

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya oleh Hermawan, dkk. (2016) melakukan purifikasi biogas dengan mengurangi kandungan CO₂ menggunakan metode kimia berupa larutan KOH yang efektif mereduksi CO₂ sebesar 27% dari 35,5%. Selain dengan metode kimia pemurnian biogas juga dapat dilakukan dengan metode fisika yaitu dengan adsorben yang dapat mereduksi gas-gas pengotor dalam biogas.

Penelitian yang dilakukan oleh Pangestu, dkk. (2021) menyebutkan bahwa pemurnian biogas dengan menggunakan variasi adsorben zeolite dan karbon aktif dibandingkan dengan variasi besi oksida paling efektif didalam menurunkan kadar CO₂ sebesar 8.831,1 ppm dari 15.927,6 ppm. Penelitian Ritonga, dkk. (2020) juga melakukan purifikasi biogas menggunakan *down-up purifier* dengan adsorben berupa karbon aktif yang efektif menurunkan kandungan CO₂ sebesar 47.938,34 ppm pada waktu pemurnian selama 30 menit.

Penelitian-penelitian diatas menunjukkan bahwa prototipe alat pereduksi CO₂ dapat mengurangi kandungan CO₂. Pada penelitian ini, peneliti membuat keterbaruan prototipe alat pereduksi CO₂ dari biogas untuk mengurangi kandungan CO₂ dengan menggunakan prinsip kerja absorpsi kimia dan adsorpsi fisika. Pengujian kandungan CO₂ dilakukan untuk menilai efektivitas dari alat pereduksi CO₂.

Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Hermawan, dkk. (2016)	Untuk mengurangi kadar CO ₂ yang terkandung dalam biogas adalah dengan mengabsorpsi CO ₂ menggunakan larutan KOH secara kontinyu dalam suatu reaktor (absorber).	Hasil pengujian yang dilakukan diperoleh rata-rata persentase kandungan CO ₂ pada biogas semakin berkurang sebesar 27% dari 35,5%.	Bahan penjerap menggunakan adsorben berupa larutan NaOH dan adsorben berupa karbon aktif komersial.
2.	Pangestu, dkk. (2021)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa nilai kadar CO ₂ yang diturunkan dalam biogas dengan menggunakan berbagai jenis adsorben dalam yaitu karbon aktif, zeolite dan besi oksidasi.	Kandungan karbondioksida sebelum dilakukan proses purifikasi memiliki rata-rata sebesar 15.927,6 ppm sedangkan kandungan karbondioksida saat sudah dilakukan purifikasi menggunakan variasi adsorben zeolit dan karbon aktif dapat menurunkan kadar CO ₂ hingga 8.331,1 ppm.	Metode yang digunakan berupa metode kombinasi berupa proses kimia dan proses fisika.

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
3.	Wicahyo, dkk., (2017)	Bertujuan untuk menghitung berapa fraksi volume NaOH optimal untuk dapat menyerap kadar CO ₂ secara maksimal dan juga membandingkan dengan adsorben lain yaitu larutan Ca(OH) ₂ .	Larutan NaOH dan larutan Ca(OH) ₂ dapat menyerap kandungan karbondioksida (CO ₂) di dalam biogas. Kemampuan menyerap karbondioksida (CO ₂) selama waktu 20 menit yaitu pada menit ke-4, ke-8, ke-12, ke-16 dan ke-20 adalah tidak terdapat perbedaan hasil purifikasi, baik menggunakan larutan NaOH ataupun larutan Ca(OH) ₂ . Efisiensi penyerapan CO ₂ tertinggi adalah dengan menggunakan larutan NaOH pada fraksi volume 50% yaitu sebesar 91,288%.	Menggunakan metode kombinasi larutan NaOH sebagai adsorben dan karbon aktif sebagai adsorben.

