PENGARUH PENAMBAHAN NUTRISI RUMEN, UREA & NaOH TERHADAP PERFORMA KOMPOR BIOGAS

Syamsuri[1], Suheni[1], Yustia Wulandari[2] dan Aziz[1]
[1]Jurusan Teknik Mesin-FTI, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
[2]Jurusan Teknik Kimia-FTI, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Email: syam_sby2003@yahoo.com

ABSTRACT
Human dependence on mineral fuels lead energy reserves are increasingly reduced. This situation makes many people realize that dependence on mineral fuels should immediately be reduced. That requires energy that will not run out one example is the biogas. In this study, the method used is an experimental method which is in use variations of nutrients include without nutrients, with rumen, with urea, and with NaOH to see how quickly the production of biogas that is produced when using a variety of nutrients. From this study, the greatest power is with NaOH mixture which is equal to 1.129 kW, while the greatest efficiency with a mixture of 54.7% NaOH. As for the speed of production of biogas fastest is 14 days with the addition of NaOH.

***Key words**: Rumen, Urea, NaOH, Performance of biogas stoves.*

ABSTRAK
Ketergantungan manusia akan bahan bakar mineral bumi menyebabkan cadangan sumber energy tersebut semakin lama semakin berkurang.Keadaan ini membuat banyak kalangan sadar bahwa ketergantungan terhadap bahan bakar mineral bumi harus segera di kurangi. Untuk itu perlu energy yang tidak mudah habis, salah satu contoh adalah biogas Pada penelitian dengan metode eksperimen kali ini di gunakan variasi nutrisi antara lain, tanpa nutrisi, dengan nutrisi Rumen, dengan nutrisi Urea, dan dengan nutrisi NaOH untuk melihat seberapa cepat produksi biogas yang di hasilkan bila menggunakan nitrisi. Dari penelitian ini didapatkan Daya terbesar adalah dengan campuran NaOH yakni sebesar 1,129 kW, sedangkan efisiensi terbesar dengan campuran NaOH sebesar 54,7% untuk kecepatan produksi biogas tercepat adalah 14 hari yakni dengan nutrisi NaOH.

Kata kunci: Rumen, Urea, NaOH, Performa kompor biogas.

PENDAHULUAN

Ketergantungan manusia akan bahan bakar mineral bumi menyebabkan cadangan sumber energi tersebut makin lama semakin berkurang.Keadaan ini membuat banyak kalangan sadar bawa ketergantungan teradap bahan bakar mineral bumi harus segera di kurangi. Untuk mengatasi masalah tersebut di perlukan adanya solusi antara lain pembuatan bahan bakar alterntif yang murah, mudah di dapatkan dan dapat di perbaharui. Bahwa dalam rangka pelaksanaan pasal 22 dan pasal 30 Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 yang mengatur tentang pemakaian energi baru terbarukan, pemerintah mendorong upaya–upaya untuk mengunakan sumber-sumber energi alternatif lainnya yang di anggap layak di lihat dari segi teknis, ekonomis dan lingkungan.

Dalam situasi sekarang ini perlu di kembangkan dan dicari teknologi energi alternatif baru yang murah, ramah lingkungan dan *renewable* (dapat diperbarui). Terutama di tujukan untuk kalangan miskin sebagai golongan yang paling terkena dampak saat terjadi kenaikan harga BBM dan LPG. Permasalahan tersebut dapat diatasi apabila ketergantungan akan bahan bakar minyak dan LPG dikurangi dengan cara mengunakan sumber energi alternatif baru yang ramah lingkungan, murah, mudah di peroleh, dan dapat di perbaharui. Salah satunya adalah biogas yang merupakan energi yang layak digunakan secara teknis, sosial, maupun ekonomis terutama untuk mengatasi masalah energi yang ada di pedesaan [1].

Biogas merupakan gas yang di hasilkan dari proses dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar berupa metan (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah 30°-55°C. Pada suhu tersebut mikroorganisme dapat bekerja secara optimal merombak bahan-

bahan organik. Pada umumnya biogas merupakan campuran 50-70% gas metana (CH_4), 30-40% gas karbondioksida (CO_2, 5-10% gas hidrogen (H_2)) dan sisanya berupa gas lain [2].

