

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan pangan di Indonesia sangat tinggi, mencapai 6,2 ton pada tahun 2020, kenaikannya sebesar 5% dari tahun 2019 dengan konsumsi plastik 5,9 ton, hal ini dikarenakan sifatnya yang fleksibel, ekonomis, tahan pecah, serta efektif dalam menghambat permease oksigen, uap air, dan karbon dioksida (Falah et al., 2021). Kebutuhan plastik sebagai kemasan pangan atau barang semakin lama semakin tinggi karena beberapa kelebihanannya, yaitu transparan, tidak mudah patah, dapat dikombinasikan dengan kemasan lain dan tidak korosif sehingga banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia (Deglas W, 2023). Namun, plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami sehingga setelah digunakan akan menjadi limbah yang sulit diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan (Wahyudi et al., 2018). Hal ini karena bahan utama dalam pembuatan plastik konvensional adalah minyak bumi, sehingga menyebabkan sangat sulit diuraikan secara alami dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat terurai (Niu et al., 2024).

Seiring meningkatnya kesadaran terhadap dampak lingkungan dari plastik, mendorong pengembangan kemasan berbahan organik yang berasal dari sumber terbarukan, yaitu dengan mengembangkan *edible film* yang dapat terdegradasi secara alami oleh mikroorganisme menjadi ramah lingkungan. Pemanfaatan bahan alami yang bersifat terbarukan dan ramah lingkungan sebagai material utama dalam pembuatan *edible film* merupakan salah satu pendekatan yang ketergantungan efektif terhadap untuk penggunaan menekan plastik konvensional dalam kemasan pangan. *Edible film* merupakan kemasan yang dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme, sehingga mengurangi dampak terhadap lingkungan.

Edible film adalah lapisan tipis yang berfungsi sebagai kemasan primer makanan dan terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi. *Edible film* berperan menghambat masuknya oksigen, uap air, dan zat terlarut tanpa mengubah sifat makanan, serta dapat dikonsumsi bersamaan dengan produk yang dikemas (Beyza et al., 2018). Dari berbagai jenis biopolimer alami, selulosa menonjol karena ketersediaannya yang melimpah, sifatnya yang terbarukan, dan kemampuannya membentuk film yang baik. Selulosa dan turunannya, seperti selulosa asetat, nanokristal selulosa, dan nanofiber selulosa, telah terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik, ketahanan terhadap uap air, serta memberikan sifat antibakteri dan antioksidan pada *edible film*. Hal ini sebagai alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan plastik di dalam kemasan pangan (Zhang et al. 2021). Selulosa adalah polimer karbohidrat (polisakarida) dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$ merupakan bahan yang tersedia di alam paling melimpah dan merupakan salah satu komponen dalam dinding sel yang memiliki fungsi menjaga struktur dan kekuatan dinding sel (Afeeza & Dilipan,



2024). Selulosa merupakan biopolymer yang dapat diperoleh dari hasil pertanian, karena mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak menjadi bioplastik. Keunggulan dari polimer jenis ini adalah tersedia sepanjang tahun (*renewable*) dan mudah hancur secara alami (*biodegradable*). Di Indonesia penggunaan selulosa sebagai bahan baku untuk bioplastik mempunyai potensi besar karena ketersediaan bahan baku selulosa sangat melimpah, diantaranya nanas, kelapa, Jerami, padi, dan rumput laut yang bisa dijadikan sebagai alternatif sumber selulosa pada *biodegradable film* (Mentari et al., 2023).

Penelitian mengenai *edible film* telah dilakukan dengan berbagai jenis bahan utama, terutama dalam pengembangan bahan ramah lingkungan yang terbuat dari polimer alami seperti protein, polisakarida, lemak dan komposit. Bahan yang sering digunakan sebagai bahan utama yaitu selulosa, pektin, pati, kitosan dan ekstrak rumput laut (Krochta dan Mudler-Jhonso, 1997). Selulosa merupakan biopolimer yang kaya akan gugus hidroksil, sehingga sangat reaktif dan memungkinkan terjadinya berbagai modifikasi kimia seperti esterifikasi, eterifikasi dan oksidasi untuk meningkatkan karakteristik fungsionalnya yang bersifat biodegradasi (Madhushree et al., 2025). Selulosa dapat diperoleh dari berbagai sumber alam, yaitu kapas, kayu, dedak sereal, kulit buah serta rumput laut (Baghel et al., 2021). Beberapa penelitian yang terkait mengenai *edible film* dengan menggunakan selulosa sebagai bahan utamanya.

Tabel 1.1 Penelitian terkait *edible film* berbasis selulosa.

Bahan dasar <i>Edible film</i>	Bahan Tambahan	Hasil Penelitian	Sumber Pustaka
Selulosa tongkol jagung	SEkstrak daun kersen (<i>Muntingia Calabura</i>)	<i>Edible film</i> yang dihasilkan memiliki aktivitas antibakteri melalui pengujian senyawa flavonoid dalam komposisi <i>edible film</i>	Latifah, 2022
Selulosa rumput laut <i>Sargassum Sp.</i>	Kitosan gliserol	<i>Edible film</i> yang diproduksi memiliki potensi sebagai kemasan makanan, karena memenuhi standar industri.	Pardan dkk., 2025
Selulosa rumput laut <i>Ulva Lactuca</i>	Ulvan gliserol	Film yang dihasilkan meningkatkan ketebalan, kelarutan, permeabilitas uap air dan menunjukkan sifat penghantaran sinar UV dan sinar tampak yang baik	Gomaa et al., 2022
	*Minyak esensial dan kitosan	Film yang dihasilkan menunjukkan memiliki potensi sebagai kemasan yang dapat memperpanjang umur simpan bahan pangan	Silva et al., 2023

Berdasarkan dari **Tabel 1.1**, dapat disimpulkan bahwa selulosa merupakan bahan yang sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan *edible film*, karena memiliki sifat biodegradable dan tidak berbahaya. Dibandingkan dengan tanaman darat, rumput laut memiliki keunggulan yaitu tidak adanya atau rendahnya kandungan lignin dalam strukturnya. Rumput laut juga mengandung selulosa dalam jumlah yang cukup tinggi terutama pada limbah hasil pengolahan agar, sehingga menjadikannya sumber yang ekonomis dan mudah diperoleh.

Rumput laut merupakan tanaman laut yang tumbuh cepat dan dapat dibudidayakan secara efisien tanpa memerlukan lahan subur, air tawar atau penggunaan pestisida. Rumput laut merupakan sumber polisakarida yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan *edible film* karena harganya terjangkau, ketersediannya melimpah, sifatnya yang mudah terurai, serta aman dan tidak beracun bagi kesehatan (Ebrahimzadeh et al., 2023). Kandungan polisakarida yang tinggi, terutama selulosa, menjadikannya bahan baku potensial untuk berbagai aplikasi berbasis bioteknologi, namun proses pemurnian diperlukan untuk memisahkan selulosa dari senyawa lain seperti hemiselulosa, lignin dan pigmen warna alami, sehingga diperoleh selulosa kemurnian tinggi. Salah satu rumput laut yang melimpah dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi yaitu jenis rumput laut merah adalah *Eucheuma cottonii*. Rumput laut *E. cottonii* mengandung sekitar 17% selulosa (Zulferyanni, 2016). Selulosa dari rumput laut memiliki sifat yang mudah terurai dan termasuk sumber terbarukan sehingga bisa dijadikan sebagai bahan utama dalam pembuatan *edible film* (Jellyne et al., 2014). Melimpahnya produksi *E. cottonii* di Indonesia mendorong peneliti untuk memanfaatkan rumput laut sebagai sumber selulosa dan menjadi bahan utama pada pembuatan *edible film* sebagai upaya mengoptimalkan potensi rumput laut khususnya di wilayah Sulawesi Selatan.

Pengembangan modifikasi bahan tambahan dalam pembuatan *edible film* sangatlah beragam, selain penting untuk meningkatkan sifat mekanik pada film juga penting untuk mengetahui aktivitas senyawa yang terkandung didalamnya (Sutra dkk., 2020). Salah satu bahan yang banyak digunakan dalam formulasi *edible film* adalah kitosan. Penambahan kitosan dalam formulasi *edible film* dilakukan karena memiliki sifat kekuatan daya tahan, fleksibilitas yang baik serta sulit untuk robek (Murni dkk., 2015). Struktur kitosan memiliki muatan positif pada gugus amina, sehingga dapat berikatan dengan minyak dan lemak dan bersifat sebagai antimikroba (Bajpai, 2019). Kitosan juga memiliki sifat seperti membentuk film, bersifat hidrofobik, terdegradasi di alam, tidak beracun, serta mampu meningkatkan transparansi dalam pembuatan *edible film*. Selain itu, kitosan memiliki sifat biodegradabilitas yang tinggi sehingga ramah lingkungan dan dapat terurai secara alami tanpa meninggalkan residu yang berbahaya (Elsherif et al., 2024).



isi sebagai penghalang uap air dan gas, sehingga mampu oksidasi sekaligus menjaga kelembaban produk pangan (Fang nbahan kitosan juga terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik kuat tarik dan elongasi, melalui interaksi dengan komponen ain yang menghasilkan matriks lebih kuat serta elastis (Elsherif et kimia, kitosan dapat berikatan dengan polisakarida atau protein

melalui ikatan hidrogen dan interaksi elektrostatis, sehingga membentuk struktur film yang lebih homogen.

Penambahan plasticizer sangat penting untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas pada edible film. Plasticizer telah terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik dari *edible film*. Gliserol merupakan plasticizer yang sering digunakan dalam pembuatan *edible film* karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekuler. Penggunaan gliserol dalam proses pembuatan *edible film* berfungsi sebagai plasticizer yang bekerja dengan menurunkan kekakuan struktur polimer, sehingga menghasilkan film dengan fleksibilitas dan elastisitas yang lebih baik (Asfaw et al., 2023). Penambahan gliserol sebagai plasticizer pada film selulosa asetat meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas film, meskipun dapat mengurangi transparansi. (Yuan et al., 2022). Tanpa plasticizer, film yang dihasilkan cenderung kaku dan rapuh akibat kuatnya ikatan antarmolekul dalam struktur polimer.

Pengujian aktivitas senyawa antimikroba seperti antibakteri dan antijamur merupakan tahap penting dalam pengembangan *edible film*. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa *edible film* dapat memberikan perlindungan terhadap pertumbuhan bakteri pada makanan, serta dapat meningkatkan keamanan daya simpan pada produk pangan (Ariani et al., 2024). Penambahan senyawa antimikroba ke dalam matriks film dapat menghambat pertumbuhan bakteri, jamur, dan mikroorganisme lainnya pada permukaan pangan (Periyasamy et al., 2025). Beberapa senyawa antimikroba yang umum digunakan dalam pembuatan *edible film* seperti kitosan, minyak atsiri, dan asam organik. Kitosan merupakan biopolimer yang bersifat antimikroba (Fang et al., 2025). Penambahan kitosan tidak hanya meningkatkan sifat mekaniknya, tetapi juga memberikan perlindungan terhadap mikroorganisme pathogen seperti *E. coli* dan *S. aureus* (Periyasamy et al., 2025).

Uji potensi aktivitas antibakteri dan antijamur bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan film dalam mencegah pertumbuhan bakteri dan jamur atau menghambat mikroorganisme yang dapat merusak produk makanan atau bahan pangan yang dilapisi oleh suatu film (Torrijos et al., 2022). Mekanisme kerja antijamur terdiri dari penghambatan pertumbuhan mikroba, perusakan dinding sel, interaksi dengan antijamur lain, pengaruh terhadap mitokondria serta memiliki pengaruh terhadap metabolisme lipid (Silva dkk., 2023).

Aktivitas antijamur pada kitosan telah dibuktikan melalui berbagai penelitian, yang menunjukkan bahwa kitosan memiliki potensi antifungal yang tinggi dan efektif dalam menghambat pertumbuhan berbagai jenis jamur, sehingga dapat menjadi Solusi yang baik dalam mencegah pertumbuhan bakteri (Hossain et al., 2019).

Analisis *edible film* pada industri pangan digunakan sebagai kemasan makanan yang dapat dikemas dengan *edible film* yaitu dodol. Dodol atau produk pangan tradisional yang dikenal luas oleh masyarakat umumnya dikemas menggunakan plastik berbasis polimer sintetik. Oleh karena itu, analisis terhadap karakteristik *edible film* selulosa dari rumput laut *E. cottonii* sangat penting untuk mendukung penggunaannya sebagai alternatif kemasan dodol yang ramah lingkungan.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. bagaimana pengaruh penambahan selulosa terhadap karakteristik *edible film*?
2. bagaimana aktivitas antimikroba pada *edible film* berbahan dasar selulosa dari rumput laut *E. cottonii* dengan penambahan kitosan?
3. bagaimana efektivitas penggunaan *edible film* berbahan dasar selulosa *E. cottonii* sebagai kemasan dodol?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. menentukan pengaruh penambahan selulosa terhadap karakteristik *edible film*.
2. menentukan aktivitas antimikroba pada *edible film* berbahan dasar selulosa dari rumput laut *E. cottonii* dengan penambahan kitosan?
3. mengevaluasi efektivitas penggunaan *edible film* berbahan dasar selulosa *E. cottonii* sebagai kemasan dodol?

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan kemasan makanan ramah lingkungan dengan memanfaatkan bahan alam berupa selulosa dari rumput laut *E. cottonii* dengan penambahan kitosan. Dari aspek lingkungan, *edible film* berpotensi sebagai alternatif pengganti kemasan konvensional karena sifatnya yang biodegradable dan tidak mencemari lingkungan. Secara ekonomi, pemanfaatan rumput laut melimpah diperairan Indonesia, sehingga dapat meningkatkan nilai tambah untuk usaha kecil dan menengah. Selain itu, *edible film* dapat digunakan langsung untuk membungkus produk pangan seperti dodol, sehingga lebih aman dikonsumsi dan ramah lingkungan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang terfokus pada pemisahan selulosa dan karakterisasi selulosa dari rumput laut *E. cottonii* dan dilanjutkan dengan produksi *edible film* yang berfungsi sebagai kemasan yang bersifat biodegradable dan antimikroba. *Edible film* menunjukkan dapat terurai dan memiliki aktivitas yang baik dalam menghambat pertumbuhan mikroba.



ri
lut

Rumput laut (seaweed) merupakan salah satu tumbuhan laut yang termasuk dalam kelompok makro alga *benthic* atau *benthic algae* yang habitatnya di dasar perairan dengan cara melekat. Tumbuhan ini tidak bisa dibedakan bagian antara akar, batang dan daun, sehingga bagian tumbuhan tersebut disebut *thallus*. Bentuk *thallus* ini beragam, ada yang bulat seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantong, atau ada juga yang seperti rambut. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan diri pada karang, lumpur, pasir, batu dan benda keras lainnya. Selain benda mati, rumput laut juga dapat melekat pada tumbuhan lain (Anggadiredja et al., 2006; Putra, 2023). Rumput laut memiliki peranan penting secara biologi dan ekologi pada ekosistem laut. Rumput laut dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu alga hijau (*Chlorophyceae*), alga hijau-biru (*Cyanophyceae*), alga coklat (*Phaeophyceae*), dan alga merah (*Rhodophyceae*).

a. Alga Hijau

Alga Hijau (*Chlorophyceae*) dapat ditemukan pada kedalaman hingga 10 meter atau lebih di daerah yang memiliki penyinaran yang cukup. Rumput laut jenis ini tumbuh melekat pada substrat seperti batu, batu karang mati, cangkang molusca, dan ada juga tumbuh di atas pasir. Di Indonesia rumput laut ini terdapat sekitar 12 marga, dan sekitar 14 jenis yang telah dimanfaatkan sebagai bahan konsumsi dan obat.

b. Alga Coklat

Alga coklat (*Phaeophyceae*) memiliki struktur tubuh yang bervariasi mulai dari yang berbentuk filamen hingga yang menyerupai tumbuhan tingkat tinggi. Tumbuhan jenis ini merupakan kelompok alga laut penghasil algin (*Alginofit*). Pada umumnya alga coklat hidup di laut, tumbuh di dasar perairan dan melekat pada substrat dengan menggunakan holdfast. Kelompok alga coklat memiliki bentuk yang bervariasi tetapi hampir sebagian besar jenisnya berwarna coklat. Di Indonesia, jenis alga coklat yang umum dijumpai adalah jenis *Sargassum*, *Turbinaria*, *Dictyota* dan *Padina*.

c. Alga Merah

Alga merah (*Rhodophyceae*) atau biasa disebut rumput laut merah merupakan kelas dengan spesies yang bernilai ekonomis dan paling banyak dimanfaatkan. Alga merah umumnya tumbuh melekat pada substrat tertentu seperti pada karang, lumpur, pasir, batu dan benda keras lainnya, dan juga dapat ditemukan di hutan mangrove (Mushlihah et al., 2021). Di Indonesia alga merah atau rumput laut merah terdiri dari 17 marga dan 24 jenis dan 31 jenis diantaranya telah banyak dimanfaatkan dan bernilai ekonomis. Jenis rumput laut yang termasuk dalam kelas alga merah sebagai penghasil karaginan adalah *Kappaphycus* dan *hypnea*, sedangkan yang mengandung agar-agar (*agarifit*) adalah *Gracilaria* dan *Gelidium*.



nempunyai komposisi kimia yang berbeda-beda. Perbedaan rumput laut dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya perbedaan habitat tumbuh, umur panen dan kondisi lingkungan (Ortiz et al.,

Rumput laut diketahui kaya akan nutrisi esensial, seperti enzim, 1 amino, mineral, trace elements khususnya yodium, dan vitamin an K. Senyawa bioaktif yang dimiliki oleh rumput laut dapat

meningkatkan fungsi pertahanan tubuh dari radiasi sinar ultraviolet (UV) dan sebagai antioksidan alami (Riskaprilisa et al., 2023).

1.6.2 Rumput laut *Eucheuma cottonii*

Rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* atau biasa dikenal dalam dunia niaga dengan nama *Eucheuma cottonii*, menjadi salah satu rumput laut yang sering dibudidayakan karena kebutuhannya rumput laut jenis ini dari tahun ke tahun terus meningkat. *Eucheuma cottonii* merupakan jenis makroalga yang dapat ditemukan didasar perairan dan menempel pada substrata atau terapung di permukaan perairan. *Eucheuma cottonii* biasanya berwarna hijau atau cokelat kemerahan, sehingga sering dibedakan menjadi varietas hijau dan varietas coklat (Hidayatulbaroroh, 2020). Klasifikasi *Eucheuma cottonii* (Guiry M & Guiry, 2021) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Biliphyta
Filum	: Rhodophyta
Subfilum	: Eurhodophytina
Kelas	: Florideophyceae
Subkelas	: Rhodymeniophycidae
Ordo	: Gigartinales
Famili	: Solieriaceae
Genus	: <i>Eucheuma</i>
Spesies	: <i>Eucheuma cottonii</i>



Gambar 1.1. Rumput laut *Eucheuma cottonii*

Potensi penggunaan rumput laut *Eucheuma cottonii* dalam bidang industri pangan sangat besar. *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut penghasil karagenan, termasuk dalam kelas *Rhodophyceae* (Alga merah). Karagenan ini memiliki banyak fungsi sebagai stabilizer (penstabil), bahan pengental dan pengemulsi yang digunakan dalam berbagai industri seperti industri makanan, farmasi, biologi, dan kosmetik. Rumput laut *Eucheuma cottonii* mengandung karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin. *Eucheuma cottonii* memiliki kandungan karbohidrat sebanyak 15-20% (Hidayatulbaroroh, 2020). Selain itu juga merupakan sumber vitamin, seperti vitamin



A, B1, B2, B6, B12 dan vitamin C, serta mengandung mineral seperti K, Ca, P, Na, Fe dan Iodium.

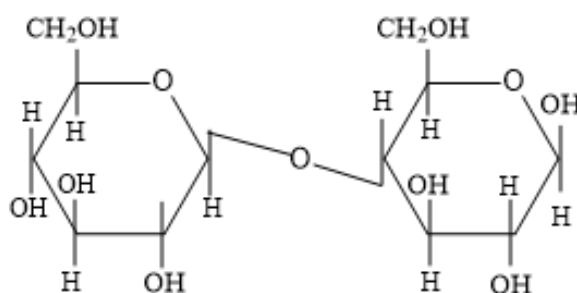
Tabel 1.2. Komposisi kimia rumput laut *Eucheuma cottonii*. (Diharmi et al., 2020)

Parameter	Kandungan (Tiap 100 g bahan)
Kadar Air (%bb)	34,67
Kadar Abu (%bk)	14,22
Kadar Lemak (%bk)	0,47
Kadar Protein (%bk)	7,21
Kadar Karbohidrat (%bk)	78,16
Serat Kasar (%bk)	8,52

Keterangan: *bb = basis basa, **bk = basis kering

1.6.3 Selulosa

Selulosa adalah bagian utama yang menyusun dinding sel tumbuhan. Selulosa merupakan polimer yang ketersediaannya banyak di alam, akan tetapi selulosa yang ada di alam tidak ada dalam keadaan murni. Biasanya selulosa yang ditemui akan berbentuk lignoselulosa. Lignoselulosa adalah gabungan dari berbagai komponen yakni, lignin, hemiselulosa dan selulosa yang merupakan komponen penyusun dinding sel tumbuhan.



Gambar 1.2. Struktur Selulosa

Selulosa merupakan suatu polimer yang tersusun atas unit-unit anhidroglukosa yang terhubung melalui ikatan glikosida $\beta - 1,4 - D$ (Asmoro et al., 2018). Polimer alami ini memiliki ikatan antara unit anhidroglukopiranososa yang tersusun secara linier, dengan setiap unitnya terikat pada atom karbon nomor satu dan empat melalui ikatan β -glikosida. Rumus empirik selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$ dengan n adalah derajat polimerisasi (Zamruddin et al., 2025). Selulosa mengandung karbon sekitar 44,44%, hidrogen 6,17% dan oksigen 49,39%. Pada umumnya, kandungan selulosa berkisar 40-50% dari berat kering bahan berlignoselulosa (Chen, 2014; Putra, 2023). Variasi ini dipengaruhi oleh tempat tumbuh, jenis biomassa, umur lam batang tumbuhan dan faktor lingkungan.

Derajat polimerisasi merupakan jumlah unit monomer yang Menyusun suatu polimer. Polimerisasi merupakan rasio antara berat molekul selulosa dan berat molekul monomer (Fatriasari et al., 2019). Selulosa dapat dibedakan berdasarkan



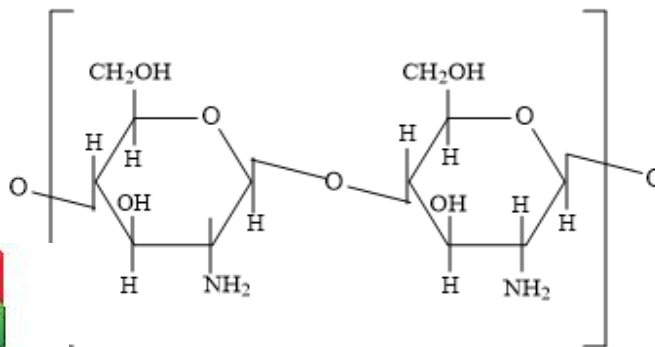
derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5% yaitu :

- Selulosa α (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai Panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) 600-1500. A-selulosa digunakan sebagai penduga atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
- Selulosa β (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan.
- Selulosa γ (*Gamma Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP kurang dari 15, kandungan utamanya adalah hemiselulosa.

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tumbuhan dari pohon tingkat tinggi hingga organisme laut, seperti alga, flagelata, dan bakteri. Organisme alga dapat dijadikan sebagai salah satu sumber alternatif selulosa (Fatriasari et al., 2019). Kandungan selulosa dari alga dapat dijadikan sebagai biomassa potensial yang digunakan dalam industri pangan dan farmasi sebagai pengisi, pengental serta stabilizer.

1.6.4 Kitosan

Kitosan merupakan polimer rantai panjang glukosamin memiliki struktur (β -1,4-2 amino-2-deoksi-D-Glukosa) yang merupakan produk hasil deasetilasi kitin yang (Mulyani et al., 2019). Kitosan berbentuk serpihan putih kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa. Kitosan memiliki gugus fungsional yaitu gugus amina, sehingga memiliki derajat reaksi kimia yang tinggi. Kitosan dapat dipemisahan dari cangkang rajungan, kulit udang dan limbah kulit hewan *Crustaceae* lainnya. Kitosan didapatkan melalui proses deasetilasi dari kitin, dimana gugus asetil pada kitin oleh hidrogen diubah menjadi gugus amino dengan penambahan larutan basa kuat konsentrasi tinggi (Gijiu et al., 2022). Kitosan memiliki sifat antimikroba sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengawet pada produk olahan pangan.



Gambar 1.3. Struktur Kitosan



Derajat deasetilasi kitin mencapai 70% (tergantung dari jenis polimernya), dapat larut dalam larutan asam membentuk kitosan. Kelarutan ini terjadi dengan tahapan protonasi pada gugus fungsi $-NH_2$ pada posisi C-2 rantai D-Glukosamin dimana polisakarida diubah menjadi polielektrolit dalam suasana asam (Ismail et al., 2023). Berat molekul kitosan yaitu 800 kDa. Berat molekul ini tergantung dari derajat deasetilasi yang dihasilkan pada saat ekstraksi. Semakin banyak gugus asetil yang hilang dari biopolimer, maka semakin kuat interaksi antar ion dan ikatan hidrogen dari kitosan (Mars et al., 2024).

Kitosan memiliki sifat dan mekanisme penghambatan, sehingga dapat digunakan sebagai agen antibakteri. Antibakteri adalah bahan yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Kitosan akan berikatan dengan glutamate pada membrane sel bakteri. Selain itu, kitosan akan berikatan dengan fosfolipid membran terutama fosfatidil kolin yang bisa meningkatkan permeabilitas inner membran. Naiknya permeabilitas inner membrane akan memudahkan cairan sel untuk keluar. Hal ini mengakibatkan sitoplasma mengalami lisis sehingga keluar membawa metabolit lainnya (Yan et al., 2021). Kitosan memiliki gugus amino kationik (NH_3^+) yang mampu berikatan kuat dengan permukaan sel mikroba yang memiliki muatan negative, sehingga mengakibatkan deporalisasi membrane seluler mikroba sebagai akibat terganggunya keutuhan dinding sel. Ikatan gugus amino dengan permukaan sel mikroba dapat menyebabkan kematian bagi mikroba (Ke et al., 2021).

1.6.5 Plasticizer

Plasticizer merupakan komponen dari *edible film* yang digunakan untuk melunakkan struktur film yang kaku, serta memperbaiki sifat fisik dan mekanik film. Agar plasticizer dapat mengubah sifat polimer dasar, plasticizer dicampurkan secara menyeluruh ke dalam matriks polimer dengan proses pemanasan hingga plasticizer larut. Plasticizer yang berbeda menunjukkan sifat yang berbeda dalam proses pencetakan hingga sifat fisik produk yang dihasilkan. Plasticizer merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang dapat meningkatkan fleksibilitas dan kelenturan *edible film* melalui penurunan gaya antar molekul serta meningkatkan mobilities rantai polimer (Zaky et al., 2021). Plasticizer yang sering digunakan pada pembuatan *edible film* antara lain gliserol, sorbitol, dan polietilen glikol (PEG) (Asriani et al., 2025).

Gliserol merupakan senyawa organik dengan rumus kimia ($C_3H_8O_3$) yang merupakan senyawa alkohol polihidrat yang dikenal juga dengan propane-1,2,3-triol, terdiri dari tiga rantai karbon dengan gugus hidroksil yang menempel pada setiap karbon sehingga dapat dengan mudah mengikat air ketika terjadi proses pemanasan.



Gliserol merupakan salah satu bahan baku alami yang tidak beracun terhadap manusia maupun hewan. Gliserol termasuk komponen utama trigliserida yang terdapat pada lemak nabati. Gliserol banyak digunakan dalam produk makanan, minuman, kosmetik, pelarut, pemanis, pelembab, dan pengawet pada sereal dan buah-buahan. Gliserol higroskopis mengurangi kelembaban dan memperpanjang umur simpan produk (Asriani et al., 2025).

1.6.6 Perbedaan Bioplastik dan Edible Film

Biodegradable terdiri atas tiga kata yaitu *bio* berarti makhluk hidup, *degra* berarti terurai dan *able* berarti dapat. *Biodegradable* berarti mampu menjalani proses dekomposisi menjadi karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), air (H_2O), senyawa anorganik dan biomassa yang mekanisme utamanya adalah proses enzimatik dilakukan oleh mikroorganisme yang dapat diukur pada tes standar dalam periode waktu tertentu (Sudhakar et al., 2018; Syamsidar, 2024). Plastik biodegradable juga dikenal dengan istilah bioplastik. Bahan dasar bioplastik juga berasal dari makhluk hidup, baik dari senyawa.

Edible film salah satu jenis kemasan yang ramah lingkungan bahkan bisa langsung ikut dikonsumsi Bersama pangan yang dikemasnya karena terbuat dari bagian bahan pangan alami tertentu. *Edible film* berperan sebagai lapisan yang dapat didegradasi oleh bakteri dan terbuat dari sumber daya yang dapat diperbaharui. Selain itu edible film memberikan perlindungan dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas.

Tabel 1.3 Standar mutu bioplastik dan edible film

Karakteristik	Bioplastik	Edible Film
Ketebalan <i>edible film</i>	Max 0,25 mm	Max 0,25 mm
Laju transmisi uap air	-	Max 7 g/m ² /24 jam
Kuat Tarik	1-10 MPa	Min 0,3 MPa
Elongasi	10-20 %	Min 10%

1.7 Kerangka Konseptual

Plastik merupakan salah satu limbah yang memiliki sifat penguraian sangat lama. Keberadaannya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang berbahaya bagi makhluk hidup. Oleh sebab itu, diperlukan solusi untuk mengurangi atau mengganti kemasan plastik sintesis dengan plastik biodegradable yang ramah lingkungan. Salah satu kemasan yang ramah lingkungan yaitu *edible film*.

Edible film merupakan lapisan tipis yang dapat dikonsumsi karena terbuat dari polimer alam dan dapat dibentuk diatas komponen makanan. Bahan baku edible film berasal dari polimer alam seperti polipeptida (protein), polisakarida (pati), dan lipida. Beberapa keuntungan penggunaan bahan polimer alam yaitu, memiliki ketersediaan melimpah, mudah terurai, mudah diperoleh dan murah.

Sumber selulosa yang berpotensi menjadi bahan dasar edible film yaitu rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Eucheuma cottonii* mengandung selulosa yang dapat bahan edible film. Selulosa adalah komponen utama dinding sel rumput laut, dan dapat diekstrak untuk digunakan dalam film. Ekstraksi selulosa dari rumput laut dapat menjadi alternatif dan ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan bahan pengkusan makanan.



1.8 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan, maka hipotesis pada penelitian ini yaitu.

1. Penambahan selulosa dari rumput laut *E. cottonii* berpengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film*, seperti ketebalan, kelarutan, kuat tarik dan elongasi.
2. *Edible film* berbahan dasar selulosa *E. cottonii* dengan penambahan kitosan menunjukkan aktivitas antibakteri dan antijamur yang signifikan terhadap mikroorganisme uji.
3. *Edible film* yang diformulasikan dari selulosa *E. cottonii* efektif digunakan sebagai kemasan dodol, ditinjau dari aspek perlindungan fisik dan daya simpan.

1.9 Daftar Pustaka

Afeeza, K. L. G., & Dilipan, E. (2024). Enhancing salt stress tolerance in black gram (*Vigna mungo* L.) through the exogenous application of seaweed liquid fertilizer derived from *Sargassum* sp. *Algal Research*, 81(4), 103588.

<https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103588>

Anggadiredja, J., Zatrika, A. dan Purwoto, H., 2006. Rumput Laut Cetakan I. Jakarta: Penerbit Swadaya.

Ariani, S. R. D., Rohmatun, T. D., Susilowati, E., Setyowati, W. A. E., Munifah, I., & Sholihah, K. K. R. (2024). Optimization of Antibacterial Edible Film Formulation Based on Chitosan, Velvet Bean Ethanol Extract, and Cinnamon Essential Oil. *JPKP (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 9(3), 467-470.

<https://doi.org/10.20961/jkpk.v9i3.90152>

Asfaw, W. A., Tafa, K. D., & Satheesh, N. (2023). Optimization of citron peel pectin and glycerol concentration in the production of edible film using response surface methodology. *Heliyon*, 9(3):13724.

<https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E13724>

Asriani, N, A. N. Asikin, I. Irawan, I. Kusumaningrum, and B. F. Pamungkas. (2025) "Penambahan Campuran Plasticizer Gliserol dan Sorbitol Terhadap Karakteristik Edible Film Karagenan," *Journal of Marine Research*, 14(1), 45-53. <https://doi.org/10.14710/jmr.v14i1.35481>

Baghel, R. S., Reddy, C. R. K., & Singh, R. P. (2021). Seaweed-based cellulose: Applications, and future perspectives. *Carbohydrate Polymers*, 267(11), 41-42.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118241>

Bajpai, P., 2019, *Biobased Polymers: Properties and Applications in Packaging*, Elsevier Amsterdam

U., & Hecer, C. (2018). Edible films and coatings: A good idea from technology. *J. Food Technol*, 5, 28-33.

