mobilitas rantai polimer sehingga bioplastik menjadi lebih lentur, fleksibel, dan memiliki elongasi yang lebih baik. (Silvia *et al.*, 2024). Berbanding terbalik dengan penelitian Al-Hashimi *et al.* (2020), seiring dengan penambahan minyak atsiri nilai elongasi menurun karena sifatnya yang hidrofilik mempengaruhi ikatan hidrogen di antara molekul-molekul bioplastik sehingga strukturnya berubah menjadi lebih rapat. Nilai elongasi yang didapatkan berada pada rentang 10% - 50% yang mana termasuk dalam kategori baik menurut *Japanese Industrial Standard* (JIS).

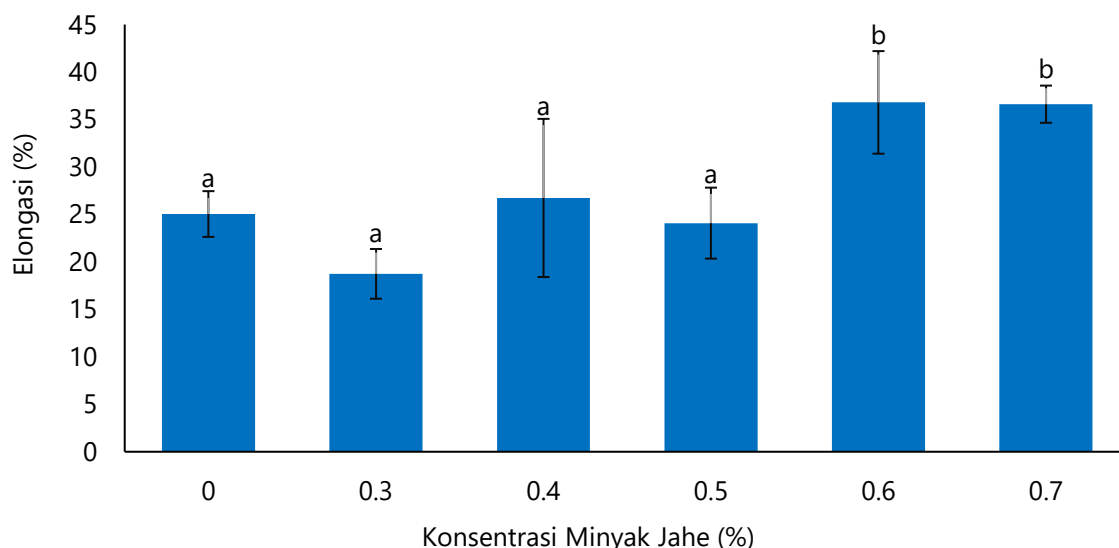
Puncak pada bilangan gelombang 3307-3310 cm^{-1} menunjukkan adanya regangan gugus O-H dari polisakarida, gliserol, dan minyak jahe. Puncak pada bilangan gelombang 2888-2940 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur ikatan C-H yang berasal dari gugus metil (Souza *et al.*, 2019). Puncak pada bilangan gelombang 1644 cm^{-1} merupakan peregangan gugus karbonil (C=O). Bilangan gelombang 1442-1417 cm^{-1} dan 1375-1373 cm^{-1} menunjukkan vibrasi lentur gugus CH_2 dan C-H. Bilangan gelombang 1220 cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus ester sulfat (S=O) khas *K. alvarezii*. Puncak bilangan gelombang 1033-1034 cm^{-1} menunjukkan regangan gugus C-O-C yang merupakan ciri khas karagenan bersamaan dengan bilangan gelombang 922 cm^{-1} yang merupakan gugus fungsi 3,6-anhidrogalaktosa.



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Minyak Jahe terhadap Biodegradabilitas Bioplastik. Notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

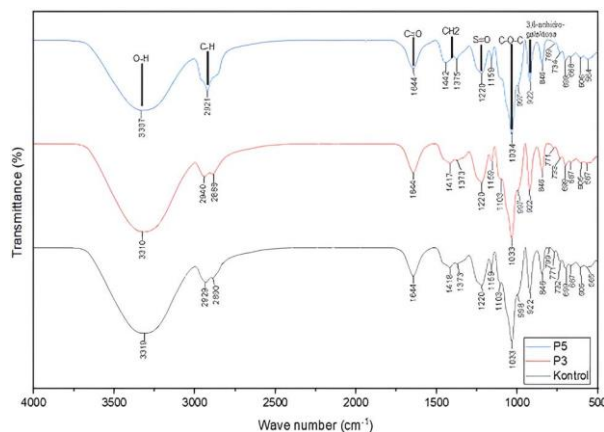


Gambar 6. Pengaruh Konsentrasi Minyak Jahe terhadap Kuat Tarik Bioplastik. Notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

