

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan akan gula di Indonesia terus menunjukkan peningkatan seiring pertumbuhan jumlah penduduk. Kondisi ini menjadi pemicu terhadap eksplorasi komoditas baru sebagai bahan baku alternatif, mengingat produksi gula nasional yang masih bergantung hampir sepenuhnya pada tebu belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut (Puspitosari et al., 2020). Ketergantungan akan bahan baku tebu yang menjadi penyebab rendahnya produksi gula dalam negeri juga menjadi penyebab tingginya angka impor *raw sugar* (Sinuraya dkk., 2024). Berdasarkan data produksi gula nasional, produksi gula hanya berkisar antara 2,5-3,0 juta ton per tahun (Sinuraya dkk., 2024). Sementara berdasarkan data dari Badan Pangan Nasional (Bapanas) tahun 2023 juga menunjukkan bahwa ketersediaan gula konsumsi sebesar 4.701.517 ton, sementara kebutuhan mencapai 3.401.521 ton atau 283.460 ton per bulan. Oleh karena itu, diperlukan eksplorasi bahan baku alternatif serta pengembangan metode pengolahan yang mampu memaksimalkan potensi bahan baku tersebut. Salah satu komoditas yang menjanjikan adalah rumput laut, sebab kandungan karbohidratnya yang cukup kompleks dapat dikonversi menjadi glukosa melalui proses fermentasi atau hidrolisis.

Rumput laut, khususnya spesies *Gracilaria sp.*, menunjukkan potensi sebagai komoditas alternatif untuk produksi gula cair karena produktivitasnya yang mencapai 13,1 kg berat kering per-m² dalam 7 bulan dan kandungan karbohidrat kompleks hingga 70% menawarkan potensi sumber daya yang melimpah (Wu et al., 2014). Salah satu komponen penting pada *Gracilaria sp* adalah selulosa yakni karbohidrat kompleks yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa. Kandungan selulosa dalam *Gracilaria sp* sebanyak 14-18% dari total berat keringnya dapat digunakan menjadi bahan baku utama untuk hidrolisis menjadi glukosa (Baghel et al., 2021). Namun, kompleksnya struktur jaringan *Gracilaria sp.*, termasuk keberadaan lignin sekitar 10% menghadirkan tantangan tersendiri,

terutama dalam metode hidrolisis menggunakan enzim (Moodley dan Kana., 2017). Metode hidrolisis yang ada, baik itu fisik, kimia, enzimatik maupun biologis, sering kali menghasilkan rendemen gula yang rendah dan memakan waktu lama dalam produksi gula baik dari bahan lignoselulosa seperti rumput laut. Oleh karena itu, pengembangan *pretreatment* yang efektif untuk menunjang efektifitas hidrolisis enzimatik menjadi sangat krusial untuk meningkatkan hidrolisis karbohidrat menjadi glukosa dari biomassa lignoselulosa seperti rumput laut. Terdapat berbagai macam pendekatan *pretreatment* yang dapat digunakan salah satunya adalah dengan menggunakan Metode *Microwave-Assisted Inorganic Salt Pretreatment*.

Metode *Microwave-Assisted Inorganic Salt Pretreatment* merupakan inovasi yang menjanjikan untuk mengefisienkan proses hidrolisis glukosa dari biomassa rumput laut, terutama *Gracilaria sp.* Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Chia *et al.*, 2024), proses ini memanfaatkan kombinasi energi *microwave* dengan garam anorganik, seperti NaCl, KCl dan CaCl_2 untuk mengubah struktur kimia dan fisik komponen dalam substrat dan memfasilitasi perombakan struktur lignoselulosa. Perubahan struktur lignoselulosa dapat memungkinkan hidrolisis yang lebih efisien dan produksi gula yang lebih tinggi. Terurainya ikatan lignin dan selulosa memudahkan akses enzim untuk memecah selulosa yang tersedia. Selain itu, peningkatan perolehan selulosa akibat perombakan ikatan lignoselulosa menyebabkan ketersediaan substrat selulosa yang lebih banyak untuk diubah menjadi glukosa, dengan demikian, metode ini berpotensi meningkatkan efisiensi proses hidrolisis serta produk hasil berupa gula yang lebih tinggi.

Hidrolisis enzimatik menjadi opsi metode menjanjikan dalam pemecahan struktur polisakarida kompleks menjadi monosakarida. Selektivitas enzim yang tinggi memungkinkan pemecahan ikatan glikosidik spesifik pada polisakarida sehingga meminimalkan kerusakan pada komponen molekul lainnya seperti protein dan senyawa fenol yang dapat mengurangi kualitas hasil (Laca *et al.*, 2019). Kondisi reaksi dalam hidrolisis enzimatik juga lebih ringan, dengan suhu rendah dan pH netral, yang tidak hanya mengurangi biaya produksi tetapi juga meminimalkan

pembentukan produk samping yang tidak diinginkan (Laca *et al.*, 2019). Hidrolisis enzimatis menawarkan keuntungan dalam mengolah polisakarida yang lebih kompleks, seperti selulosa yang sulit didegradasi menggunakan metode kimia tradisional. Proses ini dapat meningkatkan hasil ekstraksi monosakarida tentunya dengan memperhatikan kondisi hidrolisis juga jenis enzim yang digunakan. Terdapat beberapa enzim yang umum digunakan dalam proses pembuatan gula cair seperti penggunaan enzim alfa amilase dan juga glukoamilase. Namun, pada substrat yang kaya akan kandungan selulosa, selobiosa, ataupun selodektrin seperti rumput laut itu sendiri penggunaan enzim selulase lebih optimal untuk memecah kompleks ikatan β -1,4-glikosidik pada selulosa, selobiosa, dan selodektrin (Nurani dkk., 2022). Penambahan selulase dalam proses hidrolisis secara signifikan meningkatkan efisiensi konversi substrat menjadi glukosa (Puspitasari dan Ibrahim., 2020).

Studi terdahulu telah menunjukkan potensi penggunaan metode *Microwave Assisted Inorganic Salt Pretreatment* (Chia *et al.*, 2024), serta hidrolisis enzimatis (Nurani dkk., 2022) dalam proses ekstraksi glukosa dari sumber bahan baku yang mengandung selulosa seperti ampas kopi dan kulit buah naga. Namun, kombinasi sinergis dari kedua metode ini, khususnya dalam aplikasi produksi sirup gula dari *Gracilaria sp.*, masih jarang dieksplorasi secara mendalam. Karakterisasi produk sirup gula yang dihasilkan, termasuk kualitas fisikokimia, viskositas, dan profil gula, juga perlu dilakukan untuk mengevaluasi kualitas dan potensi aplikasinya.

B. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui efektivitas kombinasi metode *Microwave Assisted Inorganic Salt Pretreatment* dengan pelarut berupa garam NaCl, KCL, CaCl_2 dan enzim selulase dalam produksi sirup gula dari *Gracilaria sp.*
2. Mendapatkan hasil yang optimal dari perlakuan kombinasi metode *Microwave Assisted dengan Inorganic Salt Pretreatment* menggunakan pelarut berupa garam NaCl, KCL, dan CaCl_2 dengan hidrolisis enzimatis menggunakan enzim selulase dalam produksi sirup gula dari *Gracilaria sp.*

C. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi terkait dengan pemanfaatan sumber daya alam berkelanjutan khususnya rumput laut sebagai sumber bahan baku produksi sirup gula
2. Memberikan informasi terkait dengan metode pembuatan sirup gula dari rumput laut dengan metode *Microwave Assisted Inorganic Salt Pretreatment* dan hidrolisis menggunakan enzim selulase