

Pemanfaatan Sensor Gas MQ-4 Untuk Mendeteksi Gas Metana Pada Limbah Ternak Sapi, Kerbau Dan Kuda

Iin Novianty*, Asri Saleh, Rezki Sarni Yulianti

Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
Kampus II: Jl. H.M. Yasin Limpo No. 36 Romangpolong, 92118, Sulawesi Selatan,
Indonesia

*iin.novianty@uin-alauddin.ac.id

ABSTRAK

Biogas merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan hasil limbah kotoran ternak. Biogas terdiri dari senyawa karbondioksida dan metana. Sensor MQ-4 merupakan alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi gas metana pada limbah hewan ternak atau biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH dan tempertur terhadap konsentrasi gas metana yang terdapat dalam campuran serbuk gergaji dan limbah hewan ternak. Hasil yang diperoleh yakni nilai pH yang paling rendah yaitu limbah kuda 7,38 dan paling tinggi limbah sapi 8,27. Suhu paling tinggi limbah sapi 30°C dan paling rendah limbah kuda 27,6°C. Massa jenis paling rendah limbah kerbau 0,82 gr/mL dan paling tinggi dihasilkan kuda yaitu 0,99 gr/mL. Sedangkan hasil pengukuran didapatkan kadar gas metana yang paling tinggi limbah kuda 171 ppm. Kadar gas metana yang paling rendah limbah kerbau 15 ppm.

Kata Kunci: Biogas, Sensor MQ-4, Sapi, Kerbau, Kuda

ABSTRACT

Biogas consists of carbon dioxide and methane compounds. MQ-4 sensor is a tool that can be used to detect methane gas in livestock or biogas waste. This study aims to determine the effect pH and temperature to determine the value of the concentration of methane gas contained in a mixture of sawdust and livestock waste. The lowest pH value is horse waste 7.38 pH and the highest is cow waste 8.27 pH. The highest temperature of cow waste is 30°C and the lowest is horse waste 27.6°C. The lowest density of buffalo waste is 0.82 gr/mL and the highest produced by horses is 0.99 gr/mL. While the measurement results obtained the highest levels of methane gas horse waste 171 ppm. The lowest levels of methane gas buffalo waste 15 ppm.

Keywords: a biogas, an sensor MQ-4, cattle, buffalo, horses

I. PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah penduduk dari tahun ketahun mengalami peningkatan semakin pesat. Perternakan termasuk usaha yang dapat memenuhi kebutuhan hidup, sehingga dapat menghasilkan daging ataupun susu. Umumnya masyarakat di Indonesia mengkonsumsi daging sapi rata-rata sekitar 503,79 (ribu ton), menurut kajian Badan Pusat Statistik (BPS), total kebutuhan daging pada 2019 mencapai 686.270 ton. Data tersebut dapat mengalami kenaikan seiring bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, karena adanya kesadaran masyarakat dalam memenuhi kebutuhan protein yang dapat diperoleh dari daging sapi. Usaha perternakan sapi sendiri merupakan usaha yang strategis dalam meningkatkan pendapatan dalam memenuhi kebutuhan hidup. Selain itu, kerbau dan kuda juga bisa menjadi lahan untuk melakukan bisnis perternakan. Kerbau dan kuda di Indonesia sendiri memiliki populasi yang cukup banyak.

Pada umumnya masyarakat memelihara hewan untuk kelangsungan hidupnya. Pemeliharaan yang mudah dan persediaan lahan yang luas sehingga persediaan pakan dapat dipenuhi menjadi alasan banyaknya perternakan tumbuh dikalangan masyarakat. Umumnya beberapa pihak perternakan baik itu skala besar maupun kecil melakukan usaha dikawasan padat penduduk. Hal ini menjadi masalah, karena hewan-hewan ternak tersebut menghasilkan limbah yang berbau tak sedap yang dapat mengganggu pernafasan, dapat mencemari lingkungan dan menjadi sumber penyakit (Damanik, dkk., 2014). Limbah kotoran yang dihasilkan dari setiap ternak mengandung senyawa-senyawa tertentu sehingga menyebabkan bau yang tidak sedap. Rasio karbon terhadap nitrogen (rasio C/N) yang dihasilkan pada setiap ternakpun

memiliki nilai yang berbeda. Rasio C/N ini sangat berpotensi menghasilkan gas metana. Feses yaitu limbah kotoran yang dihasilkan oleh hewan, selain itu limbah ini juga menghasilkan gas atau senyawa menyebabkan bau busuk. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan dengan cara menjadikan limbah kotoran ternak tersebut menjadi biogas yang dapat dimanfaatkan bagi masyarakat.