Alat ini selain menghasilkan produk biogas, juga menghasilkan pupuk cair yang dapat digunakan untuk pertanian [3]. Pemanfaatan biogas sebagai energi alternatif ini juga dapat mendukung program pemerintah dalam mengurangi emisi CO_2 hasil kegiatan pembangunan dibanding produksi CO_2 dari sumber energi fosil atau energi biomassa lain. Peneliti tentang pembuatan biogas dari limbah cair industri bioetanol melalui proses anaerob (fermentasi) dilakukan oleh [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan urea akan meningkatkan produksi biogas. Penambahan urea yang berlebihan akan mengurangi produksi biogas.

Penelitian tentang pengaruh suhu dan konsentrasi rumen sapi terhadap produksi biogas dari vinasse dilakukan oleh [5]. Dari penelitian ini diperoleh bahwa perubahan suhu dan konsentrasi rumen sapi sangat mempengaruhi produksi biogas.

Namun, berdasarkan penelitian yang telah disebutkan di atas tersebut umumnya menggunakan urea dan rumen sebagai nutrisi dari biogas dan penelitian dengan membandingkan urea, rumen dan NaOH terhadap performansi dari kompor biogas belum banyak dilakukan. Pada penelitian ini juga dibahas kemampuan bahan-bahan nutrisi ini dalam menghasilkan produk biogas.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian biogas

Biogas adalah gas yang di hasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organikoleh mikro organisme pada kondisi langka oksigen (anaerob) Adapun pengertian lain dari biogas merupakan gas yang dihasilkan oleh aktiitas anaerobik atau fermentasi dari abahan-bahan organik diantaranya kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga) , sampah biodegradable (jenis limbah yang dapat di pecah, dalam jumlah waktu yang wajar) atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi langka oksigen (anaerob) kandungan utama dalam biogas adalah metana dan karbon dioksida.

Metana merupakan gas yang dapat di bakar. Secara luas metana di produksi di permukaan bumi oleh bakteri pembusuk dengan cara menguraikan bahan organik. Bakteri Metanogenesis berperan dalam pembusukan. Bakteri ini terapat di rawa-rawa, lumpur sungai, sumber air panas (hot spring), dan termasuk di dalam perut hewan herbiora seperti sapi, domba, dan babi Hewan-hewan ini tidak dapat memproses rumput yang mereka makan, bila tidak ada bakteri anaerobik yang memecah solusa di dalam rumput menjadi molekul-molekul yang dapat di serap oleh mereka Gas yang yang di produksi oleh bakteri ini adalah gas metana [6].

Gas metana (CH4) adalah komponen utama dari gas bio karena merupakan bahan bakar yang berguna dan memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, mempunyai sifat yang tidak berbau dan tidak berwarna Jika gas yang di hasilkan oleh gas fermentasi anaerobik ini mudah terbakar berarti mengandung sedikitnya 45% gas metana. Gas metana murni 100% mempunyai nilai kalor 8900 kkal/m^3 [7].

Metana dalam biogas, bila terbakar akan relatif lebih bersih daripada batu bara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit. Biogas di kembangkan dengan siklus/ daur ulang limbah dengan konsep pembangunan berkelanjutan sehingga tidak ada sisa yang terbuang dari teknologi ini. Siklusnya adalah ternak berkontribusi terhadap di gester melalui kotorannya yang di masukkan kedalam digester, kemudian digester menghasilkan energi (gas) yang di manfaatkan, selain itu digester juga menghasilkan selurry atau pupuk yang siap di berikan bagi tanaman pangan dan dapat juga di berikan pada tambak atau kolam ikan.

Rumen

Menurut [8], rumen merupakan tabung besar dengan berbagai kantong yang menyimpan dan mencampur ingesta bagi fermentasi mikroba.Isi rumen pada ternak ruminansia berkisar antara 10-15% dari berat badan ternak tersebut. Kondisi dalam rumen adalah anaerobik dan mikroorganisme yang paling sesuai dan dapat hidup serta ditemukan di dalamnya.Tekanan osmosis pada rumen mirip dengan tekanan aliran darah. Temperatur dalam rumen adalah 32-42°C, pH dalam rumen kurang lebih tetap yaitu sekitar 6,8 dan adanya absorbsi asam lemak dan amonia berfungsi untuk mempertahankan pH [8]. Proses pencernaan dalam rumen ini sangat bergantung pada species-species

bakteri dan protozoa yang berbeda dan saling berinteraksi melalui hubungan simbiosis.

Adanya mikroba dan aktifitas fermentasi di dalam rumen merupakan salah satu karakteristik yang membedakan sistem pencernaan ternak ruminansia dengan ternak lain. Mikroba tersebut sangat berperan dalam mendegradasi pakan yang masuk ke dalam rumen menjadi produk-produk sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba maupun induk semang dimana aktifitas mikroba yang tinggi tersebut sangat tergantung pada ketersediaan nitrogen dan energi [9]. Kelompok utama mikroba yang berperan dalam pencernaan tersebut terdiri dari bakteri, protozoa dan jamur yang jumlah dan komposisinya bervariasi tergantung pada pakan yang dikonsumsi ternak [10].

Produk akhir fermentasi protein akan digunakan untuk pertumbuhan mikroba itu sendiri dan digunakan untuk mensintesis protein sel mikroba rumen sebagai pasokan utama protein bagi ternak ruminansia. Menurut [8] sekitar 47% sampai 71% dari nitrogen yang ada di dalam rumen berada dalam bentuk protein mikroba.

Urea

Urea adalah senyawa organik yang tersusun dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus CON_2H_4 atau $(NH_2)_2CO$.Urea juga dikenal dengan nama carbamide yang terutama digunakan di kawasan Eropa. Nama lain yang juga sering dipakai adalah carbamideresin, isourea, carbonyldiamide dan carbonyldiamine. Senyawa ini adalah senyawa organik sintesis pertama yang berhasil dibuat dari senyawa anorganik. Urea memiliki kegunaan penting sebagai pupuk dan pakan tambahan, serta sebagai bahan awal untuk pembuatan plastik dan obat-obatan.

Urea pertama kali diisolasi dari urin pada tahun 1773 oleh kimiawan Perancis Hilaire-Marin Rouelle.Persiapan oleh kimiawan Jerman Friedrich Wöhler dari amonium sianat pada tahun 1828 adalah yang berlaku umum sintesis laboratorium pertama dari senyawa organik yang terjadi secara alami dari bahan anorganik.Urea sekarang dipersiapkan secara komersial dalam jumlah besar dari amonia cair dan karbon dioksida cair. Kedua bahan yang dikombinasikan dengan tekanan tinggi dan temperatur tinggi untuk membentuk amonium karbamat, yang kemudian terurai pada tekanan yang jauh lebih rendah untuk menghasilkan urea dan air.

Fungsi urea pada proses pembuatan fermentasi adalah sebagai pensuplai NH3, ini digunakan sebagai sumber energi bagi mikrobia dalam poses fermentasi. Jadi disini urea tidak sebagai penambah nutrisi pakan. Bisa juga dikatakan sebagai katalisator dalam proses fermentasi.

NaOH

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida terbentuk dari oksida basa Natrium Oksida dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutanalkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. Natrium hidroksida murni adalah padatan putih yang tersedia dipelet, serpih, butiran, dan sebagai larutan jenuh 50%. Ini adalahhigroskopis dan mudah menyerap karbon dioksida dari udara,sehingga harus disimpan dalam wadah kedap udara.

Nilai alkalinitas menyatakan jumlah total asam yang dapat dinetralkan oleh basa yang ditambahkan ke dalam sistem. Karena pH dapat mempengaruhi keberhasilan proses anaerobik, maka perlu ada cukup alkalinitas untuk mengontrol pH pada suatu lingkungan proses anaerobik.

Daya Kompor

Pengertian daya kompor ialah panas yang di berikan oleh bahan bakar selama proses pengujian. Dari persamaan daya menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar berbanding lurus dengan dayanya. Sehingga apabila kompor mrmiliki daya yang besar maka konsumsi bahan bakarnya juga tinggi, begitu pula sebaliknya apabila kompor memiliki daya kecil sudah di pastikan konsumsi bahan bakarnya rendah. Untuk mengetahui besarnya daya kompor di gunakan persamaan sebagai berikut[11]:

$$P = \frac{mf\ .\ E}{\Delta t}(KW). \quad (1)$$

Efisiensi

Efisiensi ialah prosentase perbandingan antara panas yang berguna dengan panas yang di berikan alat masak selama pengujian, persamaan yang di gunakan adalah sebagai berikut [11]:

$$\eta = \frac{(mw.cp+mpa.Cpa)(T2-T1)+ms.hfg}{mf.E}\ X\ 100\%.. \quad (2)$$

METODE

Lokasi dan Waktu Penilitian

Pembuatan instalasi reaktor produksi biogas dan pengambilan data dilaksanakan pada bulan Mei-Agustus 2016 di pulau Madura lebih tepatnya di kota bangkalan desa pangolangan.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui eksperimen dengan tahapan kegiatan-kegiatan sebagai berikut: Pembuatan instalasi reaktor produksi biogas, Penyiapan biogas, Penyiapan rumen, urea dan NaOH, Penyiapan prosedur penelitian, Penyiapan alat ukur yang terkalibrasi, Pengukuran dan pengambilan data, Analisa data hasil penelitian, Penulisan dan laporan hasil penilitian.

Bahan-bahan khusus

1 kg urea di tambah slury (campuran air dan kotoran sapi 1:1, yaitu satu ember air dengan berat 5 kg di campur dengan satu ember kotoran sapi dengan berat 5 kg), 1 kg Rumen di tambah slurry(campuran air dan kotoran sapi 1:1, yaitu satu ember air dengan berat 5kg di campur dengan satu ember kotoran sapi dengan berat 5 kg) dan 1 kg NaOH di tambah slurry (campuran air dan kotoran sapi 1:1, yaitu satu ember air dengan berat 5kg di campur dengan satu ember kotoran sapi dengan berat 5 kg)..

Peralatan dan Alat ukur

Peralatan-peralatn yang digunakan pada pengujian ini untuk pengambilan data adalah sebagai berikut: Kompor gas yang sudah dimodofikasi, Gelas ukur pyrex 500 ml, Thermometer digital, Flow meter gas, Stopwatch, Timbangan digital, Air dan Kamera digital.

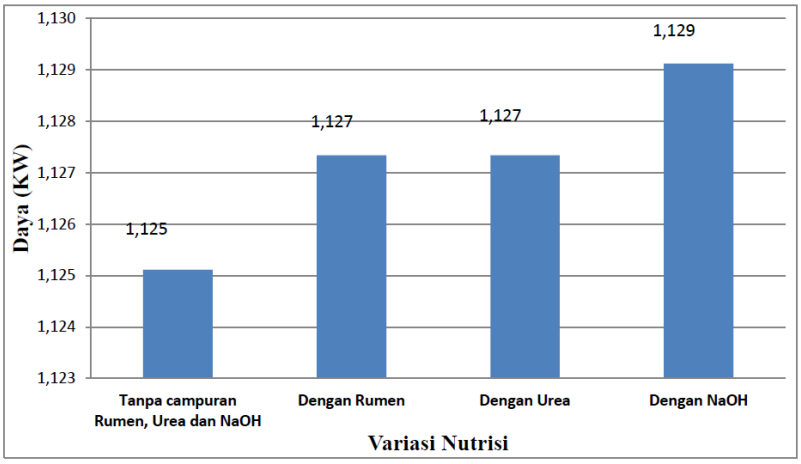
Teknik Pengujian dan Pengambilan Data

Dalam pengujian ini dilakukan dengan 4 kali percobaan yang berbeda yaitu dengan campuran Rumen, Urea, NaOH dan tanpa campuran Rumen, Urea, dan NaOH, dengan langkah-langkahnya seperti uraian dibawah ini: Mengisi digaster dengan air dan kotoran sapi sebanyak 100 ember air yaitu sekitar 5kg air ditambah 100 ember kotoran sapi yaitu sekitar 5 kg, Mengisi digaster dengan variasi campuran yang pertama yaitu Rumen seberat 1kg, Menghitung waktu terbentuknya biogas yang mengisi digaster dan reservoir, Memastikan biogas dalam digaster dan penampung (reservoir) dalam keadaan penuh, Menyiapkan stopwatch, gelas pyrex dan kompor yang telah di modifikasi, Menimbang air sesuai ukuran yang sudah ditentukan dan dimasukkan ke dalam gelas pyrex, Mengukur suhu awal air (T_1), Mengukur pemakaian awal bahan bakar pada flow meter, Menghidupkan kompor, Pengambilan data untuk suhu dan pemakaian bahan bakar dilakukan dalam interval waktu 2 menit sampai dengan kondisi air mendidih (T_2), Timbang air yang tersisa dalan panci. Pada percobaan selanjutnya cukup mengganti variasi campuran yang di masukkan kedalam digaster. Dan langak-langkah nya sama seperti yang dilakukan pada percobaan yang pertama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan antara variasi nutrisi terhadap daya kompor biogas

