

# DAFTAR ISI



Eliminasi Gas H<sub>2</sub>S Dalam Biogas dengan Rangkaian Kolom Bahan Isian Karbon Berpori Biji Salak dan Zeolit

EVITA MAULIDATURAHMA, Chandra Wahyu Purnomo, S.T., M.E., M.Eng., D.Eng., IPM. ; Dr.-Ing. Ir. Teguh Ariyanti

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Universitas Gadjah Mada, 2023 | Ditinjau dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASRISME	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI, LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah	3
1.3 Keaslian Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1 <i>Upgrading</i> Biogas	5
2.1.2 Adsorpsi	7
2.1.3 Limbah Biji Salak	8
2.1.4 Karbon Berpori Berbasis Biomassa	8
2.1.5 Zeolit	12
2.1.6 Kolom <i>Packed Bed</i>	12
2.2. Landasan Teori	15
2.2.1. Pembentukan Karbon dari Biomassa dengan Pirolisis	15
2.2.2. Pemurnian Biogas dengan Adsorpsi pada Kolom <i>Packed bed</i>	15
2.2.3. Kinetika Adsorpsi	17
2.3. Hipotesis	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	19
3.1 Bahan Penelitian	19
3.2 Prosedur Penelitian	19
3.2.1 Tahap Pembuatan Karbon	19
3.2.2 Tahap Aktivasi Zeolit	20
3.2.3 Tahap Adsorpsi Biogas	20
3.3 Variabel Penelitian	21
3.3.1 Variabel Bebas	21
3.3.2 Variabel Tetap	23
3.3.3 Variabel terikat	23
3.4 Karakterisasi dan Analisis	23
3.4.1 Analisis Struktur dan Distribusi Pori Adsorben	23



3.4.2	Analisis Kinetika Adsorpsi .....	23
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Eliminasi Gas H<sub>2</sub>S Dalam Biogas dengan Rangkaian Kolom Bahan Isian Karbon Berpori Biji Salak dan Zeolit</b>	<b>25</b>
4.1.1	Preparasi Karbon Berpori dan Zeolit .....	26
4.3	Karakterisasi Material .....	27
4.3.1	Karakterisasi Material Zeolit.....	27
4.1.2	Karakterisasi Material Karbon Berpori Biji Salak .....	31
4.2.	Kinetika Pemisahan H <sub>2</sub> S dan CH <sub>4</sub> .....	34
4.2.1	Pengaruh Laju Alir Umpan .....	34
4.2.2	Pengaruh Tinggi <i>Bed</i> Adsorben .....	36
4.2.3	Pengaruh Aktivasi Adsorben.....	37
4.2.4.	Pengaruh Ukuran Partikel Adsorben.....	39
4.2.5	Model Kinetika.....	41
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>46</b>
5.1	Kesimpulan .....	46
5.2	Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>48</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	.....	<b>56</b>

DAFTAR TABEL



Eliminasi Gas H<sub>2</sub>S Dalam Biogas dengan Rangkaian Kolom Bahan Isian Karbon Berpori Biji Salak dan Zeolit

EVITA MAULIDATURAHMA, Chandra Wahyu Purnomo, S.T., M.E., M.Eng., D.Eng., IPM. ; Dr.-Ing. Ir. Teguh Ariyanti

Tabel 2.1 Kandungan gas H<sub>2</sub>S dalam biogas (Khandallah, 2017).ac.id.....5

Tabel 2.2 kelebihan dan kekurangan berbagai metode pemurnian biogas.....6

Tabel 2.3 kualitas karbon aktif SNI (06-3730-1995) ..... 11

Tabel 3. 1 Tabel kode eksperimen .....22

Tabel 4. 1 Luas permukaan dan diameter pori zeolit sebelum proses adsorpsi .....28

Tabel 4. 2 Luas permukaan dan diameter pori zeolit sesudah proses adsorpsi.....30

Tabel 4. 3 Hasil identifikasi mineral pada zeolit.....31

Tabel 4. 4 Luas permukaan dan diameter pori karbon sebelum proses adsorpsi.....32

Tabel 4. 5 Parameter morfologi pori karbon sesudah proses adsorpsi.....34

Tabel 4. 6 Hasil kinetika adsorpsi dengan berbagai model.....41

## DAFTAR GAMBAR



**Eliminasi Gas H<sub>2</sub>S Dalam Biogas dengan Rangkaian Kolom Bahan Isian Karbon Berpori Biji Salak dan Zeolit**

EVITA MAULIDATURAHMA, Chandra Wahyu Purnomo, S.T., M.E., M.Eng., D.Eng., IPM. ; Dr.-Ing. Ir. Teguh Ariyanti

Gambar 2. 2 pori-pori karbon menurut IUPAC (Kyotani, 2003) ..... 9

Gambar 2. 3 Perkiraan distribusi ukuran berbagai adsorben (Tien, 2019) ..... 10

Gambar 2. 4 profil konsentrasi adsorbat pada adsorben setiap saat ..... 13

Gambar 2. 5 Profil konsentrasi pada kolom packed-bed ..... 14

Gambar 2. 6 Variasi grafik breakthrough ..... 15

Gambar 2. 7 Mekanisme transportasi adsorbat di dalam adsorben (Qili, 2019) ..... 17