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
4.	MS, Kusuma dan Widiyarta,(2013)	Bertujuan untuk mengetahui konsentrasi larutan Ca(OH)_2 yang paling optimal dalam proses pengurangan kadar CO_2 dalam biogas.	Pengurangan kadar CO_2 yang mengakibatkan meningkatnya kadar CH_4 yang paling maksimal terjadi pada proses absorpsi dengan menggunakan absorben Ca(OH)_2 dengan konsentrasi 3M dan ketinggian permukaan absorben pada kolom absorpsi adalah 40cm. Perbedaan konsentrasi dan ketinggian permukaan absorben pada kolom absorpsi, berbanding lurus dengan kemampuan penyerapan gas CO_2 .	Menggunakan absorben berupa larutan NaOH.
5.	Indriani, dkk., (2019)	Bertujuan untuk mengetahui kemampuan larutan Ba(OH)_2 sebagai absorben dalam proses pengikatan CO_2 dalam biogas.	Ba(OH)_2 dapat dijadikan sebagai absorben untuk mengikat CO_2 dalam biogas dengan konsentrasi optimum sebesar 1,5 M.	Penjerap menggunakan NaOH sebagai absorben dan karbon aktif sebagai adsorben.
6.	Hardianto dan Hermawan, (2019)	Bertujuan untuk mengetahui	Penggunaan filterisasi bertingkat dengan larutan	Penjerapan dengan NaOH

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		pengaruh filterisasi bertingkat larutan KOH, NaOH dan TEA terhadap penurunan persentase CO ₂ dalam biogas.	KOH, NaOH dan TEA dapat menghasilkan biogas dengan persentase kandungan CO ₂ yang lebih rendah dengan peningkatan pada kandungan CH ₄ yang mencapai 67% pada biogas hasil filterisasi.	
7.	Sutanto, Mulyanto, dkk., (2019)	Bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan endapan batu kapur dalam menurunkan kadar CO ₂ .	Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan pada kadar gas CH ₄ awal yang terkandung dalam biogas sebesar 49,7% menjadi 91% dengan adanya penggunaan adsorben endapan batu kapur (Ca(OH) ₂).	Jenis penjerap berupa larutan NaOH dan karbin aktif komersial.
8.	Majedi, Arfin, dkk., (2022)	Bertujuan untuk mengetahui proses pemurnian biogas melalui penyerapan karbondioksida (CO ₂) menggunakan zeolit teraktifasi dan larutan KOH	Dengan penggunaan laju alir 7 L/menit, kandungan CH ₄ pada biogas mengalami peningkatan bersamaan dengan penurunan CO ₂ , yaitu dengan kandungan CH ₄ dan CO ₂ akhir berturut-turut sebesar	Menggunakan larutan NaOH.

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		serta larutan NaOH.	45845,25 ppm dan 2967 ppm.	
9.	Fahriansyah, dkk., (2019)	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan pemurnian biogas dari kotoran burung puyuh menggunakan metode adsorpsi tiga lapis yang terdiri dari silika gel, serbuk besi, dan zeolit.	Hasil pengujian menunjukkan bahwa ada peningkatan gas metana (CH ₄) sebesar 10,93 - 25,38%, penurunan dalam CO ₂ sebesar 39,69 - 52,18%, penurunan H ₂ S 100% dan efektivitas penyerapan air sebesar 27,35 - 50,35 g biogas H ₂ O/m ³ , peningkatan nilai kalori 8,76 - 11,12 kkal/m ³ .	Bahan absorben yang dipakai adalah karbon aktif komersial.

2.2 Teori-Teori Yang Relevan

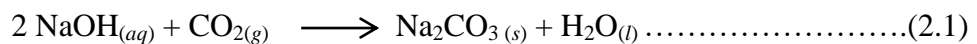
2.2.1 Karbon Dioksida (CO₂)

Karbon dioksida merupakan gas pengotor dalam biogas karena kehadiran CO₂ dapat menurunkan nilai kalor pada pembakaran. Sifat asam pada CO₂ juga dapat menyebabkan korosi, kandungan CO₂ dalam biogas harus lebih kecil dari 4% agar kalor yang di hasilkan dalam biogas semakin tinggi dan mengurangi korosi akibat adanya kandungan CO₂ yang terlalu tinggi dalam biogas (Islamiyah, 2014). Komposisi CO₂ pada biogas untuk tiap substrat berbeda beda misalnya kotoran sapi kandungan metana 35 – 45 %, sampah organik kandungan CO₂ kisaran 30 – 40 % sedangkan kandungan CO₂ dari tempat pembuangan sampah (TPS) 30 – 40 %, biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar tetapi kandungan CO₂ yang terlalu tinggi dapat mengurangi nilai kalor pada pembakaran. Oleh sebab itu, kadar CO₂ yang diijinkan dalam saluran pipa biogas tidak boleh

melebihi 2%. Hal ini bertujuan untuk mengurangi korosi akibat sifat asam yang dimiliki oleh gas CO₂ dan juga untuk meningkatkan kadar CH₄ sehingga nilai kalor yang dihasilkan juga cukup besar (Islamiyah, 2014).

