



UJI KINERJA ALAT PURIFIKASI BIOGAS MENGGUNAKAN ZEOLIT SEBAGAI ADSORBEN

BENING WASINTA MARTHA



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Uji Kinerja Alat Purifikasi Biogas Menggunakan Zeolit sebagai Adsorben” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2026

Bening Wasinta Martha
F1401211092

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

BENING WASINTA MARTHA. Uji Kinerja Alat Purifikasi Biogas Menggunakan Zeolit sebagai Adsorben. Dibimbing oleh DYAH WULANDANI.

Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang mengandung gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Keberadaan CO_2 pada biogas dapat menurunkan nilai kalor dan kualitas pembakarannya, sehingga diperlukan proses purifikasi untuk meningkatkan kandungan CH_4 . Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh ukuran partikel zeolit (8, 16, dan 30 mesh) dan laju alir biogas (0,2 L/menit dan 0,4 L/menit) terhadap perubahan kadar CH_4 dan CO_2 pada proses purifikasi berbasis adsorpsi. Tahapan penelitian terdiri dari perancangan tabung purifikasi, preparasi dan aktivasi adsorben zeolit menggunakan HCl 1 M. Proses purifikasi dilakukan dengan mengalirkan biogas melalui kolom sesuai perlakuan. Analisis komposisi biogas dilakukan menggunakan *Gas Chromatography* GC-2030 untuk mendapatkan kadar CH_4 dan CO_2 pada biogas. Penelitian menggunakan Rancangan Faktorial Acak Lengkap dengan 2 ulangan dan data dianalisis menggunakan ANOVA serta uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua faktor perlakuan berpengaruh nyata terhadap peningkatan CH_4 . Perlakuan terbaik diperoleh pada ukuran 30 mesh dengan laju alir 0,4 L/menit yang menghasilkan kenaikan CH_4 dari 0,630% menjadi 15,613%. Walaupun CO_2 meningkat pada laju alir tinggi, ukuran partikel yang lebih halus tetap memberikan kinerja adsorpsi yang lebih baik dibandingkan ukuran besar.

Kata kunci: adsorben zeolit, biogas, laju alir, purifikasi, ukuran partikel

@Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

BENING WASINTA MARTHA. Performance Evaluation of a Biogas Purification Device Using Zeolite as an Adsorbent. Supervised by DYAH WULANDANI.

Biogas is a renewable energy source that contains methane (CH₄) and carbon dioxide (CO₂). The presence of CO₂ in biogas can reduce its calorific value and combustion quality, thereby necessitating a purification process to increase the CH₄ content. This study aims to examine the effect of zeolite particle size (8, 16, and 30 mesh) and biogas flow rate (0.2 L/min and 0.4 L/min) on changes in CH₄ and CO₂ concentrations during adsorption-based purification. The research stages included the design of the purification column, preparation, and activation of zeolite adsorbents using 1 M HCl. The purification process was carried out by passing biogas through the adsorption column according to the assigned treatments. Biogas composition was analyzed using a GC-2030 Gas Chromatograph to determine CH₄ and CO₂ concentrations. The experiment employed a Completely Randomized Factorial Design with two replications, and the data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test. The results showed that both treatment factors had a significant effect on increasing CH₄ concentration. The best treatment was obtained using 30 mesh zeolite at a flow rate of 0.4 L/min, which increased CH₄ from 0.630% to 15.613%. Although CO₂ increased at the higher flow rate, smaller particle sizes still provided better adsorption performance compared to larger ones.

Keywords: biogas, flow rate, particle size, purification, zeolite adsorbent



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



UJI KINERJA ALAT PURIFIKASI BIOGAS MENGGUNAKAN ZEOLIT SEBAGAI ADSORBEN

BENING WASINTA MARTHA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr
2. Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Uji Kinerja Alat Purifikasi Biogas Menggunakan Zeolit sebagai Adsorben

Nama : Bening Wasinta Martha

NIM : F1401211092

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Dyah Wulandani, M.Si
NIP. 19680419994032001

Disetujui oleh



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Teknik Pertanian dan Biosistem
Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr
NIP. 196304251989021001



Tanggal Ujian:
(Senin, 29 Desember 2025)

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2025 sampai bulan Agustus 2025 ini ialah purifikasi biogas, dengan judul “Uji Kinerja Alat Purifikasi Biogas Menggunakan Zeolit sebagai Adsorben”. Ucapan terima kasih tak lupa disampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan karya ilmiah ini, terutama kepada:

1. Dr.Ir. Dyah Wulandani, M.Si selaku pembimbing utama atas bimbingan dan saran yang diberikan selama penelitian dan penyelesaian tugas akhir.
2. Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.Agr dan Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si selaku dosen penguji, serta Dr. Ir. Dewa Made Subrata, M.Agr selaku dosen moderator selama sidang berlangsung.
3. Seluruh staff Departemen Teknik Mesin dan Biosistem FATETA IPB yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini.
4. Kedua Orang Tua penulis, Wasi Ananta dan Sabar Dini, atas segala doa, kesabaran, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti yang selalu mengiringi setiap langkah penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini hingga akhir.
5. Kakak, Pelangi Ananda yang senantiasa memberikan dukungan dan arahan selama penulisan.
6. Hastha Septha, Fareihan Rizky, dan Nikita Amanda yang telah menjadi teman cerita dan selalu ada untuk penulis selama kuliah sehingga kuliah lebih menyenangkan.
7. Penghuni Lab Measure, Bang Rey, Fadhillah, Ageng, Septi, dan Nara yang senantiasa memberikan banyak bantuan selama penelitian.
8. Teman-teman Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 58 yang telah memberikan banyak pandangan dan pengalaman selama kuliah.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2026

Bening Wasinta Martha



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Biogas	3
2.2 Gas Pengotor dalam Biogas	4
2.3 Teknik Pemurnian Biogas dengan Adsorpsi	4
2.4 Zeolit sebagai Adsorben	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.4 Kriteria Rancangan	12
3.5 Analisis Teknik	12
3.6 Uji Kinerja	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Analisis Teknik	15
4.2 Gambaran Umum Alat Purifikasi	16
4.3 Konsentrasi CH ₄ dan CO ₂ Sebelum Dipurifikasi	19
4.4 Pengaruh Ukuran Partikel Zeolit terhadap Kadar Biogas	20
4.5 Pengaruh Laju Alir terhadap Kadar Biogas	27
4.6 Analisis Nilai Perubahan (Δ) dan Persamaan Regresi	28
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	41

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Tabel 1 Perbandingan nilai kalor dan komposisi gas antara biogas dan gas alam	3
2	Tabel 2 Pengaruh kandungan pengotor biogas terhadap proses konversi dan penggunaan	4
3	Tabel 3 Karakteristik metode purifikasi biogas	5
4	Tabel 4 Bagian alat purifikasi	9
5	Tabel 5 Fungsi dan komponen alat purifikasi biogas	15
6	Tabel 6 Kadar CH ₄ dan CO ₂ pada biogas sebelum purifikasi	19
7	Tabel 7 Nilai kapasitas kerja adsorben	26
8	Tabel 8 Nilai perubahan kadar gas sesuai perlakuan	28

DAFTAR GAMBAR

1	Gambar 1 Diagram alir prosedur penelitian	8
2	Gambar 2 Desain alat purifikasi	9
3	Gambar 3 Proses aktivasi zeolit	10
4	Gambar 4 Pengambilan sampel biogas	11
5	Gambar 5 Tampilan alat purifikasi	17
6	Gambar 6 <i>Flow meter</i>	17
1	Gambar 7 Komponen filter (a) proses pemasangan, (b) detail tray trap	18
2	Gambar 8 Aerator pada alat purifikasi biogas	18
3	Gambar 9 Perbandingan kadar CH ₄ dan CO ₂ pada tiap ukuran mesh di laju alir 0,2 L/menit	20
4	Gambar 10 Perbandingan kadar CH ₄ dan CO ₂ pada tiap ukuran mesh di laju alir 0,4 L/menit	21
5	Gambar 11 Mekanisme adsorpsi CO ₂ oleh zeolit	23
6	Gambar 12 Skema zeolit yang teraktivasi asam (Tanirbergenova <i>et al.</i> 2025)	24
7	Gambar 13 Analisis SEM pada (a) zeolit alam tanpa aktivasi, (b) zeolit alam dengan aktivasi basa (Kurniasari <i>et al.</i> 2011)	24
8	Gambar 14 Ukuran partikel zeolit (a) 8 mesh, (b) 16 mesh, (c) 30 mesh	25
9	Gambar 15 Visualisasi zeolit (a) sebelum purifikasi, (b) setelah purifikasi	25
10	Gambar 16 Perbandingan kadar CH ₄ pada tiap laju alir	27
11	Gambar 17 Perbandingan kadar CO ₂ pada tiap laju alir	28

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Gambar teknik alat purifikasi	35
2	Lampiran 2 Hasil pengujian dengan <i>Gas Chromatography</i> GC-2030 Shimidzu	37
3	Lampiran 3 Perhitungan kebutuhan adsorben	38
4	Lampiran 4 Perhitungan kadar gas hasil purifikasi	39
5	Lampiran 5 Perhitungan kapasitas kerja adsorben (q_{kerja})	40

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.