Biogas berasal dari gas yang dihasilkan oleh bahan-bahan organik misal limbah sayur, limbah ternak dan kotoran manusia yang nantinya akan difermentasi di dalam sebuah wadah biodigester. Limbah ternak yang dimanfaatkan dalam pembentukan biogas juga dapat digunakan untuk menghasilkan pupuk organik untuk digunakan pada tanaman. Metana merupakan senyawa kimia hidrokarbon jenuh yang komponen umumnya berasal dari gas alam. Gas metana sendiri sangat berbahaya bagi manusia, gas metana jika memiliki konsentrasi yang tinggi dan melebihi ambang batas dapat menyebabkan penurunan kadar konsentrasi oksigen yang berada di atmosfer (Ratih, dkk., 2015). Kurangnya oksigen di bumi menyebabkan hilangnya kesadaran bagi manusia dan menyebabkan kematian. Konsentrasi gas metana tidak boleh melebihi 5 sampai 15%, nilai kadar ini akan menyebabkan terjadinya ledakan atau kebakaran. Salah satu solusi untuk mengurangi dampak gas metana dapat dilakukan dengan cara mendeteksi kadar gas metana yang terdapat dalam perternakan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Triyandana, dkk., (2015), untuk mendeteksi gas metana dapat dilakukan dengan menggunakan sensor TGS 2611 yang berbasis mikrokontroler ATmega 328P. Sensor TGS 2611 yang digunakan bertujuan untuk mendeteksi gas metana dan nantinya akan mengirimkan sinyal apabila sensor telah berfungsi, selanjutnya sinyal hasil dari sensor akan di kirim kepada *arduino uno*. *Arduino uno* akan menerjemahkan sinyal dengan menggunakan bahasa program C yang akan menghasilkan data. Data yang di peroleh akan dimasukkan kedalam mikrokontroler yang berfungsi mengelolah data. Selanjutnya data tersebut akan di tampilkan pada papan layar LCD. Sedangkan jika gas terdeteksi akan menghasilkan bunyi pada *buzzer* dan akan menghasilkan keterangan pada layar LCD dengan menampilkan tulisan "Gas Metana FOUND". Alat yang dirancang pada penelitian ini dapat mendeteksi gas dengan jauh 50 cm.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Anisa (2017), untuk mendeteksi gas metana dapat dilakukan dengan menggunakan sensor MQ-4. Sensor ini bertujuan untuk mendeteksi gas metana pada lahan gambut. Sensor akan mengirim hasil pengukuran gas metana yang ditampilkan pada LCD. Penggunaan telepon seluler bertujuan untuk mengontrol gas pada telepon seluler maupun data yang ditampilkan oleh LCD. Pengiriman sms dengan kata "Cek" pada modem yang dimiliki oleh alat akan memberikan balasan yang nantinya akan menyampaikan atau menuliskan hasil kadar gas metana yang didapatkan pada limbah gambut. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini dengan 5 sampel yang diuji yaitu 360 ppm, 379 ppm, 559 ppm, 350 ppm dan 360 ppm. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Putri (2014), untuk mendeteksi gas metana dapat dilakukan dengan menggunakan sensor MQ-4 yang berbasis mikrokontroler AVR Atmega 8535. Sensor akan membaca gas yang dihasilkan dari biogas. Sensor akan didekatkan pada sumber gas, ketika gas terdeteksi maka mikrokontroler Atmega 8535 akan mengirimkan sinyal ke alarm dan lampu yang telah terpasang, ini menandakan bahwa ada gas metana yang telah terdeteksi pada gas. Selanjutnya data tersebut akan ditampilkan pada layar LCD yang menampilkan data tulisan "Gas Ada".

Pada penelitian ini, digunakan alat sensor MQ-4 untuk mendeteksi gas metana pada limbah hewan ternak. Penelitian ini merupakan pembaharuan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan Triyandana, dkk., (2015). Prinsip yang digunakan pada penelitian ini hampir sama dengan penelitian sebelumnya, dimana pada penelitian ini digunakan *arduino uno* sebagai mikrokontroler yang akan mengelolah data yang didapatkan berdasarkan sinyal yang diberikan oleh sensor MQ-4. Sensor MQ-4 merupakan komponen suatu alat elektronika yang dapat digunakan untuk membaca kadar metana yang terdapat di udara (Sukarto, 2017). Selanjutnya data berupa kadar yang didapatkan akan dikelolah oleh *arduino* akan di tampilkan pada papan

LCD. Pada penelitian ini akan dilakukan fermentasi pada sampel limbah cair ternak selama 20 hari dengan pengukuran kadar metana dilakukan pada hari ke-10, hari ke-15 dan hari ke-20. Selain pengukuran kadar gas metana akan dilakukan juga uji pH, suhu dan massa jenis pada masing-masing sampel dihari pertama fermentasi dan dihari terakhir ``fermentasi. Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian dengan menggunakan sensor gas MQ-4. Untuk mengetahui jumlah kadar gas metana yang terdapat pada limbah hewan ternak. Hal ini dapat membantu pihak peternakan dalam mendeteksi dan mengetahui kadar gas metana yang dihasilkan pada limbah hewan ternak.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan bentuk penelitian eksperimental, yang menggunakan bahan diantaranya akuades (H_2O), Effective Microorganism (EM4) dan serbuk gergaji. Sampel limbah yang digunakan adalah kotoran sapi, kerbau dan kuda diperoleh dari daerah Kabupaten Maros, Sulawesi-Selatan. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop, neraca analitik, pH meter, LCD 16x2, Arduino uno, rilay, gelas kimia 1000 mL, 250 mL, 100 mL, 50 mL dan 25 mL, pipet ukur 5 mL, sensor MQ-4, botol kaca gelap, botol plastik 1 L, tabel PCB, corong plastik, selang plastik, spatula, perekat, gunting dan kabel.

