

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan energi global terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk serta pesatnya perkembangan sektor industri (Dan et al., 2024). Kondisi ini menyebabkan kebutuhan energi dunia terus bertambah dari tahun ke tahun. Hingga saat ini, pasokan energi global masih didominasi oleh sumber energi fosil, seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara (Setyono, Fajar, and Kiono 2025). Ketergantungan yang sangat tinggi terhadap sumber energi tak terbarukan tersebut menimbulkan berbagai permasalahan, antara lain semakin menipisnya cadangan energi fosil, naiknya harga bahan bakar akibat terbatasnya pasokan, serta meningkatnya pencemaran lingkungan yang dipicu oleh emisi gas rumah kaca. Emisi tersebut, khususnya karbon dioksida (CO₂), berperan besar dalam mempercepat pemanasan global dan perubahan iklim. Oleh sebab itu, diperlukan sumber energi alternatif yang terbarukan, ramah lingkungan, dan berkelanjutan, salah satunya adalah bioetanol (Setyono et al., 2025).

Bioetanol merupakan etanol yang dihasilkan melalui proses fermentasi bahan-bahan yang mengandung karbohidrat, seperti gula, pati, maupun selulosa (Herawati & Fransiska, 2017). Sebagai sumber energi alternatif, bioetanol memiliki sejumlah keunggulan, di antaranya mampu menurunkan emisi karbon, dapat digunakan sebagai campuran bensin (gasohol), serta bersifat mudah terurai secara alami (biodegradable) (Peluang et al., 2020). Selain itu, bioetanol memiliki nilai oktan yang cukup tinggi sehingga dapat meningkatkan kualitas pembakaran pada mesin kendaraan. Meskipun memiliki banyak manfaat, produksi bioetanol masih menghadapi kendala besar terkait ketersediaan bahan baku yang ekonomis, berkelanjutan, dan tidak menimbulkan persaingan dengan kebutuhan pangan manusia (Sebagai et al., 2025). Penggunaan bahan pangan seperti jagung dan singkong untuk produksi bioetanol seringkali menimbulkan isu *food vs fuel*, sehingga diperlukan alternatif bahan baku non-pangan.

Salah satu bahan baku potensial yang melimpah di Indonesia adalah ampas tebu (bagasse), yaitu limbah padat yang dihasilkan dari proses pemerasan nira tebu di pabrik gula (Torrefaction et al., 2025). Indonesia merupakan salah satu negara penghasil tebu terbesar, sehingga jumlah ampas tebu yang dihasilkan juga sangat besar. Ampas tebu mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam jumlah tinggi, sehingga berpotensi untuk dikonversi menjadi glukosa melalui proses hidrolisis, yang kemudian dapat difermentasi menjadi bioetanol (Tahun & Rafdi, 2023). Pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku bioetanol tidak hanya meningkatkan nilai ekonomi limbah hasil industri gula, tetapi juga membantu mengurangi pencemaran lingkungan akibat penumpukan limbah organik (Tebu et al., 2023). Dengan demikian, penggunaan ampas tebu sebagai bahan baku dapat mendukung penerapan prinsip ekonomi sirkular dan pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

Dalam proses produksi bioetanol, tahap fermentasi merupakan salah satu tahap yang paling krusial (Engineering and Storage 2023). Pada tahap ini, mikroorganisme seperti ragi *Saccharomyces cerevisiae* berfungsi mengonversi glukosa menjadi etanol melalui jalur metabolisme anaerob. Efisiensi fermentasi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya jumlah ragi yang digunakan. Jumlah ragi yang tepat dapat mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan produksi etanol, sedangkan penggunaan ragi yang berlebihan justru dapat menurunkan efisiensi fermentasi akibat terjadinya kompetisi nutrisi antar sel ragi (Mulyadi et al., n.d.; Engineering & Storage, 2023). Oleh karena itu, penting untuk menentukan jumlah ragi yang paling optimal agar proses fermentasi dapat berlangsung efisien dan menghasilkan kadar etanol yang maksimal.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jumlah ragi terhadap produksi bioetanol dari ampas tebu melalui proses fermentasi (Cahyaning, 2024). Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam upaya pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai sumber energi terbarukan yang potensial. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menentukan kondisi fermentasi yang paling optimal untuk menghasilkan kadar bioetanol tertinggi (No & April, 2025). Kajian mengenai variasi jumlah ragi

memiliki peran penting dalam menentukan konsentrasi ragi yang ideal, sehingga produksi bioetanol dapat ditingkatkan sekaligus menekan biaya produksi, mengingat ragi merupakan salah satu komponen biaya yang cukup besar. Pemahaman mendalam terkait hubungan antara jumlah ragi dan kadar etanol yang dihasilkan juga dapat mendukung pengembangan teknologi fermentasi yang lebih efisien, ekonomis, dan berorientasi pada keberlanjutan (Bagus et al. 2023).

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi jumlah ragi terhadap kadar bioethanol yang dihasilkan dari ampas tebu hijau?
2. Variasi jumlah ragi manakah (5gram 10gram 15gram) yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi?
3. Bagaimana perubahan kadar bioetanol yang dihasilkan setelah proses fermentasi dan distilasi pada setiap variasi jumlah ragi?

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka penelitian ini dibatasi antara lain:

1. Bahan baku yang digunakan adalah ampas tebu (bagasse) yang telah melalui proses pretreatment dan hidrolisis sesuai prosedur penelitian.
2. Ampas tebu hijau dikeringkan, dihaluskan, kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh sehingga ukuran partikel bahan baku seragam.
3. Ragi yang digunakan dalam fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*.
4. Variasi yang diteliti hanya berupa jumlah penambahan ragi, yaitu 5 gram, 10 gram, 15gram, tanpa membahas variasi jenis ragi lainnya.
5. Parameter yang diamati meliputi kadar etanol yang dihasilkan setelah proses fermentasi dan distilasi.
6. Proses fermentasi dilakukan pada kondisi yang dikendalikan, meliputi suhu, pH, dan waktu fermentasi sesuai prosedur penelitian.

7. Limbah ampas tebu hijau diperoleh dari penjual minuman es tebu di pinggir jalan umum.
8. Bahan baku yang digunakan adalah ampas tebu hijau (*bagasse*) yang berasal dari tanaman tebu dengan umur panen sekitar

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan ragi terhadap efektivitas proses fermentasi ampas tebu dalam menghasilkan bioetanol.
2. Untuk menganalisis kadar bioetanol yang dihasilkan dari masing-masing variasi jumlah ragi yang digunakan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan mengenai pemanfaatan limbah lignoselulosa sebagai bahan baku bioetanol.
2. Menjadi referensi dalam optimasi produksi bioetanol dari limbah tebu di tingkat laboratorium maupun industri kecil.