Gambar 3. 1 Skema proses penelitian..... 19

Gambar 3. 2 Rancangan Alat Penelitian (1) Kompresor, (2) flowmeter, (3) kolom packed bed, (4) Balon Biogas, (5) gas detector..... 20

Gambar 3. 3 Adsorpsi biogas di lapangan ..... 21

Gambar 4.1 Preparasi biji salak menjadi karbon ..... 26

Gambar 4.2 Preparasi karbon berpori menggunakan furnace tube..... 26

Gambar 4.3 Aktivasi zeolit menggunakan furnace..... 27

Gambar 4.4.a Grafik isotherm zeolit dan 4.4.b Grafik isotherm zeolit diaktivasi sebelum proses adsorpsi ..... 28

Gambar 4. 5. a Klasifikasi isotherm adsorpsi IUPAC adsorpsi - desorpsi, 4.5.b Hubungan antara bentuk pori dan isotherm adsorpsi - desorpsi..... 29

Gambar 4.6.a Grafik isotherm zeolit dan 4.5.b grafik isotherm zeolit diaktivasi sesudah proses adsorpsi ..... 29

Gambar 4. 7 Hasil XRD zeolite ..... 30

Gambar 4.8.a (grafik isotherm karbon), 4.8.b (grafik isotherm karbon berpori suhu 700°C) dan 4.8.c (grafik isotherm karbon berpori suhu 800°C) sebelum proses adsorpsi ..... 32

Gambar 4. 9.a (grafik isotherm karbon), 4.9.b (grafik isotherm karbon berpori suhu 700°C) dan 4.9.c (grafik isotherm karbon berpori suhu 800°C) sesudah proses adsorpsi ..... 33

Gambar 4. 10. Kurva breakthrough (a. zeolit) dan (b. karbon) dengan variasi laju alir umpan 2 dan 1 L/menit. .... 36

Gambar 4. 11 Kurva breakthrough dengan variasi tinggi bed. .... 37

Gambar 4. 12 Kurva breakthrough variasi aktivasi pada zeolit..... 38

Gambar 4. 13 Kurva breakthrough variasi aktivasi pada karbon biji salak. .... 39

Gambar 4. 14 Kurva breakthrough pengaruh ukuran partikel pada zeolit..... 40

Gambar 4. 15 Kurva breakthrough pengaruh ukuran partikel pada karbon biji salak. .... 40

Gambar 4. 16 Grafik breakthrough untuk ZL2H5, H10, dan H15 dengan breakthrough rerata Cu..... 42

Gambar 4. 17 Grafik *breakthrough* eksperimen ZL2H5 dibandingkan dengan Thomas Model, Yoon-Nelson Model, dan Adam-Bohart Model ..... 43

Gambar 4. 18 Grafik *breakthrough* eksperimen ZL2H10 dibandingkan dengan Thomas Model, Yoon-Nelson Model, dan Adam-Bohart Model ..... 44



Gambar 4. 19 Grafik *breakthrough* eksperimen zL1H10 dibandingkan denganThomas

Model, Yoon-Nelson Model, dan Adam-Bohart Model  
Eliminasi Gas H<sub>2</sub>S Dalam Biogas dengan Rangkaian Kolom Bahan Isian Karbon Berpori Biji Salak  
dan Zeolit

EVITA MAULIDATURAHMA, Chandra Wahyu Purnomo, S.T., M.E., M.Eng., D.Eng., IPM. ; Dr.-Ing. Ir. Teguh Ariyanti  
Universitas Gadjah Mada, 2023 ; Online Model, dan Adam-Bohart Model ..... 44

Gambar 4. 21 Grafik *breakthrough* eksperimen cS2H10 dibandingkan denganThomas

Model, Yoon-Nelson Model, dan Adam-Bohart Model ..... 45

Gambar 4. 22 Grafik *breakthrough* eksperimen C7S2H10 dibandingkan denganThomas

Model, Yoon-Nelson Model, dan Adam-Bohart Model ..... 45

## DAFTAR LAMPIRAN



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

A. D/

Eliminasi Gas H<sub>2</sub>S Dalam Biogas dengan Rangkaian Kolom Bahan Isian Karbon Berpori Biji Salak dan Zeolit

B. DATA KINETIKA ADSORPSI

EVITA MAULIDATURAHMA, Chandra Wahyu Purnomo, S.T., M.E., M.Eng., D.Eng., IPM. ; Dr.-Ing. Ir. Teguh Ariyanti  
Universitas Gadjah Mada, 2023 | Dikunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

C. GRAFIK KINETIKA ADSORPSI

D. HASIL OPTIMASI PARAMETER KINETIKA ADSORPSI

E. HASIL BET

F. HASIL XRD