2.1 Persiapan Bahan Baku Pembuatan Biogas

Limbah ternak dibersihkan terlebih dahulu kemudian ditimbang masing-masing 75, 100 dan 125 gram. Selanjutnya menimbang serbuk gergaji masing-masing 175, 150, dan 125 gram. Serbuk gergaji. Kemudian masukkan serbuk gergaji dan limbah ternak kedalam masing-masing wadah yang telah disediakan berdasarkan jenis sampel dengan bantuan menggunakan corong plastik. Air ditambahkan kedalam wadah sampel berdasarkan perbandingan berat antara sampel limbah dan air 250 mL dengan perbandingan 1 : 2. Larutan Effective Microorganism (EM4) dimasukkan kedalam limbah dengan konsentrasi 20 mL. Sampel kemudian di aduk merata dengan menggunakan tongkat kayu. Tutup dan rapatkan menggunakan perekat (Kurnia Dewi dan Kartika Dewi, 2014). Sampel dibiarkan selama 10 hari, 15 dan 20 hari, kemudian ukur kadar sampel dengan menggunakan sensor gas.

2.2 Merangkai Alat Sensor MQ-4

Proses deteksi gas dengan uji gas metana pada penelitian ini menggunakan sensor MQ-4 pada limbah ternak. Uji kadar gas metana pada feses ternak dengan menggunakan sensor MQ-4 melalui tiga tahap. Tahap pertama yaitu menghubungkan arduino uno dengan software Eagle 6.3.0. Selanjutnya pasang arduino uno dan sensor MQ-4 dengan menggunakan kabel janper. Hubungkan pin A0, GND dan VCC yang terdapat pada sensor dengan pin A0, GND dan 5V yang terdapat pada arduino uno. Kemudian dihubungkan LCD 16x2 dengan pin D4, D5, D6, D7, E dan RS dengan arduino dengan pin D5, D4, D3, D2, D11 dan D12. Selanjutnya untuk menghubungkan relay dan arduino, hubungkan pin GND, In1 dan VCC yang terdapat pada relay dengan pin GND, D13, 5V pada arduino. Kemudian untuk menghubungkan kipas dengan relay dan arduino, dapat dilakukan dengan menghubungkan dengan kabel janper GND 1 yang terdapat pada relay kabel bermuatan negatif yang dimiliki oleh kipas. Hubungkan kabel yang memiliki muatan positif yang terdapat pada kipas dengan pin 3,3V yang terdapat pada arduino (Wibowo, 2017).

Tahap kedua program software Arduino IDE 1.0.6 yang digunakan pada arduino uno. Setelah mendapatkan sinyal dari sensor MQ-4 akan dikirim pada arduino, selanjutnya hasil yang di dapatkan akan di kalibrasi dan akan di tampilkan pada LCD berupa data konsentrasi gas metana pada sampel. Kalibrasi dilakukan dengan cara memasukkan data khusus gas amonia yang nanti akan membaca gas amonia yang terdapat dalam sampel.

Selanjutnya data yang diperoleh akan di tampilkan pada serial monitor software arduino. Data yang diperoleh merupakan kadar kosentrasi berupa part per million (ppm). etelah mendapatkan Informasi kadar gas metana yang selanjutnya mikrokontroler secara otomatis akan mengirim perintah pada saklar kipas angin untuk on atau off kan akuator kipas (Wibowo, 2017).

2.3 Pengujian dan Mendeteksi Kadar Gas Metana dengan Sensor

Sampel limbah ternak (sapi, kerbau dan kuda) yang telah difermentasi selama 10 hari diukur menggunakan sensor dimana selang yang berada pada penutup galon akan mengalirkan gas nanti akan terbaca untuk mengukur kadar atau gas yang ditangkap pada sensor. Kemudian kadar gas metana yang didapatkan akan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali untuk mendapatkan hasil dan menghitung nilai rata-rata yang didapatkan. Lakukan perlakuan yang sama pada hari ke 15 dan 20 hari, untuk membandingkan kadar gas yang didapatkan. Mencatat data kadar yang ditampilkan pada LCD dan data yang di tampilkan pada layar laptop, kemudian mencatat waktu gas terbaca pada LCD dan layar laptop (Trihanda dan Herwanto, 2015).

