

PENGARUH RASIO KARAGENAN DAN TEPUNG TAPIOKA TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK BIOPLASTIK BERBASIS RUMPUT LAUT *KAPPAPHYCUS*

Tita Ariyanti Putri¹, Syifa Nurul Callista², Nurjannah³, Lastri Wiyani⁴
titaariyantiputri11@gmail.com¹, syifanucally@gmail.com², nurjannah.nurjannah@umi.ac.id³,
lastri.wiyani@umi.ac.id⁴

Universitas Muslim Indonesia

ABSTRAK

Indonesia masih banyak menggunakan plastik sebagai bahan yang umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Jenis plastik yang paling sering digunakan adalah plastik sintesis. Plastik sintesis memiliki sifat yang sulit terurai secara alami sehingga dapat menimbulkan penumpukan limbah dan mencemari lingkungan. Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan bahan pengganti yang lebih ramah lingkungan dan mudah terdegradasi. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah bioplastik. Bioplastik merupakan jenis plastik yang dibuat dari bahan alami yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga lebih aman terhadap lingkungan dibandingkan plastik konvensional. Bahan utama yang umum digunakan dalam pembuatan bioplastik adalah polisakarida alami, seperti karagenan dan pati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rasio terbaik karagenan dan tepung tapioka terhadap sifat fisik dan mekanik bioplastik yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam pembuatan bioplastik dari karagenan dan tepung tapioka diawali dengan proses perendaman untuk memperoleh ekstrak karagenan dari rumput laut *Kappaphycus alvarezii*, kemudian dilanjutkan dengan proses pemanasan menggunakan hotplate hingga terbentuk larutan bioplastik. Penelitian ini dibuat dalam enam variasi, yaitu karagenan murni, tapioka murni, serta kombinasi karagenan dan tepung tapioka dengan rasio 6:1, 6:2, 6:3 dan 6:4 gr/gr. Bahan tambahan yang digunakan berupa gliserol sebagai pemlastis sebanyak 2 mL dan aquadest sebanyak 100 mL. Pengujian dilakukan terhadap kadar air, daya serap air, ketebalan dan elongasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi karagenan dan tepung tapioka secara signifikan memengaruhi sifat fisik dan mekanis bioplastik. Formulasi dengan rasio 6:2 diidentifikasi sebagai variasi optimal karena menghasilkan karakteristik terbaik yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Formulasi ini menghasilkan kadar air sebesar 26,25% yang memenuhi prinsip pengeringan SNI 1971:2011, serta ketebalan 0,2 mm yang berada di bawah batas maksimum film kemasan SNI sebesar 0,25 mm. Karakteristik mekanisnya didukung oleh nilai elongasi sebesar 103,3%, yang dikategorikan sangat baik karena telah melampaui ambang batas minimum >50%.

Kata Kunci: Bioplastik, Gliserol, Karagenan, *Kappaphycus Alvarezii*, Pati Singkong.

ABSTRACT

Indonesia still relies heavily on plastic as a common material in daily life. The most commonly used type of plastic is synthetic plastic. Synthetic plastic is difficult to break down naturally, which can lead to waste accumulation and environmental pollution. This situation underscores the need to develop alternative materials that are more environmentally friendly and easily biodegradable. One alternative that can be used is bioplastic. Bioplastic is a type of plastic made from natural materials that can be broken down by microorganisms, making it safer for the environment compared to conventional plastic. The primary materials commonly used in bioplastic production are natural

*polysaccharides, such as carrageenan and starch. This study aims to determine the optimal ratio of carrageenan to tapioca flour in relation to the physical and mechanical properties of the resulting bioplastic. The method used to produce bioplastics from carrageenan and tapioca flour begins with a soaking process to obtain carrageenan extract from *Kappaphycus alvarezii* seaweed, followed by heating on a hotplate until a bioplastic solution forms. This study was conducted with six variations: pure carrageenan, pure tapioca, and combinations of carrageenan and tapioca flour in ratios of 6:1, 6:2, 6:3, and 6:4 g/g. The additives used were 2 mL of glycerol as a plasticizer and 100 mL of distilled water. Tests were conducted on moisture content, water absorption, thickness and elongation. The results of the study indicate that variations in the composition of carrageenan and tapioca starch significantly affect the physical and mechanical properties of the bioplastic. The formulation with a 6:2 ratio was identified as the optimal variation because it produced the best characteristics that met the Indonesian National Standard (SNI). This formulation resulted in a moisture content of 26.25%, which met the drying principle of SNI 1971:2011, as well as a thickness of 0.2 mm, which was below the SNI maximum limit for packaging film of 0.25 mm. Its mechanical characteristics are supported by an elongation value of 103.3%, which is categorized as excellent as it exceeds the minimum threshold of >50%.*

Keywords: *Bioplastic, Glycerol, Carrageenan, Kappaphycus Alvarezii, Cassava Starch.*

PENDAHULUAN

Indonesia menempati peringkat kedua sebagai produsen limbah plastik terbesar di dunia, setelah China. Hal ini tercermin dari peningkatan permintaan tahunan yang terus berlanjut. Pada tahun 2019, volume limbah plastik di Indonesia diperkirakan mencapai 9,52 juta ton. Dalam kenyataannya, limbah telah menjadi masalah umum akibat pengelolaan yang kurang optimal, terutama untuk limbah plastik. Masalah limbah plastik muncul sejak tahap awal, pengolahan, hingga tahap akhir. Pada tahap awal, sistem pengolahan akhir tidak efektif, pada tahap pengolahan, sumber daya terbatas, sementara pada tahap akhir, pembuangan limbah terus meningkat. Idealnya, pengelolaan limbah yang efektif harus menerapkan prinsip 3R (reduce, reuse dan recycle), namun pengelolaan ini masih kurang mendapat perhatian publik akibat rendahnya kesadaran lingkungan (Sutrisno dkk., 2023).