<https://doi.org/10.18488/journal.58.2018.51.28.33>

Technology of Lignocellulose: Theory and Practice. New York:



- Deglas, W. (2023). Pengaruh jenis plastik polyethylene (PE), polypropylene (PP), high density polyethylene (HDPE), dan overheated polypropylene (OPP) terhadap kualitas buah pisang mas. *Agrofood*, 5(1), 33-42.
<https://doi.org/10.63848/agf.v05n1.5>
- Diharmi, A., & Irasari, N. (2020). Characteristic of carrageenan *Eucheuma cottonii* collected from the coast of Tanjung Medang Village and Jaga Island, Riau. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 404(1), 012049.
<http://doi:10.1088/1755-1315/404/1/012049>
- Ebrahimzadeh, S., Biswas, D., Roy, S., & McClements, D. J. (2023). Incorporation of essential oils in edible seaweed-based films: A comprehensive review. *In Trends in Food Science and Technology* 135(2):43–56.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.03.015>
- Elsherif, W. M., Zayed, G. M., & Tolba, A. O. (2024). Antimicrobial activity of chitosan-edible films containing a combination of carvacrol and rosemary nano-emulsion against *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and *Listeria monocytogenes* for ground meat. *International Journal of Food Microbiology*, 418(16):110713.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110713>
- Falah, Z. K., Suryati, S., Sylvia, N., Meriatna, M., & Bahri, S. (2021). Pemanfaatan tepung glukomanan dari pati umbi porang (*Amorphophallus Muelleri* Blume) sebagai bahan dasar pembuatan edible film. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 1(3), 50-62. <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i3.5064>
- Fang, Z., Yang, Y., Lin, S., Xu, L., Chen, S., Lv, W., Wang, N., Dong, S., Lin, C., Xie, Y., Liu, J., Meng, M., Wen, W., & Yang, Y. (2025). Development and antimicrobial activity of composite edible films of chitosan and nisin incorporated with perilla essential oil-glycerol monolaurate emulsions. *Food Chemistry*, 462:141006 <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2024.141006>
- Fatriasari, W., Masruchin N. dan Hermiati E., 2019. *Selulosa: Karakteristik dan Pemanfaatannya*. Jakarta: LIPI Press.
- Gîrju, C. L., Isopescu, R., Dinculescu, D., Memecică, M., Apetroaei, M.-R., Anton, M., Schröder, V., & Rău, I. (2022). Crabs Marine Waste—A Valuable Source of Chitosan: Tuning Chitosan Properties by Chitin Extraction Optimization. *Polymers*, 14(21):4492-4503.
<https://doi.org/10.3390/polym14214492>
- Gomaa, M., Al-Badaani, A.A., Hifney, A.F. (2022). Utilization of cellulose and ulvan from the green seaweed *Ulva lactuca* in the development of composite edible films with natural antioxidant properties. *J Appl Phycol.* 34, 2615–2626.
<https://doi.org/10.1007/s10811-022-02786-z>
- Guiry, MD, & Guiry. 2021. *AlgaeBase*. World-wide Electronic Publication. National Ireland, Galway. <http://Avwww.algaebase.org>
- R. (2020). Teknik Dan Finansial Budidaya Rumput Laut *Cottonii* Dengan Metode Jalur Di Kelompok Tani Mitra Bahari g Pademawu Pamekasan Madura. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, <https://doi.org/10.47532/jiv.v2i2.93>



- Hossain, F., Follett, P., Salmieri, S., Vu, K.D., Fraschini, C. and Lacroix, M. (2019) Antifungal Activities of Combined Treatments of Irradiation and Essential Oils (EOs) Encapsulated Chitosan Nanocomposite Films in In Vitro and In Situ Conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 295, 33-40.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.02.009>
- Ismail, R., Fitriyana, D. F., Bayuseno, A. P., Pradiptya, P. Y., Muhamadin, R. C., Nugraha, F. W. & Cionita, T. (2023). Investigating the effect of deacetylation temperature on the characterization of chitosan from crab shells as a candidate for organic nanofluids. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*. 103(2):55-67.<https://doi.org/10.37934/arfmts.103.2.5567>
- Jellyne, P., Tamayo, dan Rosario, E.J.D. 2014. Chemical Analysis and Utilization of Sargassum sp. as Substrate for Ethanol Production. *Iranica Journal of Energy & Environment*. 5 (2): 202-208.
- Ke, C.-L., Deng, F.-S., Chuang, C.-Y., & Lin, C.-H. (2021). Antimicrobial Actions and Applications of Chitosan. *Polymers*, 13(6):904-925.
<https://doi.org/10.3390/polym13060904>
- Krochta, J.W., and De Mulder-Johton, C. 1997. Edible And Biodegradable Polymer Film: Challenges And Opportunities. *J. Food Tech*. 51(2):61-74.
- Latifah, R. N. (2022). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Melalui Penambahan Ekstrak Daun Kersen (Muntingia Calabura) Dalam Pembuatan Edible Film. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 7(1):77-90.
- Madhushree, M., Vairavel, P., Mahesha, G. T., & Bhat, K. S. (2025). Oxidative Modifications of Cellulose: Methods, Mechanisms, and Emerging Applications. *Journal of Natural Fibers*, 22(1), 2497910.
<https://doi.org/10.1080/15440478.2025.2497910>
- Mentari, P. R. A., Andreansyah, I., Amanda, P., Marlina, R., Suharti, S., Agustina, S., & Syamani, F. A. (2023). Cellulose isolation and characterization of green seaweed *C. Lentillifera* from Halmahera, Indonesia. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 12(2):112-119. <https://doi.org/10.15294/jbat.v12i2.44578>
- Mulyani, R., Mulyadi, D., & Yusuf, N. (2019). Preparation and characterization of chitosan membranes from crab shells (*Scylla olivacea*) for beverage preservative. *Jurnal Kimia Valensi*, 5(2):242-247.
<http://doi:10.15408/jkv.v5i2.10637>
- Mushlihah, H., Amri, K., & Faizal, A. (2021). Diversity and Distribution of Macroalga to Environmental Condition of Makassar City. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 7(1):16-26.
- Murni, Harso, Desi dan Novita. 2015. Pembuatan Edible film dari Tepung Jagung (*Zea Mays L.*) dan Kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* 17(1).
- an, K., Yang, X., Niu, S., Xu, X., Zhou, H., Fu, Q., & Li, X. (2024). Enhancement Techniques of Plastic Waste Degradation in the A Review. *Sustainability*, 16(21), 9395.
<https://doi.org/10.3390/su16219395>



- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J. and Hernandez, J.L., 2006. Dietary Fiber, Amino Acid, Fatty Acid and Tocopherol Contents of the Edible Seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *J. Food Chem.* 99: 98–104.
- Pardan, N. A. (2025). *Formulasi edible film berbasis selulosa rumput laut (Sargassum sp.) dengan fortifikasi kitosan sebagai pengemas makanan yang bersifat antimikroba* (Tesis Magister, Universitas Hasanuddin). Program Studi Magister Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Periyasamy, T., Asrafali, S. P., & Lee, J. (2025). Recent Advances in Functional Biopolymer Films with Antimicrobial and Antioxidant Properties for Enhanced Food Packaging. *Polymers*, 17(9), 1257.
<https://doi.org/10.3390/polym17091257>
- Putra, A.E., 2023. Sintesis Selulosa Asetat dari Rumput Laut (*Gracillaria sp.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran untuk Meningkatkan Kualitas Air di Daerah Pesisir. Tesis tidak diterbitkan. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin
- Rizkaprilisa, W. (2023). Pemanfaatan Rumput Laut Sebagai Pangan Fungsional: Systematic Review: Indonesia. *Science Technology and Management Journal*, 3(2), 28-33.
- Silva, S. J., Samba, N., Mendes, J., Pires, J. R. A., Rodrigues, C., Curto, J., Gomes, A., Fernando, A. L., & Silva, L. (2023). Sustainable Food Packaging with Chitosan Biofilm Reinforced with Nanocellulose and Essential Oils. *Macromol*, 3(4), 704-722. <https://doi.org/10.3390/macromol3040040>
- Sudhakar, Y. N., Selvakumar, M. dan Bhat, D. 2018. Biopolymers Electrodes. *Fundam. Appl. Energy Storage*: Elsevier.
- Torrijos, R., Nazareth, T. M., Calpe, J., Quiles, J. M., Mañes, J., & Meca, G. (2022). Antifungal activity of natamycin and development of an edible film based on hydroxyethylcellulose to avoid *Penicillium* spp. growth on low moisture mozzarella cheese. *LWT*, 154, 112795.
<https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112795>
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 14(1):58-67.
<https://doi.org/10.33658/jl.v14i1.109>
- Yan, D., Li, Y., Liu, Y., Li, N., Zhang, X., & Yan, C. (2021). Antimicrobial Properties of Chitosan and Chitosan Derivatives in the Treatment of Enteric Infections. *Molecules*, 26(23), 7136.
<https://doi.org/10.3390/molecules26237136>



i, X., Wu, Y., Zang, K., Zeng, J. & Zhou, H. (2022). Improvement onal properties of cellulose acetate film by incorporating with 1-propanol. *Cellulose*, 29(14), 7823-7836.
<https://doi.org/10.1007/s10570-022-04752-x>

- Zaky, M.A., Pramesti, R., & Ridlo, A., 2021. Pengolahan Bioplastik dari Campuran Gliserol, CMC dan Karagenan. *Journal of Marine Research*, 10(3): 321-326. <http://doi.org.10.14710/jmr.v10i3.28491>
- Zamruddin, N. D., Salleh, K. M., Zakaria, S., & Punithan, S. (2025). Hidrogel dengan Sifat Terbiodegradasi Terkawal Berasaskan Selulosa dengan Ekstrak Bawang Putih. *Sains Malaysiana*, 54(3), 691.
- Zhang, W., Zhang, Y., Cao, J., & Jiang, W. (2021). Improving the performance of edible food packaging films by using nanocellulose as an additive. *International Journal of Biological Macromolecules*, 166, 288-296. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.10.185>
- Zulferiyenni, Z., Marniza, M., & Sari, E. N. 2014. The Effects Of Glycerol And Tapioca Concentration On The Characteristics Of *Eucheuma cottonii* Seaweed Dreg-Based Biodegradable. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 19(3), 257-273. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v19i3.257%20-%20273>



BAB II

TOPIK PENELITIAN I

PEMISAHAN SELULOSA DAN KARAKTERISASI SELULOSA DARI RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN *EDIBLE FILM*

2.1 Abstrak

Latar Belakang, rumput laut *E. cottonii* merupakan sumber daya hayati yang melimpah diperairan Sulawesi Selatan, khususnya di Kabupaten Takalar. *E. cottonii* memiliki selulosa yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pada pembuatan *edible film*. **Tujuan,** penelitian ini bertujuan untuk memisahkan selulosa dari *E. cottonii* dan menganalisis kadar lignoselulosa yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. **Metode,** metode yang digunakan untuk menganalisis kadar lignoselulosa yaitu dengan menggunakan metode Van Soest. Analisis dilakukan dengan mengukur perubahan kandungan lignoselulosa pada sampel serbuk rumput laut *E. cottonii* mentah dan hasil pemisahan selulosa. **Hasil,** penelitian ini menunjukkan hasil analisis perubahan yang signifikan pada komponen lignoselulosa, yaitu kadar selulosa yang meningkat dari 9,17% menjadi 73,40%, kadar hemiselulosa menurun dari 10,84% menjadi 0,55% dan kadar lignin meningkat dari 1,31% menjadi 2,00%. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemisahan selulosa dari rumput laut *E. cottonii* berhasil meningkatkan kemurnian selulosa dengan mengurangi kadar hemiselulosa. **Kesimpulan,** kesimpulan dari penelitian ini yaitu selulosa dari *E. cottonii* memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan dasar pada pembuatan *edible film* yang ramah lingkungan.

2.2 Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu produsen rumput laut terbesar di dunia, dengan kontribusi lebih dari 38% terhadap produksi global. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), produksi rumput laut Indonesia mencapai lebih dari 10,8 juta ton pada tahun 2024, yang didominasi oleh spesies *E. cottonii*, terutama dari kawasan Indonesia Timur seperti Sulawesi Selatan. Potensi pengembangan rumput laut nasional masih sangat besar, mengingat dari total potensi lahan budidaya laut seluas 12 juta hektar, baru sekitar 0,8% yang termanfaatkan (KKP, 2025).

E. cottonii merupakan spesies rumput laut yang banyak dibudidayakan di wilayah tropis, termasuk Indonesia, dan dikenal kaya akan kandungan polisakarida seperti selulosa. Sebagian besar penelitian selama ini berfokus pada selulosa sebagai produk utama, sedangkan residu biomassa yang tersisa sering kali kurang dimanfaatkan secara optimal. Selulosa dari rumput laut memiliki potensi sebagai bahan dasar untuk pembuatan film biodegradable, bahan baku bio-komposit, dan aplikasi farmasi lainnya (Syad et al., 2023). Sebagai sumber selulosa memiliki kandungan lignin yang rendah



dibandingkan tumbuhan terrestrial, sehingga mudah diekstraksi dan berpotensi menghasilkan selulosa murni (Salem & Ismail, 2022). Rumput laut *E. cottonii* mengandung sekitar 17% selulosa (Zulferyenni, 2014).

Rumput laut termasuk dalam biomassa lignoselulosa yang mengandung lignin, hemiselulosa dan selulosa. Jika dibandingkan dengan tanaman terrestrial, rumput laut dapat tumbuh dengan mudah dan dapat dipanen dalam waktu singkat, serta memiliki kandungan lignin yang sedikit sehingga tidak memerlukan perlakuan yang sulit untuk memperoleh selulosa (Ilyas et al., 2021). Rerata kandungan selulosa rumput laut berdasarkan klasifikasinya yakni *Phaeophyta* (alga coklat) 2,2-10,2%, *Rhodophyta* (alga merah) 1,4-17,2%, dan *Chlorophyta* (alga hijau) 1,5-21,6% (Siddahanta et al., 2013; Henggu et al., 2024).

Selulosa merupakan senyawa karbohidrat rantai lurus dengan glukosa sebagai monomer penyusunnya, dimana antar monomernya dihubungkan oleh ikatan glikosida. Selulosa adalah polimer karbohidrat alami yang melimpah di bumi dan merupakan komponen struktural penting dari dinding sel berbagai tanaman dan tumbuhan laut (George dan Sabapathi, 2015). Selulosa tidak larut dalam air karena memiliki ikatan hidrogen yang kuat baik intramolekul maupun antarmolekul. Selulosa mengandung karbon (44,44%), hidrogen (6,17%) dan oksigen (49,39%). Pada umumnya, kandungan selulosa berkisar 40-50% dari berat kering bahan berlignoselulosa. Variasi kandungan dipengaruhi oleh tempat tumbuh, jenis biomassa, umur tumbuhan, letak dalam batang tumbuhan dan faktor lingkungan (Chen, 2014; Putra, 2023).

Selulosa merupakan salah satu komponen dari lignoselulosa. Dimana lignoselulosa adalah komponen organik di alam yang berlimpah dan terdiri dari tiga polimer, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Harahap, 2012; Putra 2023). Untuk memperoleh kandungan selulosa murni maka dilakukan proses delignifikasi yakni berguna untuk menghilangkan kandungan selain selulosa, yaitu lignin dan hemiselulosa (Rohman, 2020). Selulosa yang diperoleh dari rumput laut memiliki struktur berpori seperti spons, yang membedakannya dari selulosa tumbuhan darat (Bhutiya et al., 2018). Keunggulan selulosa terletak pada sifat mekanik yang baik, bersifat biodegradabilitas, serta kemampuan membentuk film. Sifat ini menjadikan selulosa sebagai bahan baku potensial dalam berbagai aplikasi, salah satunya dalam pembuatan film (Baghel et al., 2021).

Penentuan kadar selulosa hasil pemisahan membutuhkan metode analisis yang dapat mengukur kandungan lignoselulosa yaitu dengan menggunakan metode Van Soest (Van Soest et al., 1991), yang dikembangkan untuk mengevaluasi komponen serat kasar tanaman seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Liu et al., 2023). Dengan demikian, metode Van Soest memiliki peranan penting dalam analisis selulosa, khususnya dalam proses pemisahan selulosa dari biomassa *E. cottonii*.



2.3 Metode

2.3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2024 hingga November 2024 di Laboratorium Biokimia Fakultas Mipa, Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Laboratorium Terpadu Departemen Kimia fakultas MIPA.

2.3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah rumput laut *E. cottonii*, HNO_3 3,5%, NaOH 2%, H_2O_2 10%, larutan ADF, larutan NDF, H_2SO_4 72%, alkohol 70%, dan aquades. Semua bahan yang digunakan pada proses pemisahan selulosa dari rumput laut *E. cottonii* dan uji kadar lignoselulosa dengan menggunakan metode Van Soest.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia sebagai wadah penyimpanan sampel, neraca analitik untuk menimbang sampel, thermometer untuk mengukur suhu pada proses hidrolisis, hot plate untuk memanaskan sampel, *magnetic stirrer* untuk menghomogenisasi, oven untuk mengeringkan sampel hasil pemisahan, alat ukur pH untuk memastikan pH larutan, spektrofotometer FT-IR SHIMADZU yang berfungsi untuk mendeteksi gugus fungsi, desikator, tirisasi, dan kertas saring.

2.3.3 Pengambilan Sampel

Sampel rumput laut *E. cottonii* diambil diperaian desa Ujung Baji Kecamatan Sanrobone, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.

2.3.4 Preparasi Rumput Laut *E. cottonii*.

Preparasi sampel dimulai dengan mengambil sampel dari pesisir Pantai, kemudian sampel dicuci bersih dibersihkan dari kotoran berupa, pasir, atau sampah yang menempel pada sampel. Sampel dikeringkan dibawah sinar matahari ± 7 hari. sampel kemudian dihaluskan dengan menggunakan alat grinder. Serbuk rumput laut diperoleh kemudian diayak dengan menggunakan sieve shaker ukuran 70 mesh selama 15 menit. Sampel dimasukkan kedalam wadah penyimpanan untuk proses selanjutnya.

2.3.5 Pemisahan selulosa dari Rumput Laut *E. cottonii*.

Serbuk rumput laut yang diperoleh dihidrolisis dengan HNO_3 3,5% lalu dipanaskan kemudian dinetralkan dan didiamkan hingga terbentuk endapan. Endapan yang terbentuk didelignifikasi dengan pelarut NaOH 2% dengan pada suhu 120 °C selama 1 jam, kemudian dinetralkan dan terbentuk endapan. Endapan yang terbentuk dilakukan proses pemisahan dengan menggunakan H_2O_2 10% lalu dipanaskan suhu 60 °C selama 15 menit,



kemudian dinetralkan dan diendapkan. Kemudian hasil yang diperoleh dikeringkan dan dikarakterisasi dengan FTIR (Putra, 2023).