Adapun hubungan antara variasi nutrisi terhadap daya kompor biogas dari data penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini,

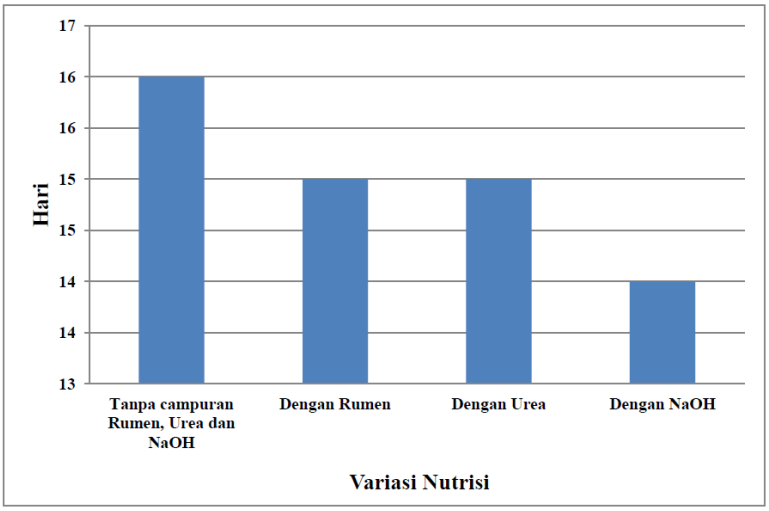


Gambar 1. Hubungan antara variasi nutrisi terhadap daya kompor biogas

Gambar 1 adalah gambar hubungan antara variasi nutrisi terhadap daya kompor biogas. Pada gambar tersebut terlihat bahwa NaOH memiliki daya yang lebih besar disbanding dengan zat lain bahkan tanpa campuran nutrisi. Hal ini disebabkan karena pencampuran NaOH dengan biogas menyebabkan tumbuhnya panas dimana panas ini akan menghasilkan produk biogas yang lebih besar. Disamping itu NaOH dapat menyerap CO_2 sehingga biogas lebih murni, lebih daripada itu jika konsumsi/produk biogas besar maka Daya kompor biogas juga besar.Hal ini sesuai dengan data Daya pada persamaan 1.

Perbandingan kecepatan pembentukan biogas hingga memenuhi reaktor untuk berbagai variasi nutrisi

Dari data poenelitian diperoleh perbandingan kecepatan pembentukan biogas hingga memenuhi reactor untuk berbagai variasi nutrisi adalah seperti terlihat pada gambar 2 berikut,

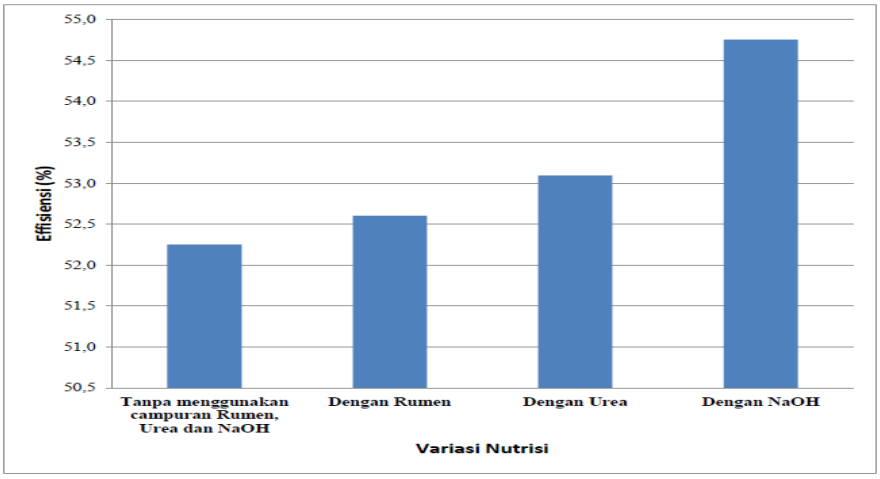


Gambar 2. Perbandingan kecepatan pembentukan biogas hingga memenuhi reactor untuk berbagai variasi nutrisi

Dari gambar 2 tersebut di atas dapat di simpulkan bahwa dengan campuran variasi nutrisi yang berbeda maka akan menghasilkan kecepatan pembentukan biogas yang berbeda, untuk variasi nutrisi tanpa campuran Rumen Urea dan NaoH memiliki kecepatan pembentukan biogas yang lebih lama yaitu 16 hari, sedangkan kecepatan pembentukan biogas yang paling cepat adalah 14 hari yaitu menggunakan campuran NaOH.