Indonesia sering menggunakan plastik sebagai bahan yang lazim di masyarakat. Jenis plastik yang umumnya tersebar adalah plastik sintetis. Plastik sintetis terbuat dari polimer sintetis yang berasal dari minyak bumi. Jenis plastik ini tidak dapat terurai secara alami, artinya sulit atau bahkan tidak mungkin untuk terurai secara alami (Khodijah dan Tobing, 2023).

Plastik terbuat dari bahan kimia petrokimia yang dapat menimbulkan risiko serius jika kembali ke ekosistem. Studi menunjukkan bahwa bahan kimia ini berpotensi merusak kehidupan, terutama manusia. Pembakaran limbah plastik dapat menghasilkan gas beracun, seperti karbon monoksida (CO) dan hidrogen sianida (HCN). Selain itu, plastik yang terbakar, tersebar atau dibuang akan terurai menjadi senyawa kimia berbahaya yang kemudian meresap ke dalam tanah, air, dan udara. Jika zat-zat ini mencapai lingkungan makhluk hidup, dapat menyebabkan cacat lahir, gangguan hormonal dan kanker (Nirmalasari dkk., 2021).

Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini adalah

mengganti plastik non-biodegradable dengan bioplastik. Bioplastik adalah jenis plastik yang diproduksi dari bahan alami (terdapat di alam) yang dapat terurai oleh mikroorganisme, sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan plastik konvensional. Bahan utama yang umum digunakan dalam produksi bioplastik adalah polisakarida alami. Indonesia sebagai salah satu negara yang kaya akan sumber daya alam memiliki potensi besar untuk mengembangkan produk biopolimer seperti bioplastik (Purnavita dkk., 2020).

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* menghasilkan karagenan, yang termasuk dalam fraksi κ -karagenan. Karagenan adalah polimer hidrofilik yang larut dalam air panas dan mampu membentuk gel, sehingga memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan bioplastik. Salah satu keunggulan κ -karagenan adalah memiliki kekuatan gel tertinggi dibandingkan jenis karagenan lainnya. Karagenan dapat membentuk hidrokoloid saat dilarutkan dalam pelarut yang sesuai, menjadikannya ideal sebagai bahan utama dalam produksi bioplastik. Namun, bioplastik berbasis karagenan umumnya bersifat kaku dan rapuh, serta memiliki ketahanan terhadap air dan sifat mekanik yang rendah, terutama saat digunakan tanpa penambahan bahan lain sebagai plasticizer (Brilianti dkk., 2023).

Pada proses pembuatan bioplastik, diperlukan suatu bahan tambahan yang mampu memperbaiki karakteristik fisik maupun mekaniknya, yang dikenal sebagai plasticizer. Penambahan plasticizer memainkan peran penting dalam mencegah lubang dan retakan pada bioplastik, sehingga mengurangi kekakuan dan keretakan yang biasanya muncul pada bahan tanpa plasticizer. Plasticizer adalah senyawa organik berberat molekul rendah yang meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas bioplastik dengan mengurangi gaya antar molekul dalam matriks polimer. Kehadiran plasticizer membuat struktur film menjadi lebih elastis, homogen dan kurang rentan terhadap patahan, sehingga menghasilkan bioplastik berkualitas lebih baik. Pada penelitian jenis plasticizer yang digunakan adalah gliserol (Asriani dkk., 2025).

Penelitian tentang pembuatan bioplastik dari karagenan telah dilakukan oleh (Ridlo dkk., 2023), yang menerangkan bahwa biopolimer tunggal seperti alginat dan karagenan umumnya memiliki keterbatasan dalam sifat mekaniknya, terutama kekuatan tarik dan elongasi, sehingga kurang ideal untuk digunakan dalam produk tertentu. Meskipun kedua jenis bioplastik ini transparan, tidak beracun dan mudah terurai secara biologis, bioplastik yang dihasilkan cenderung kaku dan rapuh. Oleh karena itu, perlu menggabungkannya dengan polimer lain untuk meningkatkan kualitas dan kinerja material yang dihasilkan.

Penggunaan bahan tambahan seperti pati kerap dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik maupun mekaniknya. Salah satu jenis pati yang umum digunakan adalah tepung tapioka, yang berasal dari pengolahan umbi singkong. Tepung tapioka adalah bentuk pati yang dihasilkan melalui proses ekstraksi dan penggilingan umbi singkong untuk mendapatkan produk yang lebih murni. Dibandingkan dengan bahan dasarnya yaitu singkong segar, tepung tapioka memiliki keunggulan dalam stabilitas penyimpanan karena dapat bertahan hingga 1-2 tahun jika dikemas dan disimpan dengan benar. Dari segi komposisi, tepung tapioka mengandung sekitar 12,28% hingga 27,38% amilosa dan 72,61% hingga 87,71% amilopektin. Kandungan amilosa berperan penting dalam menentukan karakteristik mekanis bioplastik, terutama kekuatan dan kekakuan. Sementara itu, amilopektin berkontribusi pada kelengketan optimal dan sifat pembentukan gel, sehingga

mempengaruhi struktur dan fleksibilitas film bioplastik yang dihasilkan (Sriyana dan Indrasmara, 2022).

Penelitian ini menetapkan rasio antara karagenan dan tepung tapioka sebagai variabel utama, karena proporsi kedua bahan tersebut berpengaruh langsung terhadap karakteristik dan mutu bioplastik yang terbentuk. Karagenan berfungsi sebagai polimer utama yang menyediakan kekuatan struktural dasar, sedangkan tepung tapioka berperan sebagai bahan tambahan yang mampu meningkatkan fleksibilitas, homogenitas serta karakteristik mekanik melalui kontribusi amilosa dan amilopektinnya. Perubahan rasio akan menghasilkan variasi interaksi antar-polimer, termasuk tingkat pembentukan gel, kekompakan jaringan dan kemampuan matriks mengikat air, yang berpengaruh terhadap sifat mekanik seperti kekuatan tarik, elongasi serta kestabilan bioplastik selama proses pengeringan.

Salah satu penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengembangan polimer sebagai bahan utama pembuatan bioplastik dilakukan oleh (Mustariani dkk., 2025) menilai dampak variasi komposisi karagenan dan pektin kulit buah naga terhadap bioplastik berbasis tepung tapioka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan rasio bahan baku memiliki dampak signifikan terhadap ketebalan, opasitas dan densitas bioplastik. Karagenan menghasilkan bioplastik yang lebih tebal, padat dan homogen, sementara pektin cenderung meningkatkan opasitas. Proses pengeringan dilakukan selama 24 jam pada suhu ruangan dan 24 jam di dalam oven, menunjukkan bahwa tahap pengeringan memainkan peran penting dalam pembentukan bioplastik. Temuan ini menegaskan bahwa komposisi bahan sangat mempengaruhi kualitas bioplastik dan membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai kombinasi karagenan dan tapioka serta pengaruh waktu pengeringan.

Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh (Brilianti dkk., 2023) mengkaji pengaruh variasi konsentrasi pati terhadap kualitas bioplastik berbasis karagenan dengan gliserol sebagai plasticizer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan jumlah pati menghasilkan bioplastik dengan ketebalan dan kekuatan tarik yang lebih tinggi, namun nilai elongasi cenderung menurun. Rentang ketebalan yang diperoleh adalah 0,13–0,25 mm, kekuatan tarik 6,42–11,47 MPa, dan elongasi 7,03–21,88%. Sebagian besar parameter memenuhi Standar Industri Jepang, sementara elongasi hanya memenuhi Standar Nasional Indonesia pada konsentrasi pati terendah. Penelitian ini menegaskan bahwa variasi komposisi antara karagenan dan pati sangat mempengaruhi sifat mekanik dan struktur bioplastik yang dihasilkan, serta menunjukkan peran penting bahan tambahan dalam meningkatkan karakteristik bioplastik berbasis karagenan.

Penelitian yang akan dilakukan berbeda dalam hal variabel yang digunakan, parameter pengujian dan tujuan yang ingin dicapai. Sementara penelitian sebelumnya berfokus pada pengaruh variasi konsentrasi pati terhadap sifat mekanis dan ketebalan bioplastik berbasis karagenan, penelitian ini mengkaji pengaruh rasio karagenan terhadap pati tapioka terhadap sifat fisik dan mekanis bioplastik, termasuk kadar air, penyerapan air, ketebalan, dan perpanjangan. Selain itu, penelitian ini tidak hanya mengevaluasi pengaruh penambahan pati, tetapi juga menentukan perbandingan karagenan terhadap pati tapioka yang menghasilkan karakteristik bioplastik terbaik.

Berdasarkan temuan penelitian sebelumnya, studi ini dikembangkan untuk

memperoleh formulasi bioplastik berbasis karagenan yang lebih optimal dengan menyesuaikan perbandingan karagenan-tapioka dan mengubah waktu pengeringan. Kedua variabel ini dipilih karena secara langsung mempengaruhi pembentukan struktur film dan sifat fisik dan mekanik yang dihasilkan, seperti ketebalan, kekuatan tarik dan elongasi.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, pada bulan November 2025 hingga Mei 2026.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, pembuatan bioplastik dilakukan dengan memvariasikan komposisi bahan penyusun, antara karagenan dan tepung tapioka. Karagenan digunakan sebagai polimer utama dengan jumlah yang tetap, sedangkan tepung tapioka divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Selain itu, gliserol digunakan sebagai plasticizer dengan jumlah konstan untuk meningkatkan fleksibilitas hasil bioplastik, sementara aquadest ditambahkan sebagai pelarut hingga mencapai volume yang telah ditentukan.

Variasi komposisi dilakukan dalam beberapa formulasi yang meliputi penggunaan karagenan murni, tepung tapioka murni, serta kombinasi karagenan dan tepung tapioka dengan perbandingan 6:1, 6:2, 6:3 dan 6:4 g/g. Setiap formulasi dibuat menggunakan prosedur yang sama untuk menjaga konsistensi proses, sehingga perbedaan karakteristik yang diperoleh dapat dikaitkan dengan variasi komposisi bahan yang digunakan.

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi karagenan dan tepung tapioka terhadap sifat fisik dan mekanik bioplastik, sehingga diperoleh formulasi yang sesuai untuk kebutuhan aplikasi tertentu. Variasi komposisi dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakteristik pada setiap formulasi bioplastik. Evaluasi kualitas bioplastik dilakukan melalui pengujian sifat fisik dan mekanik, meliputi kadar air, daya serap, ketebalan dan elongasi.

1. Variasi Pembuatan Bioplastik dari Karagenan dan Tepung Tapioka

Pada penelitian ini, variasi karagenan murni dan variasi karagenan:tapioka 6:1 tidak menghasilkan film bioplastik yang terbentuk sempurna. Bioplastik yang dihasilkan cenderung lembek, sulit mengering dan menempel pada cetakan. Kondisi tersebut diduga disebabkan oleh komposisi bahan yang belum mampu membentuk matriks film yang stabil. Karagenan diketahui mampu membentuk hidrokoloid apabila dilarutkan dalam pelarut yang sesuai. Namun, bioplastik berbahan dasar karagenan dan gliserol umumnya memiliki ketahanan terhadap air yang rendah serta sifat biodegradabilitas yang tinggi. Sifat hidrofilik karagenan menyebabkan material mudah mengikat dan mempertahankan air di dalam matriks bioplastik sehingga proses pengeringan berlangsung lebih lambat.