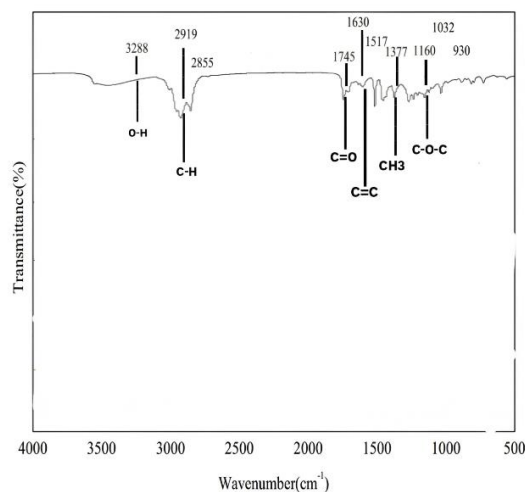


Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi Minyak Jahe terhadap Elongasi Bioplastik. Notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Hasil spektra FTIR *K. alvarezii* dengan penambahan minyak atsiri jahe menunjukkan tidak ditemukannya gugus fungsi baru akibat penambahan minyak atsiri (Gambar 8). Meskipun demikian, terdapat pergeseran pita serapan akibat interaksi fisik antar komponen bioplastik. Puncak serapan lebar di sekitar bilangan gelombang 3300 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus hidroksil (-OH). Terdapat pergeseran pita serapan pada gugus -OH dari 3319 cm^{-1} menjadi 3310 cm^{-1} dan 3307 cm^{-1} menandakan terjadi interaksi ikatan hidrogen di dalam matriks bioplastik. Menurut Amran *et al.* (2025), sifat hidrofilik rumput laut membuat puncak intensitas gugus -OH menjadi tinggi, namun ketika bahan lain ditambahkan terjadi pergeseran pita dan mengakibatkan puncak intensitas menjadi rendah. Hal ini diduga karena adanya ikatan hidrogen antar molekul yang terbentuk antara gugus hidroksil pada bahan penyusun bioplastik dengan gugus fenolik seperti gingerol dan shogaol pada minyak jahe (Zhang *et al.*, 2023). Pergeseran pita serapan juga teramati pada regangan gugus C-H dengan bilangan gelombang $2888\text{-}2940\text{ cm}^{-1}$. Bilangan gelombang Gugus C-H meningkat dari



Gambar 8. Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier Bioplastik. Keterangan: (P3) Konsentrasi Minyak Jahe 0,5%; (P5) Konsentrasi Minyak Jahe 0,7%.



Gambar 9. Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier Bioplastik.

2929 cm^{-1} menjadi 2940 cm^{-1} . Penambahan minyak astiri dalam komposisi bioplastik membuat puncak intensitas gugus C-H ikut meningkat karena bertambahnya jumlah gugus C-H yang berasal dari komponen tersebut (Somendrika *et al.*, 2025). Hal ini juga didukung oleh spektra FTIR minyak jahe yang didapatkan dari Zhang *et al.* (2023) sebagai referensi (Gambar 9). Puncak pada bilangan gelombang 2855-2919 cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus C-H. Keberadaan pita serapan ini menunjukkan bahwa minyak jahe mengandung senyawa hidrokarbon yang mengandung banyak gugus C-H.

Bioplastik dari biomassa rumput laut *K. alvarezii* memiliki formulasi optimal pada konsentrasi minyak jahe 0,4%. Bioplastik ini memiliki keunggulan pada ketahanan air dan kuat tarik yang dapat dimanfaatkan sebagai bungkus produk makanan seperti sosis atau produk *frozen food* lainnya (Hidayati *et al.*, 2025). Ketahanan air yang tinggi membuat produk makanan tidak cepat rusak oleh uap air dan dapat memperlambat proses penguapan. Fleksibilitas diperlukan agar kemasan tidak mudah putus dan mudah mengikuti bentuk makanan. Selain itu, sifatnya yang ramah lingkungan dapat juga dimanfaatkan sebagai plastik sekali pakai karena mudah terurai di alam.

KESIMPULAN

Variasi penambahan minyak jahe berpengaruh ($p < 0,05$) terhadap sifat fisik dan mekanik bioplastik yang meliputi ketebalan, keburaman, ketahanan air, kuat tarik serta elongasi. Akan tetapi, pada uji biodegradabilitas penambahan minyak jahe tidak memberikan pengaruh ($p < 0,5$). Formulasi optimal minyak jahe diperoleh pada

