

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidrogel merupakan material polimer tiga dimensi yang mampu menyerap dan mempertahankan air dalam jumlah besar tanpa kehilangan struktur dasarnya (Tariq *et al.*, 2023). Kemampuan tersebut menyebabkan hidrogel banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti pertanian, farmasi, biomedis, pengolahan limbah, hingga sistem penghantaran obat (*drug delivery system*) (Zhao *et al.*, 2023). Sebagian besar hidrogel yang digunakan saat ini masih berbasis polimer sintesis, seperti poliakrilamida (PAM), polivinil alkohol (PVA), poli(etilen glikol) (PEG), dan poliakrilat (Liang *et al.*, 2024). Hidrogel sintesis memiliki kemampuan pengembangan yang tinggi dan sifat mekanik yang baik, namun umumnya memiliki biodegradabilitas yang rendah sehingga berpotensi menimbulkan akumulasi limbah di lingkungan (Liang *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pengembangan hidrogel berbasis bahan alami terus dilakukan untuk memperoleh material yang lebih ramah lingkungan, mudah terdegradasi, dan berasal dari sumber yang dapat diperbarui (Zhao *et al.*, 2023).

Salah satu bahan alami yang banyak dikembangkan sebagai bahan dasar hidrogel adalah selulosa. Selulosa merupakan biopolimer alami yang memiliki sifat *biodegradable*, *biokompatibel*, tidak toksik, serta mengandung gugus hidroksil (-OH) yang mampu berinteraksi dengan molekul air melalui pembentukan ikatan *hydrogen*. Sifat tersebut menjadikan selulosa berpotensi digunakan sebagai bahan dasar hidrogel karena mampu membentuk jaringan hidrofilik yang berperan dalam proses penyerapan dan retensi air (Tang *et al.*, 2024).

Berbagai biomassa telah dimanfaatkan sebagai sumber selulosa, seperti jerami padi, tongkol jagung, ampas tebu, sabut kelapa, dan limbah pertanian lainnya (Thongsomboon *et al.*, 2023). Meskipun memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, biomassa tersebut umumnya hanya mengandalkan selulosa sebagai komponen utama dalam pembentukan hidrogel (Raza, 2025). Selain itu, kandungan lignin pada biomassa lignoselulosa daratan relatif tinggi sehingga proses isolasi selulosa memerlukan perlakuan yang lebih intensif untuk memperoleh selulosa dengan tingkat kemurnian yang baik (Parsai *et al.*, 2024). Pada beberapa kasus, hidrogel berbasis biomassa tersebut juga memerlukan modifikasi tambahan untuk meningkatkan kemampuan pembentukan gel dan daya serap airnya (Henn *et al.*, 2025).

Rumput laut coklat *Sargassum* sp. merupakan salah satu biomassa yang berpotensi digunakan sebagai bahan dasar hidrogel. Berbeda dengan biomassa lignoselulosa daratan, *Sargassum* sp. tidak hanya mengandung selulosa tetapi juga mengandung alginat dan fukoidan yang bersifat hidrofilik (Rohim *et al.*, 2019). Alginat merupakan polisakarida alami yang memiliki kemampuan membentuk gel dan mengikat udara sehingga telah banyak dimanfaatkan dalam industri pangan, farmasi, dan biomaterial (Winingsih *et al.*, 2018). Keberadaan selulosa dan alginat dalam satu biomassa menjadi keunggulan tersendiri karena keduanya dapat mendukung pembentukan hidrogel dengan pembengkakan kemampuan yang lebih baik. Oleh karena itu, *Sargassum* sp. dipilih sebagai bahan baku dalam penelitian ini karena memiliki potensi yang lebih besar sebagai bahan dasar hidrogel dibandingkan biomassa yang hanya mengandung selulosa (Rahmi *et al.*, 2020).

Potensi rumput laut sebagai sumber selulosa telah dilaporkan dalam berbagai penelitian. Afifah *et al.* (2024) melaporkan bahwa isolasi selulosa dari *Sargassum* sp. menghasilkan rendemen sebesar 36,4% dan *verrucosa* 34,4% menggunakan proses delignifikasi dengan bantuan pemanasan. Sementara itu, Mentari *et al.* (2023) melaporkan bahwa isolasi selulosa dari rumput laut hijau *Caulerpa lentillifera* menghasilkan rendemen sebesar 31,3%. Perbedaan rendemen yang diperoleh menunjukkan bahwa jenis rumput laut dan kondisi proses isolasi berpengaruh terhadap karakteristik selulosa yang dihasilkan. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa rumput laut memiliki potensi yang baik sebagai sumber selulosa alternatif untuk pengembangan biomaterial, termasuk hydrogel (Cokrowati *et al.*, 2023).