Pada variasi karagenan murni, bioplastik yang dihasilkan tidak mampu membentuk lapisan film yang sempurna karena proses pengeringan tidak berjalan secara optimal. Hal ini diyakini berkaitan dengan sifat hidrofilik karagenan, yang memberinya kemampuan tinggi untuk berinteraksi dan mengikat molekul air. Penggunaan 100 mL air suling mengakibatkan air tetap terperangkap di dalam matriks bioplastik selama proses

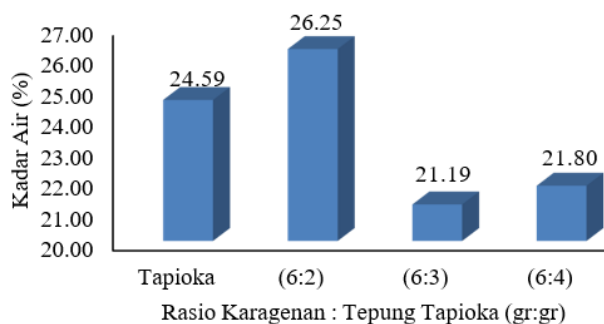
pengeringan. Selain itu, penambahan 2 mL gliserol yang bersifat higroskopis semakin meningkatkan kemampuan matriks untuk mempertahankan kandungan air. Kondisi ini menghambat proses penguapan air, sehingga lapisan yang dihasilkan tetap lembap dan tidak sepenuhnya kering. Fenomena ini menunjukkan bahwa gugus hidroksil dan sulfat yang terdapat dalam struktur karagenan berperan dalam meningkatkan afinitas bahan terhadap air, sehingga memengaruhi proses pembentukan film bioplastik (Khotimah dkk., 2022).

Pada variasi campuran karagenan:tapioka (6:1), pembentukan bioplastik tidak terbentuk sempurna. Pati berkontribusi terhadap kelenturan dan kekuatan bioplastik melalui proses gelatinisasi pembengkakan butiran pati saat sedang dipanaskan, yang menghasilkan jaringan polimer yang mampu menahan air. Namun, dalam kondisi ini, jumlah pati relatif rendah, sehingga kontribusinya terhadap pembentukan jaringan ini terbatas dan tidak cukup untuk mendukung pembentukan film. Karagenan yang mendominasi sistem, membentuk gel melalui interaksi antar rantai polisakarida, tetapi memiliki karakteristik struktural yang berbeda dari pati yang mengalami gelatinisasi. Perbedaan dalam mekanisme pembentukan struktur dan ketidakseimbangan komposisi ini mengakibatkan interaksi polimer yang kurang optimal, sehingga mencegah matriks film terbentuk secara homogen (Brilianti dkk., 2023).

2. Hasil Pengujian Bioplastik dari Karagenan dan Tepung Tapioka

1) Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui jumlah kandungan air yang terdapat pada bioplastik berbahan dasar karagenan dan tepung tapioka. Parameter ini penting karena kadar air dapat memengaruhi sifat fisik, stabilitas dan ketahanan bioplastik selama penyimpanan maupun pada saat penggunaan. Hasil pengujian kadar air pada setiap variasi sampel ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Hasil Analisa Kadar Air pada Bioplastik.

Berdasarkan hasil pengujian kadar air pada Gambar 1, diperoleh bahwa kadar air tertinggi terdapat pada variasi 6:2 sebesar 26,25%, sedangkan kadar air terendah terdapat pada variasi 6:3 sebesar 21,19%. Perbedaan ini dipengaruhi oleh jumlah tepung tapioka dalam formulasi bioplastik. Tepung tapioka mengandung pati (amilosa dan amilopektin) yang dapat mengalami gelatinisasi saat pemanasan sehingga membentuk matriks film yang lebih padat dan terstruktur. Penambahan pati dalam jumlah tepat dapat meningkatkan interaksi antar rantai polimer dan mengurangi rongga dalam matriks, sehingga air lebih mudah keluar selama proses pengeringan. Namun, pada perbandingan 6:4 kadar air kembali

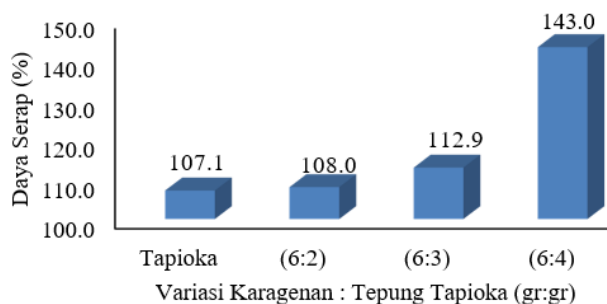
meningkat, diduga karena gugus hidroksil pada pati mampu mengikat air sehingga sebagian air tetap terperangkap.

Tepung pati dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyusun komposit bioplastik karena mengandung komponen amilosa dan amilopektin yang memiliki kemampuan berinteraksi dengan air. Amilosa yang memiliki struktur rantai lurus berperan dalam membentuk ikatan antar molekul sehingga menghasilkan struktur film yang lebih kuat dan padat, sedangkan amilopektin memberikan sifat elastis pada bioplastik. Pada saat proses pemanasan, pati akan mengalami proses gelatinisasi yang menyebabkan terbentuknya matriks film yang lebih homogen. Struktur yang lebih rapat tersebut dapat mengurangi jumlah air yang terperangkap di dalam bioplastik sehingga mempengaruhi nilai kadar air setelah dilakukan pengujian. Oleh karena itu, penambahan tepung tapioka dalam komposisi tertentu pada pembuatan bioplastik terbukti mampu memperbaiki karakteristik bioplastik, terutama terhadap kandungan air dan kestabilan struktur film yang terbentuk (Yanthi dkk., 2022).

