

# Preparasi Kolom Instalasi Pemurnian Biogas dalam Penentuan Kapasitas Serap Adsorben Arang Aktif dan Zeolit di Kecamatan Jabung

Ika O. Wulandari<sup>1</sup>, Elly Indahyanti<sup>1</sup>, Budi Kamulyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Kimia, Universitas Brawijaya Malang

[ikawulandari@ub.ac.id](mailto:ikawulandari@ub.ac.id), [ellya@ub.ac.id](mailto:ellya@ub.ac.id), [b\\_kamul@ub.ac.id](mailto:b_kamul@ub.ac.id)

---

## Info Artikel

### Riwayat Artikel:

Diterima: November 2022

Direvisi: Desember 2022

Diterbitkan: Maret 2023

---

### Keywords:

Biogas

Zeolite

Activated Charcoal

Adsorbent

Silica Gel

---

## ABSTRACT

Biogas is one of the alternative renewable energy sources that are useful in our lives. Kecamatan Jabung located in Malang, has the potential to produce and develop this kind of energy resources. However, biogas contains many impurities such as H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, and H<sub>2</sub>S that could have a negative impact. Therefore, it is necessary to purify the biogas by making an installation column. The purification process is carried out by utilizing solid adsorbents including zeolite and activated charcoal. However, because solid adsorbents have a certain capacity, an integrated indicator to determine the adsorbent capacity will be needed. The existence of this indicator will be helpful for the public to monitor whether the adsorbent needs to be regenerated or replaced. According to the trial result, we may conclude that silica gel is a promising indicator to determine H<sub>2</sub>O and H<sub>2</sub>S adsorption capacity. Meanwhile, lime water can also be used as an indicator of the adsorption capacity of CO<sub>2</sub>.

Copyright © 2023 JRCE.

---

## Korespondensi:

Ika O. Wulandari,

Departemen Kimia, Universitas Brawijaya, Malang,

Jl. Veteran Malang, Jawa Timur, Indonesia 65144

[ikawulandari@ub.ac.id](mailto:ikawulandari@ub.ac.id)

---

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan terhadap aspek penggunaan energi di Indonesia merupakan dampak dari pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri. Selama ini penggunaan energi masih didominasi oleh energi yang berasal dari bahan baku fosil. Sebagaimana yang diketahui bersama bahwa energi berbahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu adanya tuntutan green chemistry juga tidak dapat berjalan maksimal jika pemanfaatan energi masih terfokus pada bahan bakar fosil. [1]

Transformasi menuju ke arah *green chemistry* dapat dilakukan salah satunya dengan penggunaan bahan bakar yang bersinat *renewable* dan *sustainable*. Salah satu upaya dalam pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan adalah melalui penggunaan biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan melalui proses penguraian zat organik oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerob. Sesuai dengan namanya, biogas ini dapat diperoleh secara alami dan dapat berasal dari limbah kotoran ternak seperti sapi, kerbau, kuda, ataupun dari limbah hasil pertanian seperti buah dan sayuran. Selain itu biogas juga dapat dihasilkan dari beberapa bagian tanaman tertentu.[5]

Komposisi biogas yang dihasilkan tergantung pada jenis bahan baku yang akan digunakan. Komposisi biogas yang utama adalah gas metana (CH<sub>4</sub>) dan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), air, dengan sedikit hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) [6]. Namun dalam pemanfaatannya, komponen CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, dan air akan mengganggu dan menurunkan

efektivitas dari penggunaan biogas. Oleh sebab itu diperlukan adanya pemurnian biogas sebelum digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi alternatif. Pemurnian biogas pada dasarnya dapat dilakukan dengan beberapa metode meliputi penyerapan fisikokimia, pressure swing adsorption (PSA), pemisahan dengan membran, kriogenik, dan teknologi biologis. Masing-masing metode pemurnian memiliki karakteristik berbeda-beda. Pemilihan metode didasarkan pada beberapa aspek meliputi efisiensi pemurnian, kondisi operasional, dan biaya yang harus dikeluarkan. Metode PSA merupakan metode yang populer namun adanya kesulitan di dalam mengendalikan suhu dan tekanan tinggi menyebabkan terbatasnya pemanfaatan metode ini di dalam pemurnian biogas untuk skala yang lebih luas. Sementara itu metode pemurnian dengan membran membutuhkan tekanan yang juga besar yakni (20-45 bar) untuk menekan biogas. Disamping itu mahalnya harga membran juga menjadi pertimbangan yang perlu diperhatikan. Pemurnian kriogenik juga memerlukan tekanan hingga 80 bar. Selain itu proses pendinginan dilakukan hingga suhu  $-45^{\circ}\text{C}$ . Sejauh ini metode adsorpsi dengan material adsorben yang berpori umumnya menjadi alternatif yang menjanjikan di dalam proses pemurnian biogas. Terdapat beberapa jenis adsorben yang dapat digunakan dalam adsorpsi biogas. Salah satu jenis adsorben yang dapat digunakan untuk pemurnian biogas adalah zeolit.[3]

