

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan energi dunia terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya jumlah penduduk, perkembangan teknologi, pertumbuhan industri, dan meningkatnya aktivitas transportasi. Hingga saat ini, sumber energi utama yang paling banyak digunakan masih berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Penggunaan bahan bakar fosil secara terus-menerus menyebabkan cadangan energi fosil semakin menipis karena sifatnya yang tidak dapat diperbarui. Selain itu, pembakaran bahan bakar fosil juga menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂) yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan pemanasan global. Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan energi alternatif yang bersifat terbarukan, ramah lingkungan, dan berkelanjutan (Isikgor & Becer, 2015)

Salah satu energi alternatif yang banyak dikembangkan adalah bioetanol. Bioetanol merupakan bahan bakar cair hasil fermentasi biomassa yang mengandung gula, pati, maupun selulosa menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol memiliki beberapa keunggulan, antara lain dapat diperbarui, lebih ramah lingkungan, serta dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar kendaraan bermotor untuk mengurangi konsumsi bahan bakar fosil. Di Indonesia, pengembangan bioetanol juga mulai mendapat perhatian sebagai upaya mendukung ketahanan energi nasional dan pengurangan emisi karbon (Irvan *et al.*, 2016).

Saya menggunakan biji cempedak sebagai bahan baku penelitian karena biji cempedak merupakan bagian buah yang relatif kurang dimanfaatkan dan berpotensi menjadi limbah. Biji cempedak memiliki kandungan karbohidrat dan pati yang cukup tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku untuk menghasilkan bioetanol. Dengan demikian, pemilihan biji cempedak dalam penelitian ini didasarkan pada kandungan pati/karbohidratnya, ketersediaannya sebagai bagian buah yang kurang dimanfaatkan, serta potensinya untuk dikonversi menjadi produk bernilai tambah berupa bioetanol (Khayrah *et al.*, 2022).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa biji cempedak dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol melalui proses hidrolisis dan fermentasi. Penelitian oleh Irvan *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa produksi bioetanol dari biji cempedak menggunakan variasi konsentrasi ragi dan waktu fermentasi mampu menghasilkan bioetanol dengan kondisi optimum pada konsentrasi ragi 9% dan lama fermentasi 3 hari. Hasil tersebut menunjukkan bahwa biji cempedak memiliki potensi cukup baik sebagai sumber biomassa untuk produksi bioetanol (Irvan *et al.*, 2016)

Selain itu, penelitian lain mengenai hidrolisis biji cempedak menunjukkan bahwa penggunaan enzim α -amilase dan glukoamilase mampu meningkatkan kadar gula hasil hidrolisis. Enzim α -amilase berfungsi memecah molekul pati menjadi dekstrin pada tahap likuifikasi, sedangkan glukoamilase mengubah dekstrin menjadi glukosa pada tahap sakarifikasi. Semakin tinggi kadar glukosa

yang dihasilkan dari proses hidrolisis, maka semakin besar potensi etanol yang dapat dihasilkan pada tahap fermentasi (Achva *et al.*, 2024).

Penggunaan enzim dalam pembuatan bioetanol memerlukan biaya yang cukup tinggi, oleh karena itu dicari alternatif menggunakan metode yang lain dalam menghasilkan etanol. Salah satu metode produksinya yaitu, *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF) atau sakarifikasi fermentasi serentak. Pada metode ini, proses hidrolisis pati dilakukan oleh jamur *Aspergillus oryzae* yang dapat menghasilkan enzim amilase dan fermentasi gula menjadi etanol oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan secara bersamaan dalam satu *reactor*.