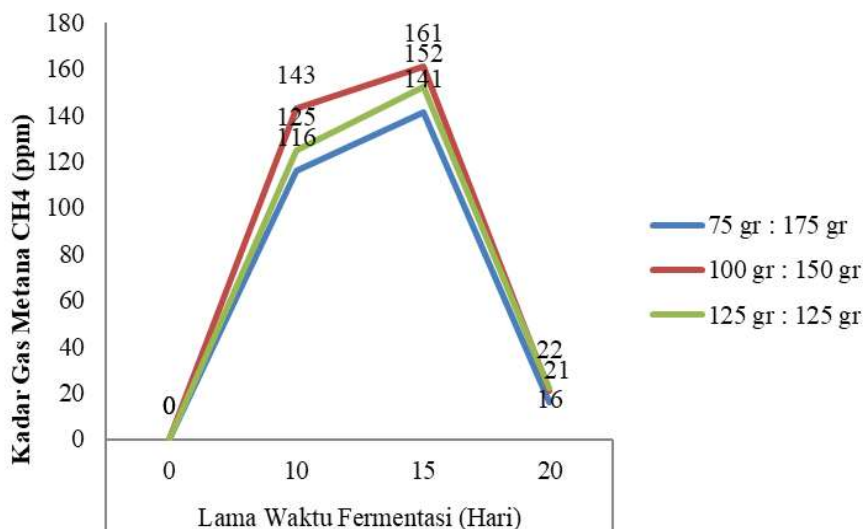
2.4 Pengukuran pH dan Temperatur Sampel

Pengukuran pH pada sampel dilakukan menggunakan kertas pH dan pH meter dengan cara mengambil cairan yang dihasilkan menggunakan jarum suntik pada pipa karet yang terdapat pada digester. Pengukuran pH dilakukan pada hari pertama dan di lanjutkan pada hari terakhir fermentasi. Pengukuran temperatur pada sampel dilakukan menggunakan termometer yang dimasukkan kedalam wadah digester. Pengujian dilakukan pada hari pertama fermentasi dan hari terakhir fermentasi.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Kadar Gas Metana pada Limbah Kotoran Ternak

Pengujian kadar gas metana pada limbah kotoran ternak sapi, kerbau dan kuda dilakukan dengan menggunakan sensor MQ-4. Berdasarkan hasil analisis data kadar gas metana yang didapatkan dengan menggunakan sensor gas metana pada sampel limbah ternak sapi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar gas metana pada limbah kotoran sapi

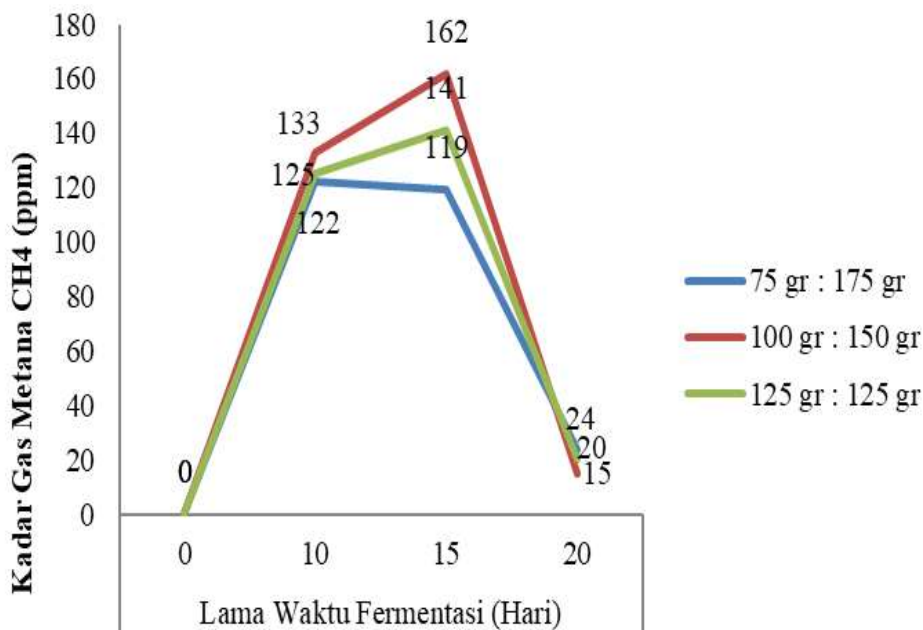
Gambar 1 diatas menunjukkan kadar gas metana yang sering muncul pada sensor MQ-4 dalam limbah kotoran ternak sapi dengan penambahan serbuk gergaji yang diukur selama 15 detik. Pembacaan sensor untuk satu perbandingan sampel dengan menggunakan MQ-4 selama 15 detik dapat menghasilkan 15 data kadar yang terbaca. Nilai kadar gas metana yang paling tinggi yaitu pada perbandingan 100 gram kotoran sapi dan 150 gram serbuk gergaji pada hari ke-15 dengan nilai 161 ppm. Nilai yang diperoleh dari perbandingan ke-2 ini mengalami kenaikan selama masa fermentasi, dimana sebelumnya nilai yang didapatkan pada perbandingan ke-2 ini yaitu pada hari ke-10 diperoleh kadar gas metana yaitu 143 ppm dan mengalami kenaikan pada hari ke-15. Hal ini disebabkan karena dalam serbuk gergaji mengandung unsur karbon (C) dan nitrogen (N) yang tinggi. Semakin banyak serbuk gergaji yang ditambahkan pada proses pembuatan biogas dari limbah ternak maka semakin banyak pula gas metana yang dihasilkan, sehingga mikroorganisme yang terdapat dalam limbah kotoran ternak memiliki nutrisi yang cukup. Menurut Dewi dan Dewi (2014), karbon yang dimiliki serbuk gergaji akan menghasilkan karbohidrat yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk bakteri anaerob, sedangkan untuk nitrogen akan membentuk protein, amonia dan asam nitrat yang dapat digunakan sebagai pembangun struktur sel bakteri. Sehingga bakteri dapat tumbuh dengan pesat dan dapat memudahkan dalam proses produksi biogas.