Zeolit merupakan salah satu jenis mineral aluminium silika terhidrasi yang jumlahnya melimpah di Indonesia. Zeolit berdasarkan sumbernya dapat dibedakan menjadi zeolit alam dan zeolit sintetik. Zeolit alam dapat diperoleh dari pelapukan abu vulkanik dan magma panas gunung berapi. Zeolit alam memiliki beberapa manfaat diantaranya sebagai penurun kadar garam di dalam air, menurunkan volume limbah radioaktif, serta sebagai adsorben pada biogas.[7]

Selain zeolit alternatif adsorben lain yang dapat digunakan adalah arang aktif. Arang aktif merupakan salah satu adsorben yang telah digunakan dalam berbagai industri kimia. Salah satu potensi arang aktif yaitu dapat digunakan sebagai pemurnian biogas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300 sampai 2000  $\text{m}^2/\text{g}$ . Hal tersebut berhubungan dengan struktur pori-pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Arang 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 arang aktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif.[2]

Namun pada saat adsorben mencapai kapasitas maksimum, maka keadaan ini merupakan indikator kejenuhan adsorben. Apabila adsorben telah sampai pada kondisi ini maka perlu dilakukan proses regenerasi. Regenerasi dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Metode regenerasi fisika merupakan metode yang paling umum dilakukan dengan cara membersihkan pengotor/adsorbat melalui pemanasan atau pemberian tekanan. Suhu dan tekanan yang diberikan juga disesuaikan dengan karakter dari masing-masing adsorben. Sementara itu regenerasi kimia dilakukan dengan pertukaran ion berdasarkan deret kereaktifan ion. Metode kimia pada dasarnya lebih efektif dibandingkan metode regenerasi fisika karena terbukti dapat meningkatkan daya adsorpsi dari adsorben.[4]

Mengamati Potensi biogas sebagai alternatif energi terbarukan ini, maka tim pengabdian masyarakat dari Laboratorium Kimia Fisik, Jurusan Kimia, FMIPA UB melihat bahwa pada Kecamatan Jabung memiliki potensi cukup besar untuk dikembangkan untuk menghasilkan biogas dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat. Adanya kerjasama antara Lab Kimia Fisik dengan salah satu peternak sapi perah yang merupakan Ketua Gapoktan Gunung Sari III di Kecamatan Jabung menginisiasi pengelolaan biogas yang melimpah di daerah tersebut agar dapat menjadi sumber bahan bakar yang dapat memenuhi kebutuhan rumah tangga dan penduduk sekitar. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan bahan bakar, maka dalam hal ini tim pengabdian masyarakat membuat rancangan instalasi biogas berbasis sistem kolom yang berisi adsorben padat. Instalasi kolom pemurnian biogas selanjutnya dilengkapi dengan indikator untuk menentukan kapasitas serap maksimum adsorben sekaligus menjadi indikator kapan adsorben perlu diganti ataupun diregenerasi.

## 2. METODE PENELITIAN

Pemecahan masalah selanjutnya dilaksanakan melalui serangkaian kegiatan. Pengabdian kepada Masyarakat saat ini melibatkan 2 mahasiswa Jurusan Kimia dan bekerja sama dengan Ketua Gapoktan sekaligus pemilik Peternakan Sapi Perah di Kecamatan Jabung. Kegiatan awal yang dilakukan dalam rangkaian pengabdian masyarakat adalah survey pendahuluan di lapangan tentang kebutuhan dari pemilik peternakan sapi perah sekaligus Ketua Gapoktan terkait pemurnian biogas. Pada kegiatan ini tim survey berdiskusi dan melihat langsung kondisi di lapangan. Berdasarkan Hasil survey didapatkan kendala masih belum adanya indikator kejenuhan adsorben pada instalasi pemurnian biogas. Dari hasil survey ini selanjutnya dirancang dan diujicobakan instalasi pemurnian biogas untuk menyerap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ),  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{CO}_2$  yang telah dilengkapi dengan indikator kejenuhan adsorben di laboratorium Kimia Fisik UB.

