**ARTIKEL ILMIAH**

**MEMPELAJARI WATAK *RHEOLOGI* CAMPURAN AIR DAN KOTORAN SAPI TERHADAP PRODUKSI GAS METANA PADA SKALA LABORATORIUM DAN LAPANGAN**

****

**OLEH**

**LALU MASTURIADI**

**C1J010020**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PANGAN DAN AGROINDUSTRI**

**UNIVERSITAS MATARAM**

**2014**

**MEMPELAJARI WATAK *RHEOLOGI* CAMPURAN AIR DAN KOTORAN SAPI TERHADAP PRODUKSI GAS METANA PADA SKALA LABORATORIUM DAN LAPANGAN**

**(**Study of Character Rheological Water Mixed And Cow Poop On Methane Gas Production In Laboratory And Field Scale**)**

Oleh :

$Lalu Masturiadi^{(1)}$, $Cahyawan Catur Edi Margana^{(2)}$, $Asih Priyati^{(3)}$

**Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan Dan Agroindustri**

**Universitas Mataram**

**ABSTRAK**

Biogas adalah gas mudah terbakar yang dihasilkan dari aktifitas biologi anaerob dari bahan-bahan organik seperti sampah organik, limbah rumah tangga, maupun kotoran ternak, serta bahan-bahan organik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Viskositas adalah ketahanan suatu cairan untuk mengalir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana bentuk aliran dari campuran kotoran sapi dengan air. Penelitian ini menggunakan kotoran sapi sebagai bahan pembuatan biogas yang dicampur dengan air dengan tiga perbandingan yaitu 1:1, 1:2, dan 2:1 (air dengan kotoran sapi) di Laboratorium dan di Lapangan. Parameter yang diteliti adalah watak *rheologi*, yaitu viskositas, nilai indeks tingkah laku aliran (n) dan koefisien kekentalan (K), serta biogas yang mencakup massa jenis dari kotoran sapi, total *suspended* *solid* (TSS) dan produksi gas metana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan yang paling kental dari tiga perbandingan komposisi adalah perbandingan 1:2 dengan nilai kekentalan 4.407 Pa.s pada skala laboratorium dan 3.907 Pa.s pada skala lapangan. Nilai viskositas paling cair terdapat pada perbandingan 2:1 dengan nilai -2,568 Pa.s pada skala laboratorium dan -1,897 Pa.s pada skala lapangan. Nilai ideks tingkah laku aliran (n) dan koefisien kekenalan (K) adalah watak dari *rheologi*. pada penelitian ini Nilai n<1 untuk semua perlakuan yang di laboratoriun dan di lapangan, hal ini menunjukkan bahwa sifat aliran dari larutan kotoran sapi bersifat *pseudoplastis.* sedangkan nilai K yang paling besar pada perlakuan 1:2 yaitu 29,108 $Pa.s^{n}$ skala laboratorium dan 16,21$ Pa.s^{n}$ skala lapangan. Massa jenis dan total *suspended* *solit* (TSS) mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu. Nilai gas metana yang paling tinggi terdapat pada perbandingan 1:2 dengan nilai 15,112 $ft^{3}$/12 jam dan yang paling rendah adalah pada perbandingan 2:1 dengan nilai 0.813$ ft^{3}$/12 jam.

Kata kunci: *Viskositas, air , kotoran sapi, gas metana (*$CH\_{4}$*).*

**ABSTRACT**

Biogas is a combustible gas produced from anaerobic biological activity of organic materials such as organic waste, household waste, or manure, and organic materials that can be decomposed by microorganisms. Viscosity is the resistance of a fluid to flow. The aim of this study was to determine how the shape the flow of a mixture of cow dung by water. This study uses cow dung as a material for making biogas is mixed with water to three ratio is 1:1, 1:2 and 2:1 (water with cow dung) in the laboratory and in the field. The parameters studied were the rheological characters viscosity, flow behavior index (n) and consistency coefficient (K), and which includes biogas from cow dung density, total suspended solids (TSS) and the production of methane gas. The results showed that the most viscous solution of three composition ratio is a ratio of 1:2 with a viscosity value of 4,407 Pa.s at the laboratory scale and 3,907 Pa.s at the field scale. Most dilute viscosity values ​​contained in the ratio of 2:1 with a value of -2.568 Pa.s at the laboratory scale and -1.897 Pa.sat the field scale. Value of the flow behavior index (n) and coefficient viscosity (K) is the character of rheological. in this study value n<1 for all treatments in laboratory and in the field, it indicates that the flow properties of a solution of cow dung is pseoudoplastic. while the value of K is greatest in treatment 1:2 is 29,108 $Pa.s^{n}$ laboratory scale and field scale 16,21 $Pa.s^{n}. $The density and total suspended solit (TSS) decreased with increasing time. The value of the highest methane gas contained in the ratio of 1:2 with 15,112$ft^{3}$/12 hour and the lowest value was in the ratio of 2:1 with a value of 0.813$ft^{3}$/12 hour.

Keywords: Viscosity, water, cow dung, methane ($CH\_{4}$).

**PENDAHULUAN**

Ketergantungan manusia terhadap bahan bakar fosil menyebabkan cadangan sumber energi tersebut semakin lama semakin berkurang, selain itu berdampak pula pada lingkungan, seperti pencemaran udara. Hal ini membuat banyak kalangan sadar bahwa ketergantungan terhadap bahan bakar fosil harus segera dikurangi. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan adanya bahan bakar alternatif yang murah dan mudah didapatkan. Salah satu bahan bakar alternatif tersebut adalah biogas (Hamidi, dkk.,2011).

Biogas adalah gas mudah terbakar yang dihasilkan dari aktifitas biologi anaerob atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk kotoran manusia, sampah organik, limbah rumah tangga, maupun kotoran ternak, serta bahan-bahan organik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Kandungan utama dari biogas adalah Metana$ (CH\_{4}$) dan *carbondioksida* ($CO\_{2}$). Selain itu terdapat juga senyawa-senyawa lain seperti nitrogen$ (N\_{2}$), oksigen$ (O\_{2})$, Hidrogen ($H\_{2})$ dan hidrogen sulfida ($H\_{2}S)$, namun jumlah senyawa ini terbentuk dengan jumlah yang sedikit. Kandungan dari biogas yang dibutuhkan menjadi bahan bakar adalah metana$ (CH\_{4}$). Biogas dapat terbentuk pada lingkungan yang tertutup yang biasa disebut digester.

Digester *continue* biasanya menggunakan kotoran sapi menjadi salah satu bahan yang digunakan untuk membentuk gas metana atau biogas. Hal tersebut karena kesesuaian bahan dengan bentuk digester yang bersifat tertutup dan yang membentuk pola pemasukan (*inlet*) dan pengeluaran (*outlet*) kotoran sapi yang teratur yang memudahkan bahan (kotoran sapi) yang sudah dimanfaatkan gasnya (*slurry*) dapat diolah secara sempurna menjadi hal-hal yang bernamfaat seperti menjadi pupuk cair dan sebagainya. Potensi pemanfaan kotoran sapi menjadi biogas didukung dengan berkembangnya sektor peternakan yang teresebar luas disetiap wilayah Indonesia. Kotoran sapi mempunyai kadar air yang sedikit dalam arti sangat kental. Sehingga perlu penambahan pelarut untuk mengurangi kekentalan dari kotoran sapi tersebut. Air adalah salah satu pelarut yanga digunakan untuk melarutkan dan menurunkan kekentalan dari kotoran sapi. Pencampuran ini berfungsi untuk memaksimalkan biogas yang akan dihasilkan, memudahkan pengaliran, serta menghindari terbentuknya endapan pada saluran masuk.

Selain menjadi sumber air minum, air juga berfungsi sebagai habitat dari mikroorganisme pembusuk di mana mokroorganisme hidup pada daerah yang banyak kandungan air dengan suhu yang tinggi. Air banyak memberikan pengaruh dalam proses pembentukan biogas. Baik dalam memudahkan proses secara teknis, maupun perombakan senyawa kimia oleh bakteri pembusuk yang menghasilkan biogas. Pemberian air yang berbeda dapat memberikan pengaruh terhadap viskositas dan massa jenis dari kotoran sapi serta tingkat gas metana yang akan terbentuk di dalam pembentukan biogas.

**Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari watak *rheologi* dari perbandingan campuran air dengan kotoran sapi terhadap pembentukan gas metana.
2. Mempelajari perubahan sifat kekentalan berdasarkan perbedaan perlakuan dari waktu ke waktu.
3. Mengetahui pembentukan gas metana dari perbandingan kotoran sapi dengan jumlah air yang berbeda.

