

Analisa Pengaruh Purifikasi Biogas dengan *Treatment* Kalor pada Adsorben untuk Mengetahui Karakteristik Pembakaran

¹*Dani Hari Tunggal Prasetyo, ²Akbar Anugrah, ³Asroful Abidin, ⁴Setyo Pambudi,
⁵Rochmad Eko Prasetyaning Utomo

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Panca Marga, Indonesia

²Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif, PSDKU Politeknik Negeri Malang Kampus Lumajang, Indonesia

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi dan Bisnis Muhammadiyah Banyuwangi, Indonesia

⁵Program Studi Teknik manufaktur kapal, Politeknik Negeri Banyuwangi, Indonesia

Corresponding Author: dani.hari59@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Diterima : 04-11-2022
Disetujui : 15-11-2022

Keywords:

Purifikasi Biogas;
Treatment Kalor;
Adsorben; Karakteristik
Pembakaran



ABSTRACT

Abstract: *Energy needs are increasing, so a solution is needed to overcome this. The solution that can be done is the use of alternative energy. One alternative energy that can be used to meet energy needs is biogas. The composition of biogas is dominated by CH₄ and CO₂. However, biogas combustion has not been maximized, this is because biogas contains CO₂. Therefore, efforts are needed to reduce CO₂ levels. To reduce CO₂ levels can be done with a purification process. In this study, the purification process was carried out using the heat treatment method on the adsorbent. The adsorbent used in this study was KOH solution. The temperatures used during the heat treatment were 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C and 45°C while the concentration of the KOH solution was one molar. The research produces data on the rate of combustion and the height of the fire. The highest combustion rate value is 49,970 cm/s with a heat treatment temperature of 45°C, while the lowest is 36,603 cm/s without purification. Then the highest flame height value was 23,142 mm without purification while the lowest was 13,158 mm with a heat treatment temperature of 45°C for the adsorbent.*

Abstrak: Kebutuhan energi yang semakin meningkat maka diperlukan solusi untuk mengatasi hal tersebut. Solusi yang dapat dilakukan adalah penggunaan energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi adalah biogas. Komposisi biogas didominasi oleh CH₄ dan CO₂. Namun, pembakaran biogas kurang optimal, hal ini dikarenakan biogas mengandung CO₂. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengurangi kadar CO₂. Untuk mengurangi kadar CO₂ dapat dilakukan dengan proses purifikasi. Pada penelitian ini proses purifikasi dilakukan dengan metode *treatment* kalor pada adsorben. Adsorben yang digunakan pada penelitian ini adalah larutan KOH. Temperatur yang digunakan saat *treatment* kalor sebesar 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C dan 45°C sedangkan konsentrasi larutan KOH sebesar satu molar. Penelitian menghasilkan data laju pembakaran dan tinggi api. Nilai laju pembakaran tertinggi sebesar 49,970 cm/s dengan temperatur *treatment* kalor sebesar 45°C sedangkan terendah sebesar 36,603 cm/s tanpa proses purifikasi. Kemudian nilai tinggi api tertinggi sebesar 23,142 mm tanpa purifikasi sedangkan terendah sebesar 13,158 mm dengan temperatur *treatment* kalor pada adsorben sebesar 45°C.



<https://doi.org/10.31764/justek.vXIY.ZZZ>



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Teknologi semakin berkembang dengan pesat diikuti dengan jumlah populasi penduduk yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan energi semakin besar (Prasetyo et al., 2021). Amerika dan Cina merupakan negara dengan jumlah populasi penduduk yang besar dan diikuti dengan teknologi yang maju. Kebutuhan energi Amerika dan Cina membutuhkan energi yang cukup besar. Tercatat jumlah kebutuhan energi di Amerika mencapai 19,4 juta barrel minyak per hari sedangkan di Cina mencapai 8 juta barrel per hari (Pradnyana, 2016). Hal ini memberikan gambaran bahwa semakin maju suatu negara maka jumlah energi yang dibutuhkan juga semakin besar.

Melonjaknya kebutuhan energi yang terjadi pada dekade terakhir ini menjadi topik utama yang menarik untuk dibahas. Energi yang bersumber dari alam seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam cenderung menjadi sumber energi pokok pada kehidupan sehari-hari. Namun jumlah cadangan batu bara, minyak bumi dan gas semakin menipis akibat eksploitasi secara terus-menerus. Di Indonesia cadangan minyak bumi diketahui sebesar 3,6 miliar barel dan jika dieksploitasi secara terus menerus akan habis 13 tahun mendatang, sedangkan cadangan gas alam mencapai 142.72 TSCF diprediksi akan habis 49 tahun mendatang sedangkan batu bara mencapai 186 miliar ton dan diprediksi akan habis 83 tahun mendatang (Afin & Kiono, 2021; Kementerian ESDM Republik Indonesia, 2018; Sa'adah et al., 2017).

Jumlah cadangan energi fosil yang semakin menipis maka diperlukan solusi untuk mengatasi hal tersebut. Jika tidak ditemukan sumber energi fosil yang baru maka akan berdampak pada krisis energi dimasa mendatang (Prasetyo et al., 2021). Selagi masih ada cadangan energi fosil yang masih tersedia perlu juga diimbangi dengan pemanfaatan energi alternatif. Hal ini bertujuan sebagai salah satu upaya untuk menghemat jumlah energi fosil yang masih tersisa di alam dan sebagai upaya untuk mengembangkan potensi energi alternatif. Salah satu energi alternatif yang dapat diolah dan dikembangkan adalah biogas (Anwar et al., 2021).

Energi alternatif dapat diperoleh dari limbah atau kotoran hewan (Ningrum et al., 2019; Prasetyo, 2020). Limbah atau kotoran hewan yang selama ini dapat mencemari lingkungan akan lebih bermanfaat jika dikembangkan menjadi bentuk energi. Hal ini berdasarkan jumlah cadangan energi fosil yang semakin menipis. Biogas dapat dihasilkan dari proses fermentasi bakteri anaerob sehingga menghasilkan unsur metana. Metana (CH_4) merupakan senyawa hidrokarbon yang mudah terbakar dan dapat digunakan sebagai sumber energi. Biogas memiliki komposisi senyawa kurang lebih 60 % CH_4 , 38 % CO_2 , 2 % N_2 , O_2 , H_2 , dan H_2S (Irawan & Suwanto, 2017). Biogas memiliki kelebihan ramah lingkungan dan menghasilkan nilai kalor yang cukup tinggi (Ritonga & Masrukhi, 2017). Saat ini biogas banyak diperoleh dari limbah kotoran hewan, salah satunya kotoran sapi. Hal ini dikarenakan jumlah populasi sapi di Indonesia cukup tinggi sekitar 14,98 juta ekor (Danasari et al., 2020).

Limbah kotoran sapi yang dapat mencemari lingkungan dan mengundang lalat dapat mengganggu kesehatan manusia serta lingkungan. Karena dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia maka diperlukan solusi dari permasalahan ini. Salah satu solusinya adalah mengkonversi limbah kotoran sapi menjadi bahan bakar alternatif yaitu biogas (Ningrum et al., 2019).

Potensi limbah kotoran sapi sebagai biogas memang cukup tinggi, namun biogas yang dihasilkan perlu dilakukan pengkajian. Biogas yang dihasilkan rata-rata masih banyak mengandung zat pengotor seperti CO_2 . CO_2 akan mempengaruhi performa produk biogas saat terjadi reaksi pembakaran. Karena terdapat zat pengotor yang dapat mengganggu

proses reaksi pembakaran maka perlu langkah untuk mengurangi zat pengotor yang terkandung pada biogas. Salah satu upaya untuk mengurangi zat pengotor pada biogas dapat dilakukan dengan proses purifikasi.

Purifikasi merupakan proses pemurnian pada suatu senyawa. Tujuan purifikasi adalah untuk menghilangkan atau mengurangi zat pengotor yang dapat mengganggu saat proses reaksi pembakaran. Proses pemurnian dapat menggunakan beberapa unsur sebagai penyerap (adsorben) zat pengotor. Salah satu unsur yang dapat digunakan adalah KOH. Kalium hidroksida atau KOH merupakan senyawa anorganik dan biasanya disebut dengan *potash* kaustik. KOH dapat digunakan sebagai penyerap atau pengikat CO₂ yang terkandung pada suatu senyawa (Majedi et al., 2022). Hardianto (2019) melakukan penelitian dengan metode purifikasi bertingkat menggunakan KOH. Tujuan penelitian untuk mengetahui kandungan CO₂ pada biogas setelah proses purifikasi. Pengujian menghasilkan data penurunan CO₂ dari 35,6% menjadi 15% setelah proses purifikasi menggunakan KOH. Hal ini menunjukkan bahwa KOH dapat menyerap kadar CO₂ pada biogas.

Beberapa penelitian pernah dilakukan untuk mengetahui karakteristik biogas dengan metode purifikasi. Penelitian dilakukan oleh Hermawan et al (2016), metode penelitian purifikasi biogas menggunakan KOH sebagai adsorben. Hasil penelitian menunjukkan kandungan CO₂ menurun dari 35,5% menjadi 27%. Selain itu, Majedi et al (2022) juga melakukan penelitian tentang purifikasi biogas dengan menggunakan zeolit sebagai adsorben. Zeolite diaktivasi menggunakan KOH dan larutan NaOH. Zeolit diaktivasi melalui proses *heat treatment* dengan temperatur 660°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar CO₂ sebesar 3% setelah proses purifikasi. Penelitian tentang pengaruh *treatment* kalor juga dilakukan oleh Hamidi et al (2011). Penelitian dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk biogas. Penelitian dilakukan dengan cara mempurifikasi biogas dengan menggunakan zeolite alam. Zeolite alam di aktivasi menggunakan KOH. Kemudian campuran zeolite dan KOH di proses dengan *heat treatment* pada temperatur 300°C selama 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Zeolite dan KOH memiliki kemampuan dalam mengadsorpsi CO₂ sehingga menghasilkan nilai kalor menjadi tinggi.

Dari hasil latar belakang yang telah diuraikan, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh *treatment* kalor pada jenis adsorben. Pada penelitian sebelumnya, adsorben dilakukan pada senyawa yang berbentuk padat. Maka penelitian ini dilakukan dengan penggunaan adsorben dengan bentuk cair. Jenis adsorben yang dengan digunakan adalah KOH. KOH dilarutkan pada air sehingga berubah wujud menjadi cair. KOH yang larut pada air ditreatment kalor untuk mempurifikasi biogas. Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik api biogas sebelum dan sesudah proses purifikasi dengan metode *treatment* kalor pada adsorben.

B. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan analisa terhadap produk biogas sebelum dan sesudah purifikasi. Proses purifikasi dilakukan dengan metode *treatment* kalor pada adsorben. Adsorben pada penelitian ini menggunakan larutan KOH. Bahan bahan baku biogas berasal dari limbah kotoran sapi. Penelitian ini mencakup tiga variabel yang digunakan antara lain variabel terikat, variabel terkontrol dan variabel bebas. Untuk membentuk biogas maka langkah pertama yang dilakukan adalah melarutkan kotoran sapi dengan air. Perbandingan yang digunakan

adalah 1:1 (m/m). Kotoran sapi dan air yang dilarutkan disimpan pada drum agar terjadi proses fermentasi.

Variabel bebas merupakan variabel yang telah ditetapkan peneliti sebelum melakukan pengujian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah temperatur *treatment* kalor pada larutan purifikasi. Temperatur *treatment* kalor purifikasi yang digunakan sebesar 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 35°C, 40°C dan 45°C. Perlakuan pada penelitian dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan penelitian purifikasi dengan *treatment* kalor pada adsorben

Temperatur	Konsentrasi KOH	Tujuan
20°C	1 M	
25°C	1 M	
30°C	1 M	Mengetahui nilai laju pembakaran dan nilai tinggi api
35°C	1 M	
40°C	1 M	
45°C	1 M	

Variabel terikat merupakan variabel yang tidak bisa ditentukan dan tergantung dari variabel bebas saat pengujian. Variabel terikat pada penelitian ini adalah laju pembakaran dan tinggi api. Variabel terkontrol adalah variabel yang digunakan sebagai pengendali saat pengujian. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah debit bahan bakar dan konsentrasi KOH. Debit bahan bakar yang digunakan saat penelitian sebesar 3 liter/menit. Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui pengaruh temperatur purifikasi dan konsentrasi KOH terhadap laju pembakaran dan tinggi api. Untuk mendapatkan nilai laju pembakaran dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) dan (2).

$$SL = V \cdot \sin\alpha \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

SL : Laju pembakaran laminer (cm/s) V : Laju reaktan (cm/s) α: Nilai sudut api (°)

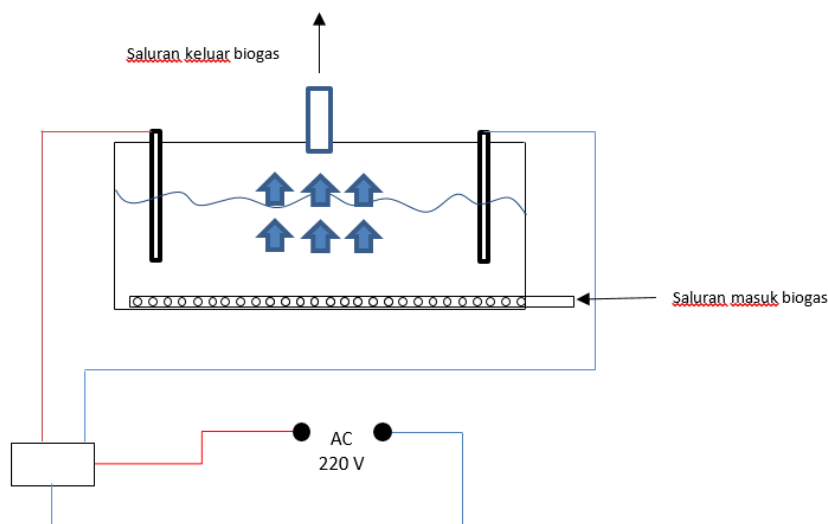
Kemudian untuk mendapatkan nilai laju reaktan maka persamaan yang digunakan adalah persamaan 2.

$$V = \frac{Q_{fuel}}{A} \quad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

V : Laju reaktan (cm/s) Q_{fuel} : Debit bahan bakar (ml/detik) A : Luas penampang (cm²)

Sebelum melakukan pengujian maka perlu dipersiapkan beberapa alat penelitian yang perlu digunakan. Peralatan yang digunakan saat penelitian antara lain *bunsen burner* dengan dimensi diameter dalam sebesar 12 mm, diameter luar 14 mm dan tinggi 140 mm. Selain itu juga dibutuhkan media purifikasi untuk mengikat zat pengotor pada biogas. Media purifikasi menggunakan *thermostat* sebagai pengontrol temperatur. Media untuk menghasilkan biogas menggunakan tabung sebagai proses fermentasi bakteri anaerob. Skema media purifikasi dapat diamati pada Gambar 1 kemudian Skema pengujian dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 1. Skema alat purifikasi

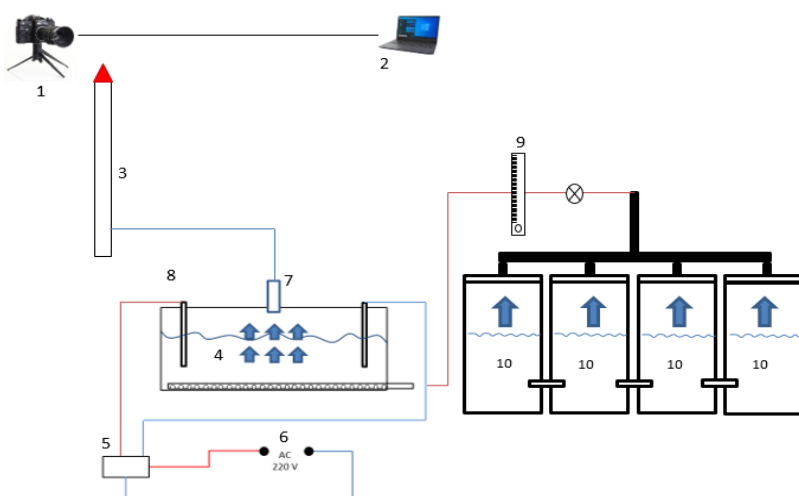
Pada Gambar 1 dapat diamati skema gambar media purifikasi. Sebelum melakukan purifikasi perlu diatur tingkat molaritas larutan KOH dan temperatur. Untuk mengatur tingkat molaritas dapat menggunakan persamaan (3) sedangkan untuk mengatur temperatur menggunakan *thermostat* yang terangkai pada media purifikasi.

$$M = \frac{n}{V} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

M : Molaritas (M) n : Jumlah mol zat (mol) V : Volume larutan (Liter)

Skema penelitian pada Gambar 2 diawali dengan membuka katup pada digester. Biogas akan mengalir menuju *flowmeter*. *Flowmeter* digunakan untuk mengatur debit bahan bakar biogas yang digunakan saat penelitian. Sesuai dengan variabel, debit bahan bakar yang digunakan sebesar 3 liter per menit. Setelah melewati *flowmeter*, biogas dialirkan menuju media purifikasi. Pada media purifikasi temperatur diatur sesuai dengan Tabel 1. Biogas yang telah terpurifikasi dialirkan menuju menuju *bunsen burner*, kemudian pada ujung *bunsen burner* dipantikkan api agar terjadi reaksi pembakaran. Gambar api pada ujung *bunsen burner* direkam kemudian disimpan untuk dilakukan analisa.



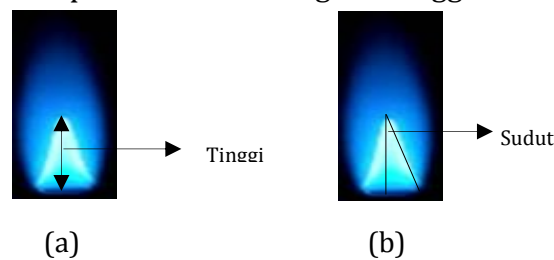
Gambar 2. Skema penelitian

Keterangan :

Kamera	Media purifikasi	Saluran keluar biogas	Digester biogas
--------	------------------	-----------------------	-----------------

Laptop/Komputer	<i>Thermocontrol</i>	<i>Heater</i>
<i>Bunsen burner</i>	Arus listrik	<i>Flowmeter</i>

Gambar api hasil pengujian dilakukan analisis besaran nilai sudut api dan tinggi api. Hasil rekaman pembakaran kemudian dikonversi menjadi bentuk gambar. Setelah menjadi bentuk gambar maka dilanjutkan dengan pengukuran. Untuk mengukur nilai sudut dan tinggi api dicontohkan pada Gambar 3. Setelah nilai sudut dan tinggi api telah diperoleh maka data hasil pengujian dilanjutkan dengan analisis laju pembakaran sesuai dengan persamaan (1). Namun, sebelum menghitung nilai laju pembakaran, hal pertama yang harus ditentukan adalah kecepatan reaktan bahan bakar. Untuk menentukan nilai kecepatan reaktan maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2).



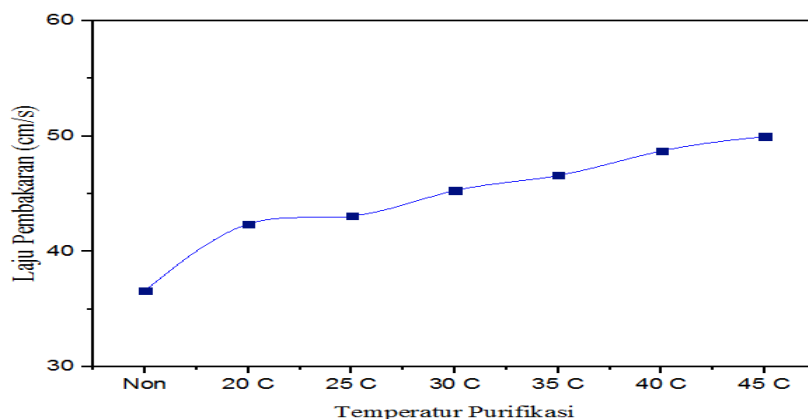
Gambar 3. (a) Pengukuran tinggi api (b) Pengukuran sudut api

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik pembakaran pada biogas sebelum dan sesudah proses purifikasi dengan variasi temperatur pada larutan KOH. Karakteristik pembakaran menghasilkan nilai laju pembakaran dan nilai tinggi api terhadap perlakuan purifikasi. Hasil pengujian dibahas pada subbab 1 dan 2.

1. Laju Pembakaran

Purifikasi memiliki fungsi sebagai penyerap zat pengotor yaitu CO₂, namun purifikasi akan lebih optimal jika dilakukan aktivasi secara fisik dan kimiawi. Purifikasi secara fisik dilakukan dengan cara memberikan perlakuan kalor (*heat treatment*) pada larutan purifikasi sedangkan perlakuan kimiawi dilakukan dengan menggunakan KOH pada larutan purifikasi. Aktivasi secara fisik divariasikan temperatur yang digunakan saat percobaan sebesar 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C dan 45°C, Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan dengan penambahan KOH dengan konsentrasi 1 M. Hasil penelitian laju pembakaran dengan metode pembakaran difusi pada biogas menghasilkan data yang dapat diamati pada Gambar 4 berikut ini.

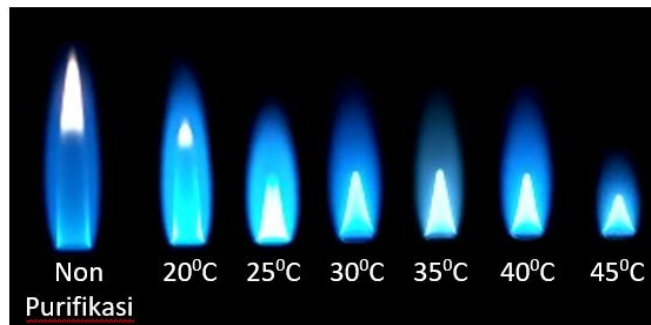


Gambar 4. Laju pembakaran biogas sebelum dan sesudah purifikasi

Pada Gambar 4 dapat diamati hubungan laju pembakaran dengan purifikasi menggunakan aktivasi secara fisik dan kimiawi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai laju pembakaran terus meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur pada media purifikasi. Nilai laju pembakaran sebelum purifikasi sebesar 36,603 cm/s, sedangkan nilai laju pembakaran setelah purifikasi sebesar 42,376 cm/s; 43,067 cm/s; 45,283 cm/s; 46,598 cm/s; 48,718 cm/s dan 49,970 cm/s pada temperatur larutan KOH masing-masing sebesar 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C dan 45°C. Nilai laju pembakaran terendah sebesar 36,603 cm/s dan nilai laju pembakaran tertinggi sebesar 49,970 cm/s. Prosentase selisih nilai laju pembakaran sebelum dan sesudah purifikasi pada masing-masing perlakuan sebesar 5,773 cm/s; 6,464 cm/s, 8,680 cm/s; 9,995 cm/s; 12,115 cm/s; dan 13,367 cm/s.

Nilai laju pembakaran biogas yang telah dipurifikasi menggunakan KOH dengan perlakuan kalor menghasilkan nilai laju pembakaran yang tidak terlalu meningkat secara signifikan. Namun bukan berarti tidak ada perbedaan. Diketahui pada setiap variasi pemberian kalor pada media purifikasi terjadi perbedaan nilai laju pembakaran. Dapat diamati semakin meningkat temperatur pada media purifikasi maka nilai laju pembakaran juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan kandungan CO₂ dan H₂S pada biogas berkurang namun komposisi O₂ dan CH₄ meningkat. Hal ini menunjukkan semakin tinggi temperatur pada media purifikasi maka proses aktivasi secara fisik akan semakin optimal. Saat temperatur media purifikasi meningkat maka CO₂ dan H₂S akan terperangkap pada larutan purifikasi, hal ini menyebabkan kadar CO₂ dan H₂S semakin menurun, sehingga terbentuk nyala api yang optimal. Nyala api yang optimal ditandai dengan warna api biru yang lebih dominan. Selain itu akan terbentuk sudut nyala api yang semakin besar. Sudut api semakin besar akan menghasilkan nilai laju pembakaran yang semakin besar.

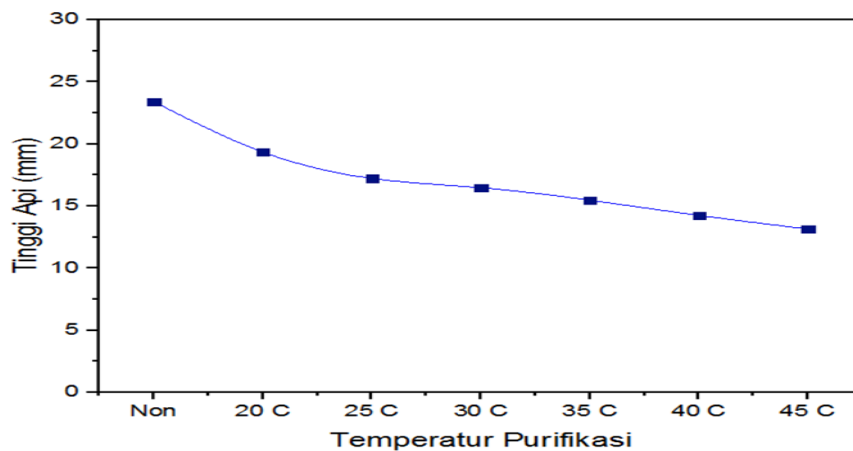
KOH memberikan pengaruh pada laju pembakaran biogas yang dihasilkan. Hal ini diketahui dari nilai laju pembakaran yang semakin meningkat setelah proses purifikasi. Nilai laju pembakaran meningkat dipengaruhi oleh KOH. KOH mampu mengadsorpsi CO₂ saat proses purifikasi. Jika ditinjau secara kimia aktivasi berperan dalam membersihkan zat-zat pengotor seperti CO₂ pada kandungan biogas. KOH akan semakin cepat dalam mengikat CO₂ seiring dengan meningkatnya temperatur. Diketahui KOH memiliki sifat basa, sifat basa cenderung lebih mudah dalam mengikat karbon. Namun, selain dari nilai laju pembakaran dapat juga diamati dari gambar api yang dihasilkan. Semakin meningkat nilai laju pembakaran, gambar api yang dihasilkan semakin berwarna biru. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pembakaran yang lebih sempurna. Gambar hasil pengujian dapat diamati pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Gambar api hasil pengujian

2. Tinggi Api

Pengamatan hasil pengujian purifikasi biogas dengan dengan aktivasi secara fisik dan kimia menghasilkan nilai tinggi api. Untuk mengetahui nilai tinggi api dapat dilakukan sesuai dengan contoh pengukuran pada Gambar 3. Pengujian pembakaran eksternal pernah dilakukan oleh Prasetyo, et al., (2022), pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik pembakaran bahan bakar biodiesel terhadap tinggi api yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tinggi api berbanding terbalik dengan nilai laju pembakaran. Hal ini dikarenakan nilai sudut yang dihasilkan lebih besar sehingga nilai tinggi api semakin rendah. Dapat disimpulkan pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Prasetyo, et al., (2022) bahwa tinggi api tertinggi menghasilkan pembakaran yang kurang optimal. Hal ini disebabkan karena masih banyak zat pengotor dan penghambat saat proses reaksi pembakaran. Nilai tinggi api pada penelitian ini dapat diamati pada



Gambar 6. Hubungan tinggi api dengan purifikasi menggunakan perlakuan kalor

Pada Gambar 6 dapat diamati hubungan tinggi api sesudah dan sebelum purifikasi dengan perlakuan kalor pada media purifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tinggi api maksimal terdapat pada biogas tanpa purifikasi sebesar 23,142 mm sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan purifikasi dengan temperatur 45°C sebesar 13,158 mm. Nilai tinggi api pada masing-masing perlakuan mengindikasikan kebalikan dari nilai laju pembakaran. Nilai tinggi api tertinggi menunjukkan bahwa proses adsorpsi masih kurang optimal sedangkan nilai tinggi api terendah menunjukkan proses adsorpsi berjalan dengan optimal. Nilai tinggi api semakin meningkat menghasilkan nilai sudut yang semakin rendah. Untuk mendapatkan nilai tinggi api diperoleh dari pengukuran sesuai dengan contoh pada Gambar 3.

Pada Gambar 6 dapat diamati pengaruh temperatur terhadap tinggi api biogas sebelum dan sesudah dipurifikasi. Semakin meningkat temperatur pada larutan purifikasi maka nilai tinggi api semakin rendah. Semakin rendah nilai tinggi api menunjukkan

bahwa reaksi pembakaran mendekati sempurna. Hal ini dikarenakan bahan bakar terbakar secara menyeluruh dan zat pengotor semakin berkurang. Zat pengotor seperti CO₂ dan gas H₂S yang terkandung didalam biogas semakin berkurang dikarenakan terserap oleh larutan KOH dengan temperatur yang semakin meningkat. Selain itu kadar CH₄ semakin meningkat, hal ini disebabkan oleh senyawa CO₂ terurai menjadi satu atom C dan dua atom O, kemudian H₂S terurai menjadi dua atom H dan satu atom S. Kandungan H₂ yang berasal dari penguraian H₂S menyebabkan terjadinya reaksi kimia antara atom C yang berasal dari CO₂ sehingga menghasilkan CH₄. Reaksi yang terjadi pada biogas disebut dengan reaksi metanogen hidrogenotrofik (Hamidi et al., 2011).

D. SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian purifikasi biogas menggunakan KOH dengan perlakuan kalor menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Purifikasi biogas menggunakan KOH sebagai adsorben dengan *heat treatment* media purifikasi mempengaruhi karakteristik pembakaran. Hal ini dapat diamati dari nilai laju pembakaran dan nilai tinggi api yang dihasilkan.
2. Laju pembakaran laminer meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur pada media purifikasi. Nilai laju pembakaran meningkat setelah proses purifikasi sebesar 5,773 cm/s; 6,464 cm/s, 8,680 cm/s; 9,995 cm/s; 12,115 cm/s; dan 13,367 cm/s pada masing-masing temperatur 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C dan 45°C.
3. Tinggi api menurun seiring dengan meningkatnya temperatur media purifikasi. Nilai tinggi api menurun setelah proses purifikasi sebesar 4,056 mm; 6,177 mm; 6,934 mm; 7,934 mm; 9,156 mm; 10,254 mm pada masing-masing temperatur 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C dan 45°C.

REFERENSI

- Afin, A. P., & Kiono, B. F. T. (2021). Potensi Energi Batubara serta Pemanfaatan dan Teknologinya di Indonesia Tahun 2020 – 2050 : Gasifikasi Batubara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(2), 144–122. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11429>
- Anwar, H., Widjaja, T., & Prajitno, D. H. (2021). Produksi Biogas dari Jerami Padi Menggunakan Cairan Rumen dan Kotoran Sapi. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.25273/cheesa.v4i1.7406.1-10>
- Danasari, I. F., Harianto, & Falatehan, A. F. (2020). Dampak Kebijakan Impor Ternak Dan Daging Sapi Terhadap Populasi Sapi Potong Lokal Di Indonesia Impact. 4, 310–322.
- Hamidi, N., Wardana, I. N. G., & Widhiyanuriyawan, D. (2011). Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam. *Rekayasa Mesin*, 2(3), 227–231.
- Hardianto, A., & Hermawan, D. (2019). Pengaruh Filterisasi Bertingkat Larutan KOH, NaOH Dan TEA Terhadap Penurunan Prosentase CO₂ Pada Biogas. *Jurnal Flywheel*, 10, 43–54. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/flywheel/article/view/725>
- Hermawan, D., Hamidi, N., & Nur Sasongko, M. (2016). Performansi Purifikasi Biogas Dengan KOH Based Absorbent. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 65–73. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2016.007.02.4>
- Irawan, D., & Suwanto, E. (2017). Pengaruh Em4 (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1), 44–49. <https://doi.org/10.24127/trb.v5i1.118>
- Kementerian ESDM Republik Indonesia. (2018). Neraca Gas Bumi Indonesia. *Direktorat Jenderal Minyak Dan Gas Bumi Kementerian ESDM Republik Indonesia*, 1–70.

- Majedi, F., Arifin, A. C., Puspitasari, I., Saputro, S. D., & Nurfaranto, S. (2022). Purifikasi Biogas Berbasis Absorbent Zeolit Diaktivasi. *Jurnal Teknologi*, 14(1), 55–60.
- Ningrum, S., Supriyadi, S., & Zulkarnain, Z. (2019). Analisis Strategi Pengembangan Biogas Sebagai Energi Alternatif Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Ternak Kotoran Sapi. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 19(1), 45. <https://doi.org/10.25181/jppt.v19i1.1397>
- Pradnyana, G. (2016). Pemenuhan Kebutuhan Energi dalam rangka Mewujudkan Ketahanan Nasional. *Jurnal Maksipreneur: Manajemen, Koperasi, Dan Entrepreneurship*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.30588/jmp.v5i2.165>
- Prasetyo, D. H. T. (2020). *Karakteristik Pembakaran Biosolar Dengan Penambahan Biodiesel Kepuh (Stercuila Foetida)*.
- Prasetyo, D. H. T., & Wahyudi, D. (2022). Pengaruh komposisi etanol sebagai zat aditif pada Sterculia Foetida Methil Ester terhadap pembakaran difusi. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 11(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v11i1.1923>
- Prasetyo, D. H. T., Wahyudi, D., & Muhammad, A. (2021). *The Effect of Biogas Purification Process Using Calcium Oxide-Based Sorbents on the Diffusion Flame Combustion Characteristics (Pengaruh Proses Pemurnian Biogas Menggunakan Kalsium Oksida Terhadap Karakteristik Pembakaran Api Difusi)*. 4(3).
- Ritonga, A. M., & Masrukhi, M. (2017). Optimasi Kandungan Metana (CH₄) Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Berbagai Jenis Adsorben. *Rona Teknik Pertanian*, 10(2), 11–22. <https://doi.org/10.17969/rtp.v10i2.8493>
- Sa'adah, A. F., Fauzi, A., & Juanda, B. (2017). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118–137. <https://doi.org/10.21002/jepi.v17i2.661>