Hasil pengujian kadar air pada penelitian ini berada pada rentang 21,19–26,25%, sedangkan penelitian (Nurhabibah dan Kusumaningrum, 2021), pada bioplastik berbasis κ -karagenan *Eucheuma cottonii* dengan penambahan nanoselulosa menunjukkan nilai kadar air sebesar 16,45–30,51%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar air yang diperoleh masih berada pada rentang yang relatif serupa. Rendahnya kadar air pada variasi tertentu menunjukkan terbentuknya struktur matriks bioplastik yang lebih rapat sehingga kemampuan mengikat air menjadi lebih rendah. Sebaliknya, peningkatan kadar air diduga dipengaruhi oleh sifat hidrofilik bahan penyusun yang mampu menyerap air dalam jumlah lebih besar. Perbedaan nilai kadar air pada kedua penelitian diduga dipengaruhi oleh perbedaan komposisi bahan dan interaksi antarpolimer dalam matriks bioplastik yang dihasilkan.

2) Pengujian Daya Serap

Uji penyerapan air dilakukan untuk mengetahui kemampuan sampel dalam menahan paparan air. Nilai penyerapan air dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusun dan struktur matriks yang terbentuk. Hasil pengujian daya serap pada setiap variasi sampel ditampilkan pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2 Hasil Analisa Daya Serap pada Bioplastik.

Berdasarkan hasil pengujian daya serap pada Gambar 2, diketahui bahwa nilai daya serap bioplastik cenderung meningkat pada setiap penambahan komposisi tepung tapioka dalam campuran karagenan dan tepung tapioka. Nilai daya serap terendah diperoleh pada sampel tapioka sebesar 107,1%, kemudian mengalami peningkatan pada variasi 6:2 sebesar

108,0% dan variasi 6:3 sebesar 112,9%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada variasi 6:4 sebesar 143,0%. Data tersebut menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki kemampuan menyerap air yang relatif tinggi.

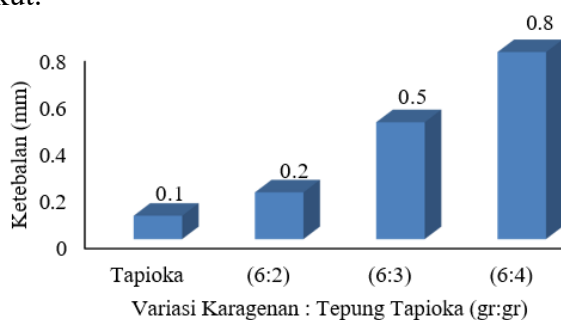
Peningkatan ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tapioka dapat mempengaruhi kemampuan bioplastik dalam menyerap air. Tepung tapioka mengandung pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin, yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang bersifat hidrofilik. Semakin tinggi konsentrasi pati yang digunakan, maka semakin banyak gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen, sehingga dapat meningkatkan jumlah air yang diserap oleh matriks bioplastik. Oleh karena itu, dari hasil pengujian variasi perbandingan 6:4 menghasilkan nilai penyerapan air tertinggi dibandingkan dengan perbandingan lainnya (Rafika dkk., 2023).

Amilopektin yang merupakan salah satu dari komponen utama penyusun pati, memiliki kemampuan membentuk gel dan menghasilkan sifat lekat ketika berinteraksi dengan air, sedangkan amilosa memiliki kemampuan menyerap air dan daya pengembangan yang cukup tinggi. Keberadaan kedua komponen tersebut menyebabkan tepung tapioka mudah berinteraksi dengan air sehingga dapat meningkatkan kemampuan penyerapan air pada bioplastik. Oleh karena itu, semakin besar penambahan tepung tapioka dalam campuran bioplastik, maka nilai daya serap bioplastik yang dihasilkan cenderung mengalami peningkatan secara bertahap signifikan (Akbar dan Febriani, 2019).

Hasil pengujian daya serap pada penelitian ini menunjukkan nilai sebesar 107,1–143%, yang mengindikasikan bahwa kemampuan penyerapan air meningkat seiring perubahan komposisi bahan. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Cengristitama dan Ramlan, 2022), yaitu pembuatan plastik biodegradable berbahan dasar pati sukun dengan hasil akhir yang menunjukkan nilai ketahanan air sebesar 90-99%, di mana ketahanan air dipengaruhi oleh komposisi bahan dan ketebalan film. Pada penelitian ini, peningkatan daya serap diduga disebabkan oleh bertambahnya kandungan tepung tapioka yang bersifat hidrofilik sehingga bioplastik lebih mudah menyerap air. Selain itu, peningkatan ketebalan film juga diduga memengaruhi kemampuan penyerapan air pada bioplastik.

3) Pengujian Ketebalan

Pengukuran ketebalan bioplastik dilakukan untuk mengetahui kesesuaian produk terhadap tujuan penggunaannya. Hasil pengujian ketebalan pada setiap variasi sampel ditampilkan pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Hasil Analisa Ketebalan pada Bioplastik.

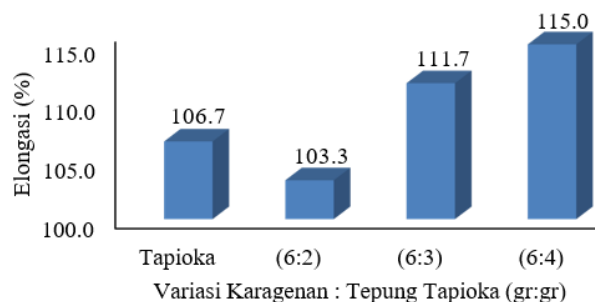
Berdasarkan hasil pengujian yang terlampir pada gambar 3, nilai ketebalan bioplastik meningkat seiring dengan penambahan komposisi tepung tapioka dalam campuran karagenan dan tepung tapioka. Ketebalan terendah diperoleh pada variasi tapioka sebesar 0,1 mm dan terus meningkat pada variasi 6:2 sebesar 0,2 mm, variasi 6:3 sebesar 0,5 mm, hingga mencapai 0,8 mm pada variasi 6:4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan komposisi bahan mempengaruhi ketebalan bioplastik yang dihasilkan.