Kemudian untuk perbandingan perbandingan ke-1 dan ke-3 juga mengalami kenaikan selama masa fermentasi yaitu pada hari ke-10 nilai yang didapatkan 116 ppm dan 125 ppm, menjadi 141 ppm dan 152 ppm pada hari ke-15. Perbandingan ke-1 dan ke-3 memiliki kadar yang lebih rendah dari perbandingan ke-2 sebelumnya hal ini terjadi karena, apabila konsentrasi limbah kotoran sapi sedikit maka kandungan bakteri *Methanobacterium* sp yang akan dihasilkan sedikit, sehingga akan sangat berpengaruh pada proses pembentukan biogas. Kurangnya bakteri yang berperang pada proses metanisasi sehingga akan menghasilkan hidrogen, asam asetat, karbondioksida dan gas metana yang sedikit. Selanjutnya untuk hari ke-20 kadar gas metana yang terdapat pada wadah botol plastik baik untuk perbandingan ke-1, 2 dan ke-3 mengalami penurunan kadar, hal ini dapat dilihat dari perolehan kadar gas metana yang didapatkan pada sampel yaitu 16 ppm, 21 ppm dan 22 ppm. Penurunan kadar gas metana ini disebabkan karena pengujian yang dilakukan berulang kali pada sampel menyebabkan gas yang didalam wadah berkurang dan kurang rapatnya penutup yang dapat mencegah gas dapat keluar.

Selanjutnya kadar gas metana yang dideteksi pada limbah kotoran kerbau ditunjukkan pada Gambar 2. Pada Gambar 2 terlihat bahwa kadar gas metana paling tinggi diperoleh pada perbandingan ke-2 dengan nilai 133 ppm dan mengalami peningkatan kadar pada hari ke-15 yaitu 162 ppm. Kadar gas metana mengalami kenaikan disebabkan karena pada perbandingan ke-2 yang memiliki serbuk gergaji paling banyak. Semakin tinggi konsentrasi dari campuran maka semakin besar kadar gas metana yang dihasilkan oleh sampel, selanjutnya jika konsentrasi campuran rendah maka akan produksi biogas rendah. Nutrisi yang sedikit menyebabkan proses pembentukan biogas yang rendah hal ini dapat dilihat pada proses hidrolisis yang berpengaruh sehingga menghasilkan gas metana yang sedikit. Hal ini dijelaskan oleh Maryani (2016), nutrisi yang terdapat dalam digester sangat berperang penting dalam proses perombakan dan penguraian biogas. Kemudian nutrisi yang dimiliki campuran akan berpengaruh pada pertumbuhan dan aktifitas bakteri. Aktifitas bakterilah yang akan merombak atau mengurai substrat yang berasal oleh bahan organik menghasilkan gas metana. Sedangkan menurut Dewi dan Dewi (2014) karbon yang dimiliki oleh serbuk gergaji dapat dijadikan sebagai sumber energi untuk bakteri anaerob, sedangkan untuk nitrogen yang dimiliki oleh serbuk gergaji dapat digunakan untuk membentuk protein, amina dan asam nitrat yang dapat digunakan sebagai sumber pembentukan sel bakteri, sehingga pertumbuhan bakteri semakin pesat dan memudahkan proses produksi gas biogas yang dihasilkan.

Kemudian untuk perbandingan ke-3 kadar gas metana yang diperoleh untuk hari ke-10 yaitu 125 ppm dan mengalami kenaikan kadar gas metana pada hari ke-15 dengan nilai 141 ppm. Sedangkan untuk perbandingan ke-1 kadar yang di peroleh pada hari ke-10 yaitu 122 ppm dan mengalami penurunan yaitu 119 ppm. Perbandingan ke-1 dan ke-3 tidak sesuai dengan teori yang ada dimana seharusnya perbandingan ke-1 yang memiliki kosentrasi serbuk gergaji yang cukup tinggi sehingga kadar gas metana seharusnya sedikit lebih tinggi dibandingkan perbandingan ke-3. Tetapi berdasarkan hasil yang didapatkan pada tabel dan grafik perbandingan ke-3 lah yang berada di urutan kedua yang memiliki kadar gas metana yang tertinggi setelah perbandingan ke-2 yang dihasilkan pada sampel kerbau.