**Manfaat Penelitian**

1. Dapat menambah ilmu dan wawasan mahasiswa tentang bagaimana pengaruh viskositas terhadap gas metana yang dihasilkan di lapangan maupun di laboratorium.
2. Dapat dijadikan sebagai bahan bacaan untuk menambah wawasan tentang watak *rheologi* pada pembentukan gas metana.
3. Dari hasil penelitian ini masyarakat mengetahui komposisi air yang digunakan sebagai pelarut kotoran sapi untuk menghasilkan gas yang tinggi.

**METODE PENELITIAN**

**Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan April 2014.

**Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di dua tempat yaitu di Laboratorium Teknik Bioproses Fakultas Teknologi Pangan Dan Agroindustri Universitas Mataram dan di Lapangan yaitu Gerung Lombok Barat dan Sukarara Jonggat Lombok Tengah.

**Alat-alat Penelitian**

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa viskometer *brookfield*, *spindle, thermometer*, *erlenmeyer*, tabung kaca, timbangan manual, timbangan analitik, gelas ukur, satu alat digester, pipa penyedot manual, ember karet, penggaris, masker, sarung tangan dan alat-alat tulis

**Bahan-bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa kotoran sapi yang dilarutkan dengan air dengan tiga perlakuan yaitu 1:1, 1:2, dan 2:1.

**Metodologi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan` dengan metode eksperimental dengan percobaan di Laboratorium. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan menggunakan tiga perlakuan yaitu :

1. 1:1 yaitu 1 liter air dengan 1 liter kotoran sapi.
2. 1:2 yaitu 1 liter air dengan 2 liter kotoran sapi
3. 2:1 yaitu 2 liter air dengan 1 liter kotoran sapi

Setiap perlakuan akan diulang sebanyak 3 kali ulangan dengan mengambil data setiap 12 jam sekali selama 2 hari serta mengukur parameter-parameter yang sudah ditentukan dan total unit percobaan sebanyak 18 unit percobaan.

**Cara Pengamatan dan Parameter Pengukuran**

***Rheologi***

*Rheologi* mempelajari hubungan antara tekanan gesek (*shearing stress*) dengan kecepatan geser (*shearing rate*) pada cairan, atau hubungan antara *strain* dan *stress* pada benda padat. *Rheologi* berkaitan sangat erat dengan Viskositas.

Viskositas fluida merupakan ukuran ketahanan sebuah fluida terhadap deformasi atau perubahan bentuk. Viskositas dipengaruhi oleh temperatur, tekanan, kohesi dan laju perpindahan momentum molekularnya. Viskositas zat cair cenderung menurun dengan seiring bertambahnya kenaikan temperatur hal ini disebabkan gaya-gaya kohesi pada zat cair bila dipanaskan akan mengalami penurunan yang menyebabkan menurunnya viskositas dari zat cair tersebut (Anonim, 2013). Berdasarkan tekanan geser dan kecepatan gesernya sehingga viskositas dikaitkan sangat penting dengan *rheologi*. Selain itu viskositas juga digolongkan menjadi dua jenis dilihat dari hubungan antara tegangan geser dan tegangan putarnya. Yaitu viskositas newtonian dan non-newtonian. Viskositas newtonian didapatkan dari perbandingan antara tegangan geser dengan tegangan putarnya dimana pada newtonian ini grafik viskositasnya berbentuk linier. Sedangkan pada non-newtonian bentuknya tidak teratur. Berikut rumus yang digunakan unutuk mengukur viskositas mencari nilai k dan n dari watak dari reologi:

lnη = lnK - n lnn + (n-1) ln[4$π$N]

η = viskositas (pa.s)

N = Putaran (rps)

K = koifisien kekentalan

n = indeks tingkah laku aliran

**Biogas**

**Massa Jenis (ρ)**$(kg/m^{3}$

Diartikan sebagai massa dibagi dengan volume. Dimana massa suatu benda berbanding lurus dengan volumenya artinya adalah bahwa semakin besar massa suatu benda maka volume benda tersebut juga semakin besar. Massa jenis dirumuskan sebagai:

ρ = m/v

Dimana :

*m* = massa (kg atau g),

*V* = volume (m3 atau cm3), dan

ρ = massa jenis (kg/m3 atau g/cm3).