Sebelum dilakukan sosialisasi kepada Ketua Gapoktan, dilakukan ujicoba instalasi di lokasi pengabdian. Kolom instalasi berisi adsorben padat dipasang di saluran biogas sebelum dilewatkan ke kompor yang biasanya digunakan peternak untuk memasak air. Dalam proses ini dilihat performa adsorben

dalam menyerap uap air,  $H_2S$  dan  $CO_2$ . Indikator  $CO_2$  dipasang pada adsorben padat yang akan menyerap  $CO_2$ , tetapi, indikator  $H_2S$  dan  $H_2O$  akan dipasang pada bagian akhir instalasi untuk memastikan bahwa komponen ini bebas dari kedua pengotor tersebut sebelum masuk ke kompor.

Setelah uji coba terlaksana, maka dilakukan sosialisasi dan pemberian informasi terkait cara kerja indikator. Dalam kunjungan tersebut juga perlu dilakukan pemberian informasi tentang bagaimana mengetahui tingkat kejenuhan adsorben dan hal yang perlu dilakukan apabila adsorben tersebut telah jenuh. Dari kegiatan ini kemudian dilakukan diskusi dengan Ketua Gapoktan untuk mendapatkan masukan demi perbaikan kegiatan pengabdian di tahun yang akan datang.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat telah dilakukan di salah satu lokasi peternakan sapi perah milik salah satu Ketua Gapoktan Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Pelaksanaan pengabdian masyarakat dilakukan melalui beberapa tahap, diantaranya meliputi survey pendahuluan untuk mengetahui permasalahan yang ada saat ini, melakukan persiapan instalasi yang dilengkapi dengan indikator di laboratorium Kimia Fisik Universitas Brawijaya, serta melakukan pemasangan instalasi dengan indikator di lokasi lapang. Dalam setiap tahapan dilakukan evaluasi untuk perbaikan pada perencanaan berikutnya. Adapun pembahasan setiap tahapan kegiatan pengabdian yang telah dilakukan disajikan dalam paparan berikut ini :

#### 3.1 Survey Pendahuluan

Survey pendahuluan dilakukan sekitar bulan Juni 2022. Berdasarkan hasil survey pendahuluan diketahui bahwa khalayak sasaran menginginkan sistem instalasi pemurnian biogas yang berbasis kolom. Pada Tahun 2021, tim pengabdian sebelumnya telah menginisiasi pembuat alat pemurnian biogas berbasis kolom, namun belum dapat terpasang sebagai instalasi yang sempurna. Kolom pemurnian ini berisi adsorben padat. Hasil yang diperoleh ternyata memberikan dampak signifikan terhadap kemurnian biogas yang dihasilkan. Hal ini dapat diamati melalui nyala api kompor yang sudah menunjukkan kejernihan dengan warna api yang biru. Selain itu tekanan yang dihasilkan pada kompor juga cukup stabil. Oleh sebab itu khalayak sasaran sangat mendukung apabila dilakukan tindak lanjut terhadap instalasi pemurnian berbasis kolom adsorben ini.

Namun demikian, berdasarkan hasil survey juga diketahui bahwa selama proses pemurnian tersebut, tidak ada indikator yang dapat menunjukkan tingkat kejenuhan dari adsorben. Oleh sebab itu, masyarakat tidak dapat mengetahui kapan adsorben tersebut perlu diregenerasi atau diganti. Tim pengabdian meyakini bahwa apabila tidak ada indikator yang mendeteksi kejenuhan adsorben, maka dikhawatirkan proses pemurnian biogas dengan adsorben yang telah jenuh akan menyebabkan biogas yang dihasilkan menimbulkan masalah lagi di masyarakat. Proyek pengabdian ini adalah mendesain instalasi pemurnian biogas berbasis kolom, yang juga dilengkapi dengan kolom indikator yang dapat mengetahui kejenuhan adsorben. Beberapa dokumentasi pada saat tim pengabdian melaksanakan survey pendahuluan disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Survey Pendahuluan di lokasi Peternakan milik ketua Gapoktan Kecamatan Jabung

### 3.2 Kajian Literatur Dan Persiapan Kolom Instalasi Pemurnian Biogas Beserta Indikatornya Di Laboratorium Kimia Universitas Brawijaya

Setelah mendapat informasi awal terkait permasalahan tersebut, selanjutnya tim pengabdian melakukan kajian literatur bersama dengan beberapa mahasiswa untuk mencari indikator yang tepat dalam menganalisis kejenuhan adsorben. Berdasarkan hasil studi literatur, diketahui terdapat beberapa indikator yang dapat digunakan diantaranya adalah silica gel, larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , dan air kapur. Silica gel memiliki kemampuan untuk menyerap uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), serta mampu memberikan perubahan warna dari biru menjadi merah muda apabila telah jenuh dengan uap air. Sementara itu  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  dapat membentuk endapan berwarna hitam apabila bereaksi dengan gas  $\text{H}_2\text{S}$ . Terakhir, untuk deteksi  $\text{CO}_2$  dapat dilakukan dengan menggunakan air kapur. Keberadaan  $\text{CO}_2$  dapat diamati dengan penambahan air kapur dan melihat tingkat kekeruhan air yang telah dilewatkan gas  $\text{CO}_2$ . Namun sebagai alternatif, penggunaan larutan  $\text{NaOH}$  yang ditambah dengan indikator zat warna methyl merah juga dilakukan untuk dapat mendeteksi keberadaan gas  $\text{CO}_2$ . Reaksi yang mungkin terjadi dengan adanya reaksi  $\text{NaOH}$  dan  $\text{CO}_2$  dapat menghasilkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Zat  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dapat dideteksi sebagai perubahan warna dan terbentuknya endapan pada kolom indikator jika mendapat paparan  $\text{CO}_2$ .

Tahapan berikutnya adalah penyiapan instalasi pemurnian biogas berbasis kolom dengan adsorben padat yang dilengkapi dengan kolom indikator. Adapun desain alat instalasi pemurnian biogas berbasis kolom dan indikator kejenuhan adsorben dengan rincian sebagai berikut :

1. Pemasangan 2 kolom adsorben berbasis pipa PVC berdiameter 4 inch yang berisi zeolit alam dengan massa 4 Kg.
2. Pemasangan 1 kolom adsorben berbasis pipa PVC berdiameter 4 inch yang berisi Arang Aktif berbentuk granula dengan massa 2 Kg.
3. Pemasangan 1 kolom adsorben berbasis pipa PVC berdiameter 4 inch yang berisi Gamping berbentuk serbuk dengan massa 2 Kg.
4. Pemasangan 1 kolom adsorben berbasis pipa bening berdiameter 5/8 inch yang berisi pellet besi berkarat untuk penyerapan  $\text{H}_2\text{S}$ .
5. Pemasangan 3 kolom indikator kejenuhan adsorben dengan diameter 5/8 inch kolom berwarna bening) yang dihubungkan dengan kolom adsorben melalui konektor pipa berbahan kuningan dengan ukuran 5/8 ke 1/4 inch.
6. Kolom indikator akan diletakkan pada selang yang merupakan saluran keluaran biogas dari adsorben gamping, dan 2 kolom adsorben diletakkan pada selang output dari indikator yang berisi pellet besi berkarat.

Selanjutnya tim pengabdian menyiapkan komponen untuk kolom indikator kejenuhan adsorben. Langkah awal yang dilakukan adalah menyiapkan kolom dengan diameter 5/8 inch, pembersihan kolom, dan preparasi larutan. Selanjutnya digunakan bantuan kapas untuk mengembankan larutan sebelum dimasukkan ke dalam kolom. Dokumentasi persiapan kolom indikator dan preparasi larutan disajikan pada Gambar 2.





**Gambar 2.** Dokumentasi persiapan kolom indikator dan preparasi larutan disajikan pada

### 3.3 Pemasangan Dan Uji Coba Instalasi Pemurnian Biogas Serta Penentuan Kapasitas Serap Adsorben Di Lokasi Peternakan

Kolom instalasi pemurnian biogas berbasis adsorben padat dipasang pada dinding yang berada di dekat kompor. Pemasangan kolom adsorben dilakukan secara bertingkat yang meliputi dua kolom berisi adsorben zeolit, satu kolom berisi adsorben arang aktif, satu kolom berisi gamping, dan 1 kolom berisi pellet besi berkarat seperti disajikan pada Gambar 3. Selanjutnya dilakukan pemasangan kolom indikator seperti yang telah didiskusikan dan dijabarkan pada sub bab sebelumnya. Sebagai perbandingan, dilakukan pula pemasangan kolom indikator pada aliran biogas yang dilakukan tanpa melalui kolom adsorben. Hal tersebut dilakukan dalam rangka mengamati apakah ada perubahan signifikan pada indikator jika biogas yang mengalir dalam keadaan setelah dan sebelum dimurnikan dengan adsorben padat.

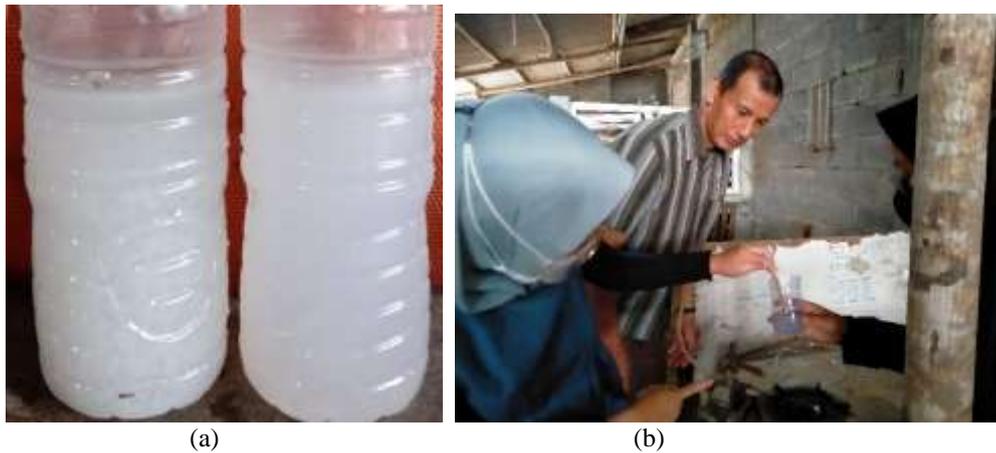


**Gambar 3.** Instalasi Pemurnian biogas berbasis kolom adsorben padat yang dilengkapi indikator kejenuhan adsorben

Hasil uji coba ketika proses pemurnian biogas menunjukkan bahwa kolom yang berisi adsorben gamping menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan diidentifikasi sebagai manifestasi dari reaksi ekstormis di dalam kolom. Namun karena dikhawatirkan akan memberikan dampak negatif apabila terus dipasang dalam jangka waktu yang lama, maka kolom adsorben berisi gamping selanjutnya batal untuk digunakan pada instalasi pemurnian biogas. Kolom indikator  $\text{CO}_2$  berupa  $\text{NaOH}$  yang diberi zat warna methyl merah yang pada awalnya diletakkan disetelah kolom adsorben berisi gamping selanjutnya dipindahkan pada kolom setelah

arang aktif. Namun pada saat proses uji coba di lapangan, indikator  $\text{CO}_2$  yang berisi  $\text{NaOH}$  ini tidak dapat menunjukkan perubahan visual selama proses pemurnian biogas maupun pada biogas tanpa pemurnian. Sehingga diputuskan untuk mengganti indikator  $\text{CO}_2$  sesuai rencana awal yaitu menggunakan air kapur.

Penentuan kapasitas serap adsorben arang aktif dan zeolit diamati melalui perubahan kekeruhan air kapur secara visual. Perubahan kekeruhan (warna) pada air kapur sebelum dan setelah melewati adsorben disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan hasil pengamatan untuk penentuan kapasitas serap adsorben, diketahui bahwa adsorben arang aktif dan zeolit belum cukup optimal dalam menyerap gas  $\text{CO}_2$ . Hal ini terlihat dari kekeruhan air kapur yang tidak berbeda signifikan baik sebelum dan setelah melewati kolom berisi adsorben.