Hubungan antara variasi nutrisi terhadap efisiensi kompor biogas

Untuk melihat bagaimana efisiensi dari kompor biogas dari berbagai variasi nutrisi dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini,

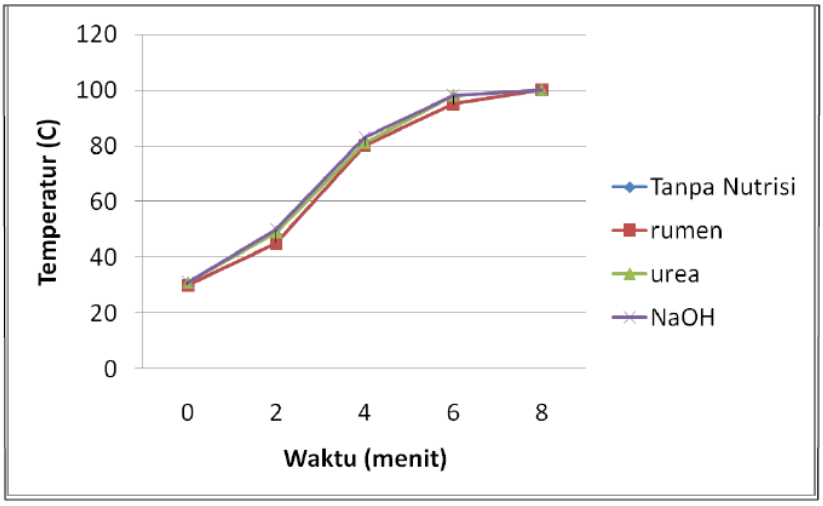


Gambar 3. Hubungan antara variasi nutrisi terhadap efisiensi kompor biogas

Gambar 3 adalah gambar hubungan antara variasi nutrisi terhadap efisiensi dari kompor biogas, pada gambar tersebut terlihat bahwa efisiensi nutrisi NaOH lebih besar dari efisiensi yang lain, hal ini disebabkan karena NaOH lebih bereaksi dengan biogas (Slurry) maka akan timbul panas. Panas inilah yang menyebabkan kenaikan pada efisiensi, hal ini sesuai dengan rumus efisiensi persamaan 2.

Hubungan antara waktu pemanasan dan temperature untuk berbagai variasi nutrisi

Untuk melihat sejauh mana hubungan waktu pemanasan dan temperatur air dapat dilihat pada gambar dibawah ini yakni gambar 4,

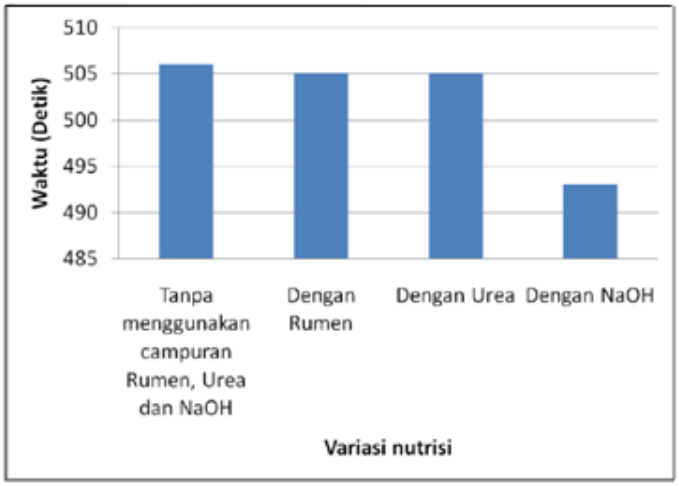


Gambar 4. Hubungan antara waktu pemanasan terhadap temperature air untuk berbagai variasi nutrisi

Gambar di atas adalah gambar 4 yang merupakan hubungan antara waktu terhadap temperatur untuk berbagai variasi nutrisi. Secara umum jika waktu bertambah besar maka temperatur juga besar, namun ada hal yang menarik disini yakni NaOH memiliki temperatur yang lebih besar daripada nutrisi yang lainnya.