**TSS (*Total Suspended Solid)* Selama Produksi Gas Metana (**$mg/l)$

TSS (total *suspended solid*) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid.

(TSS (mg/l)) = (a-b) X 1000/V

Dimana :

a = berat kertas saring sebelum di oven (gr)

b = berat kertas saring setelah di oven (gr)

V = volume sampel (mL)

**Pembentukan Gas Metana (G) (**$ft^{3}$**)/hari**

Pengukuran produksi gas metana dapat ditentukan dengan persamaan hubungan

G = 5,62 (eF - 1.42A)

Dimana :

G = Produksi CH4, ft3/hari

e = Efisiensi Penyisihan BOD

F = Peningkatan BOD, lb/hari

A = Total Suspended Solid (TSS), lb/hari

**Analisis Data**

Data yang telah didapatkan akan dianalisis dengan pendekatan matematis. Menggunakan program komputer yaitu mikrosoft exel dan statgraf, untuk menentukan bentuk grafik dari fiskositas serta menghitung dengan cara manual menggunakan rumus-rumus yang telah ditentukan sebelumnya untuk menetukan nilai n, dan K yang merupakan nilai dari watak *rheologi* tersebut. Hasil dari penelitian yang telah didapatkan akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel yang menujukkan hubungan-hubungan dari beberapa parameter yang sudah ada.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hubungan Viskositas dengan Tegangan Putar (*Shear Rate)***

Kekentalan atau viskositas adalah gaya hambat atau friksi internal yang mempengaruhi kemampuan mengalir suatu fluida. Alat yang digunakan untuk mencari nilai viskositas suatu cairan disebut viskometer. Terdapat beberapa jenis viskometer yang dapat digunakan untuk mengukur viskositas, diantaranya adalah *rotary* viskometer atau viskometer *Brookfield* dan *capillary* viskometer.

Pada penelitian ini, alat yang digunakan untuk mengukur kekentalan adalah viskometer *Brookfield* atau disebut juga *rotary viscometer.* Viskometer *Brookfield* didasarkan pada gaya rotasi oleh *spindle* yang dapat berputar yang dapat menyebabkan pergerakan dari cairan dan dapat diatur kecepatan putarnya. *Spindle* mempunyai dua bentuk yaitu ada yang berbentuk silinder dan lempeng. *Spindle* silinder biasanya digunakan untuk menentukan cairan yang encer sedangkan *spindle* bentuk lempeng digunakan untuk cairan yang lebih kental. Penelitian ini menggunakan *spindle* bentuk lempeng dengan ukuran *spindle* 0,5. *Spindle* yang digunakan pada viskometer *Brookfield* mempunyai nilai konversi ke viskositas untuk kecepatan rotasi tertentu. Di dalam viskometer *Brookfield* dikenal dengan istilah *torque* dengan satuan dyne-cm. *torque* juga dapat dinyatakan sebagai persen terhadap maksimum kecepatan rotasi dari *spindle*. Bila *torque* A menunjukkan nilai 100 %, berarti kecepatan *spindle* berputar pada kecepatan maksimumnya. Sedangkan bila *torque* 0 %, berarti *spindle* tersebut dalam keadaan diam.

Nilai viskositas dapat dihitung dengan hasil persentasi *torque* yang terbaca pada alat dikalikan dengan faktor konversi yang sudah ditentukan pada alat tersebut (Kusnandar, 2003).



Gambar 1. Grafik Hubungan viskositas dengan Tegangan Putar 1:1 Skala Laboratorium.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kekentalan dengan Tegangan Putar (*Shear Rate*) 1:2 Sekala Laboratorium.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kekentalan dengan Tegangan Putar (*Shear Rate*) 2:1 Skala Laboratorium

Grafik di atas menunjukkan perbandingan kekentalan (viskositas) dengan tegangan putar (*shear rate*) pada tiga perlakuan yaitu 1:1, 1:2, dan 2:1 air dengan kotoran sapi di mana air sebagai faktor pengencernya. Pada gambar 6 grafik 1:1 skala laboratorium menunjukkan bahwa perbandingan viskositas dengan tegangan putar berdasarkan tingkat kecepatan maka dapat dikatakan bahwa semakin cepat gaya putaran yang diberikan maka kekentalan dari larutan kotoran sapi tersebut akan semakin menurun (Kusnandar, 2003). Hal itu juga terjadi pada perlakuan 1:2 dan 2:1.

Viskositas larutan kotoran sapi dalam proses pembentukan biogas akan mengalami penurunan. Pada grafik perbandingan 1:1, 1:2 dan 2:1 didapat dari kotoran sapi dengan air, mengalami penurunan viskositas. Hal ini diduga disebabkan karena serat-serat yang semula terbentuk sempurna, kemudian terurai oleh mikrobia pembusuk sehingga larutan kotoran sapi akan mengalami penurunan viskositas. Pada gambar 8 grafik perlakuan 2:1 antara kotoran sapi dengan air, memiliki nilai viskositas paling kecil. Karena perbandingan air lebih banyak dibandingkan dengan kotoran sapi. Sehingga semakin banyak jumlah air yang diberikan pada kotoran sapi maka nilai kekentalan dari campuran tersebut akan semakin kecil.

*Rheologi* adalah ilmu yang mempelajari sifat aliran zat cair dan deformasi dari zat padat. Hubungan antara tegangan geser (*Shear stress*) dengan tegangan putar (*shear rate*) akan menentukan nilai viskositas. Pada alat viskometer *Brookfield*, viskositas dapat ditentukan dari hasil yang ditunjukkan oleh alat berdasarkan penentuan nomor *spindle* yang digunakan dan kecepatan, kemudian hasil pengukuran dikalikan dengan faktor pengali dari nomor *spindle* yang sudah ditentukan pada alat tersebut. Faktor-faktor yang menentukan sifat *rheologi* dari suatu zat cair adalah nilai n (indeks tingkah laku aliran) dan K (koefisien kekentalan). Jika nilai n>1 maka sifat aliran tersebut dikatakan bersifat dilatan sedangkan jika nilai n<1 maka disebut aliran pseudoplastik serta n=1 maka sifat aliran dari cairan tersebut adalah Newtonian (Suhargo, 2003).

Grafik perbandingan 1:1, 1:2 dan 2:1 nilai n untuk setiap perlakuan dengan waktu pengamatan adalah kurang dari 1. Sehingga dapat dikatakan bahwa sifat aliran dari cairan kotoran sapi adalah pseudoplastis. Nilai n yang paling kecil adalah pada grafik perbandingan 1:2 (air dengan kotoran sapi). Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin kental suatu larutan maka nilai indeks tingkah laku aliran (n) akan semakin kecil. Sedangkan nilai K menunjukkan banyaknya zat padatan yang terkandung dalam bahan tersebut. Pada grafik di atas terlihat bahwa perlakuan 2:1 mempunyai nilai K yang paling besar.

Analisis menggunakan statgraphis pada sampel 1:1 waktu ke-0 dengan persamaan y = -0,755x + 1,483 dan R² = 0,998. Output menunjukkan bahwa model linier untuk menggambarkan hubungan antara viskositas dan tegangan putar dengan nilai P pada tabel ANOVA kurang dari 0,01 artinya ada hubungan yang signifikan secara statistik antara viskositas dan tegangan putar pada tingkat kepercayaan 99%. Sedangkan R-Squared secara statistik menunjukkan bahwa nilai 99,8665% dari variabilitas dalam viskositas dengan koefisien korelasi adalah -0,999332, menunjukkan adanya hubungan yang kuat pula terhadap variabel relatif dengan standar error 0,04707. Hal ini juga menujukkan hal yang sama dengan semua perlakuan dengan setiap waktunya yaitu memiliki hubungan yang kuat dan adanya signifikan antara viskositas dengan kecepatan putar.



Gambar 4. Grafik Hubungan Kekentalan dengan Tegangan Putar (*Shear Rate*) 1:1 Skala Lapangan



Gambar 5. Grafik Hubungan Kekentalan dengan Tegangan Putar (*Shear Rate*) 1:2 Skala Lapangan



Gambar 6. Grafik Hubungan Kekentalan dengan Tegangan Putar (*Shear Rate*) 2:1 Skala Lapangan

Grafik hubungan antara viskositas dengan tegangan putar dari ketiga perlakuan yaitu 1:1, 1:2 dan 2:1 yang di lapangan tidak jauh berbeda dengan yang ada di laboratorium. Laju viskositas pada lapangan akan menurun dengan semakin tingginya kecepatan putaran. Yang berbeda dari data lapangan dengan data laboratorium adalah perbedaan jarak garis linear yang ditunjukkan pada grafik. Hal tersebut disebabkan karena nilai yang diperoleh berbeda namun, hal tersebut tidak mempengaruhi perubahan bentuk dari tingkah laku aliran (n). Di dalam penelitian ini tidak terjadi perubahan nilai tingkah laku aliran (n) sehingga dari semua perlakuan yaitu 1:1, 1:2 dan 2:1 baik skala laboratorium maupun lapangan nilai n<1 sehingga watak dari laju alirannya tetap yaitu pseudoplasik.

**Perbandingan Nilai K dan n Terhadap Waktu**

Nilai koefisien kekentalan (K) dan indeks tingkah laku aliran (n) adalah parameter-parameter dari *rheologi.* Untuk menentukan bagaimana dari watak *rheologi* suatu bahan maka harus ditentukan terlebih dahulu nilai koefisien kekentalan dan indeks tingkah laku alirannya.



Gambar 12. Grafik Hubungan Nilai n dan K Terhadap Waktu 1:1 Skala Laboratorium



Gambar 7. Grafik Hubungan Nilai n dan K Terhadap Waktu 1:2 Skala Laboratorium



Gambar 8. Grafik Hubungan Nilai n dan K Terhadap Waktu 2:1 Skala Laboratorium



Gambar 9. Grafik Hubungan Nilai n dan K Terhadap Waktu 1:1 Skala Lapangan



Gambar 10. Grafik Hubungan Nilai n dan K Terhadap Waktu 1:2 Skala Lapangan



Gambar 11. Grafik Hubungan Nilai n dan K Terhadap Waktu 2:1 Skala Lapangan

Grafik tersebut adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara indeks tingkah laku aliran (n) dan koefisien kekentalan (K) terhadap waktu dengan tiga jenis campuran yaitu 1:1, 1:2 dan 2:1.

Pada perlakauan 1:1 skala Lapangan dan Laboratorium terlihat bahwa nilai n dan K memiliki laju yang berbanding terbalik. Pada nilai n akan mengalami kenaikan berdasarkan waktu sedangkan nilai K akan mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya waktu. Kotoran sapi tersebut akan mengalami penurunan viskositas sehingga dengan bertambahnya waktu indeks tingkah laku aliran akan mengalami kenaikan, berbeda dengan koefisien kekentalan, dengan bertambahnya waktu maka larutan kotoran sapi tersebut akan mengalami menuruna bahan padat sehingga koefisien kekentalannya akan mengalami penurunan. Hal ini diduga bahwa semakin bertambahnya waktu maka sejumlah mikrobia dekomposisi akan mengurai larutan kotoran sapi tersebut sehingga semakin lama serat-serat atau bahan lain yang yang ada pada kotoran sapi tersebut akan terurai. Hubungannya dengan pembentukan biogas adalah ketika gas terbentuk maka viskositas akan mengalami penurunan sehingga dengan penurunan viskositas tersebut maka nilai indeks tingkah laku aliran akan mengalami kenaikan pada saat itu juga koefisien kekentalan akan mengalami penurunan dengan semakin meningkatnya nilai indeks tingkah laku aliran.

**Massa Jenis**

Massa jenis diartikan sebagai massa dibagi dengan volume. Dimana massa suatu benda berbanding lurus dengan volumenya artinya adalah bahwa semakin besar massa suatu benda maka volume benda tersebut juga semakin besar.



Gambar 12. Grafik Hubungan Massa Jenis Terhadap Waktu (Jam) di Laboratorium.



Gambar 13. Grafik Hubungan Massa Jenis Terhadap Waktu (Jam) di Lapangan.

Grafik di atas adalah grafik laju penurunan massa jenis berdasarkan waktu pembentukan dari biogas kotoran sapi dengan tiga perbandingan yaitu 1:1, 1:2 dan 2:1 skala laboratorium dan lapangan. Dari dua grafik di atas terlihat bahwa perlakuan 1:2 mempunyai massa jenis paling besar yaitu 1.54 g/ml dan 1.38 g/ml sebelum dimasukkan ke dalam tabung reaktor dengan volume pengukuran 5 ml. Faktor yang mempengaruhi massa jenis dari kotoran sapi adalah jumlah air yang ditambahkan sebagai pelarut kotoran sapi tersebut. Semakin banyak air yang dicampurkan maka massa jenis dari larutan kotoran sapi tersebut akan semakin kecil. Sedangkan semakin sedikit jumlah air yang campurkan maka massa jenis dari kotoran sapi tersebut akan semakin besar. Pada proses pembentukan biogas larutan kotoran sapi akan mengalami penguraian sehingga biogas akan terbentuk, pembentukan biogas tersebut akan mengurangi massa jenis dari larutan kotoran sapi, sehingga terlihat pada grafik bahwa semakin lama waktu pembentukan gas maka massa jenis dari larutan tersebut akan mengalami penurunan. Reaktor juga mempengaruhi massa jenis dimana semakin lama kotoran sapi berada di dalam reaktor maka pembentukan gas akan semakin banyak sehingga massa jenis akan menurun.

**Sotal *Suspended* *Solid* (TSS)**

[Total *suspended* *solid* atau padatan tersuspensi total (TSS)](http://environmentalchemistry.wordpress.com/2012/01/11/total-suspended-solid-tss-2/) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. Kotoran sapi termasuk ke dalam lumpur, sehingga mempunyai keterkaitan yang erat terhadap roduksi gas metana yang akan dihasilkan. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh total *suspended* *solid* (TSS) terhadap prosuksi gas metana maka perlu diketahui bagaimana keadaan TSSnya disetiap waktu apakah mengalami penurunan ataukah mengalami kenaikan.



Gambar 14. Grafik Hubungan TSS dengan Waktu Perlakuan 1:1



Gambar 15. Grafik Hubungan TSS dengan Waktu Perlakuan 2:1

Pada ketiga perlakuan di atas grafik menunjukkan bahwa nilai total *suspended* *solid* (TSS) mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu dengan nilai tss yang paling tinggi adalah pada perlakuan 1:2 dan nilai TSS yang paling kecil adalah perlakuan 2:1 hal ini disebabkan karena jumlah perbandingn yang berbeda. Semakin banyak jumlah air yang digunakan sebagai pelarut kotoran sapi maka nilai TSS akan semakin sedikit. nilai TSS mempunyai hubungan dengan pembentukan gas metana. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa ketika gas metana terbentuk semakin banyak dengan semakin bertambahnya waktu maka nilai TSS akan menglami penurunan dengan semakin bertambahnya waktu hal ini diduga disebabkan karena larutan kotoran sapi akan mengalami proses dekomposisi yang disebabkan oleh mikrobia yang terdapat pada kotoran sapi tersebut. Selain itu TSS juga mempunyai hubungan erat dengan viskositas. dimana ketika viskositas mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya waktu maka nilai koefisien kekentalan akan mengalami penuruna hal ini akan menunjukkan bahwa dengan berkurangnya nilai dari koefisien kekentalan maka total *suspended* *solid* juga akan mengalami penurunan sehingga dapat dikatakan bahwa TSS memiliki hubungan yang erat dengan viskositas dan juga proses pembentukan biogas.

**Produksi Gas Metana**

Menurut Simamora (2006), bahwa biogas adalah adanya dekomposer bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan suatu gas yang sebagian besar merupakan metana dan karboniokasida dan proses dekomposer anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metana. Gas metana ($CH\_{4}$) adalah komponen penting dan utama dari biogas karena merupakan bahan bakar yang digunkan dan memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, mempunyai sifat yang tidak berbau dan tidak berwarna. Jika gas yang dihasilkan dari proses dekomposisi ini dapat terbakar, berarti mengandung 45% gas metana. Gas metana ($CH\_{4}$) terbentuk karena proses dekomposisi secara anaerobik oleh bakteri biogas yang mengandung bahan organik sehingga terbentuk gas metana ($CH\_{4}$) yang apabila dibakar dapat mengasilkan energi panas (Rahman, 2005).



Gambar 22. Grafik Perbandingan Produksi Gas Metana Pada Sampel 1:1, 1:2, dan 2:1.

Grafik di atas menunjukkan pembentukan gas metana dari waktu ke waktu terlihat pada grafik bahwa semakin lama larutan kotoran sapi berada di dalam reaktor selama proses pembentukan gas metana maka gas yang akan terbentuk semakin banyak. Dari ketiga perlakuan yaitu 1:1, 1:2 dan 2:1 nilai gas terbentuk paling tinggi terdapat pada perlakuan 1:2. Dengan jumlah gas 15.112 ft3/12 Jam. Hal ini menunjukkan bahwa proses penguraian bahan organik di dalam reaktor berlangsung kurang sempurna. Berbeda halnya dengan perbandingan 2:1, air lebih banyak sehingga penguraian bahan organik di dalam reaktor berlangsung secara sempurna sehingga produksi gas metana menjadi sedikit. Sehingga dapat dikatakan bahwa pembentukan gas dipengaruhi oleh jumlah air dalam bahan. Dikaitkan dengan viskositas, produksi gas metana berbanding lurus dengan viskositas hal ini ditunjukkan pada grafik viskositas terhadap waktu dengan grafik produksi gas metana. Pada grafik produksi gas metana, gas terbentuk paling banyak adalah perbandingan 1:2, pada perlakuan ini nilai viskositas paling besar.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sifat aliran dari campuran kotoran sapi dari tiga perlakuan yaitu 1:1, 1:2, dan 2:1 adalah bersifat *pseudopastis* dengan nilai n<1dan nilai K paling besar 29.108 pada campuran 1:2.
2. Dengan semakin bertambahnya waktu, kekentalan akan mengalami penuruan selama proses pembentukan gas metana.
3. Gas terbentuk paling tinggi adalah pada perbandingan 1:2 (air : kotoran sapi) yaitu 15,112 $ft^{3}$/12 jam karena sedikit mengandung air menyebabkan penguraian bahan oleh mikrobia tidak sempurna dan perbandingan 2:1 terbentuk gas yang sedikit yaitu 1.803 $ft^{3}$/12 jam akibat penguraian yang terjadi secara sempurna.

**DAFTAR PUSTAKA**

# Anonim, 2008.*Produksi Biogas Dari Limbah Ternak*.Pusat Penelitian Dan Kakao Indonesia.

Anonim, 2013. *Fisika.* http//:fisikadedek.blogspot.com201305fluida-statik-dan-dinamis.html.html. diakses 07 mei 2013.

Haryati, T., 2006. *Biogas: Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif.* Balai Penelitian Terna/ PO Box 221, Bogor 16002 WARTAZOA Vol. 16 No . 3 Th. 2006

Hamidi, N., ING. Wardana, Widhiyanuriyawan D., 2011.*Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam*.Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

Kusnandar, F., Hariyadi, P., dan Syamir, E., 2003. *Aliran Fluida.*<http://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/43419/3/feri%20kusnandar%20-%20003.pdf>.

Lewis.1978.Kimia Fisika Jilid 2.Jakarta : Erlangga.

Lusty, 2011.*Meknika Fluida Serta Istilah Pentingnya*. Lustyyahulfa.blokspot.com/2011/02/mekanika-fluida-serta-istilah.html. diakses 04 februari 2014.

Ludfia Windyasmara et al.,2012. *Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat Dengan Penambahan Serasah Daun Jati (Tectona Grandis) Terhadap Karakteristik Biogas* Pada *Proses Fermentasi*.Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. http://*Buletin Peternakan Vol. 36(1): 40-47, Februari 2012-ISSN 0126-4400*

Martin, A., James, S., dan Arthur, C., 1993.*Farmasi Fisik (Dasar-Dasar Kimia Fisik dalam Ilmu Farmasetik Edisi ke-3)* universitas Indonesia perss.

Rudolf, V., 1994.*Buku Pelajaran Teknolologi Faramasi*. Universitas gasjah mada press.

Rahman.AN., 2005. “*Pembuatan Biogas Dari Sampah Buah-Buahan Melalui Fermentasi Aerobik Dan Anaerobik*”. Sikripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.

Rahayu, S., Dyah P., Pujianto, 2009.*Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan beserta Aspek Sosio Kulturalny*a.FISE Universitas Negeri Yogyakarta *Inotek, Volume 13, Nomor 2, Agustus 2009.*

Simamora, s., dkk, 2006.*Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak Dan Gas Dari Kotoran Ternak.* (dalam rahaidi) Analisis Nilai Kalor Biogas Dari Kotoran Sapi Skala Rumah Tangga Di Karang Tal Desa Kayangan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Utara.Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram.

Satiawan, A. I., 2007. *Manfaat kotoran ternak*.penebar swadaya: Jakarta.

Suyitno.1988.*Kimia Fisika*.Jakarta : Bumi Pustaka.