**Gambar 4.** (a) Perubahan warna pada air kapur sebelum (kiri) dan setelah melewati adsorben (kanan). Tidak terlihat perubahan visual secara signifikan pada tingkat kekeruhan air kapur; (b) uji coba air kapur melalui selang outlet biogas.

Selanjutnya terdapat kendala lain yang ditemukan saat uji coba di lapang adalah pada kolom adsorben yang berisi pellet besi berkarat, adsorben besi berkarat ini memiliki jumlah sangat sedikit. Selain itu sulitnya memisahkan besi berkarat dengan air yang digunakan sebagai media perkaratan besi menyebabkan adsorben ini juga tidak jadi digunakan pada alat instalasi pemurnian biogas. Oleh sebab itu indikator kejenuhan  $\text{H}_2\text{S}$  berupa larutan  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  juga tidak jadi dipasang disetelah kolom adsorben besi berkarat. Dokumentasi kolom Indikator kejenuhan adsorben disajikan pada Gambar 5.





(c)

**Gambar 5.** Kolom Indikator kejenuhan adsorben : (a) NaOH+methyl merah; (b)  $Pb(NO_3)_2$ ; (c) Silica gel

Pada saat uji coba, seperti halnya kolom indikator yang berisi NaOH, kolom indikator yang berisi  $Pb(NO_3)_2$  juga tidak dapat menunjukkan perubahan visual saat dilewatkan baik pada proses pemurnian biogas maupun pada biogas tanpa pemurnian. Adapun beberapa faktor yang dapat berpengaruh terhadap hal ini diantaranya adalah:

1. Reaksi kimia yang terjadi membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyebabkan terjadinya perubahan secara visual pada indikator. Hal ini menjadi kurang praktis apabila diterapkan langsung di lapangan.
2. Produksi biogas yang tidak stabil serta bergantung pada temperatur dan keadaan musim. Berdasarkan pernyataan dari Ketua Gapoktan, beberapa waktu terakhir dalam musim hujan, jumlah biogas yang diproduksi sangat sedikit. Hal ini juga terlihat pada saat kami melakukan uji coba, dimana api yang dihasilkan berhenti setelah proses pengaliran biogas selama kurang dari 30 menit.

Hasil evaluasi terhadap kolom indikator menunjukkan bahwa indikator silica gel memiliki peran yang paling efektif untuk menunjukkan tingkat kejenuhan adsorben. Hal tersebut dikarenakan silica gel menunjukkan perubahan visual yang signifikan saat dilewatkan baik pada proses pemurnian biogas maupun pada biogas tanpa pemurnian. Apabila indikator silica gel terpapar biogas yang dialirkan tanpa melalui kolom instalasi pemurnian, maka sesaat setelah biogas mengalir terjadi perubahan warna silica gel dari biru menjadi hitam. Warna hitam ini akan semakin pekat seiring dengan lamanya waktu kontak. Perubahan warna silica gel yang menjadi hitam kemungkinan besar disebabkan oleh banyaknya  $H_2S$  yang berinteraksi dengan indikator. Selain itu aroma khas gas  $H_2S$  tercium sangat kuat ketika selang keluaran (outlet) biogas murni dipaparkan pada kolom indikator yang berisi silica gel. Perubahan warna silica gel menjadi hitam tersebut disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Perubahan warna silica gel menjadi hitam ketika biogas tanpa pemurnian dilewatkan melalui kolom indikator silica gel.

Sementara itu, apabila indikator silica gel dipasang pada bagian akhir dari instalasi kolom pemurnian biogas, maka silica gel tidak langsung mengalami perubahan warna. Dalam pengamatan 5 menit pertama setelah biogas hasil pemurnian dialirkan, silica gel mengalami sedikit perubahan menjadi warna pink hanya pada bagian ujung pipa indikator yang dekat dengan inlet, tetapi secara keseluruhan kolom indikator yang berisi silica gel tetap menunjukkan warna biru. Hal ini menjadi indikasi bahwa masih terdapat uap

air yang terbawa pada biogas meskipun telah melalui rangkaian kolom instalasi. Uap air ini juga teramat pada selang inlet yang menghubungkan kolom adsorben dengan kolom indikator.