2.2.2 Metode Kimia

Metode kimia adalah suatu metode yang disertai dengan reaksi kimia. Dalam penelitian ini, metode kimia yang digunakan adalah absorpsi kimia dengan menggunakan larutan NaOH. Absorpsi merupakan proses pemisahan dengan mengontakkan campuran gas dengan cairan maupun padatan sebagai penyerap. (Islamiyah, 2014). NaOH yang bereaksi dengan gas CO₂ akan membentuk senyawa disodium karbonat yang reaksi kimianya dapat dilihat pada reaksi 2.1 (Hermanto dan Susanty, 2016).



2.2.3 Metode Fisika

Metode fisika merupakan metode yang tidak disertai dengan reaksi kimia. Salah satu metode fisika adalah adsorpsi. Adsorpsi adalah salah satu metode untuk melakukan purifikasi/pemurnian biogas untuk meningkatkan nilai kalor, adsorpsi merupakan suatu proses dimana molekul-molekul fluida (gas maupun cairan) yang menyentuh dan melekat pada permukaan padatan (Pangestu, dkk., 2021).

Karbon aktif sangat berpotensi sebagai adsorben yang dapat memurnikan biogas sehingga kalor pada biogas akan meningkat, luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300 sampai dengan 2000 m²/g. Hal tersebut berhubungan dengan struktur pori-pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif bergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat karbon aktif (Pangestu, dkk., 2021).

2.2.4 Biogas

Dalam penelitian Pramasta dan Hariyadi (2021) biogas merupakan salah satu energi baru terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar. *International Energy Agency* (IEA) dalam Pramasta dan Hariyadi (2021), menyebutkan bahwa energi baru terbarukan adalah energi yang berasal dari proses alam yang diisi ulang terus menerus. Pramasta dan Hariyadi, (2021) menyebutkan bahwa biogas merupakan campuran gas metana ($\pm 60\%$), karbon dioksida ($\pm 38\%$), dan lainnya N_2 , O_2 , H_2 & H_2S ($\pm 2\%$) sehingga dapat dibakar seperti layaknya gas elpiji sering digunakan untuk memasak dan penerangan. Bahan-bahan sumber biogas dapat berasal dari kotoran ternak, limbah pertanian, dan sampah limbah organik.

Menurut penelitian Asri, dkk. (2013) proses pembentukan biogas dalam empat tahapan utama, yaitu: (1) hidrolisis; (2) asidogenesis; (3) asetogenesis; dan (4) metanogenesis. Faktor-faktor pembuatan biogas menurut Pangestu, dkk., (2021) antara lain substrat bahan organik, kandungan total solid, derajat keasaman (pH), nisbah C/N, suhu, dan pengadukan.

Dalam penelitian Wijaya dan Wardani (2018) bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah tersebut didekomposisi oleh bakteri anaerobik fakultatif maupun obligat dalam suatu reaktor tertutup pada kisaran suhu $35^\circ C$ hingga $55^\circ C$. Hasil dekomposisi bakteri yang berupa biogas akan keluar melalui bagian atas reaktor, sedangkan bahan yang tidak terdekomposisi akan keluar melalui bagian bawah reaktor. Biogas dapat dijadikan sebagai salah satu solusi pengganti energi bahan bakar yang murah dan ramah lingkungan (Wijaya dan Wardani, 2018).

2.3 Hipotesis

Adapun dugaan sementara yang muncul dalam penelitian ini, antara lain:

1. Perancangan dan pembuatan prototipe alat pereduksi CO_2 yang lebih sederhana dan efektif dengan menggunakan larutan NaOH dan karbon aktif dapat menurunkan kadar CO_2 lebih dari 90%.
2. Konsentrasi NaOH 3 M lebih efektif dalam menurunkan kadar CO_2 .

3. Kemampuan karbon aktif komersial ukuran 200 *mesh* dalam menurunkan kadar CO₂ hingga 90%.
4. Laju alir 2 liter/menit lebih efektif dalam menurunkan kadar CO₂.
5. Waktu kontak 6 menit lebih efektif didalam menurunkan kadar CO₂.