2.3.6 Penentuan Kadar Lignoselulosa.

Uji kadar lignoselulosa dilakukan dengan menggunakan metode Van Soest, yang mencakup beberapa tahapan, yaitu penentuan kadar ADF (*Acid Detergent Fiber*), NDF (*Neutral Detergent Fiber*), hemiselulosa, lignin, selulosa dan abu tak larut.

2.3.6.1 Kadar *Acid Detergent Fiber* (ADF)

Sample sebanyak 0,4 g (a gram) dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 40 mL larutan ADF dan tutup rapat. Masukkan kedalam air mendidih selama 1 jam lalu saring. Penyaringan dilakukan dengan bantuan pompa vakum, juga dengan menggunakan penyaring kaca masir yang sudah ditimbang sebagai b gram. Pencucian dilakukan dengan selulosa dengan Metode Van Soest menggunakan acetone, dan air panas. Masukkan kedalam oven selama 8 jam atau biarkan bermalam pada suhu 105 °C. Setelah itu, dimasukkan lagi ke dalam desikator untuk melakukan pendinginan dan kemudian ditimbang sebagai c gram. Perhitungan kadar ADF dapat dijelaskan pada persamaan (1).

$$\text{Kadar Acid Detergent Fiber (ADF)} = \frac{c-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

a = Berat sample bahan kering

b = Berat sintered glass kosong

c = Berat sintered glass + residu penyaring setelah diovenkan

2.3.6.2 Kadar *Neutral Detergent Fiber* (NDF)

Sampel seberat 0,2 g (a) ditimbang dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer berkapasitas 250 mL, kemudian ditambahkan 30 mL larutan NDF. Campuran dalam Erlenmeyer ditutup rapat dan dipanaskan dalam air mendidih selama 1 jam dengan pengocokan sesekali. Setelah proses pemanasan, campuran disaring menggunakan sintered glass no.1 yang telah diketahui beratnya (b), dengan bantuan pompa vakum. Residu yang diperoleh dicuci dengan 100 mL aquades mendidih hingga busa hilang, kemudian dilanjutkan dengan pencucian menggunakan 50 mL alkohol. Residu yang telah dicuci dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C selama 8 jam. Residu yang telah dikeringkan didinginkan dalam desikator selama 30 menit sebelum dilakukan penimbangan (c). Perhitungan kadar NDF dan hemiselulosa dijelaskan pada persamaan (2) dan (3).



$$\frac{c-b}{a} \times 100\% \quad (2)$$

$$a (\%) = \% \text{ NDF} - \% \text{ ADF} \quad (3)$$

g)

glass kosong (g)

glass kosong + residu penyaring setelah dioven

2.3.6.3 Kadar Lignin dan Selulosa

Sintered glass yang berisi residu ADF (c) ditempatkan di atas petridisk dan ditambahkan 20 mL H₂SO₄ 72%. Campuran diaduk secara berkala untuk memastikan bahwa sampel terbasahi secara sempurna dengan H₂SO₄, kemudian dидiamkan selama 2 jam. Setelah itu, campuran dihisap menggunakan pompa vakum sambil dibilas dengan air panas hingga bersih. Padatan yang telah dikeringkan dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang (d). Padatan tersebut kemudian dipanaskan dalam tanur pada suhu 500 °C selama 2 jam, didinginkan lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit sebelum dilakukan penimbangan (e). Perhitungan kadar lignin, abu yang tidak larut, dan selulosa dijelaskan pada persamaan (4), (5), dan (6).

$$\text{Kadar Lignin (\%)} = \frac{e-f}{a} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Kadar Abu yang Tidak Larut (\%)} = \frac{f-b}{a} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{Kadar Selulosa (\%)} = \% \text{ ADF} - \% \text{ Lignin} - \% \text{ Abu yang tidak larut} \quad (6)$$

Keterangan:

a = Berat Sampel (g)

d = Berat *sintered glass* + sampel setelah dioven dan desikator (g)

e = Berat *sintered glass* + sampel setelah ditanur (g)

2.4 Hasil dan Pembahasan

2.4.1 Preparasi Rumput laut *E. cottonii*

Rumput laut *E. cottonii* merupakan rumput laut yang melimpah di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Rumput laut *E. cottonii* merupakan salah satu sumber bahan baku yang kaya polisakarida, termasuk selulosa. *E. cottonii* memiliki kandungan selulosa sebesar 17% (Zulferyanni, 2016). Proses pemisahan selulosa dari *E. cottonii* dimulai dari tahapan preparasi, rumput laut yang didapatkan dari tambak kemudian dibersihkan untuk menghilangkan pengotor, lalu dipotong kecil kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari hingga kering. Rumput laut yang telah kering kemudian digiling hingga menjadi serbuk. Adapun gambar rumput laut sebelum dan setelah digiling dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1. a) Rumput Laut *E. cottonii* sebelum digiling; b) Rumput laut *E. cottonii* setelah digiling

2.4.2 Pemisahan Selulosa Rumput Laut *E. cottonii*

Proses pemisahan selulosa dari rumput laut *E. cottonii* melalui beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu hidrolisis dengan menggunakan HNO_3 3,5% bertujuan untuk menghasilkan lignoselulosa, yaitu campuran lignin dan selulosa. Pada tahap hidrolisis ini, asam nitrat berperan dalam menghidrolisis ikatan-ikatan non-selulosa yang ada dalam matriks dinding sel rumput laut, menghasilkan selulosa yang lebih murni. Proses hidrolisis dan delignifikasi pada pemisahan selulosa dapat dilihat pada **Gambar 2.2.**

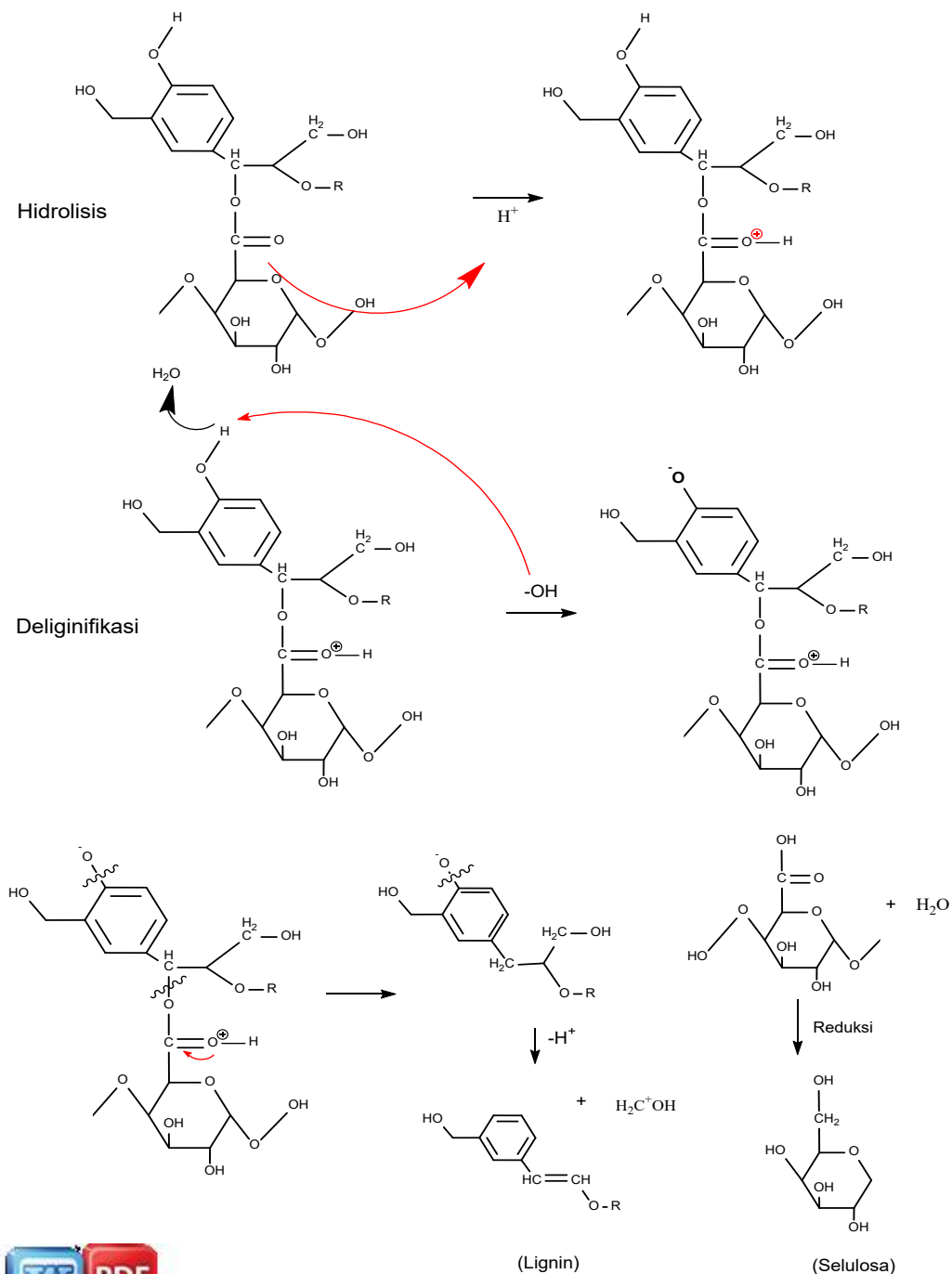


Gambar 2.2. Proses Hidrolisis dan Delignifikasi pada pemisahan selulosa

Proses hidrolisis menghasilkan larutan berwarna coklat, hal ini disebabkan oleh degradasi komponen non-selulosa, seperti hemiselulosa. Reaksi hidrolisis lignoselulosa menggunakan asam nitrat (HNO_3) melibatkan dua mekanisme utama, yaitu hidrolisis ikatan glikosidik pada selulosa dan hemiselulosa serta oksidasi lignin. Dalam mekanisme hidrolisis, ion H^+ dari HNO_3 yang berikatan dengan H_2O akan membentuk ion hidronium (H_3O^+) yang menyerang ikatan glikosidik pada selulosa dan hemiselulosa (Oriez et al., 2019). Serangan ini menghasilkan pemutusan ikatan C-O pada rantai polisakarida, yang membentuk monomer-monomer sederhana seperti glukosa dan xilosa. Proton yang dilepaskan akan terus berinteraksi dengan ikatan glikosidik lainnya, sehingga proses hidrolisis terjadi secara berulang hingga molekul selulosa terpecah menjadi gula sederhana. Adapun reaksi yang terjadi pada proses hidrolisis dapat dilihat pada **Gambar 2.3**

Tahap berikutnya yaitu delignifikasi dengan menggunakan NaOH 2% dan Na_2SO_3 2% yang bertujuan memisahkan lignin dari selulosa. Proses delignifikasi dilakukan untuk memperoleh selulosa murni, dengan tujuan melarutkan sisa lignin dari tahap sebelumnya. Penggunaan NaOH pada tahap ini bertujuan untuk merusak struktur lignin pada bagian kristalin dan amorf (Wulansari dan Suprianto, 2016). Proses ini akan berwarna hijau kehitaman yang disebabkan oleh reaksi antara produk degradasi yang terbentuk selama delignifikasi.





Gambar 2.3 Reaksi pemisahan selulosa

lignifikasi, NaOH yang digunakan akan berinteraksi dan merusak dan selulosa. Ion Na^+ akan berikatan dengan lignin membentuk g bersifat polar yang mudah larut dalam air pada saat pencucian.



Lignin yang terlarut ditandai dengan warna hitam yang disebut lindi hitam (black liquor). Hasil akhir dari proses ini kemudian disaring untuk memisahkan selulosa dari lignin. Selulosa hasil penyaringan selanjutnya dicuci dengan menggunakan aquades yang bertujuan untuk menetralkan pH dan menghilangkan pengotor yang masih tersisa pada selulosa. Pengecekan pH dengan memakai filtrat hasil penyaringan menggunakan kertas pH hingga netral.

Tahap selanjutnya yaitu bleaching (pemutihan) dengan menggunakan H_2O_2 10% dan dicuci dengan aquades lalu dikeringkan hingga menghasilkan selulosa berwarna putih. Penggunaan H_2O_2 bertujuan untuk menghilangkan zat pengotor, seperti lignin, dan senyawa yang masih tertinggal pada selulosa. Secara kimia, H_2O_2 dalam kondisi alkali akan terurai menjadi ion perhidroksil (HOO^-), yang berperan sebagai agen oksidasi utama dalam proses pemutihan. Ion ini menyerang ikatan kromofor dalam pigmen dan senyawa warna lainnya, memutus atau mengubah struktur ikatan rangkap terkonjugasi sehingga senyawa tersebut kehilangan sifat penyerapannya terhadap cahaya tampak, menghasilkan efek pemutihan pada selulosa. Selain itu, reaksi oksidasi ini juga dapat mendegradasi residu lignin atau senyawa organik lainnya yang dapat mempengaruhi kemurnian dan warna selulosa. Adapun gambar dari hasil bleaching (pemutihan) dengan menggunakan H_2O_2 10% dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4. Hasil Bleaching selulosa dengan H_2O_2

Setelah tahapan pemisahan selulosa dari rumput laut *E. cottonii* telah dilakukan yang meliputi pencucian, hidrolisis, delignifikasi dan bleaching, serta pengeringan, diperoleh serbuk selulosa berwarna putih kekuningan. Masing-masing tahapan bertujuan untuk mengeliminasi komponen non-selulosa seperti lignin, hemiselulosa, dan zat pengotor lainnya, sehingga diperoleh selulosa dengan kemurnian yang tinggi. Keberhasilan proses pemisahan dievaluasi melalui perhitungan rendemen, yaitu dengan membandingkan bobot kering selulosa yang diperoleh terhadap bobot awal rumput laut sebelum pemisahan. Hasil perhitungan rendemen ditampilkan pada



Tabel 2.1. Rendemen Selulosa dari Rumput Laut *E. cottonii*

Berat Awal Rumput Laut Kering (g)	Berat Selulosa Setelah Pemisahan (g)	Rendemen (%)
50,0013	3,6362	7,27
50,0211	3,6156	7,23
50,0027	3,5323	7,06
50,0101	3,4762	6,95
50,0093	3,5532	7,10
	Rata-rata	7,122

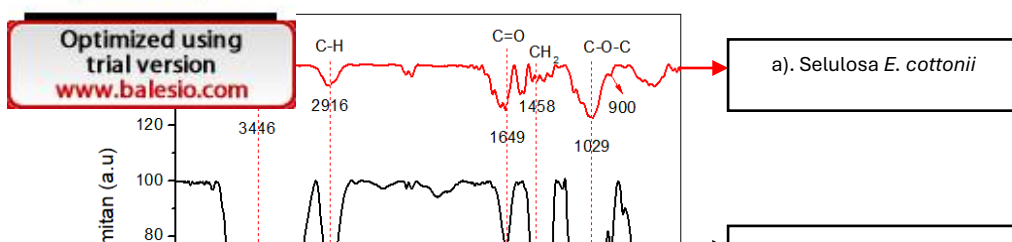
Berdasarkan hasil pemisahan selulosa dari rumput laut *E. cottonii*, diperoleh rendemen selulosa dengan rata-rata sebesar 7,122%. Nilai ini menunjukkan bahwa *E. cottonii* memiliki potensi yang cukup tinggi sebagai sumber selulosa alami. Variasi rendemen yang diperoleh dapat dipengaruhi oleh faktor kualitas bahan baku, kondisi lingkungan tumbuh, serta efektivitas proses pemisahan yang digunakan. Dengan rata-rata rendemen tersebut, *E. cottonii* dapat menjadi bahan alternatif yang berkelanjutan dalam pemanfaatan selulosa, seperti untuk keperluan pembuatan bioplastik atau *edible film*.

2.4.3 Karakterisasi selulosa menggunakan FTIR

Selulosa yang telah dipemisahan dari rumput laut *E. cottonii* selanjutnya dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FT-IR untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam strukturnya berdasarkan pola serapan khas. Hasil spektrum IR dari selulosa yang diperoleh ditampilkan pada **Gambar 2.5**.

Berdasarkan **Gambar 2.5** dapat dilihat bahwa spektrum FTIR menunjukkan pola penyerapan yang serupa antara selulosa standar dan selulosa yang dipemisahan dari *E. cottonii*. Namun terdapat pergeseran kecil pada beberapa puncak yang dapat disebabkan oleh perbedaan sumber, kemurnian, atau kondisi pengolahan. Hasil analisis gugus fungsi yang lebih lengkap dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Berdasarkan **Tabel 2.2** spektrum FTIR dari hasil pemisahan selulosa *E. cottonii* menunjukkan bahwa struktur kimia selulosa *E. cottonii* sebanding dengan selulosa murni. Adanya gugus hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3462 cm^{-1} untuk *E. cottonii* dan 3417 cm^{-1} untuk selulosa standar, hal ini merupakan ciri khas utama dari ikatan hidrogen pada selulosa. Gugus alifatik (C-H) pada bilangan gelombang 2927 cm^{-1} untuk *E. cottonii* dan 2899 cm^{-1} untuk selulosa standar hal ini menunjukkan adanya rantai polimer alifatik dari rantai glukosa. Pada bilangan gelombang 1648 cm^{-1} dan 1645 cm^{-1} mengindikasikan adanya molekul air (H-O-H), hal ini menunjukkan bahwa kedua sampel masih mengandung kelembaban atau air terikat. Gugus fungsi merupakan ciri khas polisakarida pada selulosa, yang ditemukan mband 1040 cm^{-1} untuk selulosa *E. cottonii* dan 1028 cm^{-1} untuk



Gambar 2.5 Perbandingan spektrum FTIR a). selulosa dari *E. cottonii* dan b). selulosa standar.

