

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan salah satu strategi nasional dalam menghadapi peningkatan kebutuhan energi serta mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang bersifat tidak terbarukan (Ahmad et al., 2022). Dalam kondisi aktual di Indonesia, salah satu alternatif EBT yang sedang dikembangkan adalah biogas. sektor peternakan yang menjadi salah satu sumber biogas mengalami perkembangan yang semakin masif dan meluas, baik pada skala kecil, menengah, maupun besar. Peningkatan aktivitas peternakan tersebut berdampak langsung pada meningkatnya jumlah limbah ternak yang dihasilkan setiap harinya (Purnomo & Yusriadi, 2023). Limbah ternak ini memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas, sehingga sektor peternakan menjadi salah satu sumber penghasil biogas yang strategis dalam mendukung pengembangan energi terbarukan nasional (Putra et al., 2023).

Seiring dengan pengembangan biogas berbasis peternakan secara massal, muncul permasalahan baru yang berkaitan dengan kualitas biogas yang dihasilkan. Biogas mentah umumnya tidak hanya mengandung metana (CH_4) sebagai komponen utama, tetapi juga mengandung gas pengotor. Komposisi normal biogas umumnya terdiri dari metana (CH_4) sebesar 50–75% dan karbon dioksida (CO_2) sekitar 25–45% , yang merupakan dua komponen utama penyusun biogas. Selain itu, biogas juga mengandung uap air (H_2O) dengan kisaran konsentrasi 2–7% serta sejumlah kecil H_2S yang dapat mencapai 20–20.000 ppm, tergantung pada jenis substrat dan kondisi fermentasi. Komponen minor lainnya meliputi nitrogen (N_2) kurang dari 2% , oksigen (O_2) kurang dari 2% , dan hidrogen (H_2) kurang dari 1% (Barros et al., 2025). Keberadaan CO_2 dapat menurunkan nilai kalor biogas, sedangkan H_2S bersifat toksik dan korosif sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan peralatan pemanfaatan biogas (Akbar, 2024). Selain berdampak pada kualitas energi, gas H_2S dan CO_2 juga berpotensi menimbulkan dampak lingkungan. Apabila dilepaskan ke atmosfer tanpa proses pengolahan yang memadai, gas-gas tersebut dapat berkontribusi terhadap pembentukan hujan asam yang merugikan

lingkungan dan kesehatan (Ahmad et al., 2022). Oleh karena itu, proses purifikasi biogas sangat penting untuk meningkatkan kualitas biogas.

Proses absorpsi reaktif, yaitu proses absorpsi yang disertai reaksi kimia antara gas yang terserap dengan reaktan di dalam fase cair (Horikawa et al., 2004). Melalui proses ini, gas asam dalam biogas dapat dipisahkan secara lebih efektif dibandingkan dengan absorpsi fisik biasa. Dalam proses absorpsi reaktif, terdapat berbagai jenis absorben yang dapat digunakan, salah satunya adalah larutan amina. Proses absorpsi menggunakan larutan amina dikenal sebagai proses alkanolamina (Mokhatab & Poe, 2012). Pada proses ini, gas H_2S akan membentuk ikatan lemah dengan senyawa basa dalam larutan amina, sehingga memungkinkan larutan tersebut diregenerasi dan digunakan kembali setelah proses absorpsi berlangsung (Bahadori & Vuthaluru, 2009).

Larutan amina umum digunakan dalam proses pemurnian gas asam dalam skala yang cukup besar seperti industri atau peternakan. Salah satu larutan amina yang biasa digunakan adalah monoethanolamine (MEA). Penggunaan MEA dilaporkan mampu meningkatkan konsentrasi metana (CH_4) dalam biogas hingga lebih dari 99% setelah proses pemurnian, sehingga kualitas biogas meningkat secara signifikan (Beil & Beyrich, 2013). Hal ini menjadikan MEA sebagai salah satu absorben yang efektif dalam proses purifikasi biogas. MEA lebih efektif digunakan dalam proses purifikasi skala besar pada peternakan sapi perah yang memiliki kapasitas produksi biogas yang sangat besar karena harga MEA termasuk cukup tinggi jika dibandingkan dengan absorben lainnya seperti air maupun $NaOH$.

