

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Desa Carangwulung, Kecamatan Wonosalam merupakan desa yang terletak di dataran tinggi, didukung oleh iklim sejuk, vegetasi tumbuhan, dan sumber air yang memadai, sehingga memiliki potensi untuk pengembangan peternakan, salah satunya peternakan sapi. Kotoran sapi sebagai limbah peternakan, mengandung bahan organik yang dapat diurai oleh mikroorganisme anaerobik untuk menghasilkan biogas dengan kondisi tertutup tanpa udara (Putra & Seniari, 2024). Namun dalam pemanfaatannya, biogas yang dihasilkan masih mengandung gas-gas pengotor. Menurut Damis pemilik peternakan sapi di Desa Carangwulung yang mengolah kotoran sapi menjadi biogas, menyampaikan dalam penggunaan sehari-hari biogas yang digunakan dapat merusak alat berbahan logam, berbau menyengat, dan masih kurang efisien.

Biogas umumnya terdiri dari gas metana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dan sejumlah gas lainnya dalam kadar kecil. Di antara komponen tersebut, metana ( $\text{CH}_4$ ) merupakan unsur utama karena memiliki nilai kalor tinggi sehingga efektif digunakan sebagai bahan bakar (Wibowo *et al.*, 2020). Namun, keberadaan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) sebagai gas pengotor dapat bersifat korosif, beracun, dan menurunkan nilai kalor biogas (Saputra *et al.*, 2023). Oleh karena itu, purifikasi biogas sangat penting untuk meningkatkan kualitasnya. Berbagai teknologi purifikasi biogas telah dikembangkan, termasuk metode *pressure swing adsorption*, *water scrubbing*, *membrane separation*, *cryogenic separation*, *chemical scrubbing*, dan adsorpsi fisika atau kimia (Kabeyi & Olanrewaju, 2024).

Teknologi adsorpsi pada biogas berfungsi untuk menyerap gas pengotor, terutama karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (Samlawi & Sajali, 2021). Dalam proses adsorpsi, material adsorben berperan penting dalam mengikat molekul-molekul gas tersebut. Material ini memiliki pori-pori, terutama di permukaan partikel. Berbagai jenis material, seperti karbon aktif dan zeolit,

memiliki potensi sebagai adsorben yang efektif (Rahmat, 2021). Penggunaan teknologi adsorpsi tidak hanya berfungsi untuk menyerap gas pengotor, tetapi juga dapat meningkatkan kadar metana ( $\text{CH}_4$ ) dalam biogas (Basri *et al.*, 2023).

Karbon aktif dan zeolit merupakan dua adsorben efektif dalam purifikasi biogas. Karbon aktif dikenal karena luas permukaannya yang tinggi dan kemampuannya untuk menyerap gas-gas berbahaya, termasuk  $\text{H}_2\text{S}$ , yang dapat merusak peralatan dan mengurangi kualitas biogas. Penelitian oleh Pallalo dan Oskar (2023) menunjukkan bahwa karbon aktif dapat mengurangi kadar  $\text{H}_2\text{S}$  secara signifikan dalam biogas. Sementara itu, zeolit memiliki struktur berpori yang memungkinkan selektivitas tinggi terhadap  $\text{CO}_2$ , menjadikannya pilihan yang baik untuk pemisahan gas, seperti yang dijelaskan oleh Pudi *et al.* (2022), yang menunjukkan bahwa zeolit dapat secara efektif menyerap  $\text{CO}_2$  tanpa mengganggu metana. Penelitian sebelumnya oleh Suprianti *et al.* (2021) menunjukkan bahwa kombinasi karbon aktif dan zeolit dalam purifikasi biogas dapat meningkatkan efisiensi pemisahan gas, dengan hasil yang menunjukkan penurunan kadar  $\text{CO}_2$  hingga 0,15% dan peningkatan kadar  $\text{CH}_4$  hingga 87,56%, serta pengurangan  $\text{H}_2\text{S}$  yang signifikan.

Penelitian ini difokuskan pada untuk analisis pengaruh metode adsorpsi dengan karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit alam sebagai adsorben pada berbagai laju alir untuk menurunkan kadar karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan kadar hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dalam biogas, serta peningkatan terhadap kadar metana ( $\text{CH}_4$ ). Melalui pemahaman mendalam mengenai mekanisme proses adsorpsi, diharapkan dapat diidentifikasi adsorben dan laju alir yang lebih efisien dalam meningkatkan kualitas biogas dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh gas pengotor.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit alam pada berbagai laju alir untuk menurunkan kadar karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan kadar hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dalam biogas menggunakan metode adsorpsi?

2. Bagaimana peningkatan kadar metana ( $\text{CH}_4$ ) setelah purifikasi biogas dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit alam pada berbagai laju alir?

### **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh metode adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit alam pada berbagai laju terhadap penurunan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dalam biogas.
2. Menganalisis peningkatan kadar metana ( $\text{CH}_4$ ) setelah purifikasi biogas dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit alam sebagai adsorben pada berbagai laju alir.

### **1.4 Manfaat**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pembaca, masyarakat, lembaga, dan instansi terkait sehingga manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan kadar metana ( $\text{CH}_4$ ) dalam biogas, sehingga menghasilkan biogas berkualitas tinggi yang lebih efisien sebagai sumber energi.
2. Mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara dengan meningkatkan efisiensi biogas sebagai sumber energi yang lebih bersih, yang sejalan dengan upaya pengurangan dampak perubahan iklim.
3. Memberikan informasi untuk mengetahui variasi adsorben karbon aktif dan zeolit paling optimal dalam meningkatkan kualitas biogas, serta bagaimana variabel laju alir mempengaruhi efektivitas proses purifikasi.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan di Peternakan Sapi Susu Segar, Desa Carangwulung, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur.

2. Biogas yang dianalisis dihasilkan dari pengolahan kotoran sapi hasil peternakan sapi susu segar di Desa Carangwulung, Kecamatan Wonosalam, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur.
3. Purifikasi biogas menggunakan metode adsorpsi dengan variasi adsorben dan variasi laju alir biogas.
4. Media adsorben berupa karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit alam yang didapat secara komersil.
5. Proses aktivasi karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit alam dilakukan secara kimia dengan menggunakan larutan KOH.
6. Parameter yang dianalisis yaitu kadar metana ( $\text{CH}_4$ ), kadar karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan kadar hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ).