

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi, kebutuhan energi global mengalami peningkatan yang signifikan. *International Energy Agency* (IEA), memproyeksikan bahwa pada tahun 2030 permintaan energi akan meningkat hingga 45%, dengan sekitar 80% masih bersumber dari bahan bakar fosil (Usman & Gunawan, 2021). Kondisi ini menjadikan ketersediaan energi sebagai perhatian utama di berbagai negara, termasuk Indonesia, yang masih mengandalkan sumber daya fosil, sehingga menimbulkan kekhawatiran terhadap keberlanjutan pasokan energi di masa depan (Setyono & Kiono, 2021).

Untuk mengurangi ketergantungan tersebut, diperlukan upaya pengembangan pemanfaatan sumber energi alternatif yang berbasis sumber hayati, tersedia dalam jumlah yang memadai, dan ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang potensial untuk dikembangkan adalah bioetanol (Rahmah et al., 2015). Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan bahan bakar nabati berbentuk cair yang diproduksi melalui konversi glukosa menjadi etanol oleh mikroorganisme selama proses fermentasi, serta memiliki tingkat fleksibilitas tinggi dalam penggunaannya (Hernowo et al., 2015). Umumnya, bioetanol digunakan sebagai campuran bensin dalam konsentrasi 10% bioetanol dan 90% bensin, yang dikenal dengan istilah E10 atau sering disebut “gasohol” (Saputra, 2017).

Berbagai penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan bahan baku yang mengandung gula untuk produksi bioetanol. Khurniawati et al., (2019), melaporkan bahwa penggunaan glukosa *off grade* dengan kadar gula 14%, mampu menghasilkan bioetanol sebesar 11% (v/v). Penelitian serupa dilakukan oleh Rochani et al., (2015), yang menunjukkan bahwa molases dengan kadar gula 18%, mampu menghasilkan bioetanol sebesar 13,85% (v/v).

Tanaman nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) merupakan sejenis palem yang tumbuh di daerah pasang surut atau hutan bakau dekat tepi laut. Tanaman ini dapat menghasilkan nira dari tandan bunganya, yang memiliki kandungan gula cukup tinggi, sehingga berpotensi sebagai bahan baku bioetanol. Mounira et al., (2017), melaporkan bahwa kandungan gula pada nira nipah berkisar antara 15 – 17%

dengan kadar air sebesar 60 – 70%. Pemanfaatan nira nipah untuk produksi bioetanol tidak akan mengganggu ketersediaan bahan pangan, karena masyarakat tradisional memanfaatkan bagian lain tanaman ini, seperti daunnya untuk bahan atap dan anyaman, serta lidinya untuk sapu lidi (Iswari, 2023).

Meskipun demikian, nira nipah mudah mengalami kerusakan akibat fermentasi spontan selama penyimpanan, yang menyebabkan penurunan kadar gula karena terjadi perubahan menjadi alkohol atau asam asetat (Hutami et al., 2023). Untuk mengatasi permasalahan ini, nira nipah dapat diolah terlebih dahulu menjadi gula padat melalui proses pemanasan, sehingga dapat mengurangi kadar air secara signifikan dan memiliki stabilitas yang lebih tinggi untuk disimpan dalam jangka waktu yang lebih lama (Hutasoit et al., 2016).

Waktu fermentasi dan rasio larutan gula merupakan dua faktor penting yang mempengaruhi efisiensi produksi bioetanol dari gula nipah (Khurniawati et al., 2019). Waktu fermentasi berkaitan dengan fase logaritmik mikroorganisme, yaitu periode saat *Saccharomyces cerevisiae* aktif menghasilkan metabolit primer berupa bioetanol dalam jumlah besar (Taslim et al., 2017). Sementara itu, rasio larutan gula menentukan kadar gula awal yang mempengaruhi efisiensi konversi menjadi bioetanol, sehingga penting untuk mengetahui kadar gula awal agar fermentasi berlangsung secara optimal. Kadar gula yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tekanan osmotik yang memicu kematian sel, sedangkan kadar yang terlalu rendah membatasi ketersediaan substrat, sehingga produksi bioetanol menurun (Putri et al., 2016).

Saccharomyces cerevisiae merupakan mikroorganisme yang umum digunakan dalam proses fermentasi, karena mampu menghasilkan bioetanol secara efisien, toleran terhadap kadar alkohol yang cukup tinggi, serta mampu bertahan pada rentang suhu yang luas (Saputra, 2015). Hasil penelitian Rasmey et al. (2018), menunjukkan bahwa fermentasi tetes tebu sebagai substrat menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan bioetanol sebesar 9,55%. Penelitian serupa dilakukan oleh Simanjuntak et al. (2015), melaporkan bahwa fermentasi nira aren sebagai substrat menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan bioetanol sebesar 17,5%.

Fermentasi bioetanol dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya *batch fermentation*, *continuous fermentation*, dan *fed-back fermentation*. Metode *batch fermentation* memiliki keunggulan dibandingkan kedua metode lainnya karena berlangsung tanpa penambahan substrat selama proses fermentasi, sehingga mampu mengurangi risiko kontaminasi dan mencegah terjadinya akumulasi produk samping secara terus menerus, yang dapat mengganggu proses fermentasi (Bolmanis et al., 2023).

Hasil penelitian Helnanda et al. (2013), yang menggunakan nira nipah dari Riau yang telah melalui proses penguapan untuk meningkatkan kekentalan dan kadar gula awal, menunjukkan bahwa kombinasi kadar gula awal yang tinggi dan waktu fermentasi yang optimal dapat meningkatkan produksi bioetanol. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji penggunaan gula nipah yang dilarutkan sebagai substrat dalam produksi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* dengan metode *batch fermentation*, melalui variasi waktu fermentasi (24; 48; dan 72 jam) dan rasio larutan gula (1:4; 1:5; dan 1:6). Penelitian ini dilakukan sebagai upaya dalam mencari alternatif sumber energi terbarukan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kombinasi variasi waktu fermentasi dan rasio larutan gula terhadap perubahan kadar gula total, gula reduksi, dan pH media yang dihasilkan dari proses fermentasi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada substrat gula nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) dengan metode *batch fermentation*?
2. Bagaimana pengaruh kombinasi variasi waktu fermentasi dan rasio larutan gula terhadap karakteristik bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada substrat gula nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) dengan metode *batch fermentation*?

C. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh kombinasi variasi waktu fermentasi dan rasio larutan gula terhadap perubahan kadar gula total, gula reduksi, dan pH media yang dihasilkan dari proses fermentasi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada substrat gula nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) dengan metode *batch fermentation*.
2. Menganalisis pengaruh kombinasi variasi waktu fermentasi dan rasio larutan gula terhadap karakteristik bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada substrat gula nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) dengan metode *batch fermentation*.

D. Manfaat Penelitian

Data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah, khususnya mengenai proses fermentasi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada substrat gula nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) dengan metode *batch fermentation*. Informasi tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar pengembangan produksi bioetanol dari gula nipah, terutama melalui penentuan waktu fermentasi dan rasio larutan gula yang optimal dalam produksi bioetanol.