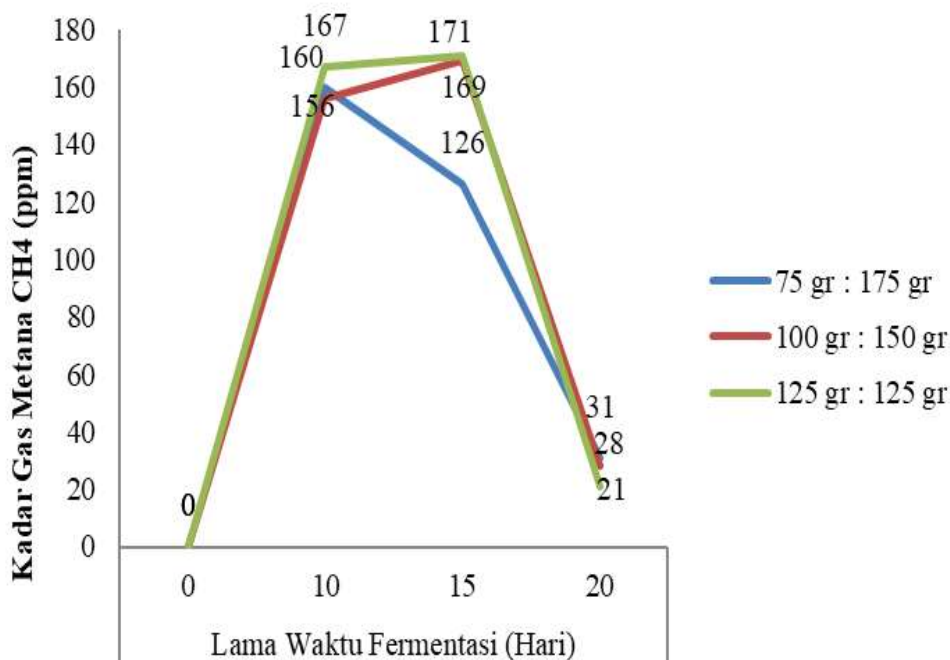
Hal ini tidak sesuai dari teori Dewi dan Dewi (2014), semakin tinggi kosentrasi serbuk gergaji dimiliki pada sampel maka semakin banyak karbon dan nitrogen yang dihasilkan, oleh karena itu semakin banyak pula gas metana yang dimiliki sampel. Ini disebabkan karena nilai yang digunakan untuk pembuatan grafik dan nilai pada Tabel merupakan nilai yang paling sering muncul pada saat penelitian dilakukan, berdasarkan total keseluruhan nilai yang didapatkan pada perbandingan ke-1 di hari ke-10 sampai hari ke-15 mengalami kenaikan kadar gas metana yaitu dari 111,33 ppm menjadi 117,2 ppm. Selanjutnya untuk hari ke-20 untuk perbandingan ke-1, ke-2 dan ke-3 mengalami penurunan yaitu 24 ppm, 15 ppm dan 20 ppm.



Gambar 2 Kadar gas metana yang terdapat pada limbah kotoran kerbau

Kadar gas metana yang diperoleh dari limbah kotoran kuda ditunjukkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 didapatkan nilai kadar gas metana yang paling tinggi pada sampel kuda yaitu ada pada perbandingan ke-3 memiliki nilai kadar 167 ppm dan mengalami kenaikan pada hari ke-15 yaitu 171 ppm. Sedangkan untuk perbandingan ke-2 memiliki nilai 156 ppm dan nilai naik pada hari ke-15 yaitu 169 ppm. Pada penelitian ini perbandingan ketigalah yang memiliki kadar gas metana yang lebih tinggi dibandingkan perbandingan yang lain. Hal ini berbanding terbalik dari teori Menurut Dewi dan Dewi (2014), semakin tinggi kadar kosentrasi serbuk gergaji maka semakin tinggi kadar gas

metana yang didapatkan pada sampel. Seharusnya pada penelitian ini untuk perbandingan ke dua memiliki nilai kadar yang paling besar di bandingkan perbandingan yang lain, karena pada perbandingan ke-2 konsentrasi serbuk gergaji lebih tinggi maka sumber energi yang dibutuhkan mikroba lebih banyak. Akan tetapi pada percobaan ini di perbandingan ketiga lebih besar, hal ini disebabkan karena kurangnya ketelitian pada saat penambahan serbuk gergaji dan pembuatan sampel yang kurang baik mengakibatkan hasil gas metana yang didapatkan tidak menentu. Perbandingan ke-1 nilai yang didapatkan yaitu 160 ppm mengalami penurunan pada hari ke-15 menjadi 126 ppm. Sedangkan untuk kadar gas metana yang dihasilkan pada hari ke-20 yaitu 31 ppm, 28 ppm dan 21 ppm.



Gambar 3 Kadar gas metana pada limbah kotoran kuda

Secara keseluruhan dari limbah kotoran sapi, kerbau dan ternak untuk hari ke-20 hasil yang didapatkan tidak ada yang sesuai dengan teori, dimana semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak hasil gas metana yang didapatkan. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan berbanding terbalik dari teori yang ada. Menurut Afrian (2017) semakin lama waktu fermentasi maka semakin meningkat kadar gas metana yang dikandung sampel. Hasil penelitian yang telah dilakukan pada limbah kotoran ternak sapi, kerbau dan kuda didapatkan kadar gas metana yang paling tinggi pada sampel kuda. Fases kuda merupakan penghasil substrat yang baik dalam pembentukan biogas sehingga menghasilkan gas metana yang banyak, kemudian dalam fases kuda memiliki kandungan senyawa selulosa yang belum terurai dengan baik dibandingkan dengan sampel sapi maupun kuda sehingga menyebabkan kadar gas metana meningkat. Hal ini jua diperkirakan karena adanya pengaruh kandungan C/N yang dimiliki sampel kuda yang lebih tinggi dibandingkan dari sampel sapi dan kerbau. C/N yang dimiliki kuda yaitu 25%, sapi memiliki C/N 24% sedangkan untuk kerbau 24%. Apabila rasio C/N yang dimiliki sampel tinggi maka akan menghasilkan nitrogen yang akan terakumulasi dengan bakteri metanogen secara cepat kemudian akan memenuhi kebutuhan protein. Sehingga karbon tidak dapat lagi

bereaksi. Akan tetapi jika C/N rendah maka nitrogen yang dimiliki akan bebas dan bereaksi membentuk NH_4OH (Wati, dkk., 2014).

Sedangkan untuk sampel sapi dan kerbau, kadar gas metana yang dihasilkan pada kerbau sedikit lebih tinggi dibandingkan oleh sapi. Hal ini disebabkan karena data sampel tabel dan grafik yang digunakan merupakan data yang sering muncul di sensor sehingga data yang dimiliki berbanding terbalik dengan teori. Menurut Wati, dkk., (2014) fase sapi menghasilkan biogas yang lebih besar dibandingkan oleh kerbau, walaupun berdasarkan kandungan C/N fase sapi maupun kerbau sama. Akan tetapi karena adanya bau yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik yang dimiliki kerbau jauh lebih banyak dibandingkan sapi, selain itu karena adanya perbedaan penguraian pada pencernaan berbeda-beda setiap hewan menyebabkan senyawa yang dimiliki pada feses sapi, kerbau dan kuda menjadi berbeda. Senyawa-senyawa dalam fase inilah yang akan berperang untuk sebagai nutrisi yang harus dimiliki oleh bakteri sehingga dapat menghasilkan biogas yang baik.

3.2 Pengaruh pH

Jumlah volume biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya pH sampel. Pembentukan biogas dihasilkan karena adanya aktifitas bakteri yang merombak substrat yang terdapat dalam sampel. Pertumbuhan bakteri di pengaruhi oleh pH, hal ini disebabkan karena mikroba tidak dapat tumbuh pada rentang pH yang dimiliki tidak sesuai dan akan menyebabkan kematian sehingga dapat menghambat dalam pembentukan gas metana (Indarto, 2010).

Berdasarkan hasil pengukuran pH yang telah dilakukan pada penelitian ini, pada sampel sapi, kerbau dan kuda pada hari ke-0 umumnya menghasilkan nilai pH yaitu 6-7. Hal ini sesuai dengan teori dari Indarto (2010), yang menyatakan bahwa diawal pembentukan biogas akan menghasilkan bakteri yang dapat menghasilkan asam, sehingga pH yang terdapat pada digester menjadi rendah. Sedangkan menurut Kresnawaty, dkk., (2008), menyatakan bahwa nilai pH pada awal mengalami penurunan hal ini terjadi dikarenakan adanya proses hidrolisis yang umumnya terjadi dalam suasana asam sehingga nilai yang didapatkan cenderung stabil pada kisaran pH 6,7 sampai 7,7.

Sedangkan pada hari ke-20 pada sampel sapi, kerbau dan kuda pada penelitian ini mengalami kenaikan dimana didapatkan nilai pH berkisaran 7,38 sampai 8,27. Berdasarkan hasil didapatkan dapat dinyatakan pH pada limbah kotoran ternak mengalami kenaikan selama fermentasi. Hal ini sesuai dengan teori Indarto (2010), bakteri metanogen yang terdapat dalam sampel akan menggunakan asam yang dihasilkan pada sampel tersebut sebagai substrat, sehingga pH pada sampel mengalami kenaikan. Menurut Afrian (2017), pH optimum pembentukan mikroorganisme menghasilkan gas metana yaitu pada kisaran nilai pH 6,8 sampai 7,2.

3.3 Pengaruh Temperatur

Selain pH, temperatur juga merupakan faktor yang sangat penting dalam pembentukan biogas. Hasil pengukuran temperatur yang diperoleh pada penelitian ini yaitu limbah kotoran ternak dan serbuk gergaji dengan perbandingan 75gr : 175gr, 100gr : 150 gr dan 125 gr : 125 gr. Sampel sapi pada hari ke-20 dengan perbandingan ditentukan diperoleh hasil masing-masing diperoleh suhu 30°C , sedangkan untuk kerbau diperoleh $28,9^\circ\text{C}$, 30°C dan $28,9^\circ\text{C}$ dan untuk kuda diperoleh $27,6^\circ\text{C}$, 30°C dan 30°C . Suhu sangat berpengaruh pada produksi biogas, hal ini disebabkan karena apabila suhu tinggi atau suhu rendah maka akan sangat berpengaruh pada proses pertumbuhan mikroorganisme. Dari data yang didapatkan di peroleh suhu pada setiap sampel dengan perbandingan yang berbeda-beda menghasilkan suhu yang beragam. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan komposisi campuran pada digester dan adanya perbedaan sampel yang berasal dari hasil penguraian berbeda-beda oleh hewan baik itu sapi, kerbau dan kuda sehingga suhu yang dihasilkan setiap digester berbeda pula.

Menurut indarto (2010), perubahan ataupun perbedaan suhu ini dipengaruhi karena adanya perubahan suhu ruang menjadi suhu lingkungan yang tidak konstan yaitu 2°C sampai 5°C. Jika suhu lingkungan rendah maka suhu dalam digester juga rendah hal ini disebabkan karena sampel yang terdapat dalam digester bukan merupakan material atau sampel yang dapat menahan panas sehingga suhu lingkungan berpengaruh pada sampel. Selain itu tinggi temperatur dalam digester yang berbeda-beda juga dapat disebabkan karena adanya aktifitas anaerob oleh bakteri sehingga menghasilkan suhu yang berberda-beda. Produksi gas metana yang dihasilkan oleh biogas pada proses mesofilik menurut Ramdiana (2017), ada pada kisaran suhu 25°C sampai 30°C.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kadar gas metana yang paling tinggi diperoleh dari limbah kotoran sapi pada hari ke-15 yaitu 161 ppm, kerbau hari ke-15 yaitu 162 ppm, sedangkan kuda hari ke-15 yaitu 171 ppm. Kadar gas metana yang paling rendah dihasilkan oleh sapi pada hari ke-20 yaitu 16 ppm, kerbau pada hari ke-20 yaitu 15 ppm dan untuk kuda hari ke-20 yaitu 21 ppm. Untuk pH optimum masing pada kotoran sapi 8,27; kuda 7,38 pada temperatur 30 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, Ona. (2017). "Rancang Bangun Pengukuran Kadar Gas Metana pada Lahan Gambur Menggunakan SMS Gateway dan Sensor MQ-4 Berbasis Mikrokontroler". Skripsi. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Damanik, Latifah Hanum. (2014). "Pemanfaatan Feses Ternak Sapi Sebagai Energi Alternatif Biogas Bagi Rumah Tangga Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan". Teknosains 4, no. 1.
- Dewi, Tri Kurnia dan Dewi, Claudia Kartika. "Pembuatan Gas Bio dari Serbuk Gergaji, Kotoran Sapi dan Larutan EM4". Teknik Kimia 20, no. 1 (2014): h. 1-9.
- Indarto, Khori Ex. (2010). Produksi biogas limbah cair industri tapioka melalui peningkatan suhu dan penambahan urea pada perombakan anaerob. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Maryani, Sri. (2016). "Potensi Campuran Sampah Sayuran dan Kotoran Sapi Sebagai Penghasil Biogas". Skripsi. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Putri Ratna Ika, M. Sarosa, Heli Tistiana dan Sri Rulianah. (2014). "Pendeteksi Gas Metan pada Sistem Biogas Berbasis Mikrokontroler". ELTEK 12, no. 1.
- Ramdiana. (2017). "Pengaruh Variasi Komposisi Pada Campuran Limbah Cair Aren dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas". Eksergi 14, no. 2.
- Ratih Andhika, Yulia Lanti R.D dan Prabang Setyono. (2015). "Pengaruh Paparan Gas Metana (CH₄), Karbon Dioksida (CO₂) dan Hidrogen Sulfida (H₂S) Terhadap Keluhan Gangguan Pernapasan Pemulung Di Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Klotok Kota Kediri". EKOSAINS 7, no. 2: h. 105-116.
- Triyandana Muhammad Isra, Abdul Muid dan Tedy Rismawan. (2015). "Pendeteksi Gas LPG dan Metana dengan Sensor Tgs 2610 dan Sensor Tgs 2611 Berbasis Mikrokontroler Atmega328p". Coding, Sistem Komputer Untan 3, no. 1.
- Trihanda M dan Herwanto. (2015). "Perancangan Prototipemonitoring Gas Amonia (NH₃) sebagai Early Warning pada lingkungan Industri dengan sistem akuisis data". TEKNO 23, no.1.
- Wati, Linda, Yuni Ahda dan Dezi Handayani. (2014). "Pengaruh Volume Cairan Rumen Sapi Terhadap Berbagai Fese dalam Menghasilkan Biogas". Sainstek 6, no. 1.

Wibowo Fatwa Yudistira Haikal. (2017). “Pembuatan Sistem Kontrol Gas Amonia Berbasis Mikrokontroler Arduino”. Skripsi. Bogor: Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.