Penambahan konsentrasi amilum menyebabkan jumlah padatan dalam larutan bioplastik meningkat sehingga volume bioplastik yang terbentuk menjadi lebih besar. Semakin banyak massa padatan yang terdispersi di dalam larutan, maka lapisan film yang dihasilkan cenderung menjadi lebih tebal setelah proses pengeringan. Ketebalan bioplastik merupakan salah satu parameter penting karena dapat mempengaruhi karakteristik lainnya, seperti elongasi dan ketahanan terhadap air. Matriks bioplastik yang lebih tebal dan rapat umumnya memiliki struktur yang lebih padat sehingga laju penetrasi air ke dalam film menjadi lebih rendah. Dengan demikian, peningkatan ketebalan bioplastik dapat membantu meningkatkan ketahanan air pada bioplastik yang dihasilkan, sehingga struktur film lebih kuat (Brilianti, Ridlo dan Sedjati, 2023).

Hasil uji ketebalan dalam penelitian ini menunjukkan nilai berkisar antara 0,1 hingga 0,8 mm, di mana peningkatan perbandingan pati tapioka menyebabkan peningkatan ketebalan bioplastik yang sebanding. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh (Brilianti dkk., 2023) mengenai bioplastik yang berasal dari *Kappaphycus alvarezii*, yang menggunakan konsentrasi pati dan gliserol yang bervariasi untuk menghasilkan ketebalan film sebesar 0,13-0,25 mm. Peningkatan ketebalan diyakini disebabkan oleh peningkatan jumlah padatan dalam larutan bioplastik, yang menyebabkan film yang terbentuk menjadi lebih tebal. Selain itu, kandungan pati lebih tinggi dapat meningkatkan viskositas larutan yang dapat memengaruhi struktur bioplastik.

4) Pengujian Elongasi

Elongasi menunjukkan tingkat kelenturan material berdasarkan perubahan panjang akibat uji tarik. Hasil pengujian elongasi pada setiap variasi sampel ditampilkan pada gambar 4 berikut.



Gambar 4.4 Hasil Analisa Elongasi pada Bioplastik.

Berdasarkan hasil pengujian, nilai elongasi bioplastik pada masing-masing variasi menunjukkan hasil yang berbeda. Variasi tapioka memiliki nilai elongasi sebesar 106,7%, kemudian mengalami penurunan pada variasi 6:2 menjadi 103,3%. Nilai elongasi selanjutnya meningkat pada variasi 6:3 sebesar 111,7% dan mencapai nilai tertinggi pada

variasi 6:4 sebesar 115%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa komposisi karagenan dan tepung tapioka berpengaruh terhadap tingkat kelenturan bioplastik yang dihasilkan.

Peningkatan jumlah tepung tapioka dalam formulasi bioplastik dapat memengaruhi nilai perpanjangan yang dihasilkan. Kandungan tepung, yang terdiri dari amilosa dan amilopektin, berperan dalam pembentukan matriks polimer yang mampu menahan deformasi saat dikenai tegangan tarik. Semakin tinggi jumlah pati yang ditambahkan, semakin besar kemampuan bioplastik untuk meregang sebelum putus, sebagaimana ditunjukkan oleh peningkatan nilai elongasi. Selain itu, kehadiran gliserol sebagai pelembut berkontribusi dalam meningkatkan elastisitas bioplastik dengan meningkatkan fleksibilitas rantai polimer yang terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa pati tidak hanya berfungsi sebagai bahan pembentuk film, tetapi juga dapat menentukan sifat mekanik dari bioplastik yang dihasilkan secara keseluruhan (Hidayat dkk., 2020).

Hasil pengujian elongasi pada penelitian ini menunjukkan nilai sebesar 103,3–115%, yang mengindikasikan bahwa peningkatan rasio tepung tapioka cenderung meningkatkan sifat elastis bioplastik. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian bioplastik berbahan dasar tepung tapioka dengan modifikasi gliserin dan serat bamboo oleh (Sriyana dan Indrasmara, 2022) yang menghasilkan nilai elongasi tertinggi sebesar 224,41%. Studi tersebut menyatakan bahwa penambahan gliserin dapat meningkatkan mobilitas rantai polimer, sehingga meningkatkan nilai elongasi bioplastik. Dalam studi ini, peningkatan nilai elongasi diyakini disebabkan oleh interaksi yang terjadi antara karagenan, pati tapioka dan gliserol, yang dapat membentuk matriks bioplastik yang lebih fleksibel. Sementara itu, penurunan elongasi pada beberapa variasi diyakini disebabkan oleh struktur matriks yang belum terbentuk secara optimal, sehingga mengakibatkan fleksibilitas film yang lebih rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa variasi perbandingan karagenan terhadap tepung tapioka secara signifikan memengaruhi sifat fisik dan mekanis bioplastik yang dihasilkan, termasuk kadar air, daya serap air, ketebalan dan perpanjangan. Dari semua formulasi yang diuji, campuran karagenan dan tepung tapioka dengan perbandingan 6:2 diidentifikasi sebagai formulasi yang paling optimal berdasarkan parameter pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, karena menghasilkan karakteristik yang paling baik dan memenuhi peraturan standardisasi nasional (SNI). Formulasi optimal ini menghasilkan kandungan air sebesar 26,25%, yang berada dalam rentang aman untuk stabilitas penyimpanan sesuai dengan prinsip pengeringan SNI 1971:2011, serta memiliki ketebalan 0,2 mm, yang memenuhi spesifikasi ketebalan maksimum untuk film kemasan plastik yang ditetapkan oleh SNI sebesar maksimal 0,25 mm. Selain itu, karakteristik mekanis formulasi ini didukung oleh nilai elongasi sebesar 103,3%, di mana kinerja fleksibilitas ini dikategorikan sebagai kualitas fisik yang sangat baik untuk film plastik karena nilainya melebihi ambang batas minimum >50%.

Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan bahan aditif lain yang bersifat hidrofobik atau penguat (filler) guna meningkatkan ketahanan bioplastik terhadap air tanpa mengurangi sifat mekaniknya.
2. Disarankan untuk melakukan pengujian sifat mekanik yang lebih lengkap, seperti uji kuat tarik (tensile strength), sehingga karakteristik mekanik bioplastik yang dihasilkan dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A.K. dan Febriani, A.K. (2019) 'Uji Kompresibilitas Granul Pati Singkong dengan Metode Granulasi Basah', *Journal of Pharmacy UMUS*, 01(1), pp. 7–11.
- Alfianty, A.R.D., Tamrin dan Ibrahim, M.N. (2025) 'Kajian Berbagai Jenis Penggunaan Plasticizer terhadap Pembuatan Edible Film', *Jurnal Riset Pangan*, 3(3), pp. 356–363.
- Asriani, N., Asikin, A. N., Irawan, I., Kusumaningrum, I. dan Pamungkas, B. F. (2025) 'Penambahan Campuran Plasticizer Gliserol dan Sorbitol terhadap Karakteristik Edible Film Karagenan', *Journal of Marine Research*, 14(1),
- Brilianti, K.F., Ridlo, A. dan Sedjati, S. (2023) 'Sifat Mekanik dan Ketebalan Bioplastik dari *Kappaphycus alvarezii* menggunakan Variasi Konsentrasi Amilum dengan Pemlastis Gliserol', *Journal of Marine Research*, 12(1), pp. 95–102.
- Cengristitama dan Ramlan, S. (2022) 'Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol dan Kitosan terhadap Karakteristik Plastik Biogradable Berbahan Dasar Pati Sukun', *TEDC*, 16(2), pp. 102–108.
- Dewi, S.R., Widyasanti, A. dan Putri, S.H. (2023) 'Pengaruh Konsentrasi Pati Singkong terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Pati Singkong dengan Penambahan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh', 11(2), pp. 158–167. Diliyani, M. dan Hermanto, B. (2022) 'Nilai Tambah dan Kelayakan Usaha Ubi Kayu Menjadi Tepung Tapioka Pada PT. Hari Sejahtera Tapioka Dusun III
- Halimah, N., Harlina, H. dan Kasnir, M. (2021) 'Laju Pertumbuhan Dan Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus Alvarezii*) dengan Metode Budidaya Yang Berbeda Di Pesisir Pantai Kecamatan Mare Kabupaten Bone', *Seminar Ilmiah Nasional Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim Indonesia*, 1(1), pp. 61–75.
- Hidayat, F., Syaubari dan Salima, R. (2020) 'Pemanfaatan Pati Tapioka dan Kitosan Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Penambahan Gliserol Sebagai Plasticizer', *Jurnal Litbang Industri*, 10(1), pp. 33–38.
- Ikhsan, F., Irawan, H. dan Wulandari, R. (2022) 'Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Varietas Hijau dan Coklat pada Metode Budidaya yang Berbeda', *Intek Akuakultur*, 6(1), pp. 82–91.
- Khodijah, S. dan Tobing, J.M.L. (2023) 'Tinjauan Plastik Biodegradable dari Limbah Tanaman Pangan sebagai Kantong Plastik Mudah Terurai', *Teknotan*, 17(1), pp. 21–26.
- Khotimah, K., Ridlo, A. dan Suryono, C.A. (2022) 'Sifat Fisik dan Mekanik Bioplastik Komposit dari Alginat dan Karagenan', *Journal of Marine Research*, 11(3), pp. 409–419.
- Marsa, Y., Susanto, A.B. dan Pramesti, R. (2023) 'Bioplastik dari Karagenan *Kappaphycus alvarezii* dengan Penambahan Carboxymethyl Chitosan dan Gliserol', *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), pp. 1–8.
- Masahid, A.D., Aprilia, N. A., Witono, Y. dan Azkiyah, L. (2023) 'Karakteristik Fisik dan Mekanik Plastik Biodegradable dengan Penambahan Whey Keju dan Plastisiser Gliserol', *Jurnal*