konsentrasi 0,4% dengan ketebalan 219,6 μm , ketahanan air 37,5%, keburaman 23,28%, biodegradabilitas 92,85%, kuat tarik 5,98 MPa, elongasi 26,73%. Formulasi ini memiliki keunggulan pada ketahanan air, kuat tarik, dan elongasi yang dapat dimanfaatkan untuk bungkus produk makanan sebagai alternatif plastik komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, M.M., Martins, J.R., Sanvezzo, P.B., Macedo, J.V., Branciforti, M.C., Halley, P., & Brienza, M. 2021. Advantages and disadvantages of bioplastics production from starch and lignocellulosic components. *Polymers*, 13(15): 2484. <https://doi.org/10.3390/polym13152484>
- Agustina, E., Purnamasari, R., Erfansyah, N.F., Andiarna, F., Lusiana, N., & Hidayati, I. 2024. Pemanfaatan limbah pucuk tebu sebagai sumber selulosa bahan baku plastik biodegradable. *Biotropic: The Journal of Tropical Biology*, 8(1): 39–54.
- Al-Hashimi, A., Ammar, A.B., G, L., Cacciola, F., & Lakhssassi, N. 2020. Development of a millet starch edible film containing clove essential oil. *Foods*, 9(2): 184. <https://doi.org/10.3390/foods9020184>
- Amran, M., Ali, H., Issa, H., Sahini, M., & Vuai, S. 2025. Assessment of baseline physicochemical qualities of carrageenan-based bioplastics from *Kappaphycus alvarezii* seaweed for their packaging applications. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 10: 100790. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2025.100790>
- Asriani, N., Asikin, A.N., Irawan, I., Kusumaningrum, I., & Pamungkas, B.F. 2025. Penambahan campuran plasticizer gliserol dan sorbitol terhadap karakteristik edible film karagenan. *Journal of Marine Research*, 14(1): 45–53.
- Ayu, N., Jumiaty, E., & Husnah, M. 2023. Analisis uji mekanik bioplastik berbahan pati tepung sagu-kitosan dan sorbitol. *Journal Online of Physics*, 8(3): 47–50.
- Brandelero, R.P.H., Brandelero, E.M., & Almeida, F.M.D. 2016. Biodegradable films of starch/PVOH/alginate in packaging systems for minimally processed lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, 40(5): 510–521.
- Damopolii, N.S., Kaseger, B.E., Damongilala, L.J., Onibala, H., Pandey, E., & Makapedua, D.M. 2021. Analisis kimia dan uji organoleptik selai rumput laut (*Euचेuma spinosum*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 9(3): 100–108.
- Dewajani, H., Rachmawati, D., Nabilla, C.B., & Noviantia, F.T. 2024. Pembuatan bioplastik berbahan dasar pati bonggol jagung dengan penambahan ekstrak jahe, jeruk nipis, dan cengkeh sebagai antioksidan. *Eksergi*, 21(3): 194–201.
- Fan, S., Yin, X., Liu, X., Wang, G., & Qiu, W. 2024. Enhancing bread preservation through non-contact application of starch-based composite film infused with clove essential oil nanoemulsion. *International Journal of Biological Macromolecules*, 263: 130297. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.130297>
- Harumarani, S., Ma'ruf, W.F., & Romadhon. 2016. Pengaruh perbedaan konsentrasi gliserol pada karakteristik edible film komposit semirefined karagenan *Euचेuma cottonii* dan beeswax. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(1): 101–105.
- Hidayati, I., Andiarna, F., & Agustina, E. 2025. Potensi food packaging bioplastik dari pektin dan ekstrak kulit buah jeruk (*Citrus* sp.). *Food Scientia: Journal of Science and Technology*, 5(1): 36–54.
- Hikmah, J., Aulia, J.S., Purba, J.P., NM, M.A., Hanna, N.S.S., & Septiana, M. 2026. Pengembangan bioplastik alami dengan minyak atsiri sereh untuk meningkatkan kekuatan dan biodegradabilitas. *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, 3(1): 202–212.
- Kamaluddin, M.A., Maryono, M., Hasri, H., & Rizal, H.P. 2022. Pengaruh penambahan plasticizer terhadap karakteristik bioplastik dari selulosa limbah kertas. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(2): 197–208.
- Kowser, M.A., Hossain, S.M.K., Amin, M.R., Chowdhury, M.A., Hossain, N., Madkhali, O., & Rahman, M.M. 2023. Development and characterization of bioplastic synthesized from ginger and green tea for packaging applications. *Journal of Composites Science*, 7(3): 107. <https://doi.org/10.3390/jcs7030107>