Salah satu jamur yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah *Aspergillus oryzae*. *Aspergillus oryzae* memiliki kemampuan menghasilkan berbagai enzim hidrolitik ekstraseluler, terutama α -amilase dan glukoamilase, yang berfungsi memecah pati menjadi glukosa. Selain mampu menghasilkan enzim dalam jumlah tinggi, *Aspergillus oryzae* juga mudah dibudidayakan dan pertumbuhan yang sangat cepat. Enzim glukoamilase yang dihasilkan *Aspergillus oryzae* memiliki peranan penting dalam proses sakarifikasi karena mampu memproses dekstrin dan oligosakarida menjadi glukosa. Glukosa tersebut kemudian digunakan oleh *Saccharomyces cerevisiae* dalam proses fermentasi untuk menghasilkan etanol. Oleh karena itu, penggunaan *Aspergillus oryzae* dapat menggantikan Sebagian fungsi enzim komersial dalam proses produksi bioetanol (Rahman *et al.*, 2004)

Konsentrasi suspensi jamur yang terlalu rendah dapat menyebabkan proses fermentasi berlangsung lambat, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat

menyebabkan persaingan nutrisi antar mikroorganisme sehingga menurunkan efisiensi fermentasi. Akibatnya, jumlah gula sederhana yang tersedia untuk difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* menjadi terbatas sehingga pembentukan etanol tidak berlangsung optimal (Lumbantoruan & Satriawan, 2023).

Dalam proses fermentasi bioetanol, keseimbangan antara produksi glukosa oleh *Saccharomyces cerevisiae* sangat penting. Apabila glukosa yang dihasilkan terlalu sedikit akibat rendahnya konsentrasi *Aspergillus Oryzae*, maka *Saccharomyces cerevisiae* tidak memperoleh substrat yang cukup untuk melakukan fermentasi secara maksimal. Lama fermentasi juga sangat berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan karena berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi berlangsung. Waktu fermentasi yang terlalu singkat menyebabkan glukosa belum terkonversi secara maksimal, sedangkan fermentasi yang terlalu lama dapat menyebabkan penurunan kadar etanol akibat oksidasi etanol menjadi senyawa lain (Arnata, 2009).

Penelitian Irvan dkk. (2016), mengenai pembuatan bioetanol dari biji cempedak menggunakan variasi waktu fermentasi 2, 3, dan 4 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap hasil bioetanol, dengan kondisi terbaik diperoleh pada waktu fermentasi 3 hari pada konsentrasi ragi 9%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu fermentasi perlu disesuaikan dengan kondisi bahan baku dan mikroorganisme yang digunakan.

Penelitian Peratama *et al.*, (2013) menggunakan variasi waktu fermentasi 3, 6, 9, dan 12 hari pada produksi bioetanol dari bonggol pisang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar etanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 6 hari. Perbedaan waktu optimum antara penelitian tersebut menunjukkan bahwa lama fermentasi optimum dapat berbeda bergantung pada jenis substrat, mikroorganisme, konsentrasi inokulum, serta kondisi fermentasi. Oleh karena itu, variasi lama fermentasi diperlukan untuk mengetahui waktu yang menghasilkan produksi bioetanol secara optimal.

Penggunaan metode SSF dengan variasi suspensi jamur dan lama fermentasi pada produksi bioetanol dari biji cempedak masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk memperoleh kondisi optimum dalam menghasilkan kadar bioetanol tertinggi. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh variasi suspensi jamur dan lama fermentasi pada produksi bioetanol dari biji cempedak melalui metode *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF) perlu dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan biji cempedak sebagai bahan baku energi alternatif sekaligus mendukung pengembangan bioetanol berbasis biomassa lokal yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi suspensi jamur *Aspergillus Oryzae* terhadap produksi bioetanol dari biji cempedak dengan metode fermentasi serentak?
2. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap produksi bioetanol dari biji cempedak?
3. Bagaimana kombinasi variasi suspensi jamur dan lama fermentasi yang paling optimal dalam menghasilkan bioetanol?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi suspensi jamur terhadap produksi bioetanol dari biji cempedak melalui metode fermentasi serentak (SSF).
2. Mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap produksi bioetanol dari biji cempedak melalui metode fermentasi serentak (SSF).
3. Menentukan kombinasi konsentrasi suspensi jamur dan lama fermentasi yang optimum untuk menghasilkan kadar bioetanol dan kadar alkohol tertinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang pemanfaatan biji cempedak sebagai bahan baku bioetanol serta mengetahui pengaruh variasi suspensi jamur dan lama fermentasi melalui metode SSF. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat dalam meningkatkan nilai guna limbah biji cempedak dan mendukung pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan