**ANALISIS TINGKAT KEMURNIAN BIOGAS**

**DENGAN BEBERAPA VARIASI ZAT PEMURNI**

***Ni Wayan Aprilia Swantini, Dr.Eng.Sukmawati, S.T.P.,M.Si , Asih Priyati, S.T.P.,M.Sc***

**Program Study Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan Dan**

**Agroindustri, Universitas Mataram**

**ABSTRAK**

Biogas mengandung zat pengotor CO2, dan H2S yang dapat menurunkan kualitas pembakaran. Penelitian ini bertujuan untuk, mempelajari proses pemurnian pada biogas dengan berbagai bahan pemurni, mengetahui kandungan kualitas biogas setelah dimurnikan, dan mengetahui perbandingan zat pemurni yang optimal untuk menghasilkan biogas yang baik. Metode yang digunakan adalah eksperimental. Dengan parameter, mengukur kandungan gas metana dapat dilihat dengan alat *Biogas Tester*, warna nyala api dilihat dengan menggunakan camera dan membandingkan hasilnya dengan tabel warna api, dan indikator nilai bakar biogas dengan percobaan memanaskan air sebanyak 1000 mL. Dalam proses pemurnian dengan zeolite dan NaOH selama 30 menit. Ternyata pemurnian dengan menambahkan zeolite dan NaOH memberi pengaruh lebih baik dibandingkan dengan perlakuan zeolite, karena mampu menurunkan kandungan CO2, dan H2S serta meningkatkan CH4 dalam biogas secara maksimal. Pada bahan zeolite 750 g + NaOH 70 g dapat meningkatkan kandungan CH4 menjadi 80,175% serta menurunkan H2S menjadi 2,5 ppm, dan CO2 menjadi 4,45% pada pemurnian skala rumah tangga. Setelah diuji dengan pendekatan statistika ternyata memberikan hasil yang berbeda nyata dengan yang belum dimurnikan. Namun pemurnian dengan NaOH murni tidaka dapat dilakukan karena dapat merusak tabung pemurnian.

**Kata kunci**: Biogas, Pemurnian, *Zeolite* Alam, NaOH

**ANALYSIS OF PURITY BIOGAS**

**WITH SOME VARIATION OF THE SUBSTANCE PURIFIER**

***By***

***Ni Wayan Aprilia Swantini, Dr.Eng.Sukmawati, S.T.P.,M.Si, Asih Priyati, S.T.P.,M.Sc***

**Study Program of Agricultural Engineering, Faculty of Food Technology and**

**Agro-Industry, University of Mataram**

**ABSTRACT**

Biogas is one of the alternative fuel made from livestock manure and litter. Biogas contains impurities of CO2, and H2S which can degrade the quality of the biogas combustion. This study aims to, learn the process of refining the biogas purification with a variety of materials, determine the content of the biogas quality after purified, and determine the optimal ratio of purifying substances to produce biogas which is good. The method used was experimental. With parameters, measuring the methane content can be viewed with Biogas Tester tool, the color of the flame seen by using the camera and comparing the results with the table color of fire, and indicator values with experimental biogas heat water 1000 mL. In the purification process with zeolite and NaOH for 30 minutes. Turns purification by adding zeolite and NaOH to give a better effect than the zeolite treatment, because it can reduce the content of CO2, CH4 and H2S in biogas and improve its full potential. Ie the zeolite material 750 g + 70 g NaOH to increase the content of CH4 be 80.175% and decreased to 2.5 ppm H2S, and CO2 to 4.45% on a household scale purification. Having tested the statistical approach turns out to give significantly different results that have not been purified. However, purification with pure NaOH can not be used because it can damage tube purification.

***Keywords****: Biogas, Purification, Natural Zeolite, NaOH*

|  |  |
| --- | --- |
| **PENDAHULUAN**  **1.1.Latar Belakang**  Masalah energi merupakan masalah yang sangat sensitif saat ini. Kenaikan harga BBM menimbulkan dampak yang sangat luas di masyarakat karena bahan bakar ini merupakan kebutuhan dasar manusia sehingga ketersediaannya sangat diperlukan. Ketergantungan masyarakat terhadap minyak bumi sangatlah besar, baik untuk kebutuhan rumah tangga, transportasi, industri maupun sebagaisumber energi lainnya, sehingga terus dicari dan diburu kendati harganya selalu melambung tinggi. Kebutuhan masyarakat akan minyak bumi menempati proporsi terbesar sebagai sumber energi penduduk, yakni mencapai 54,4%, disusul gas bumi 26,5%. Konsekuensinya beban anggaran yang memberatkan negara karena biaya subsidi harus terus diluncurkan untuk mempertahankan harga jual yang terjangkau oleh konsumen. Pengembangan bioenergi merupakan pilihan yang tepat untuk dikembangkan, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap | sumber energi fosil yang tak-terbarukan (Suntoro, 2006).  Biogas merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang terbuat dari kotoran ternak dan sampah. Hasil dari fermentasi biogas yaitu gas metana (CH4), karbon dioksida (CO2) dan air (H2O). Menurut Sofian (2008) kandungan biogas didominasi oleh gas metana (CH4), kemudian disusul oleh karbondioksida (CO2). CO2 merupakan sisa hasil dari suatu pembakaran maka akan menggangu proses pembakaran itu sendiri. Hal ini menyebabkan panas yang dihasilkan rendah sehingga kualitas nyala api biogas masih belum optimum. Gas CO2 merupakan gas yang dapat menyebabkan penurunan kualitas biogas, karena nyala api dari biogas tidak dapat optimal. Untuk menurunkan kadar CO2 dalam biogas dapat dilakukan dengan melakukan proses pemurnian (Mara, 2013).  Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakuakn penelitian tentang “Analisis Tingkat Kemurnian Biogas Dengan Beberapa Variasi Zat Pemurni“. |
| * 1. **Rumusan Masalah**   1. Bagaimana proses memurnikan biogas?  2. Bagaimana hasil biogas setelah dimurnikan?  3. Bahan mana yang optimal digunakan untuk memurnikan biogas?   * 1. **Tujuan Penelitian**   Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagi berikut:   1. Mempelajari proses pemurnian pada biogas dengan berbagai bahan pemurni. 2. Mengetahui kandungan kualitas 3. biogas setelah dimurnikan. 4. Mengetahui perbandingan zat pemurni yang optimal untuk menghasilkan biogas yang baik.    1. **Manfaat Penelitian**   Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:   1. Mengetahui proses pemurnian biogas mengunakan berbagai perlakuan. 2. Mengetahui hasil biogas setelah dilakukan pemurnian. 3. Membandingkan bahan pemurni yang baik untuk memurnikan biogas.   **LANDASAN TEORI**  **2.1. Biogas**  Biogas adalah bahan bakar gas dan bahan bakar yang dapat diperbaharui (*renewable fuel*) yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya: kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable* atau setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi anaerobik. Proses pembuatan biogas dilakukan secara fermentasi yaitu | proses terbentuknya gas metana dalam kondisi *anaerob* dengan bantuan bakteri *anaerob* di dalam suatu *digester* sehingga akan dihasilkan kandungan CH4 dan CO2 yang volumenya lebih besar dari H2, N2, O2 dan H2S. Proses pemanfaatan kotoran sapi tersebut yaitu dengan menampung dalam digester supaya terjadi proses fermentasi anaerob sehingga terbentuk biogas yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar gas (Widhiyanuriyawan, 2000).  Kandungan biogas terdiri dari beberapa gas seperti gas methan (CH4) 55% - 75%, karbondioksida (CO2) 25% - 45%, nitrogen (N2) 0% - 0,3%, hidrogen (H2) 1% - 5%, oksigen (O2) 0,1% – 0,5%, hidrogen sulfida (H2S) 0% - 3%. Karbondioksida merupakan molekul yang dapat menghambat dan menurunkan laju reaksi pembakaran, karena karbondioksida akan terurai dan bekerja dengan mengganggu rantai reaksi kimia pembakaran, sehingga reaksi kimia pembakaran terhambat (Prasetya, 2014).   * 1. **Digestifikasi Anaerobik**   Proses pembuatan metan ini terbagi ke dalam tiga tahap, yaitu :   1. Hidrolisis secara enzimatik, bahan-bahan organik tak larut menjadi bahan-bahan organik dapat larut. Enzim utama yang terlibat adalah selulase yang menguraikan selulosa. 2. Perubahan bahan-bahan organik dapat larut menjadi asam organik. Pembentukan asam organik ini terjadi dengan bantuan bakteri non methanogenik, protozoa dan jamur.   Perubahan asam organik menjadi gas metan dan karbondioksida. Proses perubahan ini dapat terjadi karena adanya bantuan bakteri Metanogenik (Methanobacterium dan |
| Methanobacillus***)***. Keseluruhan reaksi perubahan bahan organik menjadi gas metan dan karbondioksida dapat dituliskan dengan persamaan reaksi sebagai berikut:  (C6 H10 O5)n + n H2O ------→ 3n CO2 + 3n CH4  (Rochintaniawati, 2013).  Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan biogas, antara lain: Rasio C/N. Apabila di dalam bahan terdapat unsur C terlalu banyak maka unsur N akan cepat habis. Hal ini mengakibatkan bakteri berhenti bekerja. Sebaliknya jika unsur N terlalu tinggi sehingga diperlukan pengadukan untuk mencegah hal tersebut. Adanya racun bagi mikroorganisme pembentuk biogas akan menghambat pembentukan biogas (Allo, 2012).   * 1. **Pemurnian Biogas**   Pemisahan CO2 dari biogas terdapat berbagai teknologi yang dikembangkan, yaitu: Absorbsi. Menurut Shannon et al., 2006 metode absorbsi biogas baik secara fisika maupun kimia efektif untuk laju alir gas yang rendah dimana biogas dioperasikan pada kondisi normal.  Berdasarkan Interaksi molekular antara permukaan adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu penyerapan secara fisika (adsorpsi) dan penyerapan secara kimia (absorpsi). Proses adsorpsi fisik terjadi tanpa memerlukan energi aktivasi, sehingga membentuk lapisan jamak (*multilayers*) pada permukaan adsorben. Dan Adsorpsi kimia merupakan adsorpsi dimana gas terlarut dalam larutan penyerap disertai dengan reaksi kimia, contoh adsorpsi ini adalah adsorpsi gas CO2 dengan larutan | NaOH, K2CO3 dan sebagainya (Wahyuni, 2009).  Hidrogen sulfida (H2S) merupakan gas pengotor yang terdapat dalam gas-gas komersial. Hidrogen sulfida merupakan gas yang berbau dan mematikan serta sangat korosif bagi berbagai jenis logam, sehingga membatasi penggunaannya untuk bahan bakar pada mesin. Hasil pembakaran gas yang mengandung H2S menghasilkan belerang dan asam sulfat yang sangat korosif terhadap logam. Kandungan H2S mencapai 200 ppm dapat menyebabkan kematian dalam waktu 30 menit. Standar keamanan dan kesehatan memberikan ijin maksimum pada tingkat 20 ppm. Gas hidrogen sulfida (H2S) yang terkandung dalam gas hasil fermentasi mengurangi umur pakai (lifetime) dari system pemipaan pada instalasi yang menggunakan biogas. Gas ini juga beracun dan sangat korosif untuk sebagian besar jenis logam yang terbuat dari besi. Salah satu pertimbangan yang dapat dikembangkan untuk menghilangkan gas H2S dari biogas adalah dengan mempertimbangkan penggunaan reaksi penyerapan oleh gram atau serpihan besi. Dengan reaksi ini maka hydrogen sulfida akan diserap kedalam besi(III) hidroksida (Fe(OH)3) yang dikenal sebagai bijih besi bog (*Bog Iron Ore*) atau diserap menjadi besi (III) oksida (Fe2O3), (Sucipta, 2012).   * 1. **Proses Pemurnian**   *Zeolite* alam merupakan senyawa alumina-silikat terhidrasi yang secara fisik dan kimia memiliki daya sebagai bahan penyerap (adsorpsi), penukar kation, dan katalis.  Rumus empiris *zeolite* alam adalah :  M2/nO.Al2O3. x (SiO2).yH2O.  *Zeolite* alam terbentuk dari reaksi antara batuan tufa asam berbutir halus |
| dan bersifat rhyiolitik dengan air pori atau air meteorik. Komponen utama pembangunan struktur *zeolite* adalah struktur bangun primer (SiO4)4- yang mampu membentuk struktur tiga dimensi. Muatan listrik yang dimiliki oleh kerangka *zeolite*, baik yang terdapat dipermukaan maupun di dalam pori menyebabkan *zeolite* dapat berperan sebagai penukar kation, penyerap, dan katalis (wordpress, 2013).  Pelarut yang digunakan adalah NaOH maka absorbsi yang terjadi akan secara kimia, dikarenakan terjadinya reaksi kimia secara langsung antara CO2 dengan larutan NaOH. Proses absorbsi atau pemisahan gas CO2 oleh NaOH dapat dilihat pada reaksi berikut ini : CO2 + 2NaOH Na2CO3 + H2O. Absorbsi ini merupakan reaksi yang terjadi secara kimia, dikarenakan terjadinya reaksi kimia secara langsung antara CO2 dengan larutan NaOH (Mara, 2013).  Menurut Syukri, 1999, kenormalan (N) adalah jumlah ekivalen zat terlarut dalam tiap liter larutan. ekivalen zat dalam larutan bergantung pada jenis reaksi yang dialami oleh zat itu, karena satuan ini digunakan untuk penyetaraan zat dalam reaksi. Ekivalen suatau zat ada hubungan dengan molarnya, dan hubungan itu bergantung pada jenis reaksi apakah asam-basa, atau redoks. Dalam reaksi asam–basa, ekivalen asam dan basa masing-masing bergantung pada pada jumlah H+ dan OH- yang dilepaskan, contohnya:  NaOH Na+ + OH- 1M NaOH = 1N (Mara, 2013). Untuk peningkatan kandungan CH4 disebabkan | terserapnya kandungan H2S. Penyerapan kandungan H2S tersebut menyebabkan ikatan antara dua atom H dengan satu atom S terpisah. Peningkatan kandungan H2 yang didapatkan dari penguraian H2S menimbulkan reaksi kimia dengan CO2 sehingga menghasilkan CH4 atau yang dikenal dengan reaksi metanogen hidrogenotrofik. Menurut Peters dan Conrad (1995), reaksi metanogen hidrogenotrofik adalah suatu reaksi yang digunakan untuk menghasilkan kandungan CH4 yang didapatkan dari reaksi antara kandungan CO2 sebagai sumber karbon dengan kandungan H2 sebagai reduktor. Berikut ini adalah reaksi metanogen hidrogenotrofik antara kandungan CO2 yang direaksikan dengan kandungan H2.  *CO*2 + 4*H* 2 *CH* 4 +2*H* 2 *O* (Widhiyanuriyawan, 2000).  **METODE PENELITIAN**  Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Bagik Nunggal Desa Peteluan Indah Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat, pada bulan April sampai dengan bulan Mei 2014.   * 1. **Prosedur Penelitian**      1. Proses pembuatan biogas  1. Bahan-bahan pembutan biogas disiapkan yaitu, kotoran sapi dan air. 2. Kotoran sapi, dan air dicampurkan ke dalam inlet, diaduk hingga rata sampai berbentuk lumpur, dengan perbandingan 1:1. 3. Tutup inlet dibuka, dan dialirkan ke dalam digester melalui lubang pipa inlet. 4. Setelah gas terbentuk, gas yang pertama dibuang karena gas tersebut banyak mengandung CO2 dan H2O­ sehingga api tidak dapat dinyalakan. |
| * + 1. Prosedur pemurnian dengan menggunakan *zeolite*  1. Bahan baku pemurnian karbondioksida dan air yaitu *zeolite* disiapkan dan ditimbang dengan berat masing-masing 250 g, 500 g, dan 750 g. 2. *Zeolite* dimasukkan ke dalam wadah pemurnian biogas. 3. Kandungan CH4, CO2, dan H2S dicek dengan *Biogas Tester*. Difoto warna api lalu dibandingkan dengan tabel warna api. 4. Diambil data kecepatan didih air untuk penentuan nilai kalor biogas. 5. Hasil analisis dicatat.   Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali   * + 1. Prosedur Pemurnian Dengan Menggunakan campuan *zeolite* dan NaOH  1. Bahan baku pemurnian karbondioksida dan air yaitu *zeolite* disiapkan dan ditimbang dengan berat masing-masing 250 g, 500 g, 750 g dan 1000 g dan NaOH disiapkan dan ditimbang dengan berat masing-masing 50 g, 60 g, 70 g lalu dicampurkan. 2. Campuran *zeolite* dan NaOH dimasukkan ke dalam wadah pemurnian biogas. 3. Kandungan CH4, CO2, dan H2S dicek dengan *Biogas Tester*. 4. Diambil data kecepatan didih air untuk penentuan nilai kalor biogas. 5. Hasil analisis dicatat.   Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali. | |  |  | | --- | --- | |  | **Keterangan:**   1. Tabung pemurnian 2. Stop ran 3. Selang penyambung   alat   1. Arah aliran biogas |  * 1. **Parameter dan Cara Pengamatan**      1. Parameter pengamatan   Parameter yang digunakan pada penelitian pemurnian biogas yaitu:   1. Kandungan gas metana dalam biogas. 2. Indikator nilai bakar biogas.    * 1. Cara pengamatan 3. Kandungan gas metana dalam biogas pada masing-masing perlakuan dapat dilihat dengan menggunakana alat *Biogas Tester*, yaitu dengan alat dihidupkan, lalu disambungkan pada pipa dengan bantuan selang lalu kipas dihidupkan pada alat dan dilakukan pengamatan pada nilai CH4, CO2, dan H2S yang tercantum pada layar alat. 4. Untuk mengetahui Indikator nilai bakar biogas yaitu dengan didihkan air 1000 ml lalu suhu air diukur dengan termometer dan dihitung kecepatan didihnya dengan *stop wacth.*    1. **Analisis Data**   Analisis data pada penelitian ini meliputi:   1. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat kali ulangan untuk masing-masing sampel perbandingan dalam |
| menganalisis pengaruh perlakuan terhadap kualitas biogas. Untuk menentukan ulang dilakukan dengan menghitung perlakuan sesuai dengan rumus Rancang Bangun yaitu sebagai berukut:  (t-1) (r-1) > 1  Dimana: t = perlakuan  r= ulangan   1. Mengumpulkan data hasil percobaan pemurnian biogas yaitu nilai kandugan CH4, CO2, dan H2S menggunakan *zeolite* dan NaOH, dengan 3 kali ulangan, lalu menguji hasil dengan menggunakan *costat*. 2. Indikator nilai bakar biogas diambil datanya dengan mendidihkan 1000 ml air pada semua perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali.   **HASIL DAN PEMBAHASAN**  **4.1. Kandungan Gas dalam Biogas**  Biogas merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang terbuat dari hasil fermentasi kotoran ternak dan sampah. Hasil dari fermentasi biogas yaitu gas metana (CH4), karbon dioksida (CO2), air H2O, dan (H2S). Gas CO2 merupakan gas yang dapat menyebabkan penurunan kualitas biogas, karena nyala api dari biogas tidak dapat optimal sedangkan H2S merupakan gas beracun yang juga dapat menyebabkan korosi. Untuk menurunkan kadar CO2 danH2Sdalam biogas dapat dilakukan dengan melakukan proses pemurnian.  Proses pemurnian biogas dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai bahan pemurnian salah satunya adalah *Zeolite* dan NaOH. *Zeolite* dapat memiliki sifat yang berpori sehingga dapat menyerap kandungan air dalam gas, begitu pula NaOH merupakan bahan pemurnian | yang dapat digunakan karena sifatnya yang panas sehingga dapat untuk menurunkan kandungan CO2 dalam biogas. Waktu pemurnian yang digunakan yaitu 30 menit. Nilai CH4, CO2, dan H2S yang telah didapatkan selama proses pemurnian biogas ini dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini:    **Gambar 2. Perbandingan Rata-Rata Kandungan CH4 Pada Biogas untuk Semua Perlakuan**  Berdasarkan Gambar 2 di atas diketahui bahwa pemurnia yang dilakukan dengan menggunakan *zeolite* setelah diuji dengan *costat* ternyata memberi pengaruh pada proses pemurnian biogas. Pemurnian menggunakan *zeolite* dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula, di mana pemurnian menggunakan *zeolite* 750 g memberikan pengaruh yang sangat besar pada naiknya nilai CH4  pada biogas. Begitu pula pada pemurnian dengan menggunakan *zeolite* yang ditambahkan NaOH. Nilai CH4 pada biogas nilainya meningkat dibandingkan pada pemurnian dengan menggunaka *zeolite* saja, dimana CH4  yang paling tinggi didapatkan pada pemurnian yang menggunakan *zeolite* 750 g dan ditambahkan dengan NaOH sebanyak 70 g. |
| Kandungan CH4 yang diperoleh pada proses pemurnian dengan menggunakan *zeolite* yang ditambahkan NaOH lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan proses pemurnian dengan menggunakan *zeolite* tanpa penambahan NaOH. Hal ini disebabkan karena *zeolite* yang didapatkan dari alam sudah dapat digunakan untuk proses adsorpsi (CO2 dan H2S), tetapi daya serap pada *zeolite* masih kurang maksimal karena terdapat zat pengotor seperti: besi oksida (Fe2O3), silikon dioksida (SiO2), *zeolite*, aluminium oksida (Al2O3), kandungan air yang terdapat pada pori-pori *zeolite.*  Sedangkan dengan penambahan aktivasi kimia (penambahan NaOH sebesar 50%, 60% dan 70%) akan membersihkan permukaan pori pada *zeolite*, dan membuang senyawa pengotor misalnya SiO2. Menurut Beavon (2005) menyatakan bahwa SiO2 tidak dapat larut dalam air namun dapat bereaksi dengan larutan NaOH sehingga SiO2 pada *zeolite adsorbent* dapat dibersihkan. Berikut ini adalah reaksi kimia antara NaOH dengan SiO2:  *SiO*2 (*s*) + 2*NaOH*(*l*) *Na*2 *SiO*3 (*l*) + *H*2*O* (*g*)  Selain nilai CH4 yang dimurnikan, proses pemurnian biogas ini juga menghilangkan kandungan H2S dalam biogas. Adapun nilai H2S yang telah didapatkan dalam proses pemurnian biogas dengan berbagai perlakuan dapat dilihat pada gambah grafik di bawah ini: | **Gambar 3. Perbandingan Rata-Rata Kandungan H2S Pada Biogas Untuk Semua Perlakuan**  Pemurnian merupakan salah satu cara untuk mengoptimalkan kualitas biogas, pemurnian bertujuan untuk menyerap CO2 sehingga meningkatkan kandungan CH4 dalam biogas. Adapun bahan yang dapat digunakan dalam pemurnian biogas salah satunya yaitu *zeolite*, *zeolite* dapat menyerap H2S dalam biogas. H2S merupakan zat beracun dalam biogas yang dapat membahayakan manusia sehingga perlu dimurnikan meskipun jumlahnya sangat sedikit.  Gambar 3 menunjukan bahwa pemurnian dengan menggunakan *zeolite* dapat menurunkan kandungan H2S dalam biogas. Hal ini disebabkan karena *zeolite* memiliki struktur dimana pada atom aluminium dikelilingi oleh 3 atom oksigen. Keberadaan atom aluminium ini akan menyebabkan *zeolite* mampu mengikat kation, *zeolite* juga memiliki pori-pori sehingga mampu memisahkan atau menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Di mana semakin banyak penambahan *zeolite* maka kandungan H2S semakin menurun. Pada proses pemurnian dengan penambahan *zeolite* dan NaOH dapat menurunkan H2S pada |
| biogas sampai mencapai nilai terendah karena dengan penambahan NaOH menyebabkan terjadinya aktivasi pada *zeolite*.  *Zeolite* memiliki sruktur molekular yang unik, di mana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Di beberapa tempat di jaringan ini, atom Silicon digantikan degan atom Aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom Oksigen. Atom Aluminium ini hanya memiliki muatan 3+, sedangkan Silicon sendiri memiliki muatan 4+. Keberadaan atom Aluminium ini secara keseluruhan akan menyebababkan zeolit memiliki muatan negatif. Muatan negatif inilah yang menyebabkan *zeolite* mampu mengikat kation (Wikipedia, 2013).  Pemurnian dengan menggunakan NaOH murni tidak dianjurkan karena pemurnian sangat berbahaya. Hal ini disebabkan sifat NaOH yang panas dapat melelehkan tabung pemurnian, sehingga pemurnian dengan NaOH murni dihindari. Penambahan NaOH dalam pemurnian juga tidak boleh terlalu banyak, pada penelitian menggunakan NaOH 70 g membutuhkan pengawasan karena pipa menjadi panas, dan hampir meleleh.  Proses pemurnian biogas dalam penelitian ini juga menghilangkan kandungan CO2 dalam biogas. Adapun nilai CO2 yang telah didapatkan dalam proses pemurnian biogas dengan bebrbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 8. dibawah ini: | **Gambar 8. Perbandingan Rata-Rata Kandungan CO2 Pada Biogas Untuk Semua Perlakuan**  Kandungan CO2 dalam biogas terbilang sangat tinggi. CO2 dapat merusak kualitas biogas, karena dapat merusak nilai kalor. Adapun data yang didapatkan pada Gambar 8 menunjukan bahwa pada perlakuan penambahan *zeolite* 750 g dan NaOH 70 g menurunkan kandungan CO2 paling rendah.  Menurut IUPAC (1997) ada 3 macam penyebab terjadinya penguraian kandungan CO2 yaitu akibat reaksi termal, elektrolisis, dan katalis. Tetapi pada kasus ini proses terjadinya penguraian 2 akibat katalis, karena *zeolite* memiliki kemampuan salah satunya sebagai katalis. Berikut ini adalah reaksi penguraian kandungan CO2 menjadi CO dan O2:  2*CO*2  2*CO*  *O*2.  *Zeolite* memiliki kemampuan untuk meningkatkan atau sebagai katalis sehingga mampu menyerap semua gas pengotor utama yaitu uap air, CO2 dan H2S, namun tidak menyerap gas utama yang ingin dimurnikan yaitu CH4. *Zeolite* dapat menyerap CO2  karena memiliki pori-pori bermuatan yangberbeda dengan muatan yang dimiliki oleh CO2 sehingga CO2 terperangkap dalam |
| pori-pori *zeolite*.  Penambahan NaOH pada *zeolite* menyebabkan adanya reaksi secara kimia, di mana NaOH yang bersifat panas setelah dicampurkan dengan *zeolite* dalam proses pemurnian menyebabkan *zeolite* menjadi cepat kering sehingga daya serap *zeolite* menjadi cepat. Selain itu zat-zat pengotor pada *zeolite* semakin sedikit, maka proses pemurnian biogas lebih optimal (dengan penurunan kandungan CO2 dan H2S serta peningkatan kandungan CH4 dan O2), akibatnya nilai kalor biogas meningkat. Selain itu peningkatan pada kandungan O2 pada biogas disebabkan oleh terjadinya penguraian kandungan CO2 pada proses adsorpsi menjadi CO dan O2 sehingga terjadi penambahan kandungan O2 seiring dengan menurunnya kandungan CO2 pada biogas.  Proses absorbsi atau pemisahan gas CO2 oleh NaOH dapat dilihat pada reaksi berikut ini :   |  | | --- | | CO2 + 2NaOH Na2CO3 + H2O |   Absorbsi di atas merupakan reaksi yang terjadi secara kimia, dikarenakan terjadinya reaksi kimia secara langsung antara CO2 dengan larutan NaOH. Reaksi dianggap merupakan reaksi satu arah dan derorde 2 (Mara, 2013).  **4.2. Indikator Nilai Bakar**  Indikator nilai bakar biogas dalam penelitian ini dilakukan dengan menghitung kecepatan didih air, yatu mendidihkan air sebanyak 1000 ml dengan suhu 95oC. Adapun hasil indikator nilai bakar yang didapatkan dalam pemurnian biogas dengan menggunakan *zeolite* dan NaOH dapat ditujukkan pada Tabel 1 di bawah ini. | **Tabel 1. Data Hasil Mendidihkan Air 1000 ml dengan Suhu 95oC dalam Pemurnian Biogas**   |  |  | | --- | --- | | Perlakuan | Waktu didih | | Kontrol | 7 menit 43 detik | | *Zeolite* 250 g | 7 menit 23 detik | | *Zeolite* 500 g | 7 menit 17 detik | | *Zeolite* 750 g | 6 menit 27 detik | | *Zeolite* 250 g + NaOH 50 g | 6 menit 25 detik | | *Zeolite* 500 g + NaOH 60 g | 6 menit 25 detik | | *Zeolite* 750 g + NaOH 70 g | 6 menit 12 detik |   Berdasarkan tabel 1. di atas, bahwa nilai kalor biogas yang paling maksimal pada pemurnian biogas dengan menggunakan *zeolit* 750 g+ NaOH 70 g karena mampu mempercepat waktu didih air. Di mana air yang didihkan dengan perlakuan penambahan *zeolite* 750 g dan NaOH 70 g yang paling cepat mendidih. Hal ini karena gas yang ditambahkan dengan zeolit 750 dan NaOH 70 g kandungan CH4 tinggi, ini disebabkan oleh menurunnya kandungan CO2 dan H2S dalam gas. Kandungan CH4 tinggi pada penambahan NaOH, karena NaOH akan menyerap kandungan CO2 dalam biogas pada proses pemurnian. Penyebab terjadinya penguraian kandungan CO2 adalah akibat dari terjadinya reaksi termal, elektrolisis, dan katalis. *Zeolite* memiliki sifat sebagai katalis sehingga dapat menguraikan kandungan CO2 contoh pengurainya dalam reaksi kimia yaitu: |
| 2*CO*2  2*CO*  *O*2.  Penyerapan kandungan H2S juga menyebabkan kandungan ikatan antara dua atom H dengan satu atom S terpisah. Peningkatan kandungan H2 yang didapatkan dari penguraian H2S menimbulkan reaksi kimia dengan CO2 sehingga menghasilkan CH4 atau yang dikenal dengan reaksi metanogen hidrogenotrofik. Menurut Peters dan Conrad (1995), reaksi metanogen hidrogenotrofik adalah suatu reaksi yang digunakan untuk menghasilkan kandungan CH4 yang didapatkan dari reaksi antara kandungan CO2 sebagai sumber karbon dengan kandungan H2 sebagai reduktor. Berikut ini adalah reaksi metanogen hidrogenotrofik antara kandungan CO2 yang direaksikan dengan kandungan:  *CO*2 + 4*H*2 *CH*4 + 2*H*2.  Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya di mana, bila kadar CH4 tinggi maka biogas tersebut akan memiliki kandungan kalor yang tinggi. Sebaliknya jika kadar CO2 yang tinggi maka akan mengakibatkan kandungan kalor biogas tersebut rendah. Maka dari itu untuk meningkatkan kandungan kalor biogas maka kadar gas CO2 harus rendah (Wardana, 2011).  Selain karena nilai CH4 dalam biogas tinggi waktu didih air juga dipengaruhi oleh jumlah gas dalam digester meskipun penambahan bahan pemurnian ditambahkan, namun gas sedikit juga akan memperlambat waktu didih dari air tersebut.  Warna nyala api biogas dalam penelitian ini dilakukan dengan melihat warna dari api yang dihasilkan setelah pemurnian dan membandingkan yang belum dimurnikan. Adapun data warna api  warna api menjadi merah.  **KESIMPULAN DAN SARAN**  **5.1. Kesimpulan**  Dari analisis dan pembahasan yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai nerikut:  1. Pada hasil penelitian pemurnian didapatkan data bahwa bahan campuran *zeolite* *7*50 g + NaOH 70 g memberi pengaruh lebih baik, karena mampu menurunkan kandungan CO2 paling baik, dan H2S serta meningkatkan CH4 dalam biogas, sehingga mempersingkat waktu pendidihan air.  2. Tingkat kemurnian yang baik di antara semua perlakuan yaitu pada penambahan bahan *zeolite* *7*50 g + NaOH 70 g dilihat dari waktu didih air.  **5.2. Saran**  Pada penelitian ini masih banyak kekurangan sehingga disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan mencari perbandingan jumlah biogas dan jumlah bahan pemurnian yang digunakan serta, melihat dari segi ekonomi bahan mana yang lebih ekonomis digunakan untuk bahan pemurnian. | yang didapatkan yaitu pada perlakuan kontrol api berwarna biru kemerahan sedangkan warna api yang diberikan perlakuan penambahan bahan pemurnian berwarna biru tanpa ada warna merah. Menurut hasil penelitian yang telah dipatkan oleh Bahrudin (2014), penyebab perubahan warna api setelah proses pemurnian adalah proses penyerapan gas CO2 yang diserap ke dalam rongga-rongga *zeolite*. Gas CO2 yang terserap tersebut akan diuraikan menjadi satu atom C dan dua atom O. Atom C akan tetap terperangkap di rongga-rongga *zeolite* sedangkan atom O akan diteruskan. Kemudian bercampur pada biogas yang telah murni yang menyebabkan kandungan O2 kaya. Gas O2 tersebut mengalir bersama biogas dan ketika dilakukan proses pembakaran menunjukkan warna nyala api cenderung kemerah-merahan.  Api berwarna biru mendapatkan reaksi oksidasi sempurna, gas O2 cukup banyak untuk mengoksidasi metana, reaksinya sebagai berikut:  CH4 +2 O2  CO2 + 2H2  Sedangkan ketika api berwarna merah terjadi pembakaran tidak sempurna kerena kekurangan oksigen, bebrapa reksi yang terjadi adalah sebagai berikut:  CH4 +1/2 O2 CO2 + 2H2.................(1)  CH4 +H2O CO+ 3H2........................(2)  CH4 +2 O2  2CO+ 2H2.....................(3)  Sumber, (Anonim, 2014)  Warna merah pada perlakuan kontrol juga disebabkan karena nilai kandungan H2S dalam biogas. Di mana H2S merupakan kandungan gas yang bersifat korosif pada bahan yang terbuat dari logam besi, sehingga kerak pada kompor. Maka akan merusak kompor. Selain itu kandungan CO2 ­dalam biogas juga tinggi di mana kandungan karbon akan menyebabkan |