Tabel 2.2 Analisis Gugus Fungsi Selulosa Standar dan Selulosa *E. cottonii*.

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Rentang Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi
Selulosa Standar	Selulosa <i>E. cottonii</i>		
3417	3462	3200-3600	(O-H) Hidroksil
2899	2927	2800-3000	(C-H) Alifatik
1645	1648	1600-1750	(C=O) Karbonil
1431	1458	1500-1300	(CH ₂)
1028	1040	1000-1150	(C-O/C-O-C) Polisakarida

2.4.4 Penentuan Kadar Lignoselulosa

Tahapan pemisahan dilakukan untuk memperoleh selulosa dengan Tingkat kemurnian yang tinggi. Setelah proses pemisahan, rumput laut *E. cottonii* di analisis kandungan lignoselulosanya menggunakan metode Van Soest. Metode ini merupakan salah satu metode yang umum digunakan untuk menentukan kandungan serat kasar dan komponen lignoselulosa dalam bahan tanaman (Husni dan Budhiyanti, 2022). Metode ini dikembangkan oleh Peter J. Van Soest dan biasanya digunakan untuk analisis serat makanan dan pakan ternak (Van Soest et al., 1991).



kandungan lignoselulosa terhadap rumput laut *E. cottonii* sebelum rasi oleh hemiselulosa sebanyak 10,84%, kemudian diikuti oleh 9,17% dan lignin sebesar 1,31%.

alisis Kadar Lignoselulosa sebelum proses pemisahan selulosa *nii* dengan Metode Van Soest

Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
--------------	------------------	------------

Serbuk <i>E. Cottonii</i>	9,17	10,84	1,31
---------------------------	------	-------	------

Berdasarkan pada Tabel 2.3 menunjukkan bahwa sebelum proses pemisahan selulosa dilakukan kandungan lignoselulosa pada serbuk rumput laut *E. cottonii* menunjukkan bahwa kandungan hemiselulosa lebih tinggi dibandingkan pada selulosa, hal ini menjelaskan bahwa hemiselulosa pada *E. cottonii* memiliki struktur dinding sel yang fleksibel dan mudah terdegradasi secara biologi. Hemiselulosa lebih tinggi karena dinding sel pada alga merah didominasi oleh polisakarida amorf, dibandingkan selulosa yang bersifat kristalin (Jumaidin et al., 2017). Selain disebabkan oleh dominan polisakarida amorf, hal ini juga disebabkan oleh pelarutan beberapa zat ekstraktif selama pemrosesan sehingga meninggalkan fraksi bagian yang tidak larut yang lebih tinggi pada serbuk *E. cottonii* (Tan & Lee, 2014; Jumaidin et al., 2017).

Hasil pengujian kandungan lignoselulosa terhadap rumput laut *E. cottonii* setelah proses pemisahan, menunjukkan kandungan selulosa lebih tinggi yaitu sebesar 73,40%. Hasil analisis kandungan lignoselulosa dari selulosa rumput laut *E. cottonii* setelah pemisahan disajikan pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4. Hasil Analisis Kadar Lignoselulosa setelah proses pemisahan selulosa dari serbuk *E. cottonii*.

Sampel	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Serbuk <i>E. Cottonii</i>	73,40	0,55	2,00

Berdasarkan Tabel 2.4 hasil uji selulosa setelah proses pemisahan dilakukan, diperoleh kandungan selulosa sebesar 73,40%, hemiselulosa sebesar 0,55% dan lignin sebesar 2,00%. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pemisahan yang telah dilakukan mampu menaikkan kandungan selulosa dan lignin serta menurunkan kadar hemiselulosa yang terdapat dalam rumput laut.

E. cottonii merupakan rumput laut yang kaya serat, komponen-komponen senyawanya mengalami perubahan komposisi yang signifikan setelah melalui proses pemisahan. Perbandingan antara komposisi sebelum dan setelah proses pemisahan menunjukkan efektivitas metode yang digunakan dalam memisahkan komponen serat dari bahan lainnya. Komponen selulosa mengalami peningkatan, dari 9,17% menjadi 73,40%. Ini membuktikan bahwa metode pemisahan yang digunakan sangat efektif dalam memurnikan selulosa, yang merupakan komponen utama serat. Sebaliknya, hemiselulosa mengalami penurunan dari 10,84% menjadi 0,55%,



a komponen ini hampir seluruhnya terdegradasi atau terbuang isahan. Lignin mengalami sedikit peningkatan dari 1,31% menjadi an karena konsentrasinya yang relatif lebih tinggi setelah n lain. Peningkatan pada lignin bukan karena akumulasi lignin angnya fraksi hemiselulosa sehingga proporsi lignin menjadi lebih al., 2024). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses

pemisahan berhasil memurnikan serat *E. cottonii* dengan mengonsentrasikan komponen yang tahan terhadap perlakuan kimia (seperti selulosa dan lignin) sekaligus menghilangkan komponen yang lebih mudah larut (seperti hemiselulosa).

2.4.5 Penentuan Kadar *Acid Detergent Fiber* (ADF) dan Kadar *Neutral Detergent Fiber* (NDF)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kadar lignoselulosa pada komponen *Acid Detergent Fiber* (ADF) dan *Neutral Detergent Fiber* (NDF) yang disajikan pada **Tabel 2.5**.

Tabel 2.5. Hasil Analisis Kadar Lignoselulosa pada komponen ADF dan NDF rumput laut *E. cottonii*.

Sampel	Komponen (%)	
	ADF	NDF
Serbuk <i>E. Cottonii</i> Sebelum pemisahan	10,55	21,38
Serbuk <i>E. Cottonii</i> Setelah pemisahan	77,63	78,18

Analisis kadar lignoselulosa pada komponen *Acid Detergent Fiber* (ADF) dan *Neutral Detergent Fiber* (NDF) menunjukkan perubahan setelah proses pemisahan. Sebelum proses pemisahan, nilai NDF sebesar 21,38%, sedangkan ADF sebesar 10,55%. Selisih antara kedua komponen ini yaitu 10,83%, merepresentasikan kandungan hemiselulosa yang cukup tinggi dalam biomassa awal. Setelah proses pemisahan, nilai NDF meningkat menjadi 78,18% dan ADF menjadi 77,63%, dengan selisih 0,55% menunjukkan bahwa hemiselulosa hampir seluruhnya terdegradasi.

Peningkatan nilai ADF dan NDF menunjukkan keberhasilan proses pemisahan dalam menghilangkan komponen larut seperti hemiselulosa, protein dan senyawa non-serat lainnya. Komponen utama yang tersisa yaitu selulosa dan lignin, yang merupakan komponen serat yang tahan terhadap degradasi kimia. Biomassa *E. cottonii* memiliki kandungan lignin yang rendah sehingga proses pemisahan lebih efisien dibandingkan biomassa darat (Jumaidin et al., 2017). Selain itu, menurut Van Soest (1994), menjelaskan perbedaan antara ADF dan NDF mencerminkan kandungan hemiselulosa, sehingga penurunan pada kadar setelah proses pemisahan selulosa menunjukkan efektivitas metode yang digunakan.

2.5 Kesimpulan



penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa selulosa dari rumput laut *E. cottonii* berhasil dilakukan melalui delignifikasi dan bleaching. Keberhasilan dari proses pemisahan i spektrum FTIR yang menunjukkan kesamaan struktur selulosa ya gugus hidroksil (-OH), meskipun sedikit terdapat pergeseran lanjutnya pada analisis menggunakan metode Van Soest

menunjukkan bahwa kadar lignoselulosa mengalami perubahan yang signifikan setelah proses pemisahan selulosa yaitu peningkatan kadar selulosa dari 9,17% menjadi 73,40%, lignin dari 1,31% menjadi 2,00%, hemiselulosa menurun dari 10,84% menjadi 0,55%, kadar ADF dari 10,55% menjadi 77,63% dan kadar NDF dari 21,38% menjadi 78,18%, hal ini menunjukkan keberhasilan proses pemisahan dalam menghilangkan komponen yang mudah larut. Hasil ini menunjukkan efektifitas keberhasilan proses dalam memisahkan selulosa dari komponen non-selulosa, sehingga menjadikan *E. cottonii* sebagai sumber bahan baku untuk pembuatan *edible film* yang ramah lingkungan.

2.6 Daftar Pustaka

- Baghel, R. S., Reddy, C. R. K., & Singh, R. P. (2021). Seaweed-based cellulose: Applications, and future perspectives. *Carbohydrate Polymers*, 267(11):41-42. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118241>
- Chen, H., 2014. *Biotechnology of Lignocellulose: Theory and Practice*. New York: Springer.
- Chen, J., Ma, X., Liang, M., Guo, Z., Cai, Y., Zhu, C., Wang, Z., Wang, S., Xu, J., & Ying, H. (2024). Physical–Chemical–Biological Pretreatment for Biomass Degradation and Industrial Applications: A Review. *Waste*, 2(4):451-473. <https://doi.org/10.3390/waste2040024>
- Henggu, K. U., Jodi, J. U., Ratu, O. H., Sihono, S., & Nurdiansyah, Y. (2024). Karakteristik fisik selulosa dari rumput laut *Chaetomorpha crassa* yang diekstraksi dengan suhu yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(11):1074-1090. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i11.58122>
- Husni, A., & Budhiyanti, S. A. (2022). Effect of isolation method on characteristics of microcrystalline cellulose from Brown seaweed *Sargassum vulgare*. *Indonesian Journal of Pharmacy*. 33(1):42–51.
- George, J. and Sabapathi, S.N. (2015) 'Cellulose nanocrystals: Synthesis, functional properties, and applications. *Nanotechnology, Science and Applications*, 8:45–54. <https://doi.org/10.2147/NSA.S64386>.
- Jumaidin, R., Sapuan, S. M., Jawaid, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. (2017). Characteristics of *Eucheuma cottonii* waste from East Malaysia: physical, thermal and chemical composition. *European Journal of Phycology*, 52(2), 200-207.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan RI (KKP). (2025). *Modeling Budidaya Rumput Laut & Hilirisasi Komoditas Laut Berbasis Ekonomi Biru*. <https://www.kkp.go.id>.
- Liu, W., Xu, L., Sun, J., Cheng, H., Chen, Z., Zhou, H., Yan, B., & Wang, Y. (2023). ns Of Marine Microbial Communities In Composts With High ose Content. *Chemical Engineering Journal*, 468(2):143649. <Org/10.1016/J.Cej.2023.143649>
- istaing, J., & Pontalier, P. Y. (2019). Lignocellulosic biomass n by mineral acids and resulting extract purification processes: yields, and purities. *Molecules*, 24(23), 4273.



<https://doi.org/10.3390/molecules24234273>

- Putra, A.E., 2023. Sintesis Selulosa Asetat dari Rumput Laut (*Gracillaria sp.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Membran untuk Meningkatkan Kualitas Air di Daerah Pesisir. Tesis tidak diterbitkan. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin
- Rulianah, S., Prayitno, P., Sindhuwati, C., Ayu, D. R. A., & Sa'diyah, K. (2020). Penurunan Kadar Lignin pada Fermentasi Limbah Kayu Mahoni Menggunakan *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 4(1):81-89.
- Salem, D. M., & Ismail, M. M. (2022). Characterization of cellulose and cellulose nanofibers isolated from various seaweed species. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 48(4):307-313.
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2021.11.001>
- Siddhanta, A. K., Kumar, S., Mehta, G. K., Chhatbar, M. U., Oza, M. D., Sanandiya, N. D., Chejara, D. R., Godiya, C. B., & Kondaveeti, S. (2013). Cellulose contents of some abundant Indian seaweed species. *Natural Product Communications*, 8(4):19-34.
<https://doi.org/10.1177/1934578x1300800423>
- Syad, A. N. et al. (2013). Seaweeds as Nutritional Supplements: Evaluation of Nutritional, Phytochemical and Antioxidant Properties in Selected Brown Seaweeds. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 75(3):305–311.
- Tan, I.S. & Lee, K.T. (2014). Enzymatic hydrolysis and fermentation of seaweed solid wastes for bioethanol production: an optimization study. *Energy*, 78: 53–62.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.04.080>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods For Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, And Nonstarch Polysaccharides In Relation To Animal Nutrition. *Journal Of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597.
[https://doi.org/10.3168/Jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/Jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Wulansari, D. S., & Supranto, S. (2016). Pengaruh waktu dan konsentrasi NaOH pada proses delignifikasi wheat bran. *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(2):48-54.
- Zulferiyenni, Z., Marniza, M., & Sari, E. N. 2014. The Effects Of Glycerol And Tapioca Concentration On The Characteristics Of *Eucheuma Cottonii* Seaweed Dreg Based Biodegradable. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 19(3):257-273.
<https://doi.org/10.23960/jtihp.v19i3.257%20-%20273>



BAB III
TOPIK PENELITIAN 2
FORMULASI DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS
SELULOSA *Eucheuma cottonii* DENGAN FORTIFIKASI KITOSAN
SEBAGAI KEMASAN YANG BERSIFAT ANTIMIKROBA

3.1 Abstrak.

Latar Belakang, *edible film* merupakan lapisan tipis yang digunakan sebagai kemasan primer pada produk makanan dan terbuat dari komponen yang dapat dimakan. Fungsi *edible film* yaitu menghambat masuknya udara, uap air, serta partikel asing lainnya. **Tujuan,** penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *edible film* berbasis selulosa *E. cottonii* melalui konsentrasi yang terbaik untuk karakteristik secara fisik, mekanik dan fungsionalnya. **Metode,** penelitian ini dilakukan dengan membuat *edible film* dengan menggunakan selulosa dari *E. cottonii* dengan variasi konsentrasi selulosa 3%, 5% dan 7% dan penambahan kitosan. Parameter yang diuji yaitu ketebalan, kelarutan, laju transmisi uap air, sifat mekanik, biodegradabilitas, SEM dan antimikroba. **Hasil,** penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan selulosa pada konsentrasi tertinggi (Film 7%) dapat meningkatkan ketebalan pada *edible film* hingga 0,077 mm, elongasi 160%, dan Laju Transmisi Uap Air sebesar 9,700 g/m².24jam tetapi menurun pada uji kuat tarik 0,236 MPa dan kelarutan 62,01%. Analisis FTIR mengidentifikasi gugus fungsi -OH pada kisaran bilangan gelombang 3400-3200 cm⁻¹, C-H 3000-2850 cm⁻¹, C=O 1650-1630 cm⁻¹, CH₂ 1500-1300 cm⁻¹, C-O-C 1300-1000 cm⁻¹. Analisis SEM menghasilkan permukaan yang relatif seragam meskipun menunjukkan aglomerasi ringan pada konsentrasi 5%, dan pada uji antimikroba menunjukkan *edible film* yang diperoleh dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur. **Kesimpulan,** dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan yaitu, kombinasi antara selulosa dan kitosan dapat meningkatkan sifat fungsional pada *edible film* dan menjadikannya sebagai alternatif inovatif dan pengemasan yang ramah lingkungan.

3.2 Pendahuluan

Kemasan merupakan alat utama dalam melindungi dan mencegah kerusakan produk pangan. Kemasan plastik merupakan bahan polimer sintesis yang harganya murah, mudah diakses dan sangat praktis digunakan, sehingga mendominasi penggunaan sebagai bahan kemasan makanan. Namun, penggunaannya masih menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius, karena setiap tahunnya jutaan ton plastik yang bersifat tidak dapat terurai dan mencemari lingkungan (Abdelrhman et al.,



sosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) serta Badan Pusat ebutkan bahwa jumlah plastik di Indonesia mencapai 64 juta i Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) menyebutkan bahwa tahun 2020 mencapai 6,2 juta ton, dan terus mengalami in sekitar 5%, sehingga upaya pengembangan alternatif kemasan

yang ramah lingkungan. Salah satu solusi yang potensial adalah dengan memanfaatkan kemasan yang dapat terurai yaitu *edible film*.

Edible film didefinisikan sebagai lapisan tipis untuk pengemas primer pada suatu makanan yang terbuat dari bahan alami seperti protein, lipid, polisakarida atau kombinasi ketiganya (Permana et al., 2025). Pengembangan *edible film* sebagai kemasan makanan dapat memberikan kualitas produk yang lebih baik, mengurangi penguapan air, serta dapat digunakan sebagai pembawa senyawa antibakteri yang dapat melindungi produk terhadap proses oksidasi lemak serta menghambat pertumbuhan mikroba (Bojorges, dkk., 2020). Selain berfungsi sebagai pengemas, *edible film* juga dapat dikonsumsi langsung dengan makanan yang dikemas (Abhidah et al., 2025). Adapun karakteristik *edible film* berdasarkan Japanese Industrial Standard (JIS), 1975 dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Standar Karakteristik *Edible film*

Karakteristik <i>Edible film</i>	Japanese Industrial Standard
Ketebalan <i>edible film</i>	Max 0,25 mm
Laju transmisi uap air	Max 7 g/m ² /24 jam
Kuat Tarik	Min 0,3 MPa
Elongasi	Min 10%

Sumber: *Japanese Industrial Standard (JIS), 1975*

Berdasarkan standard karakteristik pada **Tabel 3.1**, *edible film* yang dihasilkan dalam penelitian harus memenuhi beberapa standar kriteria tertentu. Penggunaan selulosa dari rumput laut *E. cottonii* dapat memberikan kelebihan yang signifikan dalam aplikasi di bidang pangan dan pengemasan. *E. cottonii* merupakan salah satu komoditas penting ekspor rumput laut di Indonesia, selain dimanfaatkan sebagai penghasil karagenan, juga menyediakan sumber serat dengan kemurnian tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kemasan yang bersifat biodegradable. Pembuatan *edible film* dilakukan dengan menggunakan bahan dasar rumput laut karena memiliki selulosa. *E. cottonii* mengandung karbohidrat 35-40%, dengan komponen selulosa sebesar 16-20%, hemiselulosa 18-22%, lignin 7-8% dan serat kasar 2,5-5% yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *edible film* (Mudyantini, 2008; Ariefa et al., 2019).