Waktu tercepat air mendidih untuk berbagai variasi nutrisi

Untuk melihat waktu tercepat mendidih air dari berbagai nutrisi, dapat dilihat pada gambar di bawah ini,



Gambar 5. Waktu tercepat air mendidih untuk berbagai variasi nutrisi

Gambar 5 adalah gambar hubungan antara waktu pendidihan terhadap variasi nutrisi, pada gambar tersebut terlihat bahwa waktu didih yang paling cepat adalah nutrisi NaOH sebesar 493 detik disbanding untuk waktu didih nutrisi yang lain. Hal ini disebabkan karena NaOH bereaksi dengan CO_2 sehingga gas yang dihasilkan lebih murni dari pada bahan yang lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [12].

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan perhitungan yang di lakukan dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada percobaan water boiling test tanpa menggunakan campuran variasi nutrisi pada slurry di dapatkan daya sebesar 1,125 kW, menggunakan campuran Rumen pada slurry di dapatkan daya sebesar 1.127 kW, menggunakan campuran Urea pada slurry di dapatkan daya sebesar 1,1273 kW dan menggunakan campuran NaOH pada slurry di dapatkan daya sebesar 1,129 kW.
2. Hasil efisiensi yang di dapatkan pada percobaan tanpa menggunakan campuran variasi nutrisi pada slurry di dapatkan effisiensi 52,2%, menggunakan campuran Rumen pada slurry di dapatkan effisiensi 52,6%, menggunakan campuran Urea pada slurry di dapatkan effisiensi 53,1%, dan menggunakan campuran NaOH pada slurry di dapatkan effisiensi 54,7%.
3. Kecepatan pembentukan biogas yang paling cepat adalah 14 hari yakni menggunakan campuran NaOH. Sedangka untuk campuran rumen dan urea adalah 15 hari. Untuk tanpa menggunakan nutrisi adalah sebesar 16 hari.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Udiharto, M., 1982. Teknologi Penelitian Gas Bio dan Penerapannya
[2]. Veenstra, G. dan Polprasert, C. 1985. Wastewater Treatment. IHE, Delf.
[3]. Siregar, P. 2009. Produksi Biogas Melalui Pemanfaatan Limbah Cair pabrik Kelapa Sawit dengan Digester Anaerob. *Jurnal Lingkungan*. http://avg.urlseek.vmn.net/search.php?lg=en&mkt=en&type=dns&tb=ie&tbn=avg&q=uwityangyoyo%2Ewordpress%2Ecom [April 2009].
[4]. Dwi Setana Wati dan Rukmanasari D.P. 2011. Pembuatan biogas dari limbah cair industri bioetanol melalui proses anaerob (fermentasi), Artikel Ilmiah,Universitas Diponegoro
[5]. Sunar Tejo Tsani .(2015). Pengaruh suhu dan konsentrasi rumen sapi terhadap produksi biogas dari *vinasse*, Tugas Akhir DIII, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang.
[6]. Meynell, P.J., 1976, Methane: Planning a Degester. Prism Press, Great Britain
[7]. Harahap, F.M., 1978. Teknologi Gas Bio, Pusat Teknologi Pembangunan ITB, Bandung.
[8]. Aurora, S .P. 1989 . Pencernaan Mikroba Pada Ruminansia Srigondo, B (ed), Gajah Mada

University Press.
[9]. Offer, Y. and Robert. 1996. Peran Mikroba Rumen pada Ternak Ruminansia.http://Jajo66.wordpress.com. Diakses tanggal 06 April 2010.
[10]. Preston and Leng. 1987. Matching Ruminant Produktion Systems With Available Resource in the Tropik and Sub Tropik Penambul Books Armidale. New South Wales, Australia.
[11]. Bhattacharya S.C., Kumar S., Leon M.A. and Khang,A.M. 2003. Design and performance of natural draft gasifier stove for use in institutional and industrial,International Conference. Yogyakarta, Indonesia.
[12]. Andhika prasetya, Denny widhiyanuriyawan dan Sugiarto. 2013. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kandungan gas CO_2 dalam proses purifikasi biogas sistem continue, jurnal mahasiswa mesin Universitas Brawijaya Malang.

ISBN 978-602-98569-1-0

- halaman ini sengaja dikosongkan -