- Mahatmanti, F.W., Alauhdin, M., & Kusumaningrum, S.B.C. 2024. Smart and green packaging made from chitosan-based biofilm with the addition of ginger oil and anthocyanins from butterfly pea flower extract (*Clitoria ternatea* L.). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 27(2): 53–63. <https://doi.org/10.14710/jksa.27.2.53-63>
- Marzlan, A.A., Muhialdin, B.J., Abedin, N.H.Z., Manshoor, N., Ranjith, F.H., Anzian, A., & Hussin, A.S.M. 2022. Incorporating torch ginger (*Etilingera elatior* Jack) inflorescence essential oil onto starch-based edible film towards sustainable active packaging for chicken meat. *Industrial Crops and Products*, 184: 115058. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115058>
- Mena-Chacon, L.M., Quispe-Sánchez, L., Huaman-Pilco, A.F., Chávez-Chacón, E., Oblitas, R., Basilio-Atencio, J., & Yoplac, I. 2025. Lemon verbena (*Aloysia citriodora*) essential oil: Physicochemical characterization, microencapsulation, and application in starch-based bioplastics. *Applied Food Research*, p.101530. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101530>
- Pawle, P., Pandey, S., Kumar, A., Agarwal, A., Tripathi, A.D., Saeed, M., & Kamle, M. 2025. Valorization of raw papaya (*Carica papaya*) and citrus peels for development of antimicrobial and biodegradable edible film. *Food Chemistry X*, 25: 102129. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.102129>
- Purnavita, S., Subandriyo, D.Y., & Anggraeni, A. 2020. Penambahan gliserol terhadap karakteristik bioplastik dari komposit pati aren dan glukomanan. *METANA*, 16(1): 19–25.
- Purwanti, A., & Nansi, M.R. 2024. Evaluasi karakteristik rumput laut kering dengan dua metode pengeringan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SainTek)*, 1(2): 1082–1089.
- Ridlo, A., Sedjati, S., Supriyanti, E., & Zanjabila, D.A. 2023. Pengembangan dan karakterisasi bioplastik karagenan-alginat-gliserol dengan perlakuan kalsium klorida. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1): 43–53.
- Rosadi, E., Ridlo, A., & Sunaryo. 2024. Penambahan plasticizer sorbitol terhadap karakteristik bioplastik dari limbah dekaragenan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva, 1966. *Journal of Marine Research*, 13(4): 595–606.
- Sharma, S., Barkauskaite, S., Duffy, B., Jaiswal, A.K., & Jaiswal, S. 2020. Characterization and antimicrobial activity of biodegradable active packaging enriched with clove and thyme essential oil for food packaging application. *Foods*, 9(8): 1117. <https://doi.org/10.3390/foods9081117>
- Silvia, D., Zulkarnain, Z., Fadhillah, R.I., Kamilah, H., & Shah, N.N.A.K. 2024. Effect of ginger (*Zingiber officinale*) extracts on mechanical and antimicrobial properties of ganyong starch edible films as primary packaging of crabstick. *Trends in Sciences*, 21(7): 7711. <https://doi.org/10.48048/tis.2024.7711>
- Sindopong, L.E., Oedjoe, M.D.R., & Djonu, A. 2022. Kualitas sifat fisik karaginan, proksimat, dan organoleptik *Kappaphycus alvarezii* pada umur panen berbeda di Perairan Pasir Panjang Kota Kupang. *Jurnal Aquatik*, 5(1): 98–109.
- Somendrika, D., Akmeemana, C., Wickramasinghe, I., & Wijesekara, I. 2025. Valorization of cassava starch waste for multifunctional packaging: Optimizing antimicrobial, thermal, mechanical, and functional performance through nutmeg essential oil integration. *Chemosphere*, 392: 144739. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2025.144739>
- Souza, V.G.L., Pires, J.R.A., Rodrigues, C., Rodrigues, P.F., Lopes, A., Silva, R.J., & Fernando, A.L. 2019. Physical and morphological characterization of chitosan/montmorillonite films incorporated with ginger essential oil. *Coatings*, 9(11): 700. <https://doi.org/10.3390/coatings9110700>
- Sudhakar, M.P., Magesh Peter, D., & Dharani, G. 2021. Studies on the development and characterization of bioplastic film from the red seaweed (*Kappaphycus alvarezii*). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(26): 33899–33913. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10010-z>
- Venkatachalam, K., Charoenphun, N., Noonim, P., Pechwang, J., & Lekjing, S. 2024. Influence of pomelo pericarp essential oil on the structural characteristics of gelatin-arrowroot tuber flour-based edible films. *RSC Advances*, 14(37): 27274–27287.
- Wang, H.H., Li, M.Y., Dong, Z.Y., Zhang, T.H., & Yu, Q.Y. 2021. Preparation and characterization of ginger essential oil microcapsule composite films. *Foods*, 10(10): 2268. <https://doi.org/10.3390/foods10102268>
- Wei, A., Sesarini, A.Y., & Yosa, A.A. 2025. Tinjauan: Potensi alginat sebagai kemasan bioplastik ramah lingkungan. *Jurnal Agrifoodtech*, 4(1): 10–18.

Zhang, B., Liu, Y., Peng, H., Lin, Y., & Cai, K. 2023. Effects of ginger essential oil on physicochemical and structural properties of agar-sodium alginate edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 245: 125456. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125456>