- Teknologi Pertanian, 24(1), pp. 23–34.
- Mualam, A., Widigdo, B. dan Zairion (2023) ‘Analisis Kawasan Budidaya Rumput Laut (*Kappaphycus Alvarezii*) Berdasarkan Indikator Kesesuaian dan Daya Dukung di Pesisir Kota Baubau’, *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(1), pp. 81–93.
- Mustariani, B.A.A., Sulistiyana, S., Fauziah, P. R. dan Roifah M. (2025) ‘Studi Pembuatan Bioplastik dari Pati Tapioka dengan Pektin Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) dan Karagenan’, *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 21(1), pp. 121–129.
- Nirmalasari, R., Khomsani, A. A., Rahayu, D. N., Lidia, Rahayu, M., Syahrudin, M., Anwar, M. R., Jennah, R., Syafiyah, S., Suriadi dan Setiawan, Y. (2021) ‘Pemanfaatan Limbah Sampah Plastik Menggunakan Metode Ecobrick di Desa Luwuk Kanan’, *Jurnal SOLMA*, 10(3), pp. 469–477.
- Nurhabibah, S.A. dan Kusumaningrum, W.B. (2021) ‘Karakterisasi Bioplastik dari k-Karagenan *Euचेuma Cottonii* Terplastisasi Berpenguat Nanoselulosa’, *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 43(2), pp. 82–94.
- Octaviana, C. dan Pujilestari, S. (2024) ‘Pengaruh Kombinasi Karagenan dan Agar terhadap Mutu Minuman Jeli Sari Kedelai’, *Seminar Nasional Pariwisata dan Kewirausahaan (SNPK)*, 3(1), pp. 723–734.
- Permadani, R.L. dan Silvia (2022) ‘Sintesis Bioplastik dari Selulosa Asetat Tandan Kosong Kelapa Sawit: Sebuah Kajian’, *Jurnal Integrasi Proses*, 11(2), pp. 47–58.
- Pongmassangka, L.N., Harsojuwono, B.A. dan Mulyani, S. (2020) ‘Optimasi Suhu dan Lama Pengeringan pada Pembuatan Komposit Bioplastik Campuran Maizena dan Glukomanan’, *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), pp. 329–337.
- pp. 1–21.
- pp. 128–137.
- pp. 45–53.
- Prihastuti, D. dan Abdassah, M. (2019) ‘Karagenan dan Aplikasinya di Bidang Farmasetika’, *Majalah Farmasetika*, 4(5), pp. 146–154.
- Purnavita, S., Subandriyo, D.Y. dan Anggraeni, A. (2020) ‘Penambahan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Komposit Pati Aren dan Glukomanan’, *Metana*, 16(1), pp. 19–25.
- Putnarubun, C., Ngabalin, D. dan Bugis, M. (2022) ‘Studi Pendahuluan Pembuatan Bioplastik Dari Alga *Caulerpa sp.* dengan Variasi Konsentrasi Asam Asetat’, *Jambura Fish Processing Journal*, 4(1), pp. 46–51.
- Rafika, Masrullita, Dewi, R., Zulnazri, Nasrul ZA. dan Ulfa, R., (2023) ‘Sintesis Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Jalar dengan Variasi Penambahan Plasticizer Gliserol’, *Chemical Engineering Journal Storage*, 3(1), pp. 42–51.
- Ridlo, A., Sabdano, A., Subagiyo, Ario, R., Pratikto, I. dan Hartati, R. (2024) ‘Preparasi dan Karakterisasi Bioplastik dari Limbah Ekstraksi Karagenan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P. C. Silva, 1966 dengan Pemplastis Gliserol’, *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(3), pp. 415–422.
- Ridlo, A., Sedjati, S., Supriyantini dan Zanjabila, D. A. (2023) ‘Pengembangan dan Karakterisasi Bioplastik Karagenan-Alginat-Gliserol dengan Perlakuan Kalsium Klorida’, *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), pp. 43–53.
- Satmalawati, M.E.M., Paramita, B.L. dan Nino, J. (2024) ‘Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Pati Alami Ubi Kayu Hasil Ekstraksi Secara Sederhana’, *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(1), pp. 55–64.
- Sei Basah Di Desa Tadukan Raga Kecamatan Stm Hilir Kabupaten Deli Serdang’, *Journal of Health*

- and Medical Science, 1(2), pp. 140–156.
- Singdopong, E.L., Oedjoe, R.D.M. dan Djono, 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), pp. 98–109.
- Sipahutar, Y.H., Rahman, M. dan Panjaitan, T.F. (2020) ‘Pengaruh Penambahan Karagenan *Eucheuma Cottonii* terhadap Karakteristik Ekado Ikan Nila’, *Authentic Research of Global Fisheries Application Journa*, 2(1), pp. 1–8.
- Sriyana, H.Y. dan Indrasmara, B.P. (2022) ‘Bioplastik Berbahan Dasar Tepung Tapioka dengan Modifikasi Gliserin dan Serta Bambu’, *Chimica et Natura Acta*, 10(2), pp. 60–65.
- Sulistiana, Z., Ridlo, A. dan Sedjati, S. (2024) ‘Karakteristik Biodegradable Film Refined Carrageenan dari *Kappaphycus alvarezii* dengan Pemplastis Gliserol’, *Journal of Marine Research*, 13(3), pp. 493–501.
- Sutrisno, V.L.P., Setyaningrum, D. A., Oktaviani, F., Irfanto, F. D., Husnandar, K. A., Munawaroh, L. F., Pratama, M. E., Safitri, N., Nastiti, P. P., Muna, R dan Safitri, Y. D. (2023) ‘Sosialisasi Pembuatan Kerajinan Berbahan Dasar Kantong Kresek Sebagai Upaya Pengurangan Limbah Plastik Rumah Tangga di Desa Ketaon, Boyolali’, *DEDIKASI: Community Service Reports*, 5(1), pp. 103–111.
- Syamsyyah, M. A., Sari, M. W., Cengrititama dan Nurdini, L. (2023) ‘Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan pada Bioplastik dari Pati Jagung terhadap Waktu Biodegradasi’, *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 20(1), pp. 76–81.
- Tabacof, A., Calado, V. dan Pereira, N. (2024) ‘The Macroalga *Kappaphycus alvarezii* as a Potential Raw Material for Fermentation Processes within the Biorefinery Concept: Challenges and Perspectives’, *Fermentation*, 10(6),
- WoRMS <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=371403>.
- Yanthi, N. kadek V.P., Hartati, A. dan Wiranatha, S. (2022) ‘Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Umbi Talas (*Colocasia Esculenta*) dan Karagenan pada Variasi Rasio Bahan Baku dan Konsentrasi Bahan Penguat Characteristics’, *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian AGROTECHNO*, 7(2),
- Zaky, M.A., Pramesti, R. dan Ridlo, A. (2021) ‘Pengolahan Bioplastik dari Campuran Gliserol, CMC Dan Karagenan’, *Journal of Marine Research*, 10(3), pp. 321–326.