Berdasarkan hasil tersebut, diputuskan untuk menguji kapasitas serap adsorben melalui pengamatan tingkat kejenuhan adsorben dengan silica gel dalam jangka waktu yang lebih lama yakni dengan mencoba mengalirkan biogas dalam kurun waktu 30-60 menit ke kompor. Tetapi dalam waktu kurang dari 30 menit ternyata nyala api dari kompor akhirnya padam. Menurut pemilik peternakan yang sekaligus Ketua Gapoktan, hal ini kemungkinan terjadi karena biogas yang dihasilkan di lokasi peternakan jumlahnya tidak banyak pada musim hujan ini. Pada akhir sesi uji coba, tim pengabdian memutuskan menggunakan 1 kolom indikator yang berisi silica gel untuk diletakkan pada bagian ujung instalasi pemurnian biogas dan meminta bantuan kepada pemilik peternakan untuk mengamati perubahan warna dari indikator silica gel selama kurun waktu dua hari.

Pada kunjungan berikutnya tepat 2 hari setelah uji coba pertama, tim pengabdian mencoba mengamati perubahan warna indikator silica gel yang telah terpasang sebelumnya. Berdasarkan data di lapangan dan keterangan dari pemilik peternakan, silica gel masih menunjukkan warna pink pada pagi hari (sekitar pukul 05.00 WIB). Namun ketika kami tiba di lokasi sekitar pukul 13.30 WIB, didapati bahwa silica gel sudah berubah menjadi warna hitam kembali. Pada saat kami mengkonfirmasi kepada Ketua Gapoktan ternyata total waktu untuk aliran biogas dilewatkan pada adsorben hanya kurang lebih selama 6 jam. Hal ini dikarenakan jumlah produksi biogas dari sumber (digester) tidak banyak. Berdasarkan paparan dari Ketua Gapoktan, dapat ditarik kesimpulan bahwa kapasitas serap adsorben padat dalam menyerap  $H_2S$  dan  $H_2O$  hanya bertahan kurang lebih selama 6 jam pemakaian.

### 3.4 Sosialisasi Dan Diskusi

Kegiatan sosialisasi (seperti disajikan pada Gambar 7) ini diawali dengan pemberian informasi terkait bagaimana indikator kejenuhan adsorben tersebut bekerja. Tim pengabdian memberikan penyuluhan terkait kapan adsorben perlu diganti melalui pengamatan secara visual pada perubahan warna indikator. Tim pengabdian juga memberikan pemahaman bahwa apabila indikator sudah berubah menjadi pink/merah muda maka adsorben sudah mulai jenuh terhadap penyerapan air, sementara jika perubahan warna menjadi hitam maka adsorben telah jenuh dalam penyerapan  $H_2S$ . Sedangkan air kapur dapat membantu mendeteksi keberadaan  $CO_2$  dari biogas. Regenerasi dari indikator dapat dilakukan selama perubahan warna indikator silica gel masih menjadi pink. Tetapi apabila telah berubah menjadi hitam, maka sebaiknya indikator tersebut diganti dengan indikator baru. Perubahan indikator silica gel menjadi pink dapat diregenerasi dengan pemanasan (tanpa kontak dengan udara). Sementara untuk air kapur dapat disiapkan hanya dengan melarutkan sedikit kapur ke dalam air, kemudian membiarkan kapurnya mengendap terlebih dahulu, sehingga yang digunakan sebagai indikator  $CO_2$  hanyalah air yang digunakan dalam pelarutan kapur (tanpa perlu mengikutsertakan kapur yang telah mengendap). Air kapur ini dapat dengan cara yang mudah dan cepat. Pada kesempatan ini kami juga melakukan diskusi terkait beberapa kendala yang terjadi di lapangan. Diskusi yang dilakukan digunakan sebagai bahan evaluasi kami dalam perencanaan proyek pengabdian masyarakat berikutnya agar terlaksana dengan lebih baik lagi.