Selulosa yang berasal dari *E. cottonii* memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan sumber selulosa lainnya. *E. cottonii* dapat dibudidayakan dengan mudah sehingga ketersediaan bahan bakunya terjamin secara berkelanjutan. Proses pemisahan selulosa dari rumput laut tergolong sederhana dan efisien sehingga menghasilkan tingkat kemurnian yang tinggi. Selulosa yang dihasilkan mekanik yang baik, seperti kekuatan tarik dan elongasi yang isi kemasan pangan (Hidayati et al., 2019). Selain itu, selulosa alang yang baik terhadap oksigen, uap air, dan minyak sehingga kualitas produk pangandengan mencegah kerusakan akibat kelembaban, dan kontaminasi.



Pembuatan *edible film* memerlukan penambahan bahan pendukung seperti kitosan yang dapat meningkatkan elastisitas dan ketahanan mekanik dari film yang dihasilkan. Kitosan dikenal memiliki kekuatan tarik yang baik, fleksibilitas tinggi, serta ketahanan terhadap robekan, dan mampu mempertahankan kelenturan saat direndam dalam air (Chandra et al., 2023). Selain itu, film berbahan kitosan menunjukkan karakteristik selektif terhadap transmisi oksigen dan sifat mekanik yang kuat (Shi et al., 2024). Penggabungan selulosa dan kitosan dalam formulasi *edible film* berpotensi menghasilkan kemasan yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi sekaligus memiliki sifat antimikroba. Penambahan kitosan berfungsi sebagai penghalang terhadap kontaminasi mikroba, sehingga memperpanjang masa simpan produk tanpa perlu penambahan pengawet. Kitosan memiliki aktivitas antimikroba yang luas, efektif menghambat pertumbuhan berbagai mikroorganisme patogen, termasuk bakteri Gram positif dan negatif, serta jamur. Aktivitas ini dipengaruhi oleh sifat kationik kitosan yang memungkinkan interaksi elektrostatik dengan membrane sel mikroba, menyebabkan kerusakan struktural dan kebocoran komponen seluler (Goy et al., 2016; Abhidah et al., 2025).

Edible film yang hanya menggunakan polisakarida cenderung rapuh, kaku, dan tidak elastis, sehingga penambahan plasticizer sangat penting untuk memperbaiki sifat mekaniknya (Bestari, Saputra and Pujiastuti, 2024). Penambahan plasticizer juga dibutuhkan pada pembuatan *edible film* untuk meningkatkan fleksibilitas film, mengurangi kerapuhan dan menghindari penyusutan selama penyimpanan (Istiani et al., 2022). Gliserol merupakan salah satu plasticizer yang memiliki kemampuan untuk mengikat air, meningkatkan viskositas larutan, mudah larut dalam air, dan mampu mengikat air (Susanti et al., 2021). Gliserol merupakan salah satu plasticizer yang sering digunakan karena kemampuannya dalam mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekuler serta kemampuannya untuk berinteraksi dengan molekul amilopektin, disertai dengan berat molekulnya yang rendah (Abera et al., 2024). Namun, pemilihan jenis dan konsentrasi plasticizer sangat berpengaruh terhadap karakteristik akhir *edible film*, baik secara mekanik, fisik, maupun kestabilan penyimpanan. *Edible film* berfungsi untuk melapisi produk pangan, sehingga menghasilkan kemasan yang dapat dimakan bersama produk tersebut (Natsir et al., 2022), seperti dodol beras ketan. Dodol beras ketan merupakan salah satu produk pangan tradisional yang dikenal luas oleh masyarakat Indonesia dan umumnya dikemas menggunakan plastik berbasis polimer sebagai kemasan primer. Dodol beras ketan dikategorikan sebagai makanan semi basah, oleh karena itu rentan mengalami terjadinya ketengikan yang disebabkan oleh faktor lingkungan (Agustini et al., 2023).



Selain aspek fisik dan antimikroba pada *edible film*, perlu juga melalui uji memastikan bahwa penggunaan *edible film* tidak memengaruhi produk makanan, seperti rasa, aroma, dan tekstur (Ari Agustini et al., 2023). Organoleptik yang baik sangat penting agar konsumen tetap nyaman yang dikemas dengan *edible film* tanpa ada perubahan kualitasnya (Eranda et al., 2024).

Berdasarkan uraian diatas maka pada penelitian ini akan dikaji mengenai pembuatan *edible film* berbasis selulosa rumput laut *E. cottonii* dengan fortifikasi kitosan sebagai kemasan yang bersifat *biodegradable* serta bersifat antibakteri dan antijamur.

3.3 Metode

3.3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia 100 mL, magnetic stirrer, batang pengaduk, cawan petridish, pipet ukur 1 dan 10 mL, bola isap, hot plate, oven, jangka sorong, labu takar 100 mL, desikator, SEM (JEOL JSM 6360LA), *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *Tensile Strength* ZP recorder 50 N Imada. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain selulosa dari rumput laut *E. cottonii*, kitosan, gliserol, aquades, asam asetat (CH_3COOH) 2% dan aluminium foil.

3.3.2 Pembuatan *Edible film*

Larutan kitosan sebanyak 0,5 g ditambahkan larutan plasticizer 10% kedalam gelas kimia 100 mL, kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer dan dipanaskan diatas hot plate hingga homogen. Setelah kitosan dan plasticizer homogen, ditambahkan selulosa dengan perlakuan 3%, 5% dan 7% kemudian masing-masing dihomogenkan. Larutan film dituang kedalam cawan petridish sebanyak 30 mL dan di keringkan dalam oven pada suhu 50 °C selama 24 jam hingga didapatkan lapisan film. (Bestari et al., 2024).

Tabel 3.2 Formulasi edible film

Sampel	Formulasi
Edible film X	Selulosa 3%, Kitosan 2%, Gliserol 10%
Edible film Y	Selulosa 5%, Kitosan 2%, Gliserol 10%
Edible film Z	Selulosa 7%, Kitosan 2%, Gliserol, 10%

3.3.3 Karakteristik *Edible film*

Karakteristik *edible film* dilakukan melalui beberapa pengujian, yaitu uji ketebalan, kelarutan, laju transmisi uap air, kuat tarik, elongasi, FT-IR, SEM, biodegradabilitas, antibakteri dan antijamur.

3.3.3.1 Uji Ketebalan



Uji ketebalan dilakukan dengan menggunakan skrap mikrometer hingga ketelitian 0,01 mm dengan berbagai ketebalan berbeda untuk mendapatkan hasil pengukuran rata-rata. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Ketebalan dibaca pada masing-masing titik. (Maslaha et al., 2021)

3.3.3.2 Uji Kelarutan

Uji kelarutan film dilakukan dengan memotong film berukuran 3x3 cm lalu direndam dalam air selama 24 jam. Kemudian dikeluarkan dan diletakkan pada cawan lalu dikeringkan dan di timbang beratnya, selanjutnya film dimasukkan dalam oven dengan suhu 100 °C selama 30 menit. Film yang sudah kering ditimbang hingga tercapai berat konstan (Otero et al., 2025). Persentase kelarutan film dalam air dihitung dengan persamaan 1.

$$\text{Kelarutan \%} : \frac{(\text{berat awal} - \text{berat akhir})}{\text{berat awal}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

3.3.3.3 Uji Laju Transmisi Uap Air

Pengujian Laju Transmisi Uap Air dilakukan dengan memotong sampel film yang telah diketahui tebalnya dengan diameter 6 cm, kemudian direkatkan dengan double tape diatas cawan aluminium yang berisi 20gram silica gel. Cawan disimpan dalam desikator berisi larutan NaCl jenuh. Cawan ditimbang setiap jam selama 5 jam. Penambahan silica gel menjadi data perhitungan LTUA *edible film* (Sulistyo F.T. et al., 2018; Juliani et al., 2022). Perhitungan Laju Transmisis Uap Air menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Laju Transmisi Uap Air} : \frac{n}{t \times A} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: n = Perubahan berat (gram)
 t = Waktu (jam)
 A = luas permukaan (m²)

3.3.3.4 Uji Kuat Tarik dan Elongasi

Pengujian kuat tarik *edible film* dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM 200) dengan metode ASTM D882, dengan cara memasang probe yang digunakan untuk pengujian dan meletakkan potongan *edible film* ukuran 10 x 2,5 cm pada probe (Bestari et al., 2024). Nilai kuat tarik dapat dihitung menggunakan persamaan 3:

$$\text{Tensile Strength (MPa)} = \frac{F}{e \times w} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana F merupakan tegangan maksimum sampel (N), e merupakan rata-rata ketebalan sampel (mm), dan w merupakan Panjang awal *edible film* (cm).

3.3.3.5 Uji Elongasi

Persen elongasi dihitung dengan membandingkan panjang *edible film* saat putus dan h alat (Bestari et al., 2024). Perhitungan persen pemanjangan an persamaan 4:

$$\frac{\text{gan saat putus (cm)}}{\text{anjang awal (cm)}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$



Analisis spektrum FTIR sampel dilakukan dengan menggunakan alat Fourier Transform Infrared Spectroscopy FTIR spectrometers SHIMADZU. Pengukuran dilakukan pada daerah spektra 4000-5000 cm^{-1} .

3.3.3.7 Analisis Morfologi dengan SEM

Pengujian sifat fisik *edible film* yang dihasilkan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM JEOL JSM-6360LA). SEM merupakan mikroskop yang bekerja berdasarkan prinsip emisi electron pada sampel yang diradiasi. Sampel yang diuji menggunakan SEM harus merupakan sampel kering.

3.3.3.8 Uji Biodegradable

Uji biodegradable film dilakukan dengan menanam sampel uji sebanyak 20 mg di dalam tanah dengan kedalaman ± 15 cm. pengamatan secara visual setiap hari hingga sampel terurai sempurna (Shivangi et al., 2021).

3.3.3.9 Aplikasi *Edible film* sebagai kemasan dodol

Pembuatan dodol diawali dengan mencampurkan tepung beras ketan, gula merah dan santan kelapa. Kemudian dimasak dengan pengadukan secara terus menerus hingga membentuk adonan padat, kenyal dan tidak lengket. Didinginkan, lalu adonan diambil dan dibungkus dengan menggunakan *edible film* yang telah dibuat sebelumnya (Kusdianto dan Haedar, 2022).

3.3.3.10 Uji Aktivitas Antimikroba (Antibakteri dan Antijamur)

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas antimikroba *edible film* terhadap *Eschericia coli* dan *Staphylococcus aureus* untuk antibakteri dan *Aspergillus sp.* untuk antijamur, dengan menggunakan difusi cakram. Uji aktivitas antimikroba dengan mengukur zona bening pada *edible film* selulosa dari *E. cottonii* dengan penambahan kitosan terhadap bakteri uji. Uji aktivitas dalam penelitian ini menggunakan *edible film* Y (konsentrasi selulosa 5%), karena dengan mempertimbangkan keseimbangan antara kekuatan mekanik, fleksibilitas, sifat penghalang air dan kelarutan. Formulasi *edible film* Y ini memiliki ketebalan sedang, elongasi cukup tinggi, dan sifat mekanik yang masih stabil. sebelum dan setelah aplikasi pada dodol, dengan menggunakan Kloramfenikol sebagai kontrol positif dan plastik komersial, serta larutan CH_3COOH 2% sebagai kontrol negatif.

Edible film dilarutkan dalam asam asetat 2%, selanjutnya *edible film* diletakkan di permukaan nutrient yang sebelumnya telah diinokulasi yang mengandung bakteri. *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang digunakan yaitu a). *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Antibakteri), dan b) *Aspergillus sp* (Antijamur). Selanjutnya, *edible film* diletakkan secara melingkar sampai semua cairan terserap. Cawan petri disimpan selama 24 jam pada suhu 37 °C. Setelah proses inkubasi, diamati zona hambat (Wijaya, 2022).



Edible film Y dilarutkan dalam asam asetat 2%, selanjutnya *edible film* diletakkan di permukaan nutrient yang sebelumnya telah diinokulasi yang mengandung bakteri. Isolate bakteri dan jamur yang digunakan yaitu a). *Escherchia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Antibakteri), dan b) *Aspergillus sp* (Antijamur). Selanjutnya, inokulum disebarkan secara melingkar sampai semua cairan terserap. Cawan petri kemudian diinkubasi dengan penggunaan waktu yang berbeda yaitu 1 hari, 7 hari dan 14 hari. Setelah proses inkubasi, dilakukan pengukuran zona hambat.

3.3.3.12 Uji Organoleptik

Uji organoleptik atau uji kesukaan terhadap *edible film* berbahan dasar selulosa dari rumput laut *E. cottonii* dilakukan melalui parameter warna, aroma dan tekstur menggunakan metode hedonik. Penilaian dilakukan sebanyak 30 panelis dan penilaian berupa skor berdasarkan warna, aroma dan tekstur. Kriteria penilaian yang diterapkan adalah:

- a. Warna
 1. Sangat menarik (Skor 5)
 2. Menarik (Skor 4)
 3. Cukup menarik (Skor 3)
 4. Kurang menarik (Skor 2)
 5. Tidak menarik (Skor 1)
- b. Aroma dan tekstur
 1. Sangat enak (Skor 5)
 2. Enak (Skor 4)
 3. Cukup enak (Skor 3)
 4. Kurang enak (Skor 2)
 5. Tidak enak (Skor 1)

Sampel disajikan secara acak, dan tiap panelis memberikan skor berdasarkan persepsi indera pada masing-masing parameter yang diamati. Data hasil pengujian kesukaan panelis yang berupa skor diolah secara statistik dengan Analisa Kruskal Wallis.

3.4 Hasil dan Pembahasan

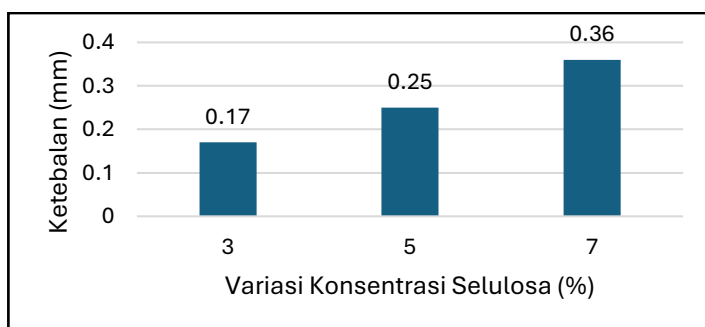
Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *edible film* berbasis rumput laut *E. cottonii*, salah satu komoditas yang melimpah di Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Tahapan penelitian diawali dengan persiapan sampel dan pemisahan selulosa. Selulosa dari hasil pemisahan kemudian diformulasikan menjadi *edible film* dengan konsentrasi 3%, 5% dan 7% dengan penambahan kitosan sebanyak 0,5 g ai plasticizer. Penambahan gliserol bertujuan untuk meningkatkan dan elastisitas pada *edible film* yang dihasilkan. *Edible film* yang 1 dikarakterisasi melalui beberapa parameter pengujian yaitu n, kuat tarik, elongasi, laju transmisi uap air, analisis morfologi ifikasi gugus fungsi FT-IR, serta uji biodegradabilitas. Selain itu,



dilakukan pengaplikasian pada produk pangan dodol dan pengujian aktivitas antibakteri dan antijamur serta uji organoleptik.

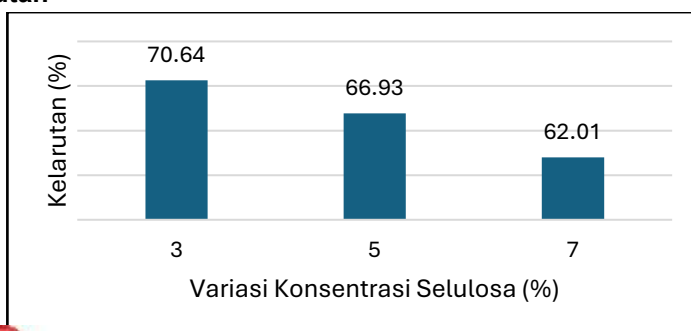
3.4.1 Ketebalan

Berdasarkan hasil pengukuran ketebalan pada Gambar 3.1, dapat dilihat bahwa terdapat peningkatan konsentrasi selulosa tidak berbeda nyata pada ketebalan dari *edible film*. Ketebalan *edible film* yang diperoleh berkisar antara 0,17 sampai 0,36 mm, sesuai dengan kriteria plastik yaitu sebesar $<0,25$ mm. Peningkatan ketebalan *edible film* terjadi seiring dengan bertambahnya konsentrasi padatan pada larutan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Melani et al. (2017), yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan terlarut pada larutan *edible film*, maka ketebalan yang dihasilkan juga akan semakin besar. Ketidakteraturan nilai ketebalan sampel *edible film* dapat disebabkan oleh perbedaan sisi saat pencetakan secara manual sebelum pengeringan (Maslahah et al., 2021).