Meskipun demikian, selulosa pada *Sargassum* sp. tidak berada dalam kondisi murni karena masih mengandung lignin, hemiselulosa, pigmen, protein, dan senyawa pengotor lainnya (Henggu *et al.*, 2024). Keberadaan lignin dapat menghambat pemanfaatan selulosa sebagai bahan dasar hidrogel karena lignin bersifat relatif hidrofobik sehingga dapat mengurangi kemampuan interaksi antara gugus hidroksil selulosa dengan molekul air (Tiffany *et al.*, 2023). Selain itu, lignin yang masih tersisa dapat mempengaruhi warna, kemurnian, dan karakteristik fisik bahan yang dihasilkan (Pramana *et al.*, 2020). Oleh karena itu, diperlukan proses isolasi selulosa untuk menghilangkan komponen pengotor tersebut (Lestari, 2024).

Salah satu metode umum yang digunakan untuk menghilangkan lignin adalah delignifikasi menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). Proses

delignifikasi dengan NaOH mampu memutus ikatan antara lignin, hemiselulosa, dan selulosa sehingga lignin dapat terlarut dan terpisah dari matriks biomassa (Lestari *et al.*, 2018). Selain meningkatkan kemurnian selulosa, proses ini juga dapat membuka struktur serat sehingga meningkatkan aksesibilitas gugus hidroksil yang berperan dalam penyerapan air (Arjeni *et al.*, 2022). Dengan demikian, keberhasilan proses delignifikasi akan sangat mempengaruhi kualitas selulosa yang dihasilkan serta karakteristik hidrogel yang akan terbentuk (Syazidan *et al.*, 2025).

Proses delignifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti konsentrasi NaOH, suhu, rasio bahan terhadap pelarut, dan waktu delignifikasi (Susi *et al.*, 2023). Di antara faktor-faktor tersebut, waktu delignifikasi merupakan parameter yang penting karena berhubungan langsung dengan tingkat penghilangan lignin (Madyira dan Olatunji, 2025). Perlakuan waktu yang terlalu singkat dapat menyebabkan lignin tidak terlepas secara optimal sehingga kemurnian selulosa masih rendah (Yannasandy *et al.*, 2017). Sebaliknya, waktu delignifikasi yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi rantai selulosa akibat kontak yang berlebihan dengan larutan alkali. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi rendemen, kadar α -selulosa, kemampuan pengembangan, dan karakteristik bahan yang dihasilkan (Susi *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan isolasi selulosa dari rumput laut menggunakan perlakuan alkali dengan bantuan pemanasan sekitar 60°C untuk mempercepat proses delignifikasi (Afifah *et al.*, 2024). Meskipun metode tersebut efektif dalam mempercepat pelepasan lignin, penggunaan suhu tinggi dapat meningkatkan kebutuhan energi selama proses isolasi (Bahri *et al.*, 2023). Selain itu, perlakuan yang terlalu lama berpotensi menyebabkan kerusakan sebagian struktur selulosa (Sartika dan Firmansyah, 2022). Delignifikasi tanpa pemanasan menjadi alternatif yang lebih sederhana dan berpotensi mengurangi proses kebutuhan energi, namun efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh lama waktu kontak antara biomassa dan lingkungan alkali (Yadav *et al.*, 2019). Hingga saat ini, kajian mengenai pengaruh variasi waktu delignifikasi NaOH tanpa pemanasan terhadap karakteristik selulosa *Sargassum sp.* sebagai bahan dasar hidrogel masih relatif terbatas (Afifah *et al.*, 2024). Padahal, waktu delignifikasi yang lama dapat mempengaruhi rendemen, *lightness*, kemampuan pembengkakan, kandungan α -selulosa, serta karakteristik gugus fungsi dari selulosa yang dihasilkan (Tang *et al.*, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai isolasi dan karakterisasi rumput laut *Sargassum* sp. dengan variasi waktu delignifikasi NaOH sebagai hidrogel perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu delignifikasi terhadap karakteristik selulosa yang dihasilkan berdasarkan parameter rendemen, *lightness*, *swelling ratio*, gugus fungsi, dan kadar α -selulosa sehingga dapat diperoleh kondisi delignifikasi yang optimal untuk menghasilkan selulosa sebagai bahan dasar hidrogel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:?

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu delignifikasi dengan NaOH terhadap karakteristik selulosa yang dihasilkan?
2. Bagaimana potensi selulosa hasil isolasi sebagai bahan dasar hidrogel?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui hasil isolasi tanpa pemanasan, dan menganalisis pengaruh variasi waktu delignifikasi dengan NaOH, serta mengevaluasi potensinya sebagai bahan dasar hidrogel.