**Gambar 7.** Diskusi dan sosialisasi hasil kegiatan pengabdian kepada Ketua Gapoktan sekaligus pemilik salah satu Peternakan Sapi Perah di Kecamatan Jabung.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat kami peroleh dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini meliputi penentuan kapasitas serap maksimum adsorben dilakukan secara kualitatif berdasarkan pengamatan visual yang terjadi pada indikator. Apabila terjadi perubahan warna silica gel dari biru menjadi pink, menjadi indikasi awal adsorben telah jenuh (telah mencapai kapasitas serap maksimum) di dalam menyerap  $H_2O$ . Namun apabila warna silica gel berubah menjadi hitam, maka dimungkinkan adanya gas  $H_2S$  yang tidak terserap oleh adsorben. Sementara itu kekeruhan air kapur menjadi indikator bahwa adsorben telah jenuh untuk menyerap gas  $CO_2$ . Indikator silica gel bekerja dengan baik untuk menunjukkan tingkat kejenuhan adsorben. Namun indikator silica gel hanya dapat menunjukkan secara kualitatif kejenuhan adsorben dalam mengikat  $H_2O$  dan  $H_2S$ . Sementara kejenuhan adsorben dalam penyerapan  $CO_2$  tidak dapat diamati dengan indikator silica gel ini.

Ditinjau dari rangkaian instalasinya, instalasi pemurnian biogas berbasis kolom yang berisi adsorben padat berupa zeolit dan arang aktif, diketahui memiliki kemampuan menyerap air ( $H_2O$ ) dan gas  $H_2S$ . Namun adsorben tersebut masih belum optimal apabila digunakan untuk jangka waktu yang lama. Kapasitas serap maksimum diperoleh setelah 6 jam pengaliran biogas melalui adsorben. Indikator kejenuhan adsorben untuk gas  $CO_2$  telah diamati melalui air kapur. Namun hasil uji coba di lapang menunjukkan bahwa air kapur yang dialiri biogas tanpa dan dengan pemurnian (setelah beberapa menit melewati kolom adsorben) tidak menunjukkan hasil visualisasi yang berbeda signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa gas  $CO_2$  kemungkinan masih belum terserap secara optimal melalui adsorben berupa zeolit dan arang aktif. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini juga dapat direspon positif oleh sasaran yakni Ketua Gapoktan Kecamatan Jabung. Pihak sasaran juga menyambut baik rencana perbaikan yang akan dilakukan di kegiatan pengabdian berikutnya.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada FMIPA UB yang telah memberikan pendanaan melalui skema DPP/SPP untuk kegiatan pengabdian ini dengan Nomor : 2522/UN10.F09/PM/2022, serta kepada pihak peternak (Bapak Erwin Yuniar selaku Ketua Gapoktan di Kecamatan Jabung) yang memberikan kesempatan kepada kami tim pengabdian untuk melaksanakan program pengabdian di lokasi peternakan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Afrian, C., Haryanto, A., Hasanudin, U., Zulkarnain, I., 2017, Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Sapi Dengan Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum), Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 6, 1 21-32.
- [2]. Arifin. 2010. Dekolorisasi Air Yang Mengandung Zat Pewarna Tekstil Dengan Metode Koagulasi Poly Aluminium Chloride Dan Adsorpsi Karbon Aktif. Tangerang: PT Tirta Kencana Cahaya Mandiri.
- [3]. Gantina T.M. Dan Farhani, D., 2020, Penurunan  $CO_2$  Biogas Dengan Metoda Adsorpsi Menggunakan Zeolit Alam, Jurnal Energi, 10, 1, 49-52.
- [4]. Handoyo, E., Andriani, Y., Rosmayati, L., Chairuna, A., Suhendi, E., 2020, Optimalisasi Metode Aktivasi Adsorben Karbon Aktif Dengan Sulfur, Tembaga, Sulfida, Dan Seng Klorida Serta Uji Kapasitas Adsorpsi Dengan Variasi Kondisi Saturasi Gas Alam, Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas, , 54, 3, 1-5.
- [5]. Prihutama, F.A., Firmansyah, D.N., Siahaan, K.S. Fahmi, B., 2017. Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta, SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan, 87-95
- [6]. Ritonga, A.M. Dan Masrukhil, 2017, Optimasi Kandungan Metana ( $CH_4$ ) Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben, Jurnal Rona Teknik Pertanian, Vol 10 No 2.
- [7]. Wedari, W., Sitorus, B., Jati, D.R., 2014, Pembuatan Dan Karakterisasi Adsorben Gas  $H_2S$  Dari Zeolit Alam, 3,2, 112-119