

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya konsumsi energi fosil menyebabkan kenaikan emisi gas rumah kaca, yang mengakibatkan ketidak stabilan iklim global serta peningkatan suhu bumi dan permukaan air laut. Asta cita presiden tentang swasembada energi dengan langkah percepatan bauran Energi Baru dan Terbarukan (EBT) dengan target 23% pada tahun 2025 merupakan upaya dalam tercapainya *Net Zero Emission* (NZE) (Wuri 2024). Solusi energi hijau seperti energi surya, energi angin, dan bioenergi memberikan kontribusi yang signifikan dalam menurunkan tingkat emisi gas rumah kaca serta memperkuat upaya pelestarian keberlanjutan lingkungan (Tjiwidjaja and Salima 2023). Upaya tercapainya *Net Zero Emission* (NZE) memerlukan transisi dari energi fosil ke Energi Baru dan Terbarukan (EBT), dalam hal ini biohidrogen merupakan energi hijau yang tidak memiliki gas buang atau bebas polusi. Biohidrogen merupakan pilihan energi hijau karena sifatnya yang bersih dan dapat diperbarui (Warisaura and Kurniawati 2024).

Biohidrogen adalah energi alternatif yang perlu dikembangkan guna mewujudkan energi bersih pengganti energi fosil. Biohidrogen mampu menghasilkan energi bersih yang signifikan. Energi yang dihasilkan dari hidrogen mencapai 142,35 kJ/g, setara dengan 2,75 kali lipat lebih besar dari hidrokarbon (Gondi *et al.* 2024). Produksi biohidrogen menggunakan substrat organik yang berperan sebagai energi bagi mikroorganisme penghasil hidrogen dan sumber karbon. Limbah organik berperan sebagai substrat dalam produksi biohidrogen mengandung karbohidrat, protein, lipid, lignin, dan lemak (Amanda, 2025). Substrat dengan kandungan karbohidrat tinggi merupakan yang terbaik karena dapat menghasilkan *yield* hidrogen yang lebih besar (Istiqomah 2025). Penggunaan substrat yang kaya akan karbohidrat memungkinkan terjadinya konversi melalui jalur metabolisme asetat dan butirat, yang berkontribusi pada peningkatan *yield* hidrogen secara optimal (Mokhtarani *et al.*, 2025). Limbah organik yang digunakan sebagai substrat dalam penelitian ini yaitu kulit pisang raja. Kandungan karbohidrat

dalam kulit pisang raja yaitu sekitar 59,00% lebih tinggi dibandingkan kulit pisang kepek yang hanya sekitar 40,47% (Azni *et al.* 2023).

Produksi biohidrogen ini juga menggunakan kultur campuran sebagai inokulum. Pembentukan kultur campuran bertujuan supaya mikroba memiliki daya tahan serta berperan dalam produksi gas hidrogen. Kultur campuran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah tahu dan kotoran sapi. Kotoran sapi dan limbah tahu memiliki kandungan selulosa yang tinggi sehingga efisien dan berbiaya rendah dalam produksi biohidrogen (Nuraini *et al.* 2024). Produksi biohidrogen ini menggunakan metode *continue dark fermentation*. *continue dark fermentation* merupakan sistem fermentasi dimana suplai substrat dan pengeluaran produk dilakukan secara berkelanjutan, setelah konsentrasi produk maksimum atau substrat pembatas mencapai kondisi mendekati stabil (Wibowo 2017).

Upaya peningkatan produksi biohidrogen dilakukan dengan penambahan katalis, dalam hal ini katalis yang digunakan yaitu hidrogen peroksida (H_2O_2). Hidrogen peroksida (H_2O_2) digunakan untuk merekayasa jalur metabolisme sehingga dapat meningkatkan produksi gas hidrogen. Penambahan hidrogen peroksida (H_2O_2) pada konsentrasi tertentu dapat memberikan hasil yang baik terhadap pembentukan gas hidrogen, namun penambahan yang berlebihan dapat menurunkan jumlah hidrogen yang dihasilkan (Farini *et al.*, 2019). Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu produksi biohidrogen dengan penambahan katalis hidrogen peroksida (H_2O_2) menggunakan sistem *batch* yang dilakukan Amanda, (2025). Penambahan katalis hidrogen peroksida (H_2O_2) pada penelitian sebelumnya dengan konsentrasi 0,4 0,6 dan 0,8 mM dengan variasi pH 5, 6, 7 ditemukan hasil bahwa produksi gas hidrogen yang optimum yaitu pada pH 5 dan konsentrasi katalis 0,8 mM dengan volume hidrogen sebesar 103,5ml. Kondisi pH yang optimal untuk pertumbuhan bakteri anaerob berada pada pH 5, sedangkan nilai pH di atas 6 dapat menghambat aktivitas produksi hidrogen oleh bakteri fotosintetik (Modzelewska *et al.* 2024). Pengembangan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *continue dark fermentation* dan diharapkan dapat menghasilkan gas hidrogen yang lebih optimum.

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi untuk mewujudkan *Net Zero Emission* (NZE) dan mencapai target bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) pada tahun 2025 sebesar 23%, serta membantu mengurangi ketergantungan pada energi fosil melalui produksi biohidrogen berbahan baku limbah kulit pisang raja dengan penambahan katalis H_2O_2 menggunakan metode *continue dark fermentation*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi katalis H_2O_2 dan pH terhadap volume gas biohidrogen?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi katalis H_2O_2 dan pH terhadap nilai *Volatile Solid* (VS) pada produksi biohidrogen?
3. Berapakah kondisi optimum konsentrasi katalis H_2O_2 dan pH yang menghasilkan produksi biohidrogen terbaik berdasarkan *Response Surface Method* (RSM) menggunakan Minitab 21?

1.3 Tujuan

Melalui identifikasi permasalahan yang telah dijelaskan, maka didapatkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi katalis H_2O_2 dan pH terhadap volume gas biohidrogen yang dihasilkan dalam sistem *continue dark fermentation*.
2. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi katalis H_2O_2 dan variasi pH terhadap nilai *Volatile Solid* (VS) selama proses fermentasi produksi biohidrogen.
3. Menentukan kondisi optimum konsentrasi katalis H_2O_2 dan pH menggunakan metode *Response Surface Method* (RSM) menggunakan Minitab 21.

1.4 Manfaat

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat untuk energi di masa depan, terutama pada bidang bioenergi yaitu:

1. Menambah wawasan ilmiah mengenai pengaruh penambahan katalis hidrogen peroksida (H_2O_2) dan variasi pH terhadap kinerja mikroorganisme dalam menghasilkan biohidrogen.
2. Mengembangkan teknologi produksi biohidrogen yang efisien, ramah lingkungan, dan bernilai ekonomis.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terkait optimasi produksi biohidrogen menggunakan sistem *continue dark fermentation*.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah supaya fokus kajian tetap terarah. Batasan masalah yang ditetapkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada substrat kulit pisang raja (*Musa paradisiaca L.*) dan inokulum dari kultur campuran limbah tahu serta kotoran sapi.
2. Penelitian ini berfokus pada konsentrasi katalis hidrogen peroksida (H_2O_2) dan variasi pH awal fermentasi.
3. Penelitian ini dibatasi dengan pemanfaatan kulit pisang raja (*Musa paradisiaca L.*) sebagai substrat yang berasal dari limbah industri pengolahan keripik pisang yang berlokasi di wilayah Jember.
4. Penelitian ini menggunakan inokulum dari kultur campuran yang terdiri dari limbah cair industri tahu di kecamatan Summersari, kabupaten Jember dan kotoran sapi yang berasal dari kandang ternak Politeknik Negeri Jember.