Selain dipengaruhi oleh jenis absorben, efektivitas proses absorpsi juga sangat ditentukan oleh jenis kolom atau media absorber yang digunakan. Beberapa jenis absorber yang umum diaplikasikan antara lain *tray tower* dan *packed tower*. *Packed tower* merupakan absorber yang dilengkapi dengan media isian (*packing*) yang berfungsi meningkatkan luas permukaan kontak serta memperpanjang waktu kontak antara gas dan absorben, sehingga peluang penyerapan gas CO_2 dan H_2S menjadi lebih besar (Schiffner, 2021).

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengkaji efektivitas absorpsi menggunakan larutan amina dalam proses purifikasi biogas. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa penggunaan larutan amina sebagai absorben mampu menyerap gas H_2S hingga sebesar 58% (Ririen & Zultiniar, 2014). Penelitian lain juga menyatakan bahwa penggunaan absorber jenis packed tower memberikan efektivitas yang lebih tinggi karena meningkatnya persentase kontak antara gas dan absorben selama proses absorpsi berlangsung (Ardhiany, 2018).

Penelitian ini difokuskan untuk menganalisis efektivitas penggunaan larutan *monoethanolamine* (MEA) dalam proses purifikasi biogas yang dihasilkan dari *biodigester* kotoran sapi dari Peternakan Sapi Perah Desa Claket. Proses purifikasi dilakukan untuk menurunkan kandungan gas CO_2 dan H_2S . Penelitian ini juga digunakan untuk mengetahui pengaruh ketinggian media *pall ring* yang digunakan sebagai isian reaktor terhadap penurunan kandungan gas pengotor yang ada di dalam biogas. Selain itu dilakukan juga analisis terhadap besaran tekanan yang hilang (*pressure drop*) pada saat reaksi dilakukan agar nantinya biogas tetap dapat digunakan sebagai bahan bakar bersih dan terbarukan setelah dipurifikasi menggunakan proses absorpsi kimia.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas *monoethanolamine* sebagai absorben dalam mengurangi kandungan CO_2 dan H_2S pada biogas?
2. Bagaimana pengaruh ketinggian *pall ring* pada *packed tower* terhadap persen *removal* kandungan CO_2 dan H_2S pada biogas?
3. Bagaimana besaran tekanan biogas pada kondisi setimbang dan nilai *pressure drop* di dalam reaktor *packed tower* berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan Ergun?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh konsentrasi *monoethanolamine* terhadap efektivitas *monoethanolamine* sebagai absorben dalam mengurangi konsentrasi CO_2 dan H_2S pada biogas.

2. Menganalisis pengaruh ketinggian *pall ring* pada *packed tower* terhadap persen removal CO₂ dan H₂S pada biogas.
3. Menganalisis besaran tekanan biogas pada kondisi setimbang dan nilai *pressure drop* di dalam reaktor *packed tower* berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan Ergun

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menjadi alternatif teknologi pemurnian biogas yang efektif dan ekonomis, khususnya dalam menurunkan kadar gas pengotor seperti CO₂ dan H₂S sehingga kualitas biogas meningkat.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode absorpsi gas menggunakan *packed tower*, yang dapat meningkatkan waktu kontak antara gas dan absorben sehingga efisiensi penyerapan gas berbahaya menjadi lebih tinggi.
3. Menambah pengetahuan mengenai pengaruh konsentrasi larutan MEA dan tinggi media packing terhadap efisiensi proses penyerapan H₂S dalam biogas.
4. Memberikan dasar perancangan alat sederhana skala laboratorium yang dapat dijadikan acuan untuk pengolahan biogas berkelanjutan dan ramah lingkungan.
5. Mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDG's), terutama SDG's 7: Energi Bersih dan Terjangkau serta SDG's 13: Penanganan Perubahan Iklim, melalui peningkatan kualitas energi terbarukan dari biogas

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Biogas yang digunakan merupakan biogas yang berasal dari peternakan sapi perah di Desa Claket, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto.
2. Kandungan gas pengotor dalam biogas yang ingin dihilangkan dalam proses purifikasi adalah gas CO₂ dan H₂S.
3. Proses penelitian dilakukan menggunakan metode *continous* menggunakan absorber tipe *packed tower*

4. Absorben yang digunakan adalah amina primer yaitu *monoethanolamine* atau MEA
5. Penelitian ini dilakukan di peternakan sapi perah yang terletak di Desa Claket, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto.