

## **Pengaruh Perbandingan Komposisi Campuran Perut Ikan, Kangkung dan Feses Babi terhadap Ph, Kuantitas dan Kualitas Biogas**

Yerdi B. Nitbani<sup>1)</sup>, Ben V. Tarigan<sup>1)</sup>, Jahirwan Ut. Jasron<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana  
Jl. AdiSucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597  
Email: yerdinitbani@gmail.com

### **Abstrak**

Penggunaan kotoran ternak dan sampah sebagai bahan penghasil gas bio merupakan salah satu pemecahan masalah sanitasi dan kesehatan lingkungan serta kontrol polusi lingkungan terutama di sekitar daerah peternakan dan lingkungan pasar. Untuk memperoleh biogas dengan produktivitas dan kualitas yang optimal maka dilakukan suatu penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan komposisi campuran perut ikan, kangkung dan feses babi terhadap pH, produktivitas dalam hal ini, tekanan gas (Pa), massa gas (kg) dan volume gas (m<sup>3</sup>), serta kualitas biogas yang diukur dari besarnya nilai kalor (J), dan daya (watt), dan warna nyala api yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan komposisi campuran 1:1:1 memiliki pH yang paling stabil dengan rata-ratanya yaitu 7. Tekanan gas, massa gas dan volume gas yang dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 lebih besar dari perbandingan komposisi campuran 2:1:1, 1:2:1 dan 1:1:2 yaitu tekanan gas 3851,4 Pa, massa gas 0,011568938 kg, dan volume gas 0.145424439 m<sup>3</sup> dengan nilai kalor sebesar 19,680 kJ dan daya 177,142 watt serta warna nyala api yang dihasilkan yaitu biru. Hal ini dapat disimpulkan bahwa perbandingan komposisi campuran 1:1:1 memiliki produktivitas dan kualitas yang paling optimal.

*Kata kunci: biogas, sampah, derajat keasaman, produktivitas dan kualitas biogasy*

### **Abstrak**

*The use of manure and litter as bio gas-producing material is one solving problem of sanitation and environmental health as well as the control of environmental pollution, especially in the vicinity of the farm and the market environment. To obtain biogas productivity and optimum quality then conducted a study with the aim to determine the effect of a composition ratio mix of fish maw, kale and feces of pigs against pH, productivity in this case, the gas pressure (Pa), gas mass (kg) and the volume of gas (m<sup>3</sup>), as well as the quality of the biogas as measured by the amount of calorific value (J), and power (watts), and the color of the flame produced. The results showed that the composition ratio of a mixture of 1: 1: 1 has the most stable pH with the average of 7. The gas pressure, gas mass and the volume of gas produced by the mixture composition ratio of 1: 1: 1 is larger than the composition ratio of a mixture of 2 : 1: 1, 1: 2: 1 and 1: 1: 2 with 3851.4 Pa gas pressure, gas mass kg 0.011568938 and 0.145424439 gas volume m<sup>3</sup> calorific value of 19.680 kJ and 177.142 watts of power, as well as the color of the flame produced that is blue. It can be concluded that the mixture composition ratio of 1: 1: 1 is the productivity and quality of the most optimal.*

*Kata kunci: biogas, garbage, acidity, productivity and quality of the biogas*

### **PENDAHULUAN**

Meningkatnya jumlah penduduk di suatu tempat akan meningkat pula jumlah sampah yang dihasilkannya (Damanhuri,1995). Sampah ini berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biogas karena mengandung selulosa. Dalam proses pembuatan biogas selulosa akan dihidrolisis menjadi glukosa. Pada tahap pengasaman glukosa akan

diubah menjadi asam lemak dan alkohol dengan proses metanogenik yang menghasilkan metan (CH<sub>4</sub>) dan CO<sub>2</sub>. Selain mengandung selulosa, kangkung juga kaya akan nitrogen yang sangat berguna sebagai makanan utama bakteri anaerob.

Kangkung jika dicampur dengan perut ikan diharapkan dapat meningkatkan produksi gas metan karena perut ikan mengandung protein, lemak, vitamin, dan mineral yang cukup

tinggi sehingga dapat memberi nutrisi bagi bakteri fermentasi. Penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa, penambahan sedikit limbah ikan ke dalam sayuran dan buah-buahan dapat meningkatkan produksi gas metana sebesar 8,1% (Bouallagui dkk, 2009).

Feses babi merupakan starter yang paling cocok di gunakan karena selain sangat berlimpah feses babi juga memiliki rasio C/N yang cukup tinggi yaitu 25 (Paimin 1996). Pencampuran usus ikan dengan kangkung dimaksudkan untuk memperoleh rasio C/N yang optimum (30). Pemanfaatan kotoran ternak sebagai penghasil gas bio bukan saja dapat menambah suplai energi namun secara tidak langsung penggunaan kotoran ternak sebagai penghasil gas bio merupakan salah satu pemecahan masalah sanitasi dan kesehatan lingkungan serta kontrol polusi lingkungan terutama disekitar daerah peternakan.

Perbandingan komposisi campuran bahan pada biogas akan menentukan produktivitas biogas itu sendiri. Dalam hal ini, diperkirakan terdapat zat-zat dalam bahan campuran yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri sehingga jika komposisinya lebih tinggi dari bahan-bahan lain akan sangat berpengaruh pada produktivitas biogas atau sebaliknya. Variasi bahan baku sangat mempengaruhi produktivitas bakteri dalam memproduksi biogas (Mara dan Alit, 2011). Oleh karena itu, variasi komposisi campuran bahan baku biogas sangatlah penting untuk dioptimasi. Semakin tinggi kandungan CH<sub>4</sub> ditandai dengan meningkatnya nilai kalor yang dihasilkan, sebaliknya semakin tinggi kandungan CO<sub>2</sub> maka nilai kalor akan menurun (fachry dkk, 2004).

Perbedaan daya yang dihasilkan masing-masing komposisi campuran bahan isian biogas menjadi parameter kualitas biogas tersebut, dimanajika daya yang dikeluarkan oleh biogas dengan kapasitas yang lebih besar, tentunya mempunyai kandungan CH<sub>4</sub> yang lebih banyak dibandingkan dengan daya yang kecil, (Mara dan Alit, 2011). Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi produktivitas biogas yaitu pH. Oleh karena itu, faktor ini harus diperhatikan untuk menjaga konsentrasi CH<sub>4</sub> dalam biogas. pH yang optimum bagi kehidupan

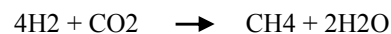
mikroorganismenya adalah 6,8-7,8 (Simamora dkk, 2006). Dimana, pada kisaran pH tersebut terjadi tahap metanogenik yaitu tahap pembentukan gas metana pada biogas. Kandungan air juga sangat mempengaruhi laju pH, apabila komposisi bahan isian cenderung memiliki kandungan air yang kurang ataupun berlebihan maka kadar pH pun akan menurun (Mara dan Alit, 2011).

Adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui derajat keasaman (pH), kualitas dan produktivitas biogas akibat perbandingan komposisi campuran perut ikan, kangkung dan feses babi.

## DASAR TEORI

### Biogas

Biogas adalah gas yang berasal dari pencernaan akhir produk atau degradasi anaerobik bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerobik dalam lingkungan bebas oksigen atau kedap udara. Keunggulan dari teknologi biogas adalah kemampuannya untuk membentuk biogas dari limbah organik yang jumlahnya sangat berlimpah dan tersedia secara bebas. Prinsip kimia dalam pembentukan biogas yaitu terjadinya fermentasi dari semua karbohidrat, lemak, dan protein oleh bakteri metana, jika tidak tercampur dengan udara maka reaksi biogas adalah sebagai berikut :



Komposisi biogas secara umum ditampilkan dalam tabel berikut :

Komponen	(%)
Metana (CH <sub>4</sub> )	55 – 75
Karbondioksida (CO <sub>2</sub> )	25 – 45
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0-0,3
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	1-5
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0-3
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0,1-0,5

Sumber: (Saragih, 2010)

Berdasarkan komposisi gas di atas, terlihat bahwa metana (CH<sub>4</sub>) adalah gas yang memiliki kandungan paling tinggi dalam biogas. Metana (CH<sub>4</sub>) inilah yang akan dimanfaatkan sebagai

sumber energi alternatif. Metana(CH<sub>4</sub>) merupakan gas yang dapat menimbulkan efek rumah kaca dan mengakibatkan terjadinya fenomena pemanasan global. Upaya untuk mengatasi persoalan pemanasan global, metana dapat dimanfaatkan sebagai biogas yang dapat berperan positif pada pengurangan efek rumah kaca yang berakibat pada pemanasan global dan perubahan iklim global.

Nilai kalor pada biogas cukup tinggi, yaitu dalam kisaran 4800 - 6700 kkl/m<sup>3</sup> (Harahap, dkk 1978). Kandungan energi di dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH<sub>4</sub>). Kandungan metana yang semakin tinggi akan menyebabkan semakin besar pula kandungan energi (nilai kalor) pada biogas dan sebaliknya. Hubungan kandungan CH<sub>4</sub> dengan nilai kalor dapat dilihat pada grafik berikut:

#### ***Feses babi***

Feses babi merupakan limbah yang dihasilkan atau diproduksi oleh ternak babi diantaranya limbah urine, alas lantai (sekam, jerami dan serbuk kayu) dan sisa pakan serta air cucian kandang. Limbah feses babi apabila tidak dikelola secara baik dapat mencemari udara, air dan memicu konflik sosioreligio di dalam masyarakat (Sihombing, 2006). Berikut ini adalah contoh gambar limbah feses babi:

Dalam peternakan tradisional, binatang seperti babi hidup dalam kelompok yang kecil dibanding saat mereka dalam industri peternakan memiliki ruang untuk bergerak kemana-mana, dan kotoran mereka tidak akan menjadi masalah bagi lingkungan. Limbah feses babi sangat berpotensi untuk dijadikan substrat gas bio karena feses babi dapat memproduksi biogas sebanyak 0,040-0,059/kg (Wahyuni, 2008). Berdasarkan hasil riset yang pernah ada, seekor babi dewasa dalam satu hari dapat menghasilkan kotoran dengan berat 4,5-5,3 kg/hari dan setiap 1 kg kotoran ternak babi dewasa bisa menghasilkan 1,379 liter biogas. Feses babi juga memiliki nilai Rasio C/N sebesar 18 (Padang dkk, 2011).

#### ***Kangkung***

Kangkung adalah tanaman sayuran yang banyak dikonsumsi oleh manusia karena

mengandung mineral dan vitamin yang sangat penting bagi kesehatan manusia. Selain mengandung vitamin dan mineral, tanaman ini mengandung nitrogen yang cukup. Karena mengandung nitrogen, kangkung dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas, dengan memanfaatkan sisa-sisa sayuran kangkung hasil kegiatan pasar yang menumpuk. Nitrogen adalah sumber makanan utama bagi bakteri anaerob, sehingga pertumbuhan optimum bakteri sangat dipengaruhi unsur ini. Konsentrasi nitrogen amonia yang baik berkisar 200-1500 mg/lit dan bila melebihi 3000 mg/lit akan bersifat toxic (Saragih, 2010).

Selain memiliki kandungan nitrogen, kangkung juga mengandung selulosa dan selulosa terdapat secara alamiah terutama di dinding sel tanaman yang menyusun 35%-50% dari total berat kering tumbuhan. Komponen lainnya terdiri dari hemiselulosa 20%-35% dan lignin 5%-30%. Dalam proses pembentukan biogas selulosa akan dihidrolisis menjadi glukosa pada tahap pengasaman glukosa akan diubah menjadi asam lemak dan alkohol. Dengan proses metanogenik maka akan dihasilkan metan dan CO<sub>2</sub> (Setiawati dkk,2014). Komposisi kimia daun dan batang kangkung air memiliki kadar air 85,64% dan 85,04% (<http://repository.ipb.ac.id>). Berikut ini adalah gambar sampah kangkung yang kurang dimanfaatkan :

#### ***Perut ikan***

Ikan merupakan bahan makanan yang mempunyai nilai gizi yang baik yaitu mengandung protein sekitar 27%-29% dan 1%-15% lemak juga mengandung vitamin dan mineral. Karena kandungan protein dan air yang cukup tinggi dibandingkan dengan bahan makanan lain dimana kandungan komposisi kimia ikan cocok sebagai media pertumbuhan bakteri pembusuk atau mikroorganisme lainnya. Daging ikan mengandung senyawa-senyawa yang sangat potensial bagi tubuh manusia, akan tetapi bagian yang dapat dimakan hanya sekitar 70% dari seluruh organ tubuh yang terdapat pada ikan, sedangkan sisanya seperti kepala, ekor, sirip dan perut ikan umumnya dibuang.

Perut ikan memiliki kandungan air sebesar 66,77%.

Bagian-bagian dari ikan yang dibuang ini ternyata sangat bermanfaat jika dijadikan bahan untuk menghasilkan biogas yang dapat membantu manusia memenuhi kebutuhan hidup. Berdasarkan riset yang pernah ada, penambahan limbah ikan pada buah dan limbah sayuran dapat meningkatkan produksi gas bio. Penambahan limbah ikan sedikit meningkatkan hasil produksi gas (8.1%) dibandingkan dengan pencernaan anaerobik buah dan sayuran limbah saja (Bouallagui dkk, 2009).

#### **Reaktor tipe Batch Digestion**

Reaktor merupakan wadah atau tempat yang diperlukan untuk proses fermentasi limbah organik yang digunakan untuk membuat biogas. Reaktor tipe Batch Digestion yaitu reaktor biogas yang hasil fermentasinya ditampung dan disimpan dalam penampung gas itu sendiri. Kelebihan tipe ini adalah kualitas hasilnya bisa lebih stabil karena tidak ada gangguan selama reaksi berjalan. Prosesnya membutuhkan waktu 6-8 minggu terhitung dari awal bahan baku dimasukkan ke dalam digester.

#### **Uji pH (Derajat Keasaman)**

Derajat keasaman dari bahan didalam digester merupakan salah satu indikator bagaimana digester dapat bekerja. Selama produksi gas bio, dilakukan pengamatan nilai pH yang terbentuk setiap harinya. Derajat keasaman dapat diukur dengan kertas indikator pH (pH stick). Pengukuran pH dapat diambil dari keluaran/effluent digester atau pengambilan sampel dapat dilakukan di permukaan digester dengan memasang tempat khusus pengambilan sampel. Untuk menghasilkan gas bio secara optimal, pH harus berada pada kisaran 6,8-7,8 (Simamora dkk, 2006).

#### **Pengukuran Temperatur Bahan Isian**

Temperatur adalah faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, jenis bakteri dan pH (derajat keasaman) yang pada akhirnya berpengaruh pada produksi metana. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran terhadap variabel ini untuk

mengetahui pada temperatur berapa digester tersebut bekerja. Pengukuran temperatur menggunakan termometer air raksa.

#### **Menghitung Produktivitas Biogas**

Untuk menghitung produktivitas biogas, dimana data untuk mendapatkan massa gas perharinya, terlebih dahulu dicari tekanan gas yang dilihat dari selisih ketinggian air dalam manometer U ( $\Delta h$ ). Selanjutnya dengan mengetahui volume total digester maka dapat dicari volume kotoran dan volume gas. Volume gas dan massa gas dihitung setelah digester terisi penuh.

Tekanan gas pada penampung dapat diukur dengan menggunakan manometer pipa terbuka, dimana salah satu ujung pipa dibiarkan untuk melakukan kontak langsung dengan udara bebas. Karena menggunakan manometer U pipa terbuka untuk mengukur tekanan pada ruang tertutup dengan asumsi tekanan udaran 1 atm sehingga persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$P_{\text{gas}} = \rho_{\text{air}} \cdot g \cdot h_{\text{air}} - \rho_{\text{gas}} \cdot g \cdot h_{\text{gas}} \quad (1)$$

Dimana :

- $P_{\text{gas}}$  = Tekanan gas (Pa)
- $h_{\text{gas}}$  = Tinggi gas (m)
- $\rho_{\text{air}}$  = Massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ )
- $\rho_{\text{gas}}$  = Massa jenis gas ( $\text{kg/m}^3$ )
- $h_{\text{air}}$  = Tinggi air (m)
- $g$  = Gaya gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )

Massa Gas

Untuk mencari massa gas dimana pada bagian ini berlaku hukum gas ideal sehingga dapat menggunakan persamaan berikut :

$$m_{\text{gas}} = \frac{P_{\text{gas}} \cdot A}{g} \quad (2)$$

Dimana :

- $m_{\text{gas}}$  = Massa gas (kg)
- $P_{\text{gas}}$  = Tekanan (Pa)
- $A$  = Luas penampang selang ( $\text{m}^2$ )
- $g$  = Gaya gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )
- $\pi$  = Tetapan (3,14)
- $r$  = Jari-jari selang manometer (m)

Untuk menghitung volume gas harian pada ruang tertutup dapat menggunakan rumus volume silinder.

$$PV = nRT \quad (3)$$

$n = m/Mr$   
 Dimana :  
 $P_{\text{gas}}$  = Tekanan gas (Pa)  
 $V_{\text{gas}}$  = Volume gas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )  
 $n$  = Jumlah mol gas (mol)  
 $R$  = Konstanta gas ideal ( $8,314 \text{ m}^3 \text{ Pa K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ )  
 $T$  = Temperatur (K)  
 $m_{\text{gas}}$  = Massa gas (kg)  
 $Mr$  = Massa molekul relatif ( $\text{kg}/\text{mol}$ )

### Analisis Kualitas Biogas

Dalam menganalisis kualitas biogas yang dihasilkan, persamaan-persamaan yang digunakan adalah persamaan yang biasa digunakan dalam menyelesaikan persamaan kalor. Perubahan jumlah kalor pada suatu benda ditandai dengan kenaikan dan penurunan suhu atau perubahan wujud benda tersebut. Jika benda menerima kalor suhunya akan naik demikian juga sebaliknya. Banyaknya kalor yang akan diterima atau dilepaskan suatu benda sebanding dengan besar kenaikan dan penurunan suhunya.

Nilai kalor

Untuk menghitung nilai kalor biogas maka secara matematis hubungan antara jumlah kalor dan kenaikan suhu dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{m_{\text{air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot \Delta T}{\Delta m_{\text{bb}}} \cdot m_{\text{total}} \quad (4)$$

Dimana:

$Q$  = Jumlah kalor (kJ)  
 $m_{\text{air}}$  = Massa air (kg)  
 $\Delta T$  = Perubahan Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $c_{\text{air}}$  = Kalor jenis air ( $\text{J}/\text{kg } ^{\circ}\text{C}$ )  
 $\Delta m_{\text{bb}}$  = Massa perubahan bahan bakar (kg)  
 $m_{\text{total}}$  = Massa total biogas yang diproduksi (kg)

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg air sebesar  $1^{\circ}\text{C}$  adalah sebanyak  $4.200 \text{ J}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ . Banyaknya kalor yang dilepaskan sama dengan kalor yang diserap. Untuk memperoleh daya terlebih dahulu dicari waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan  $0,5 \text{ kg}$  air dari suhu  $30^{\circ}\text{C}$  hingga bersuhu  $34 \pm 1^{\circ}\text{C}$  yang akan dimasukkan kedalam rumus berikut :

$$P = \frac{Q}{t} \quad (\text{watt}) \quad (5)$$

Dimana :

$P$  = Daya (watt)  
 $Q$  = Kalor (kJ)  
 $t$  = waktu (sekon)

Untuk menentukan baik atau buruknya biogas bisa juga dilihat dari warna nyala api yang dihasilkan. Jika gas langsung terbakar dan warna nyala api yang dihasilkan biru, bisa dikatakan gas yang dihasilkan berkualitas baik. Gambar 1 berikut adalah contoh warna nyala api biogas:



Gambar 1. Nyala api biogas

Sumber : (Wati dkk, 2014)

Pengelompokan warna nyala api yang dihasilkan oleh biogas adalah sebagai berikut :

### Biru

Kategori warna nyala api biru adalah warna nyala api yang dihasilkan pertama kali sampai warna biru berubah menjadi biru kemerahan atau merah. Suhu api biru mendekati  $2000^{\circ}\text{C}$

### Biru kemerahan atau merah kebiruan

Kategori warna api warna biru kemerahan atau merah kebiruan adalah warna nyala api yang dihasilkan pertama kali sampai warna berubah menjadi merah.

### Merah

Kategori warna api warna merah adalah warna nyala api yang dihasilkan pertama kali adalah merah. Suhu api merah kurang dari  $1000^{\circ}\text{C}$ . Kadar  $\text{CO}_2$  dan  $\text{N}_2$  sangat berpengaruh pada karakteristik pembakaran gas metana. Semakin tinggi Kadar  $\text{CO}_2$  dan  $\text{N}_2$  dalam biogas menyebabkan warna api cenderung kemerahan. (Wahyudi dkk, 2012)

## METODOLOG PENELITIAN

### Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kertas indikator pH (pH stick) untuk mengetahui pH campuran bahan;
- Manometer U untuk mengukur tekanan gas yang dihasilkan;
- Termometer untuk mengukur temperatur bahan isian;
- Pisau untuk mencincang bahan;
- Timbangan untuk menimbang berat bahan;
- Sarung tangan untuk dipakai pada saat pencampuran;
- Bor untuk melubangi galon;
- Gergaji besi untuk memotong pipa;
- Karung sebagai wadah feses babi dan kangkung;
- Stopwatch untuk mengukur waktu memanaskan air;
- Alat lain seperti spidol, pena, pensil dan notebook berguna untuk memudahkan dalam pekerjaan.

### Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Perut ikan
- Kangkung
- Feses babi
- Air
- Galon air mineral berkapasitas 19 liter
- Selang plastik kecil berukuran 0,5 cm
- Lem pipa
- Pipa T dan Pipa batang
- Penutup pipa
- Isolasi pipa
- Ban dalam mobil

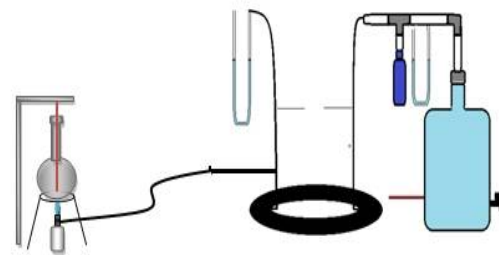
### Persiapan Penelitian

#### Pembuatan Digester

Tipe digester yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe *Batch Digestion* dimana semua bagian digester berada diatas permukaan tanah. Digester terbuat dari bahan plastik (galon) dengan volume 19 liter. Digester dilengkapi dengan pipa yang tersambung

dengan pipa T berukuran  $\pm 10$  cm. Pada salah satu sisi pipa T dipasang penangkap air berupa botol plastik sedangkan manometer U yang berfungsi sebagai pengukur tekanan gas pada digester dipasang pada sisi pipa lainnya. Selanjutnya, dipasang selang plastik yang panjangnya  $\pm 50$ cm sebagai saluran pengantar gas yang tersambung dengan tempat penampungan gas berupa ban dalam mobil.

Pada badan digester dipasang kran untuk pengambilan sampel pH dan termometer untuk mengetahui temperatur bahan isian. Biogas yang dihasilkan akan tertampung dalam digester itu sendiri dan didalam ban dalam mobil, oleh karena itu digester hanya diisi dengan bahan isian  $\pm 75$  % dari volume total digester.



Gambar 2. Rangkaian Alat Percobaan

Gambar 2 menunjukkan rangkaian alat penelitian yang dilengkapi dengan alat ukur:

#### Penyiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perut ikan, kangkung dan feses babi dan air (air tanah). Perbandingan campuran perut ikan, kangkung dan feses babi adalah : 1:1:1, 2:1:1, 1:2:1 dan 1:1:2 yang dicampur dengan air sampai memperoleh pengeceran yang diinginkan. Berbagai jenis bahan yakni perut ikan, kangkung dan feses babi dan air dicampur untuk memperoleh volume bahan campuran yakni  $\pm 75\%$  dari total volume digester.

Misalkan pada perbandingan 1:1:1,  $\frac{7}{1} \times 19 = 14,25$ . Karena perbandingan bahan isian dengan air adalah 1:1, maka  $14,25/2$  jadi hasilnya 7,125 bahan isian dan 7,125 air. Untuk memperoleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 antara perut ikan, kangkung dan feses babi

maka 7,125/3 sehingga diperoleh 2,375 pada masing-masing bahan.

Variasi perbandingan bahan bertujuan untuk mengetahui pH, produktivitas gas dan kualitas yang paling optimal, penelitian terdahulu menggunakan beberapa jenis sampah sayuran tetapi tidak melakukan variasi perbandingan dan mengindikasikan adanya variasi perbandingan jenis sampah sayuran dan perbandingan starter (Sutrisno, 2010).

Pada percobaan pertama, perbandingan dari ketiga jenis bahan yakni perut ikan, kangkung dan feses babi berimbang. Sedangkan pada percobaan kedua dan seterusnya salah satu bahan komposisinya di lebihkan sehingga dapat dilihat pengaruh yang ditimbulkan.

#### **Prosedur Penelitian**

- Adapun prosedur-prosedur penelitian yang akan dilakukan yaitu :
- Perut ikan, kangkung dan feses babi yang sudah dibersihkan dari material-material keras seperti serpihan kayu, pasir, plastik, ditimbang sesuai dengan komposisi perbandingan yang ada (1:1:1), mixer pada masing-masing bahan dilakukan untuk mempercepat proses fermentasi. Kemudian ditambahkan air sampai memperoleh variasi pengenceran yang diinginkan.
- Perlakuan yang sama dilakukan untuk perbandingan yakni; 2:1:1, 1:2:1, 1:1:2. kemudian dilanjutkan dengan pengisian digester.
- Dilakukan pengadukan untuk memperoleh hasil dari campuran bahan yang homogen.
- Digester ditutup dan disimpan pada ruang terbuka sesuai dengan temperatur lingkungan.
- Dilakukan pengamatan dan pengambilan data untuk menganalisa gas dari biogas yang telah ditampung.

#### **PEMBAHASAN**

Data yang diuji dalam penelitian ini adalah derajat keasaman (pH) sedangkan data yang diamati adalah temperatur serta selisih ketinggian air dalam manometer U pipa terbuka. Derajat keasaman (pH) dan temperatur sangat

mempengaruhi kuantitas dan kualitas biogas yang dihasilkan sehingga pengujian terhadap faktor ini dilakukan, sedangkan pengamatan terhadap selisih ketinggian air dalam manometer U bertujuan agar data yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung tekanan gas, massa gas dan volume gas yang dihasilkan.

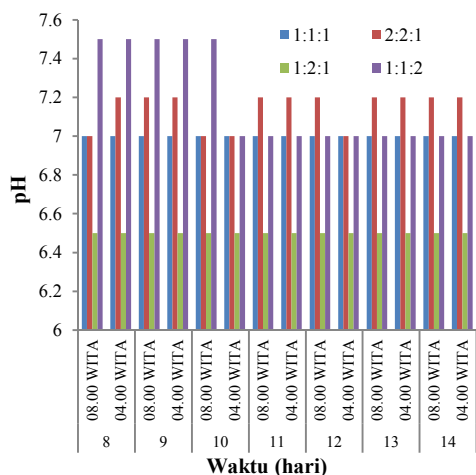
Bahan isian yang digunakan antara lain perut ikan, kangkung, dan feses babi. Dalam penelitian ini, digunakan 4 digester dengan tiap digester di isi dengan bahan yang sama tetapi dengan perbandingan komposisi yang berbeda. Pada digester pertama perbandingan komposisi campuran yaitu 1:1:1, digester kedua perbandingan komposisi campurannya yaitu 1:2:1, pada digester ketiga perbandingan komposisi campurannya yaitu 1:1:2 dan digester keempat perbandingan komposisi campurannya yaitu 2:1:1.

#### **Hubungan antara waktu terhadap derajat keasaman (pH)**

Berikut ini adalah grafik hubungan antara waktu terhadap derajat keasaman (pH), pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa proses anaerobik yang terjadi digester pada masing-masing perlakuan berada pada kondisi yang tidak jauh yakni berada dalam kisaran 6,5 – 7,5. Secara keseluruhan derajat keasaman (pH) awal dan akhir pada penelitian cenderung mendekati netral. Pada komposisi perbandingan 1:1:1, 2:1:1, dan 1:1:2 memiliki derajat keasaman (pH) yang optimal yaitu berkisar antara 7-7,5 dengan demikian dapat disimpulkan bahwa komposisi bahan isian tidak mempengaruhi derajat keasaman (pH) yang dihasilkan.

Pada komposisi perbandingan 1:2:1 derajat keasaman (pH) yang hanya mencapai 6,5, hal ini dikarenakan tingginya kandungan air dalam kangkung dan perut ikan (85,64 % dan 66,77%). Pada waktu fermentasi kandungan air dalam perbandingan komposisi campuran 1:2:1 bertambah banyak sehingga menyebabkan derajat keasaman (pH) hanya mencapai 6,5. Dari keempat komposisi perbandingan diatas, ada 3 komposisi perbandingan yang memiliki nilai derajat keasaman (pH) berada pada angka

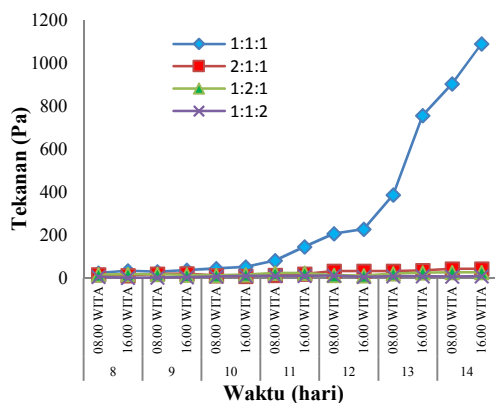
batas yang seharusnya, hal ini sesuai dengan literatur yang mengatakan bahwa derajat keasaman (pH) optimal berkisar antara 6,8-7,8 (Simamora dkk, 2006).



Gambar 3. Hubungan Antara Waktu Terhadap Derajat Keasaman (pH)

#### Hubungan Antara Waktu (hari) Terhadap Tekanan Gas

Berdasarkan hasil perhitungan tekanan gas yang diperoleh maka dapat dijelaskan seperti Gambar 4 berikut ini :



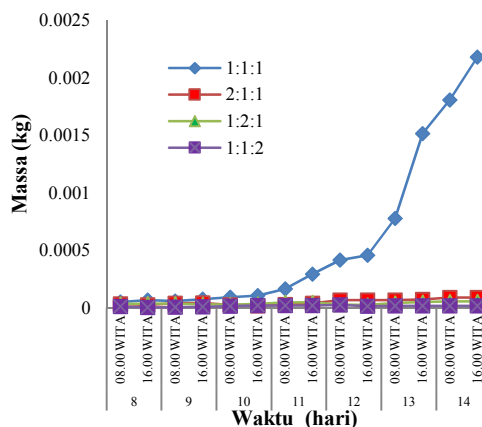
Gambar 4. Hubungan Antara Waktu (hari) Terhadap Tekanan Gas

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa tekanan yang paling optimal dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1, dimana tekanan tertinggi yaitu 1090,2108 Pa

pada hari ke-14. Sedangkan pada perbandingan komposisi campuran 2:1:1, 1:2:1 dan 1:1:2 masing-masing memperoleh tekanan yang tidak jauh berbeda yakni hanya memperoleh tekanan tertinggi yaitu 44,1098 Pa pada hari ke-14 dan 27,7095 Pa pada hari ke-13 dan 14, serta 8,673 Pa pada hari ke-14. Pada perbandingan komposisi campuran 1:1:2 gas cenderung menurun, hal ini disebabkan karena adanya kebocoran pada sambungn-sambungan digester.

#### Hubungan Antara Waktu (Hari) Terhadap Massa Gas

Untuk menentukan besarnya massa gas yang dihasilkan maka dilakukan pengamatan dan perhitungan tekanan gas karena data tekanan gas akan digunakan untuk menentukan massa gas yang dihasilkan. Gambar 5 menunjukkan bahwa massa gas pada perbandingan komposisi campuran 1:1:1 meningkat drastis mulai dari hari ke-8 jika dibandingkan dengan perbandingan komposisi campuran lainnya. Massa gas tertinggi dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 yaitu sebesar 0,002183203 kg pada hari ke-14. Sedangkan massa gas terendah dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:2 yaitu sebesar  $1,73681 \times 10^{-5}$  kg.



Gambar 5. Hubungan Antara Waktu (Hari) Terhadap Massa Gas

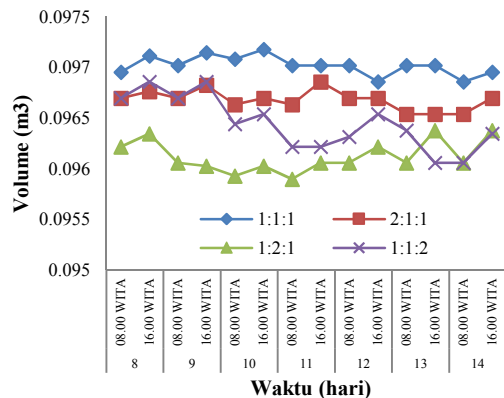
Pada perbandingan komposisi campuran 2:1:1, 1:2:1 dan 1:1:2, massa gas yang dihasilkan cenderung lebih kecil. Massa gas



sebanding dengan tekanan gas yang dihasilkan dimana jika tekanan gas meningkat maka massa gas akan meningkat pula.

#### Hubungan Antara Volume Gas Terhadap Waktu (hari)

Perhitungan volume gas yang diperoleh dapat dijelaskan seperti Gambar 6 berikut ini



Gambar 6. Hubungan Antara Waktu (hari) Terhadap Volume Gas

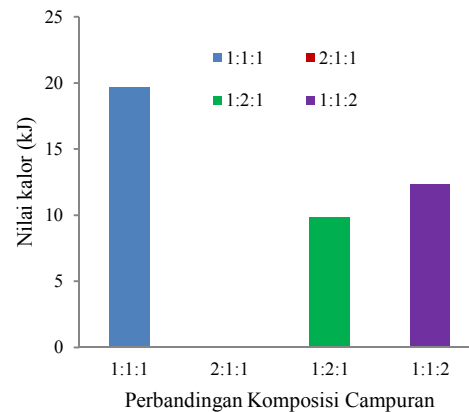
Dari Gambar 6, dapat disimpulkan bahwa perbandingan komposisi campuran bahan isian antara perut ikan, kangkung dan feses babi sangat mempengaruhi volume gas yang dihasilkan. Dimana volume gas yang dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 lebih besar dari perbandingan komposisi campuran 2:1:1, 1:2:1 dan 1:1:2 yaitu sebesar 0,096955014 m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa jika perut ikan, kangkung dan feses babi memiliki perbandingan yang setara maka kuantitas biogas akan optimal. Sebaliknya jika komposisi perbandingan bahan isian tidak setara maka akan meningkatkan kadar air didalam biogas yang mengakibatkan derajat keasaman (pH) terlalu tinggi atau terlalu rendah sehingga kuantitas biogas tidak optimal.

Seperti yang terjadi pada perbandingan komposisi campuran 1:2:1 dan 1:1:2, dimana pada kedua perbandingan komposisi campuran tersebut kuantitas biogas cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan perbandingan komposisi campuran 1:1:1 dan 2:1:1. Hal ini sesuai dengan literatur yang mengatakan bahwa

kandungan air sangat mempengaruhi laju derajat keasaman (pH) dan jika komposisi bahan isian cenderung memiliki kandungan air yang kurang atau berlebihan maka kadar derajat keasaman (pH) akan menurun sehingga dapat memperlambat produksi biogas (Mara dan Alit, 2011). Alkalinitas merupakan salah satu parameter penting dalam pemantauan kualitas limbah. Berbeda dengan kebasaaan yang mengukur konsentrasi ion hidrogen di dalam air, alkalinitas berhubungan dengan kemampuan larutan untuk menentralkan asam. Dengan kata lain alkalinitas menunjukkan sejauh apa limbah dapat menahan perubahan pH. Jika sewaktu-waktu terjadi influx asam, derajat keasaman (pH) limbah akan turun tiba-tiba dan menyebabkan kondisi yang tidak kondusif bagi mikroorganisme, sehingga menyebabkan proses produksi biogas terganggu.

#### Hubungan Antara Perbandingan Komposisi Campuran Terhadap Nilai Kalor

Dari hasil perhitungan nilai kalor yang diperoleh maka dapat dijelaskan seperti pada Gambar 7 berikut ini:



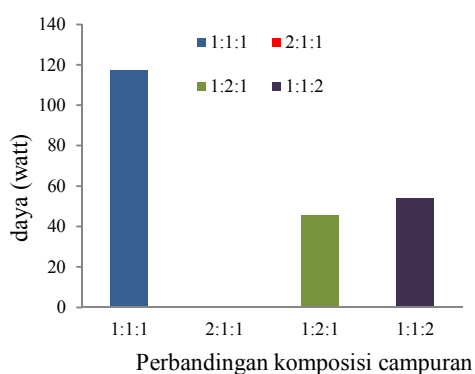
Gambar 7. Hubungan Antara Perbandingan Komposisi Campuran Terhadap Nilai Kalor

Berdasarkan Gambar 7, nilai kalor tertinggi dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 yaitu sebesar 19,68 kJ sedangkan nilai kalor terendah dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:2:1

yaitu sebesar 9,84 kJ. Pada perbandingan komposisi campuran 2:1:1 api tidak menyala, hal ini disebabkan oleh banyaknya kadar nitrogen dalam biogas yang ditandai dengan munculnya bau gas yang menyengat ketika dihirup. Pada perbandingan komposisi campuran 1:1:2 hanya memiliki nilai kalor sebesar 12,348 kJ. Rendahnya nilai kalor disebabkan oleh banyaknya kadar air didalam biogas karena apabila kadar air meningkat maka pertumbuhan bakteri akan terhambat sehingga gas metana ( $CH_4$ ) yang dihasilkan lebih sedikit.

#### Hubungan Antara Perbandingan Komposisi Campuran Terhadap Daya

Berdasarkan pada Gambar 8, daya tertinggi dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 yaitu sebesar 177,142857 watt sedangkan daya terendah dihasilkan dari perbandingan komposisi campuran 1:2:1 yaitu sebesar 45,76744186 watt. Pada perbandingan komposisi campuran 2:1:1, tidak ada daya yang dihasilkan karena daya hanya dapat dihasilkan jika memiliki nilai kalor. Adanya perbedaan daya yang dihasilkan menunjukkan bahwa perbandingan komposisi campuran berpengaruh terhadap kualitas biogas. Daya yang dihasilkan mengarah kepada faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran. Dalam hal ini, unsur-unsur yang terkandung dalam biogas tersebut mempunyai sifat mudah terbakar, sehingga menyebabkan adanya perbedaan daya yang dihasilkan.



Gambar 8. Hubungan Antara Perbandingan Komposisi Campuran Terhadap Daya

#### Warna nyala api



Gambar 9. Nyala Api Pada Perbandingan 1:1:1

Dari hasil uji pembakaran biogas, pada saat katup pengeluaran gas dibuka dan dikenakan dengan api maka langsung tersambar dengan api berwarna biru cerah seperti LPG. Jika dilihat dari warna nyala api dan lama waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air 0,5 kg dari 30°C sampai 34±1°C, kualitas paling optimal dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 (nyala api berwarna biru dan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air yaitu 165 detik), lihat Gambar 9. Sedangkan kualitas terendah dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:2:1 (nyala api berwarna biru kemerahan dan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air yaitu 215 detik). Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa jika ditinjau dari segi warna nyala api yang dihasilkan maka kualitas biogas dikatakan baik.

#### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang di peroleh maka ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Derajat keasaman (pH) yang paling stabil yaitu 7 hanya dihasilkan pada perbandingan komposisi campuran 1:1:1 dengan komposisi bahan isian antara perut ikan, kangkung dan feses babi mempunyai berat yang sama yaitu 2,37 kg.
- Kuantitas biogas yang paling optimal diperoleh pada perbandingan komposisi campuran 1:1:1 dalam hal ini, tekanan 1090,2108 Pa, massa 0,002183203 kg, dan volume 0,096955014

m<sup>3</sup>.  
- Kualitas terbaik dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 dimana nilai kalor yang dihasilkan sebesar 19,680 kJ dan daya sebesar 177,142 watt. Jika dilihat dari warna nyala api dan lama waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air 0,5 kg dari 30°C sampai 34±1°C, kualitas terbaik juga dihasilkan oleh perbandingan komposisi campuran 1:1:1 dengan nyala api berwarna biru cerah dan waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan air yaitu 165 detik.

#### SARAN

Pada pembuatan biogas skala rumah tangga sebaiknya menggunakan perbandingan komposisi campuran 1:1:1, dimana komposisi antara perut ikan, kangkung dan feses babi perbandingannya berimbang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chisti, Y., (2008), Biodiesel From Microalgae Beats Bioethanol. Trends Biotechnol. Volume (26):126–131.
- [2] Damanhuri, E., (1993), Pengaruh Perubahan Temperatur Terhadap Produksi Gas Metan Dari Sampah Dengan Kadar Materi Terbiodegradasi (Biodegradable) Tinggi, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 1 No. 2.
- [3] Erawati, T.,(2009), Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif, Tersedia di <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/biogas-sebagai-sumber-energi-alternatif>. Diakses pada [20 Oktober 2011]
- [4] Fachry, H. A Rasyidi., Rinenda., Gustiawan.,(2004), Penentuan nilai kalorifik yang dihasilkan dari proses pembentukan biogas, Jurnal Teknik Kimia Vol. 5 No.2.
- [5] Harahap, F.M., Apandi., S, Ginting., (1978), Teknologi Gas Bio. Pusat Teknologi Pembangunan. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [6] Harahap, V. I.,(2007), Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi Dengan Beberapa Jenis Limbah Pertanian Terhadap Biogas Yang Dihasilkan. Skripsi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- [7] Kurniawan, M., Izzati, M.,Nurchayati, Y.,(2010), Kandungan klorofil, karotenoid, dan vitamin c pada beberapa spesies tumbuhan akuatik. Buletin Anatomi dan Fisiologi xviii(1):28-40
- [8] Mara, I Made., Ida Bagus Alit, (2011), Analisa Kualitas dan Kuantitas Biogas Dari Kotoran Ternak. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 1 No 2
- [9] Meynell, P.J., (1976), Methane : Planing a Digester. Prism Press, Great Britain.
- [10] Natalia, M., Nugrahini, P., (2014). Pengolahan Sampah Organik (Sayur– Sayuran) Pasar Tugu Menjadi Biogas Dengan Menggunakan Starter Kotoran Sapi Dan Pengaruh Penambahan Urea Secara Anaerobik Pada Reaktor Batch.
- [11] Padang, Y.A., Nurcayati., Suhandi, (2011), Meningkatkan Kualitas Biogas Dengan Menambah Gula. Jurnal Teknik Rekayasa, Vol. 12 No. 1
- [12] Paimin, B. Farry., (1996), Alat Pembuat Biogas dari Batu Bata, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [13] Saragahi, Budiman., (2010), Analisis Potensi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik Dan Termal Pada Gedung Komersil di Daerah Perkotaan, Tesis Universitas Indonesia.
- [14] Setiawati, H., Andarina, I., Puspitasari, N., Betric, R. E.,(2014), Pembuatan Biogas Berbahan Dasar Limbah Kangkung. Tersedia di [http://Bolasains.blogspot.in/2014\\_06\\_01\\_archive.html](http://Bolasains.blogspot.in/2014_06_01_archive.html).