|  |  |
| --- | --- |
| **DAFTAR PUSTAKA**  Allo, Y. P, I Ketut Putra Jaya, dan D, Rudy , 2012. *Reduksi Hidrogen Sulfida (S) Dari Biogas Dengan Menggunakan Besi Oksida (F) Reducing Hydrogen Sulfida (S) From Biogas Using Ferri Oxyde (F).* <http://ejournal.ftunram.ac.id/FullPaper/2%20RekayasaFull_Paper%20Yesung.pdf> [diakses pada hari Kamis, 22 Mei 2014]  Anonim, 2013. *Efek Zeolit Pada Produksi Gas Metan.* http://materialcerdas. wordpress.com/ riset/efek- zeolit- pada-produksi-gas-metan/, *sumber: biosystems engineering 99 (2008 ) 105 – 111* [diakses pada hari Rabu, 26 Februari 2014]  Bahrudin, Imam, 2014. *Biogas Flame Test*. [http://bahrudinimam07.blogspot.com/ 2014/03/biogas-flame-test.html](http://bahrudinimam07.blogspot.com/%202014/03/biogas-flame-test.html) [dialses pada hari Selasa, 27 Mei 2014]  [Firdaus, Kamal](http://www.scribd.com/muhammad-firdaus-kamal-9471) dan Muhammad, 2013. *Bab II Tinjauan Pustaka Biogas.* [http://ml.scribd.com/doc /197052185/BAB-II-Tinjauan-Pustaka-Biogas](http://ml.scribd.com/doc%20/197052185/BAB-II-Tinjauan-Pustaka-Biogas) [diakses pada hari Rabu, 26 Februari 2014]  Mara, I Made, 2013. *Analisis Penyerapan Gas Karbondioksida (CO2) Dengan Larutan NaOH Terhadap Kualitas Biogas Kotoran Sapi.* | <http://ejournal.ftunram.ac.id/FullPaper/Made%20Mara%20Jurnal%20Pengurangan%20Gas%20CO2%20dari%20Biogas%20dengan%20Larutan%20NaOH.pdf> [diakses pada hari Rabu, 26 Februari 2014]  [Naibaho](http://www.scribd.com/rhanaa_1), Maria, 2013. *Makalah Zeolit BGI*. [http://ml.scribd.com/doc/ 147149731/Makalah-Zeolit-BGI](http://ml.scribd.com/doc/%20147149731/Makalah-Zeolit-BGI) [diakses pada hari Rabu, 26 Februari 2014]  Nawan, 2011. *Fakta Menarik, Berbagai Macam Warna yang Dihasilkan Api* <http://hapemadeinchina.blogspot.com/2011-10-01-archive.html> [diakses pada hari Senin, 26 Mei 2014]  Prasetya, Andhika, Sugiarto, dan Denny Widhiyanuriyawan, 2014. *Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Kandungan Gas CO2 Dalam Proses Purifikasi Biogas Sistem Continue*, [Http://Mesin.Ub.Ac.Id/Jurnal/ Jurnal/Download.Php?Id=9](Http://Mesin.Ub.Ac.Id/Jurnal/%20Jurnal/Download.Php?Id=9) [diakses pada hari Kamis, 22 Mei 2014]  Priyati, Eny, 2013. *Pendahuluan*. [http://eprints.undip.ac.id/36636/3/Bab\_1\_Eny. pdf](http://eprints.undip.ac.id/36636/3/Bab_1_Eny.%20pdf). [diakses pada hari Senin, 24 Februari 2014]  Putranto, Andi, Mega Nur Sasongko, dan Widya Wijayanti, 2014. *Pengaruh Massa Alir Reaktan Terhadap Karakteristikpembakaran Difusi Ch4-Co2 Pada Counterflow Burner.* |
| [http://mesin.ub.ac.id/jurnal/jurnal/data/Andi% 20Putranto\_0910620005.pdf](http://mesin.ub.ac.id/jurnal/jurnal/data/Andi%25%2020Putranto_0910620005.pdf). [diakses pada hari Senin, 26 Mei 2014]  Rochintaniawati, Diana, 2013. *Pembuatan Biogas.* [http://file.upi.edu/ Direktori/FPMIPA/JUR.\_PEND.\_BIOLOGI/DIANA\_ROCHINTANIAWATI/BIOLOGY\_TERAPAN/PEMBUATAN\_BIOGAS.pdf](http://file.upi.edu/%20Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/DIANA_ROCHINTANIAWATI/BIOLOGY_TERAPAN/PEMBUATAN_BIOGAS.pdf) [diakses pada hari Selasa, 05 Maret 2014]  Sucipta, dkk, 2012. *Pemurnian Biogas Dari Gas Pengotor Hidrogen Sulfida (H2S) Dengan Memanfaatkan Limbah Geram Besi Proses Pembubutan*. http://ojs .unud.ac.id/index. php/jem/article/download/4648/4838 [diakses pada hari Kamis, 22 Mei 2014]  Suntoro, A.W, 2006. *Potensi Pertanian Dalam Mengatasi Krisis Energi* <http://suntoro.staff.uns.ac.id/files/2009/04/peran-pertanian-mengatasi-krisis-energi-4-baru.pdf> [diakses pada hari Kamis, 22 Mei 2014]  Wahyuni, Sri. 2009. *Biogas.* Bogor  Wardana, ING, Nurkholis Hamidi, dan Denny Widhiyanuriyawan, 2011. *Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam*. [http://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/ article/download/136/135](http://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/%20article/download/136/135) [diakses pada hari Kamis, 22 Mei 2014] | Widhiyanuriyawan, Denny, dan Hamidi, 2000. *Variasi Temperatur Pemanasan Zeolite alam-NaOH Untuk Pemurnian Biogas.* [http://ojs.unud.ac.id/ index.php/jem/article /download/8024/6053](http://ojs.unud.ac.id/%20index.php/jem/article%20/download/8024/6053) [diakses pada hari Kamis, 22 Mei 2014]  Wikipedia, 2013. *Wikipedia*. http://id.wikipedia.org/wiki/Zeolit[diakses pada hari Rabu, 11 Juni 2014]  Wordpress, 2013. *Zeolite.* <http://fileq.wordpress.com/2013/01/14/zeolite/> [diakses pada hari Rabu, 11 Juni 2014] |