Gambar 3.1. Pengaruh variasi konsentrasi selulosa *E. cottonii* terhadap ketebalan *edible film*

3.4.2 Kelarutan



engaruh variasi konsentrasi selulosa *E. cottonii* terhadap kelarutan *edible film*.

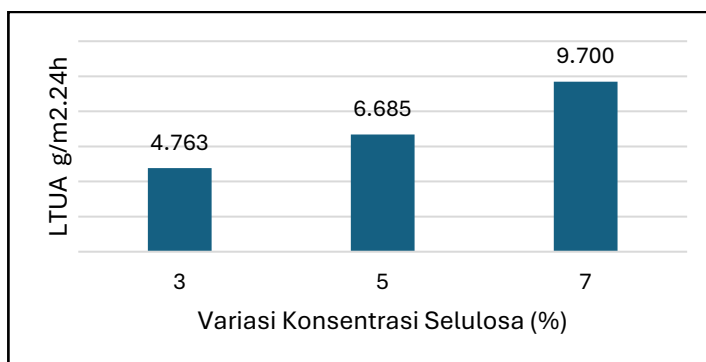
Hasil pengukuran uji kelarutan yang ditunjukkan pada **Gambar 3.2**, sesuai dengan variasi konsentrasi selulosa 3%, 5% dan 7% terlihat signifikan terhadap kemampuan larut film dalam air. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi selulosa dalam formulasi film, maka



persentase kelarutan film dalam air semakin menurun. Penurunan ini erat kaitannya dengan peningkatan densitas dan ikatan hidrogen antar rantai selulosa menjadi banyak dan lebih kuat sehingga menyebabkan terbentuknya jaringan film yang lebih kaku, rapat dan tidak mudah ditembus oleh molekul air.

3.4.3 Laju Transmisi Uap Air (LTUA)

Hasil pengukuran LTUA pada *edible film* berbasis selulosa *E. cottonii* dengan variasi konsentrasi 3%, 5% dan 7% pada **Gambar 3.3** menunjukkan peningkatan nilai LTUA sejalan dengan bertambahnya konsentrasi selulosa. Hal ini membuktikan bahwa, semakin tinggi konsentrasi selulosa yang digunakan, maka laju transmisi uap air pada *edible film* juga semakin besar, hal ini dikarenakan sifat dasar selulosa yang memiliki banyak gugus -OH yang bersifat hidrofilik, dan kristalinitas pada selulosa yang rendah sehingga mampu mengikat molekul air (Grzybek et al., 2024). Pada konsentrasi selulosa yang tinggi juga disebabkan karena interaksi antar rantai selulosa menjadi tidak merata sehingga membentuk film yang lebih kaku. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa peningkatan kadar polimer hidrofilik seperti selulosa dapat meningkatkan permeabilitas uap air (Suryani et al., 2021). *Edible film* dengan konsentrasi 5% menunjukkan karakteristik LTUA ideal karena menunjukkan pendekatan dengan nilai standar dari JIS yaitu max 7 g/m².24 jam.



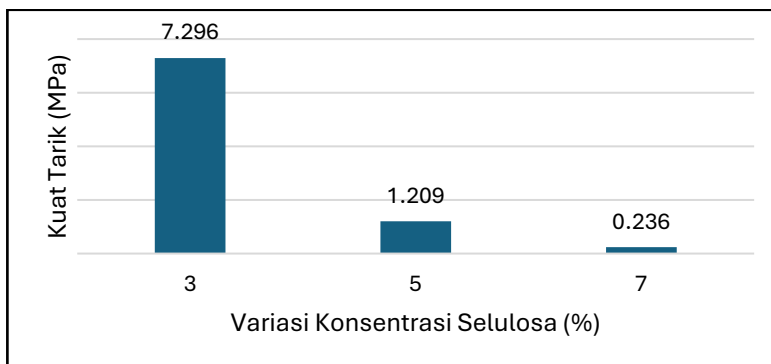
Gambar 3.3. Pengaruh variasi konsentrasi selulosa *E. cottonii* terhadap Laju Transmisi Uap Air *edible film*

3.4.4. Kuat Tarik

Berdasarkan hasil pengukuran kuat tarik *edible film* berbasis selulosa *E. cottonii* dengan variasi konsentrasi 3%, 5% dan 7% pada **Gambar 3.4** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kuat tarik pada *edible film* dengan konsentrasi 3% yang berarti terbaik adalah penambahan selulosa 3% untuk meningkatkan *n*. Namun, pada konsentrasi 5% dan 7% mengalami penurunan duga penambahan selulosa membuat *edible film* menjadi rapuh ristalinitas sehingga membuat film menjadi rapuh dan kurang az et., 2018). Gliserol sebagai plasticizer juga berperan hidrogen pada konsentrasi tinggi, sehingga film lebih fleksibel

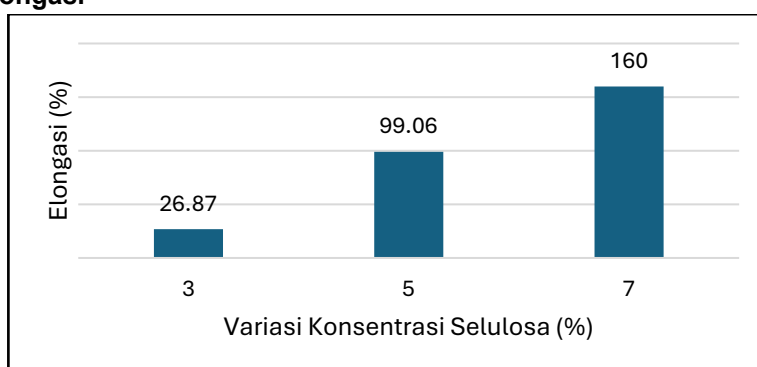


tetapi kurang kuat (Suryani et al., 2021; Souza & Fernando, 2016). Oleh karena itu, konsentrasi 3% merupakan formulasi terbaik dalam menghasilkan keseimbangan antara kekuatan mekanik dan fleksibilitas, sehingga potensial untuk diaplikasikan sebagai kemasan pangan ramah lingkungan.



Gambar 3.4. Pengaruh variasi konsentrasi selulosa *E. cottonii* terhadap Kuat tarik *edible film*

3.4.5 Elongasi



Gambar 3.5. Pengaruh variasi konsentrasi selulosa *E. cottonii* terhadap Elongasi *edible film*

Berdasarkan grafik pada Gambar 3.5 terlihat bahwa nilai elongasi pada *edible film* dengan konsentrasi selulosa 7% memiliki nilai tertinggi yaitu 160%, sedangkan nilai elongasi terendah yaitu pada konsentrasi selulosa 3%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan selulosa dapat meningkatkan nilai elongasi film, karena selulosa merupakan polimer alami dengan struktur rantai Panjang yang dapat berinteraksi melalui ikatan hidrogen dan memberikan kekuatan tarik dan fleksibilitas. Semakin banyak penambahan bahan, semakin besar nilai persen (Suryani et al., 2021; Yudha et al., 2024).

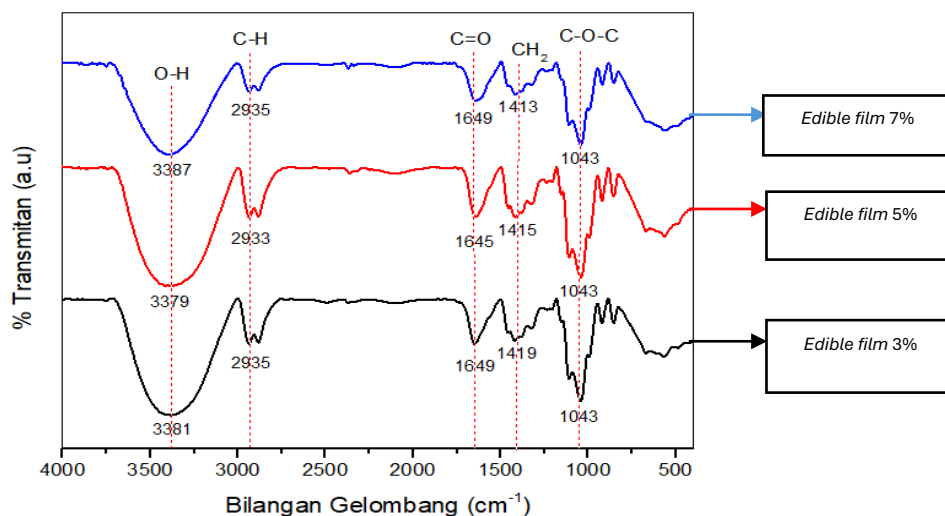


menunjukkan formula dengan selulosa dan kitosan berpengaruh terhadap elongasi. Semakin tinggi konsentrasi selulosa, semakin banyak ikatan terbentuk, sehingga meningkatkan kemampuan film untuk menahan tegangan. Semakin tinggi nilai elongasi yang dihasilkan, maka *edible*

film akan semakin fleksibel dan dapat digunakan sebagai bahan pengemas (Salimah et al., 2016).

3.4.6 Analisis FT-IR pada *edible film*

Hasil pengukuran FTIR pada *edible film* berbasis selulosa *E. cottonii* dengan variasi konsentrasi 3%, 5% dan 7% ditunjukkan pada **Gambar 3.6**. Analisis FTIR pada *edible film* menunjukkan adanya pita serapan khas yang merupakan gugus fungsi utama dari komponen penyusunnya. Pita serapan lebar muncul pada bilangan gelombang 3379 sampai 3387 cm^{-1} yang merupakan gugus hidroksil (-OH) yang berasal dari selulosa maupun kitosan, serta menunjukkan interaksi ikatan hidrogen pada film. Pita serapan pada 2935 cm^{-1} adanya gugus C-H alifatik yang berasal dari gugus amida kitosan maupun ikatan bending dari air yang terikat pada *edible film*. Puncak ini menunjukkan bahwa film mampu mengikat air melalui interaksi ikatan hidrogen. Pada puncak 1043 cm^{-1} menandakan adanya gugus C-O-C dari ikatan glikosidik selulosa yang merupakan ciri khas dari polisakarida. Namun, terdapat intensitas dan sedikit pergeseran pita serapan pada daerah -OH dan C=O yang menunjukkan bahwa variasi konsentrasi selulosa berpengaruh terhadap interaksi molekuler dalam film.



Gambar 3.6. Spektrum FTIR pada *edible film* berbasis selulosa dengan variasi konsentrasi selulosa 3%, 5% dan 7%.

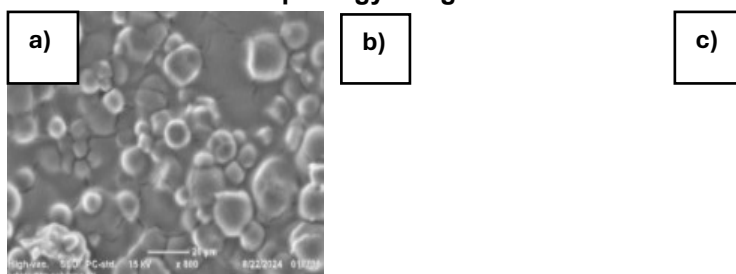
Pada *edible film* 7% menunjukkan intensitas pita -OH yang lebih kuat, hal ini menandakan terdapat banyak ikatan hidrogen yang terbentuk, hal serupa yang telah dilaporkan oleh Wang et al (2018) menyebutkan bahwa peningkatan intensitas pita FTIR menandakan adanya ikatan hidrogen yang lebih dominan berbasis polisakarida. Perbedaan intensitas puncak menunjukkan kekuatan ikatan hidrogen antar komponen akibat perbedaan konsentrasi, namun tidak muncul gugus baru, yang berarti interaksi bersifat fisik bukan reaksi kimia baru.



Tabel 3.3. Analisis gugus fungsi *Edible film* berbasis selulosa *E. cottonii* dengan variasi konsentrasi selulosa 3%,5% dan 7%

Wavenumbers (cm ⁻¹)			Range (cm ⁻¹)	Functional Group Interpretation
<i>Edible film</i> 3%	<i>Edible film</i> 5%	<i>Edible film</i> 7%		
3381	3379	3387	3400-3200	O-H strethching vibration
2935	2933	2935	3000-2850	C-H alifatik
1649	1645	1649	1650-1630	C=O karbonil
1419	1415	1413	1500-1300	CH ₂ (Metil)
1043	1043	1043	1300-1000	C-O-C (Eter)

3.4.7 Analisis Morphology dengan SEM



Gambar 3.7. Scanning Electron Microscope pada *Edible film* dengan variasi konsentrasi a) selulosa 3%; b) selulosa 5% dan c) selulosa 7%.

Bentuk morfologi permukaan *edible film* konsentrasi 3%, 5% dan 7% ditampilkan pada Gambar 3.7. Peningkatan konsentrasi selulosa dalam formulasi *edible film* berpengaruh signifikan terhadap morfologi permukaan. Pada konsentrasi 3% struktur film tampak halus dan homogen, mencerminkan interaksi antarkomponen yang baik. Konsentrasi 5% masih menghasilkan permukaan yang relatif seragam meskipun menunjukkan aglomerasi ringan. Menurut Vázquez et al.,(2021), peningkatan konsentrasi selulosa akan mengalami aglomerasi ringan pada film selulosa. Namun, pada konsentrasi 7% terjadi aglomerasi dan retakan yang lebih jelas akibat disperse selulosa yang tidak merata, sehingga berpotensi menurunkan stabilitas film. Film dengan kadar polisakarida berlebih menimbulkan morfologi tidak stabil dan film rapuh (Madihalli et al., 2025).



radable

s dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat *edible film* dapat li melalui aktivitas mikroorganisme. Penggunaan tanah sebagai rena mengandung berbagai mikroorganisme yang berperan aktif adasi (Okolie et al., 2023). Kemampuan *edible film* untuk terurai atu karakteristik utama sebagai kemasan yang bersifat

biodegradable. Metode pengujian dilakukan melalui pengamatan visual secara berkala dengan menilai perubahan bentuk atau hilangnya massa film hingga terurai sempurna. Waktu degradasi menjadi parameter penting pada kualitas *edible film*, karena semakin cepat film terurai, maka semakin tinggi pula tingkat biodegradabilitasnya (Wronska et al., 2023).

Berdasarkan **Tabel 3.4**, hasil pengamatan *edible film* sampai terurai berkisar 21 hari. Pada hari ke-7 *edible film* sudah mengalami penurunan berat, hal ini menunjukkan mikroorganisme dalam tanah mulai aktif mendegradasi. *Edible film* dengan konsentrasi 3% mengalami degradasi sedikit lebih cepat yaitu 36%, hal ini sesuai dengan ketebalan dan elongasi film, film yang lebih tipis dan elongasi yang rendah cenderung lebih cepat terurai karena sifatnya rapuh dan mudah retak. Makin tipis sampel film makin cepat mikroorganisme merusak struktur dari film (Ahimbisibwe et al., 2019).

Tabel 3.4. Persentase penurunan berat pada *edible film*

Hari	Massa Sampel (g)			Persentase Kehilangan (%)		
	3%	5%	7%	3%	5%	7%
1	2,865	2,908	2,937	0	0	0
7	1,837	1,964	1,927	36	34	32
14	0,763	0,871	0,836	73	71	70
21	0	0	0	100	100	100

Pada hari ke-21 mengalami peningkatan terbesar persentase penurunan berat pada *edible film*. Hal ini dikarenakan, selulosa merupakan polisakarida alami yang mudah didegradasi oleh mikroorganisme dalam tanah. Proses degradasi dipengaruhi oleh ukuran sampel dan faktor lainnya. Faktor degradasi tidak hanya dipengaruhi oleh selulosa saja, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan bahan pendukung sampel. Kondisi cuaca bisa menyebabkan peningkatan laju degradasi karena mikroorganisme bekerja dengan baik didalam tanah (Mufida dan Sigiyo, 2024).

3.4.9 Uji Aktivitas Antimikroba

Hasil uji antibakteri *edible film* berbasis selulosa dari *E. cottonii* dengan penambahan kitosan dan gliserol terhadap bakteri uji *S. aureus* sebagai Gram Positif dan *E. coli* sebagai Gram negatif ditunjukkan pada Tabel 3.5. Kontrol positif berupa antibiotik Kloramfenikol menghasilkan zona hambat terbesar, hal ini menunjukkan keefektifannya sebagai standar penghambatan pertumbuhan bakteri. Pada perlakuan *edible film* Y sebelum pengemasan, aktivitas antibakteri meningkat nyata,



adanya diameter zona hambat sebesar 9,5 mm terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi film yang berkontribusi besar dalam penghambatan bakteri, karena dapat menghambat membran sel yang bermuatan negatif, dan merusak membran sel bakteri (Yan et al., 2021). Selulosa dari *E. cottonii* matriks polimer yang mendukung stabilitas struktur film,

sementara gliserol sebagai plasticizer yang dapat meningkatkan fleksibilitas pada film (Onyeaka et al., 2022). Pada *edible film* Y sesudah pengemasan, aktivitas antibakteri sedikit menurun yaitu 7,3 mm pada *E. coli* d, 8,1 mm pada *S. aureus* dan 7 mm pada *Aspergillus sp.* Hal ini disebabkan oleh perubahan struktur matriks film akibat perlakuan tambahan yaitu pengemasan terhadap bahan pangan yang dapat mengurangi ketersediaan aktif pada kitosan atau mempengaruhi pada difusi senyawa aktif dari kitosan ke dalam media uji. Hasil uji ini menunjukkan bahwa meskipun efektivitas *edible film* terhadap bakteri dan jamur uji lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif, *edible film* tersebut tetap memberikan potensi sebagai kemasan aktif yang mampu memperpanjang umur simpan produk pangan.

Tabel 3.5 Uji Aktivitas Antimikroba *edible film* terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* (Antibakteri) dan *Aspergillus sp.*, (Antijamur)

Sampel	Diameter Zona Hambat (mm)		
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Aspergillus sp.</i>
Kontrol (+)			
Kloramfenikol	13,8	14,6	12,4
Kontrol Plastik sintetik	6,6	6,6	6,6
Kontrol (-) CH ₃ COOH 2%	6,6	6,6	6,6
<i>Edible film</i> Y sebelum pengemasan	9,5	10,2	8,8
<i>Edible film</i> Y setelah pengemasan	7,3	8,1	7

Keterangan: Edible film Y terdiri selulosa 5%, kitosan 2% dan gliserol 10%

3.4.10. Uji Aktivitas Antibakteri dan Antijamur Berdasarkan Waktu Penggunaan.

Pengujian aktivitas antibakteri dan antijamur *edible film* berbasis selulosa berdasarkan waktu menggunakan *edible film* Y (konsentrasi selulosa 5%), hal ini dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan film dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen selama periode penggunaan waktu yang berbeda yaitu setelah 1 hari, 7 hari dan 14 hari. Uji ini penting dilakukan karena *edible film* tidak hanya berfungsi sebagai pelapis makanan yang biodegradable, tetapi juga diharapkan memiliki kemampuan fungsional tambahan, seperti menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen yang dapat merusak produk pangan atau menyebabkan penyakit.

Berdasarkan Tabel 3.6 menunjukkan hasil uji aktivitas antibakteri dan antijamur pada *E. coli*, *S. aureus* dan *Aspergillus sp.*, dengan metode zona positif (Kloramfenikol) menunjukkan zona hambat terbesar yang aktivitas yang tinggi. Sebaliknya, pada kontrol negative dan kontrol menunjukkan aktivitas penghambatan. *Edible film* hari pertama ya aktivitas penghambatan yang cukup baik dengan zona hambat 9,5 mm untuk *E. coli*, 10,2 mm untuk *S. aureus*, dan 8,8 mm untuk *Aspergillus sp.*



Namun, efektivitas ini menurun seiring pertambahan waktu yaitu pada hari ke tujuh aktivitas berkurang penghambatan berkurang menjadi 7,3 sampai 8,5 mm, dan terus menurun pada hari ke 14 yaitu 6,4 sampai 7,3 mm. Penurunan ini menunjukkan bahwa stabilitas senyawa aktif dalam *edible film* menurun akibat degradasi, migrasi dan interaksi dengan produk pangan, sehingga efektivitas antimikroba melemah.

Tabel 3.6 Uji Antimikroba berdasarkan waktu penggunaan

Sampel	Diameter Zona Hambat (mm)		
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Aspergillus sp.</i>
Kontrol Positif	13,8	14,6	12,4
Plastik	6,6	6,6	6,6
Kontrol Negatif	6,6	6,6	6,6
E. Film Hari Ke-1	9,5	10,2	8,8
E. Film Hari Ke-7	7,6	8,5	7,3
E. Film Hari Ke-14	6,8	7,3	6,4

3.4.11. Uji Organoleptik

Pada uji organoleptik atau uji kesukaan metode hedonik bertujuan untuk mengetahui penilaian terhadap produk edible film yang dihasilkan sebagai pengemas dodol beras ketan, berdasarkan tingkat kesukaan panelis. Parameter pengujian edible film sebagai pengemas dodol beras ketan yaitu warna, aroma dan tekstur. Hasil analisis organoleptik pada dodol yang dikemas edible film berbahan dasar selulosa *E. cottonii* dengan penambahan kitosan dapat dilihat pada **Tabel 3.7**.

Berdasarkan pada hasil uji organoleptik dapat diketahui bahwa variasi konsenstrasi selulosa *E. cottonii* (3%, 5% dan 7%) pada pembuatan *edible film* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik sensori tekstur, aroma maupun warna pada dodol beras ketan yang dikemas. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan dari variasi konsentrasi selulosa terhadap ketiga parameter sensori. Nilai signifikansi untuk aroma ($P = 0,575$), tekstur ($0,630$) dan warna ($P = 0,763$) yang mana semua nilai signifikansi lebih besar dari P-Value ($P > 0,05$) yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa edible film berbahan dasar selulosa *E. cottonii* yang dihasilkan memiliki sifat netral dan tidak mempengaruhi mutu sensori dari dodol. Film berbasis polisakarida memiliki sifat sensori yang lebih stabil karena komponen utamanya bersifat inert dan tidak bereaksi dengan senyawa dari pangan yang (Sun et al., 2022), selain itu plasticizer dalam formulasi edible film fleksibilitas film tanpa mengubah tekstur permukaan pada produk (Sun et al., 2023).





Gambar 3.8. Dodol beras ketan yang dikemas dengan *edible film* selulosa dengan variasi konsentrasi 3%, 5% dan 7%.

Tabel 3.7. Hasil uji organoleptik dodol yang dikemas dengan *edible film* berdasarkan variasi konsentrasi selulosa *E. cottonii*

Karakteristik Organoleptik	Sampel	Rata-rata Penilaian	Significant
Tekstur	D (edible film X)	4,40	0,437
	D (edible film Y)	4,27	
	D (edible film Z)	4,23	
Aroma	D (edible film X)	3,80	0,352
	D (edible film Y)	3,70	
	D (edible film Z)	3,80	
Warna	D (edible film X)	4,20	0,465
	D (edible film Y)	4,13	
	D (edible film Z)	4,27	

Keterangan: D (edible film X) = Dodol beras ketan dikemas edible film konsentrasi selulosa 3%
D (edible film Y) = Dodol beras ketan dikemas edible film konsentrasi selulosa 5%
D (edible film Z) = Dodol beras ketan dikemas edible film konsentrasi selulosa 7%

3.5. Kesimpulan

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penggunaan selulosa dari rumput laut *E. cottonii* sebagai bahan dasar dalam pembuatan edible film dapat mempengaruhi nilai karakteristik dari edible film. Berdasarkan dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan selulosa dengan konsentrasi tinggi yaitu 7% dapat meningkatkan ketebalan yaitu 0,36 mm, Laju Transmisi Uap Air 9,700 g/m².24jam, dan elongasi 160%, tetapi menurunkan nilai kelarutan yaitu 62,01% dan kuat tarik. FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi yang sama yaitu gugus. Pada analisis SEM menunjukkan adanya aglomerasi dan retakan akibat disperse selulosa yang tidak merata, sehingga berpotensi rusak film. Pada analisis biodegradasi menunjukkan edible film pada hari ke 21. *Edible film* berbahan dasar selulosa dengan menunjukkan aktivitas antibakteri dan antijamur yang efektif



dapat menghambat pertumbuhan mikroba pada terhadap *E. coli*, *S. aureus*, dan *Aspergillus sp.*

3.6 Daftar Pustaka

- Abdelrhman, S., Barakat, O., & Elsayed, T. (2022). Biopolymer production by some marine bacterial strains isolated from Egypt. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(7):513-523. <http://10.21608/ejchem.2021.105848.4875>
- Abera, B., Duraisamy, R., & Birhanu, T. (2024). Study on the preparation and use of edible coating of fish scale chitosan and glycerol blended banana pseudostem starch for the preservation of apples, mangoes, and strawberries. *Journal of Agriculture and Food Research*, 15(3), 100916. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2023.100916>
- Abhidah, N. R. Z., Sulmartiwi, L., & Alamsjah, M. A. (2025). Karakterisasi *Edible film* Kitosan dengan Penambahan Larutan Garam Sebagai Antibakteri Characterization of Chitosan *Edible film* by Addition of Salt Solution as an Antibacterial. *Journal of Marine and Coastal Science*, 14(2):129-143. <http://10.20473/jmcs.v14i2.73018>
- Afeeza, K. L. G., & Dilipan, E. (2024). Enhancing salt stress tolerance in black gram (*Vigna mungo* L.) through the exogenous application of seaweed liquid fertilizer derived from *Sargassum sp.* *Algal Research*, 81(4), 103588. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103588>
- Agustini, N. W. S., Kusmiati, K., Admirasari, R., Nurcahyanto, D. A., Hidayati, N., Apriastini, M., & Ahmad, R. Z. (2023). Characterization of corn-starch *edible film* with the addition of microalgae extract *Chlorella vulgaris* as an antioxidant applied to dodol (glutinous-rice cake) products. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8(1):1-7. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100511>
- Ahimbisibwe, M., Banadda, N., Seay, J., Nabuuma, B., Atwijukire, E., Wembabazi, E., & Nuwamanya, E. (2019). Influence of Weather and Purity of Plasticizer on Degradation of Cassava Starch Bioplastics in Natural Environmental Conditions. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 8(4):237–250. <https://doi.org/10.4236/jacen.2019.84018>
- Ariefta, R., Dewi, E. N., & Romadhon, R. (2019). Potensi Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Kantong Kraft. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 14(2):81-85. <https://doi.org/10.14710/ijfst.14.2.81-85>
- Bestari, N. G., Saputra, E., & Pujiastuti, D. Y. (2024). Effect of Glucose Addition on characteristics of *Edible film* from Kappa-Carrageenan Using plasticizer. *Journal of Marine and Coastal Science*. 13(3):126-135. <http://10.20473/jmcs.v13i3.31279>
- Li, Kim, K. D., & Chun, S. C. (2020). Antibacterial Activity of nanoparticles: A Review. *Processes*, 8(9), 1173. <http://10.3390/pr8091173>



- Elsherif, W. M., Zayed, G. M., & Tolba, A. O. (2024). Antimicrobial activity of chitosan-*edible films* containing a combination of carvacrol and rosemary nano-emulsion against *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and *Listeria monocytogenes* for ground meat. *International Journal of Food Microbiology*, 418(16), 110713. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110713>
- Fang, Z., Yang, Y., Lin, S., Xu, L., Chen, S., Lv, W., Wang, N., Dong, S., Lin, C., Xie, Y., Liu, J., Meng, M., Wen, W., & Yang, Y. (2025). Development and antimicrobial activity of composite *edible films* of chitosan and nisin incorporated with perilla essential oil-glycerol monolaurate emulsions. *Food Chemistry*, 462, 141006. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2024.141006>
- Goy, R. C., Morais, S. T. B., & Assis, O. B. G. (2016). Evaluation of the antimicrobial activity of chitosan and its quaternized derivative on *E. coli* and *S. aureus* growth. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 26(1):122-127.
- Hidayati, S., Zulferiyenni, N., & Satyajaya, W. (2019). Optimasi pembuatan biodegradable film dari selulosa limbah padat rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan penambahan gliserol, kitosan, cmc dan tapioka. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2):340-354.
- Istiani, A., Yusuf, Y., Irfandy, F., & Puspitasari, M. (2022). Physical Property Analysis of Biodegradable Film Made from Garut Starch, Glycerol, and Citric Acid. *Eksergi*, 19(3):148-152. <https://doi.org/10.31315/e.v19i3.6123>
- Juliani, D., Suyatma, N. E., & Taqi, F. M. (2022). Pengaruh Waktu pemanasan, jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap karakteristik *edible film* K-karagenan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 10(1):29-40. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>
- Kalaka, S. R., Naiu, A. S., & Husain, R. (2022). Organoleptic, Physical and Chemical Characteristics Of Edible Gelatin-Chitosan-Ginger Film. *Jambura Fish Processing Journal*, 4(2):64-71. <https://doi.org/10.37905/jfpj.v4i2.13361>
- Kusdianto, I., & Haedar, H. (2022). Pengolahan Tepung Beras Ketan Menjadi Dodol Menambahkan Pendapatan Masyarakat Di Masa Pandemi Covid-19 Di Desa Tokke Kecamatan Malangke Luwu Utara. *RESONA: Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat*, 6(1):11-17.
- Khotimah, K., Kusumaningrum, I., & Afiah, R. N. (2024). Profil tekstur dan ujihedonik bakso ikan lele dengan penambahan tepung ubi kelapa (*Dioscorea alata*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(8):693-705. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i8.50811>
- Loukri, A., Kyriakoudi, A., Oliinychenko, Y., Stratakos, A. C., Lazaridou, A., & Mourzinos, I. (2024). Preparation and characterization of chitosan-citric acid loaded with Cornelian cherry pomace extract as active packaging. *Food Hydrocolloids*, 150(17), 109687. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2023.109687>
- Putra D, Sedyadi E (2021). Biodégradation bio plastic based on starch with glycerol plasticizer and ZnO fillers. *Journal of Phys Conf* 8(1), 012007. <https://doi:10.1088/1742-6596/1788/1/012007>



- Mudyantini, W. 2008. Pertumbuhan, Kandungan Selulosa, dan Lignin pada Rami (*Boehmeria nivea* L. Gaudich) dengan Pemberian Asam Giberelat (GA3). *Biodiversitas*, 9(4): 269-274. <https://doi.org/10.24198/kltv.v16i3.14470>
- Mufida, I., & Sigiyo, O. N. (2024). Analisis Biodegradasi Dan Ketahanan Air Pada Plastik Biodegradable Dari Kulit Singkong Dengan Variasi Selulosa Serat Daun Nanas. *Journal of Food Security and Agroindustry*, 2(2):61–68. <https://doi.org/10.58184/jfsa.v2i2.357>
- Natsir, H., Merba, B. L., Dali, S., Soekamto, N. H., Wahab, A. W., & Fauziah, S. (2022). Production of Functional *Edible film* from Modified Starch of Banana's Hump Using *Kappaphycus alvarezii* Seaweed as Stabilizer. *AIP Conference Proceedings*, 2638(1), 070010. <https://doi.org/10.1063/5.0104311>
- Okolie, O., Kumar, A., Edwards, C., Lawton, L. A., Oke, A., McDonald, S., & Njuguna, J. (2023). Bio-based sustainable polymers and materials: From processing to biodegradation. *Journal of Composites Science*, 7(6), 213. <https://doi.org/10.3390/jcs7060213>
- Otero-Herrera, A., Fuentes-Gaviria, L., Pérez-Cervera, C., & Andrade-Pizarro, R. (2025). Development of *edible films* based on sweet potato (*Ipomoea batatas*) starch and their application in candy packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 299, 140031. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.140031>
- Permana, L., Ramadhanti, A. K., & Nasution, S. (2025). Karakteristik *Edible Film* Berbasis Pati Singkong Dengan Penambahan Bubuk Rempah Sebagai Kemasan Kopi. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 10(3):8475-8486. <https://doi.org/10.63071/x14p9x29>
- Shi, B., Hao, Z., Du, Y., Jia, M. & Xie, S. (2024). Mechanical and barrier properties of composite chitosan-based film packaging: A as food review. *BioResources*, 19(2):4001-4014. <https://doi.org/10.15376/biores.19.2.Shi>
- Shivangi, S., Dorairaj, D., Negi, P. S., & Shetty, N. P. (2021). Development and characterisation of a pectin-based *edible film* that contains mulberry leaf extract and its bio-active components. *Food Hydrocolloids*, 121(7), 107046. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107046>
- Sulistyo F.T., Utomo A.R., Erni S. 2018. Karakteristik fisikokimia *edible film* berbasis gelatin (Effect of Carrageenan Concentration towards Physicochemical Characteristic of Gelatin Based *Edible film*). *J. Food Technol. Nutr.* 17(2):75–80. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v17i2.1888>
- Sun, H., Liu, X., Huang, Y., & Leng, X. (2022). Physicochemical and Sensory Properties Colored Whey Protein-Cellulose Nanocrystal Edible Films after Freeze Thaw Treatment. *Foods*, 11(23), 3782. <https://doi.org/10.3390/foods11233782>
- Kusmiati, K., Admirasari, R., Nurcahyanto, D. A., Hidhayati, N., Afiati, F., Priadi, D., Fitriani, B. M., Adalina, Y., & Ahmad, R. Z. aracterization of corn-starch *edible film* with the addition of extract *Chlorella vulgaris* as an antioxidant applied to dodol



- (glutinous-rice cake) products. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8(1):1-7. <https://doi.org/10.1016/J.CSCEE.2023.100511>
- Susanti, A., Septya Kusuma, H., Kana Zafira, D., Bustanul Ilmi, A., Eka Agustina, ul, & Listia Baqih Arie Prayoga, dan. (2021). Pembuatan dan Karakterisasi Biodegradable Plastic Berbasis Campuran Pati dan Selulosa dari Limbah Jagung. *Eksergi*, 18(2):49-55. <https://doi.org/10.31315/e.v18i2.5341>
- Torrijos, R., Nazareth, T. M., Calpe, J., Quiles, J. M., Mañes, J., & Meca, G. (2022). Antifungal activity of natamycin and development of an *edible film* based on hydroxyethylcellulose to avoid *Penicillium* spp. growth on low moisture mozzarella cheese. *LWT*, 154, 112795. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112795>
- Yuan, Z., Dai, W., Li, X., Wu, Y., Zang, K., Zeng, J., & Zhou, H. (2022). Improvement of the functional properties of cellulose acetate film by incorporating with glycerol and n-propanol. *Cellulose*, 29(14):7823-7836. <https://doi.org/10.1007/s10570-022-04752-x>
- Wijaya, A. R. (2022). Karakteristik dan Aktivitas Antibakteri pada *Edible film* Berbasis Pati Ubi Kayu dengan Penambahan Minyak Cengkeh. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 5(2):111-119. <http://doi.org/10.20885/ijca.vol5.iss2.art6>

