PEMBUATAN BIOGAS DENGAN VARIASI STARTER RAGI DAN KOTORAN SAPI BERBAHAN BAKU SAMPAH ORGANIK

Rachmat Subagyo¹ Roni Wijaya²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Akhmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714
Telp. 0511-4772646, Fax 0511-4772646
E-mail: Roniw750@gmail.com ¹⁾

Abstract

This study aims to determine the composition of the right starter mixture to produce optimal biogas, knowing the temperature (in digester) at the time of fermentation, knowing the effect fungal growth on the levels of biogas. Processing organic waste in small pieces given water and starter, put in bottle and covered with balloon, last process fermentation 45 days. Then samples tested using Methane Measurement System, Carbondioxide, Humidity and Temperature. Then obtained mixture 10% starter cow dung and 90% organic waste CH₄ 35.79 ppm and CO₂ 1763.34 ppm, 20% cow dung and 80% organic waste CH₄ 12.12 ppm and CO₂ 740.55 ppm, 30% cow dung and 70% organic waste, CH₄ 14.08 ppm and CO₂ 858.87 ppm, yeast 10% and organic waste 90% CH₄ 9.78 ppm and CO₂ 860.98 ppm, 20% yeast and 80% organic waste CH₄ 166.08 ppm and CO₂ 1185.35 ppm and yeast mixture 30% and 70% CH₄ organic waste 16.66 ppm and CO₂ 927.39 ppm. The yeast mixture 20% and 80% organic waste produces most optimal CH₄ with temperature in digester at fermentation 30.11 °C with value 206.76 ppm while mixture 10% cow dung and 90% organic waste produces highest CO₂ at temperature 30.4 °C with value 2527.57 ppm.

Keywords: Organic trash, cow dung, yeast, biogas

I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini energi merupakan persoalan yang krusial diberbagai belahan dunia. Meningkatnya permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk, menipisnya sumber cadangan minyak serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil. Selain itu, peningkatan harga minyak dunia per barel juga menjadi alasan yang serius yang menimpa banyak negara di dunia salah satu nya Indonesia. Rahman (2005), salah satu alternatif untuk menangani masalah tersebut di atas adalah pemanfaatan sumber daya yang selama ini belum dikelola secara maksimum di Negara ini khususnya dibidang limbah pertanian. Ketersediaan limbah pertanian (biomassa) di Indonesia adalah suatu potensi sumber daya untuk memproduksi energi alternatif terbarukan salah satunya biogas (Sufyandi, 2001).

Biogas adalah salah satu jenis energi yang dapat dibuat dari banyak bahan buangan dan limbah sisa, semacam sampah, kotoran ternak, jerami, enceng gondok serta banyak bahan-bahan lainnya lagi. Segala jenis bahan yang dalam istilah kimia termasuk senyawa organik, yang merupakan sisa dan kotoran hewan maupun sisa tanaman, bisa dijadikan bahan biogas (Suriawiria dkk, 2002). Beberapa hal yang menarik dari teknologi biogas adalah kemampuannya untuk membentuk biogas

dari limbah organik yang jumlahnya berlimpah dan tersedia secara bebas. Variasi dari sifat-sifat biokimia menyebabkan produksi biogas juga bervariasi. Sejumlah bahan organik dapat digunakan bersama-sama dengan beberapa persyaratan produksi gas atau pertumbuhan normal bakteri metanogen sesuai. Beberapa sifat bahan organik tersebut mempunyai dampak/pengaruh yang nyata pada tingkat produksi biogas (Wahyuni, 2011).

Sampah organik yang ada di Indonesia merupakan yang terluas di dunia. Limbah dari sampah organik ini apabila tidak dikelola dengan baik akan merusak lingkungan, terutama daerah aliran sungai dan akan menyebabkan bau yang sangat menyengat. Sampah organik yang belum banyak dimanfaatkan sampai saat ini, sehingga banyak yang dibuang begitu saja sebagai limbah.

Selama ini sampah rumah tangga sulit diolah karena komposisinya banyak dan beragam, sampah rumah tangga terbagi dua yaitu sampah organik dan sampah anorganik, sampah anorganik pada umumnya di daur ulang sedangkan sampah organik sebagian bisa di daur ulang (plastik) sebagian lainnya dapat dijadikan pupuk organik dan bahan bakar. Dalam penelitian ini kami akan mencoba memanfaatkan sampah organik menjadi bahan bakar alternatif (biogas) sampah yang bisa dimanfaatkan adalah sayur-sayuran seperti wortel, kol, dan lain sebagainya. Hasil penelitian menyatakan bahwasannya berbagai jenis limbah dapat digunakan sebagai bahan baku biogas contohnya limbah perkebunan seperti kulit kakao (Lateng, 2010).

Limbah peternakan seperti kotoran sapi dan kotoran ayam dapat digunakan sebagai bahan baku biogas, kotoran sapi mengandung unsur N 26,2 kg/ton, P 4,5 kg/ton, dan K 13,0 kg/ton sedangkan kotoran ayam mengandung sisa pakan dan serat selulosa yang tidak dicerna, protein, karbohidrat, lemak dan senyawa organik lainnya. Protein pada kotoran ayam merupakan sumber nitrogen selain ada pula bentuk nitrogen inorganik lainnya (Foot *et al.*, 1976). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas jenis starter kotoran sapi dan ragi untuk menghasilkan biogas dari limbah sampah organik, mengetahui jumlah starter yang tepat untuk menghasilkan biogas dari limbah sampah organik dan mengetahui serta menganalisis waktu fermentasi optimum yang diperlukan untuk menghasilkan biogas.

Biogas adalah campuran gas-gas dari biomassa (bahan-bahan organik) termasuk diantaranya kotoran manusia dan hewan, limbah organik (rumah tangga), sampah *biodegradable* yang mudah terbakar dan dihasilkan dengan mendayagunakan bakteri melalui proses fermentasi bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen atau kedap udara (anaerob) (Harahap, 1980). Komponen biogas adalah metan sebesar $\pm 60\%$, karbondioksida $\pm 38\%$, dan $\pm 2\%$ N_2 , O_2 , H_2 , dan H_2S . Biogas dapat dibakar seperti elpiji dan dalam skala besar biogas dapat digunakan sebagai pembangkit energi listrik sehingga dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan (Said, 2006).

Biogas sebenarnya adalah gas metana (CH_4). Gas metana bersifat tidak berbau, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar (Dewanto, 2008) juga dalam pengapian berwarna biru (Simamora, 2004). Biogas mempunyai komposisi yang bervariasi tergantung asal proses anaerob yang terjadi (Simamora, 2004). Nilai kalori gas metana murni 8.900 kkal/m^3 , sedangkan nilai kalor biogas yang masih berupa

campuran gas-gas berkisar 5.000-6.513 kkal/m³. Dalam penelitian ini bahan-bahan yang digunakan adalah sampah organik

Kotoran sapi adalah substrat yang dianggap paling cocok sebagai sumber pembuat gas bio, karena substrat tersebut sudah mengandung bakteri penghasil gas metan yang terdapat di dalam perut hewan *ruminansia*. Keberadaan bakteri di dalam usus besar *ruminansia* tersebut membantu proses fermentasi, sehingga proses pembentukan gas bio dalam tangki pencernaan bisa dilakukan lebih cepat. Walaupun demikian, apabila kotoran tersebut ingin langsung diproses dalam tangki pencernaan, perlu dilakukan pembersihan terlebih dahulu. Menurut Dwi Irawan dalam jurnal nya menjelaskan karakteristik kotoran sapi adalah total padatan sebesar 3-6%, total padatan volatil (mudah menguap) 80-90%, total nitrogen 2-4%, selulosa 15-20%, lignin 5-10%, hemiselulosa 20-25%. Sedangkan untuk starter yang lain nya penulis menggunakan ragi.

Ragi ialah suatu macam tumbuh-tumbuhan bersel satu yang mana tergolong kedalam keluarga cendawan. Ragi (*yeast*) merupakan fungi yang tidak mempunyai kemampuan membentuk miselium dan pada tahap tertentu di dalam siklus kehidupannya berbentuk sel-sel tunggal yang bereproduksi dengan buah (*budding*) atau pemecahan (*fission*). Banyak di antara ragi yang berasal dari mikroba jenis *Saccharomyces Cerevisiae*. Ragi adalah suatu bahan yang dapat memproduksi gas karbondioksida (CO₂). Setelah mengetahui penjelasan tentang bahan baku dan starter yang digunakan, selanjutnya akan dibahas tentang perombakan anaerob pada penelitian ini.

Pada saat proses perombakan anaerob terjadi perombakan bahan organik menjadi senyawa dengan berat molekul rendah (gas metana, asam organik, asam asetat, asam propionat, asam butirat, dan asam laktat). Pemanfaatan limbah cair industri tahu dengan penerapan teknologi bersih lewat pengembangan proses perombakan anaerob substrat hasil perombakan bakteri metanogen. Perombakan anaerob adalah proses sederhana, secaranteknologi membutuhkan energi rendah guna mengubah bahan organik dari berbagai jenis air limbah, buangan padat dan biomasa menjadi metana. Tahap-tahap pembuatan biogas dari limbah organik akan dijelaskan sebagai berikut:
(Maramba, 1978).

Pada tahap hidrolisis, mikrobial hidrolitik mendegradasi senyawa organik kompleks yang berupa polimer menjadi monomernya yang berupa senyawa yang tidak larut dengan berat molekul yang lebih rendah. *Lipid* berubah menjadi asam lemak rantai panjang dan *gliserin*, *polisakarida* menjadi gula (*mono* dan *disakarida*), protein menjadi asam amino, dan asam nukleat menjadi purin dan pirimidin. Proses hidrolisis membutuhkan mediasi exoenzim yang diekskresi oleh bakteri fermentatif. Hidrolisis molekul kompleks dikatalisasi oleh enzim ekstraseluler seperti *selulase*, *protease*, dan *lipase*. Walaupun demikian, proses penguraian anaerob begitu lambat dan sangat terbatas dalam menguraikan limbah selulotik yang mengandung *lignin*.

Monomer-monomer hasil hidrolisis selanjutnya dirubah menjadi senyawasenyawa organik sederhana diantaranya asam lemak volatil, alkohol, asam laktat, senyawa-senyawa mineral diantaranya karbondioksida, hidrogen, amoniak, dan gas hidrogen sulfida. Tahap ini dikerjakan oleh berbagai kelompok bakteri, yang mayoritas adalah bakteri obligat anaerob dan sebagian dari bakteri anaerob fakultatif.

Hasil asidogenesis diubah menjadi hasil akhir untuk produksi metana yang berupa asam asetat, hidrogen, dan karbondioksida. Pembentukan asam asetat biasanya disertai dengan pembentukan gas karbondioksida atau hidrogen, ini bergantung pada kondisi oksidasi dari bahan organik aslinya.

Pada tahapan metanogenesis terbentuklah metana dan karbondioksida. Metana dihasilkan dari asetat atau reaksi reduksi karbondioksida oleh bakteri *asetotropik* dan *hidrogenotropik* yaitu dengan menggunakan hidrogen.

Reaksi kimia pembentukan metana dari asam asetat dan reduksi CO₂ bisa dilihat pada persamaan reaksi sebagai berikut: Asetotropik metanogenesis:

Hidrogenotropik metanogenesis:

Tiga tahapan di atas disebut sebagai fermentasi asam dan untuk tahap keempat disebut fermentasi metanogenesis. Berbagai studi tentang digesti anaerob pada berbagai ekosistem menunjukkan bahwa 70 % atau lebih metana yang terbentuk diperoleh dari asetat (pers.1.1). Asetat merupakan intermediet kunci seluruh fermentasi pada berbagai ekosistem tersebut. Hanya sekitar 30 % bahanbahan organik yang dikonversi menjadi metana melewati jalur *hidrogenotropik* dari reduksi CO₂ menggunakan H₂ (pers.1.2).(Maramba, 1978).

II. METODE PENELITIAN

2a. Alat Dan Bahan Penelitian

Botol, balon, pisau kecil, timbangan, karet gelang, kayu pengaduk.

Sampah organik yang dipakai merupakan sampah pasar yang di peroleh dari pasar tradisional Banjarbaru, sedangkan kotoran sapi yang dipakai merupakan kotoran sapi yang sudah dipakai sebelumnya pada pembuatan biogas di daerah Tambang Ulang, Bati-bati dan untuk ragi nya adalah (*Saccharomeyces Cereviseae*) fermipan.

2b. Pengolahan Bahan

Menyiapkan limbah organik kemudian limbah organik dicacah kecil-kecil, sampah organik yang sudah dicacah kecil-kecil kemudian dicampur dengan air dipenampung sementara kemudian ditambahkan starter sebanyak 10%, 20% dan 30%.

Untuk variabel penelitian di sajikan berikut ini:

Table 2 variabel penelitian

No.	Jumlah Limbah Sampah organik (gram)	Jumlah Perbandingan			Lama Waktu (hari)	Kadar Biogas
		Air (gram)	Ragi (gram)	Kotoran sapi (gram)		
1.	180	±200	20	20	45	A
2.	160	±200	40	40	45	B
3.	140	±200	60	60	45	C

2c. Proses Fermentasi

Siapkan botol untuk fermentasi campuran sampah organik, air dan starter kemudian dimasukkan kedalam botol kemudian ditutup rapat dengan balon dan di ikat dengan karet gelang, setelahnya diam sampel tersebut selama 45 hari.

Untuk memudahkan pengolahan data penelitian ini, maka variabel diberikan symbol sebagai berikut:

Sampel 1: campuran 90% sampah organik dan 10% starter kotoran sapi

Sampel 2: campuran 80% sampah organik dan 20% starter kotoran sapi

Sampel 3: campuran 70% sampah organik dan 30% starter kotoran sapi

Sampel 4: campuran 90% sampah organik dan 10% starter ragi

Sampel 5: campuran 80% sampah organik dan 20% starter ragi

Sampel 6: campuran 70% sampah organik dan 30% starter ragi

2d. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1

Gambar 1 . Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari proses fermentasi kemudian di uji untuk mengetahui kadar CH_4 dan CO_2 pada biogas menggunakan alat Sistem Pengukuran Metana (CH_4), Karbondioksida (CO_2), Kelembaban dan Temperature di Lab Instrumentasi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat sehingga didapat hasil sebagai berikut:

No.	Jumlah Bahan (gram)	Komposisi Bahan			Air (gram)	CH_4 (ppm)	CO_2 (ppm)
		Kotoran Sapi (gram)	Ragi (gram)	Sampah Organik (gram)			
1.	200	20	0	180	200	37.3	1903.07
	200	0	20	180	200	10.5	892.65
2.	200	40	0	160	200	11.99	741.34
	200	0	40	160	200	171.20	131.7
3.	200	60	0	140	200	13.40	854.33
	200	0	60	140	200	16.7	928.85

Gambar 2

3a. Grafik Hasil Pengujian CH_4 pada Semua Sampel

Gambar 3 Grafik CH_4 hasil pengujian pada semua sampel

Pada grafik di atas dapat di lihat bahwa kadar biogas untuk CH_4 rata-rata memiliki kadar yang cukup rendah, pada sampel 1 (ungu) kadar CH_4 masih mengalami kenaikan pada detik-detik awal itu di sebabkan karena sampel yang di hembus kan pada *chamber* (penampung) masih merambat ke segala arah untuk mengisi ruangruang pada *chamber* tersebut. Baru lah CH_4 atau metana kadar tertinggi nya di capai pada detik ke 330 yaitu sebesar 48,68 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan yang tidak terlalu besar hingga pada akhir pengujian yaitu 40,22 (ppm). Untuk sampel 2 (orange) kadar CH_4 pada detik-detik awal tidak mengalami kenaikan yang besar sampai dengan akhir pengambilan data, nilai nya cenderung konstan selama pengambilan data tersebut, hingga pada detik ke 341 titik tertinggi di capai pada nilai 14,83 (pm) dan seterusnya mengalami penurunan sedikit demi sedikit hingga pada akhir penelitian berada pada titik 12,57 (ppm). Pada sampel 3 (merah) untuk kadar CH_4 atau metana pada detik awal-awal mengalami keadaan yang cukup konstan hampir sama seperti sampel sebelum nya, pada

sampel ini titik tertinggi di capai pada detik ke 187 yaitu 30,31 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan namun tidak begitu besar hingga akhir pengambilan data mencapai 11,46 (ppm).

Pada sampel 4 (hitam) untuk kadar CH_4 atau metana di awal-awal pengambilan data tidak mengalami kenaikan kadar metana atau cenderung konstan hingga pada detik ke 394 mengalami kenaikan dan mencapai titik tertinggi pada 12,57 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan yang tidak begitu besar hingga akhir pengambilan data yaitu 12,01 (ppm). Sedangkan pada sampel 5 (biru tua) mengalami perbedaan dengan sampel yang lain nya, sampel ini merupakan sampel dengan potensi biogas dengan kadar CH_4 atau metana paling baik dari sampel yang lain di karena kan jamur tumbuh dengan baik dan pada pengambilan kadar CH_4 atau metana meningkat seiring waktu dan mencapai titik tertinggi pada detik ke 267 dengan nilai 206,76 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan yang tidak begitu besar hingga pada akhir pengambilan data mencapai 199,87 (ppm). Dan untuk sampel 6 (hijau) pengambilan data pada sampel ini kadar CH_4 atau metana cenderung konstan tidak mengalami kenaikan yang besar di awal-awal pengambilan data hingga pada detik ke 179 mencapai titik tertinggi yaitu 18,39 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan yang tidak begitu besar hingga pada akhir pengambilan data mencapai nilai 17,18 (ppm).

3b. Grafik Hasil Pengujian CO_2 pada Semua Sampel

Gambar 4 Grafik CO_2 hasil pengujian pada semua sampel

Pada grafik di atas dapat di lihat bahwa kadar biogas untuk CO_2 rata-rata memiliki kadar yang cukup tinggi. Pada sampel 1 (ungu) terlihat bahwa kadar biogas yang tercatat pada hasil pengujian menunjukkan peningkatan CO_2 seiring waktu, itu di sebabkan sampel yang di hembuskan pada *chamber* (penampungan) masih mengisi ruang-ruang pada *chamber* barulah pada detik ke 162 di dapatkan kadar CO_2 yang cukup tinggi yaitu 2428,45 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan, selanjutnya mengalami kenaikan kembali dan pada detik ke 502 mengalami kadar tertinggi yaitu sebesar 2527,57 (ppm). Pada sampel 2 (orange) terlihat bahwa kadar biogas yang tercatat berada pada titik yang cukup tinggi di detik-detik awal yaitu 792,96 dan seterusnya mengalami penurunan yang cukup signifikan sampai berada

pada titik paling rendah yaitu 693,84 (ppm) dan seterusnya mengalami beberapa kali peningkatan dan penurunan kadar CO_2 , titik tertinggi pada sampel ini berada pada 792,96 (ppm). Untuk sampel 3 (merah) dapat di lihat bahwa kadar CO_2 yang tercatat di detik-detik awal sudah mengalami peningkatan namun juga mengalami penurunan dan pada detik ke 384 mencapai titik tertinggi yaitu 941,64 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan hingga mencapai titik terendah dengan nilai 743,4 (ppm).

Pada sampel 4 (hitam) dapat di lihat bahwa kadar biogas yang tercatat tidak mengalami peningkatan yang begitu signifikan di detik-detik awal penyebab nya adalah sampel yang di hembuskan ke *chamber* masih mengisi ruang-ruang pada *chamber* dan setelah nya pada detik ke 377 CO_2 mengalami peningkatan yaitu 1040,76 (ppm) lalu mengalami penurunan yang cukup signifikan, barulah pada detik ke 673 mencapai titik tertinggi yaitu 1139,88 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan yang tidak begitu besar hingga akhir pengambilan data mencapai nilai 1040,76 (ppm). Sedangkan pada sampel 5 (biru tua) dapat di lihat bahwa kadar CO_2 meningkat seiring waktu dan pada detik ke 290 mengalami peningkatan kadar CO_2 yaitu 1585,92 (ppm) selanjut nya mengalami penurunan cukup signifikan dan baru lah pada detik ke 502 mencapai titik paling tinggi yaitu 1833,72 (ppm) dan seterusnya mengalami sedikit penurunan hingga akhir pengambilan data mengalami peningkatan nilai yang sama dengan titik tertinggi yaitu 1833,72 (ppm). Dan untuk sampel 6 (hijau) dapat di lihat bahwa kadar CO_2 yang tercatat pada detik-detik awal tidak mengalami peningkatan yang besar, baru lah pada detik ke 234 kadar CO_2 meningkat pada nilai 1090,32 (ppm) dan pada detik ke 350 mencapai titik tertinggi yaitu 1635,48 (ppm) dan seterusnya mengalami penurunan yang cukup besar hingga pada titik 743,4 (ppm).

3c. Perbandingan CH_4 Pada Semua Sampel Berdasarkan Pengambilan Data Dengan Waktu Yang Sama

Gambar 5 Diagram Perbandingan CH_4 Pada Semua Sampel Berdasarkan Pengambilan Data Dengan Waktu Yang Sama (400 detik)

Pada diagram di atas dapat dilihat bahwa kandungan CH_4 rata-rata tidak begitu tinggi, tetapi campuran 80% sampah organik dan penambahan 20% starter ragi memiliki potensi kadar biogas yang paling baik di antara sampel yang lain yaitu dengan rata-rata 166,08 ppm ini sejalan dengan penelitian (Widyastuti, I.betanursanti, 2011) yang menyatakan bahwa produksi biogas tertinggi di peroleh pada campuran 80% *loading rate* dan 10% umpan. Dan untuk sampel dengan hasil terendah yaitu pada sampel dengan campuran 90% sampah organik dan 10% starter ragi yaitu 9,78 ppm. Untuk temperature di dalam biodigester pada saat fermentasi yang di dapatkan pada penelitian ini nilai optimum terdapatkan pada sampel dengan campuran 80% sampah organik dan 20% starter ragi dengan nilai temperatur 30,11°C sedangkan nilai minimum temperatur terdapat pada sampel dengan campuran 90% sampah organik dan 10% starter ragi yaitu 29,7°C.

3d. Perbandingan CO_2 Pada Semua Sampel Berdasarkan Pengambilan Data Dengan Waktu Yang Sama

Gambar 6 Diagram Perbandingan CO_2 Pada Semua Sampel Berdasarkan Pengambilan Data Dengan Waktu Yang Sama (400 detik)

Pada diagram di atas dapat di lihat bahwa kandungan CO_2 rata-rata begitu tinggi berbanding terbalik dengan kadar CH_4 yang rata-rata memiliki kandungan kadar CH_4 yang rendah. Pada diagram di atas terlihat pada campuran 90% sampah organik dan 10% penambahan starter kotoran sapi mempunyai kandungan kadar CO_2 paling tinggi. Ini disebabkan penambahan starter 10% kotoran sapi belum mampu menyeimbangi kandungan asam yang terkandung dalam limbah sampah organik, hal ini menyebabkan produksi biogas serta gas metan yang di dihasilkan kurang optimal dan menghasilkan CO_2 yang begitu tinggi.

3e. Pertumbuhan jamur pada proses fermentasi

Proses fermentasi tergantung pada pertumbuhan jamur. Jamur inilah yang nanti nya akan di uraikan oleh bakteri non metanogen dan metanogen menjadi bakteri penghasil biogas. Salah satu yang sangat menentukan dalam proses pembentukan biogas yaitu ada nya peran serta bakteri, perubahan materi organik menjadi biogas ini merupakan hasil kerja macam-macam bakteri.(Bergey, 1994).

- A. Pertumbuhan jamur pada waktu fermentasi campuran 90% sampah organik dan 10% starter.

Gambar 7 Pertumbuhan jamur fermentasi 90% sampah organik dan 10% starter (A) starter kotoran sapi, (B) starter ragi.

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan jamur tidak terlalu subur di karena kan subsrat yang berasal tumbuhan seperti limbah pertanian banyak mengandung *lignin*, *selulosa* serta *hemiselulosa* yang sulit di degradasi oleh bakteri sehingga memerlukan waktu yang lebih lama untuk di konversi menjadi biogas. Sedangkan penambahan starter 10% kotoran sapi gambar 4.5 (A) dan juga ragi gambar 4.5 (B) belum mampu menyeimbangi kandungan asam yang terkandung dalam limbah sampah organik, hal ini menyebabkan produksi biogas serta gas metan yang di dihasilkan kurang optimal.

- B. Pertumbuhan jamur pada waktu fermentasi campuran 80% sampah organik dan 20% starter.

Gambar 8 Pertumbuhan jamur fermentasi 80% sampah organik dan 20% starter (A) kotoran sapi (B) ragi

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan jamur pada gambar 4.6 (A) ditandai dengan lingkaran (orange) tidak begitu subur di karenakan penambahan 20% starter kotoran sapi belum bisa menyeimbangi kadungan asam yang terkandung dalam limbah sampah organik sehingga menyebabkan produksi biogas serta gas metan yang di hasilkan kurang optimal. Tetapi berbeda dengan penambahan 20% starter ragi pada gambar 4.6 (B) ditandai dengan lingkaran (kuning) terlihat pada gambar di atas jamur yang tumbuh cukup banyak sehingga bakteri penghasil biogas dapat bekerja dengan lebih baik dan menghasilkan kadar biogas serta gas metan yang lebih banyak dari sampel yang lain, ini sejalan dengan penelitian (Widyastuti, I.betanursanti, 2011) yang menyatakan bahwa produksi biogas tertinggi di peroleh pada campuran 80% *loading rate* dan 10% umpan.

- C. Pertumbuhan jamur pada waktu fermentasi pada campuran 70% sampah organik dan 30% starter.

Gambar 9 Pertumbuhan jamur fermentasi 70% sampah organik dan 30% starter (A) kotoran sapi, (B) ragi

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan jamur pada gambar 4.7 (A) ditandai dengan lingkaran (orange) tidak begitu optimal walaupun dengan penambahan 30% starter kotoran sapi itu di sebabkan karena semakin lama waktu fermentasi juga berdampak kurang baik dalam fermentasi di mana nutrisi yang ada dalam digester semakin menipis sehingga kerja bakteri dapat terhambat yang berdampak pada produksi gas metan yang rendah. Begitu juga dengan penambahan 30% starter ragi pada gambar 4.7 (B) ditandai dengan lingkaran (kuning) terlihat sedikit lebih banyak jamur yang tumbuh di bandingkan pada gambar 4.7 (A) ditandai dengan lingkaran (orange) namun di akhir pengujian biogas yang di hasilkan juga sangat sedikit, ini di sebabkan pada fase berikutnya bakteri sudah mulai kekurangan nutrisi di mana jumlah bakteri yang tumbuh sama banyak nya dengan bakteri yang mati sehingga biogas yang di hasilkan cenderung konstan (tetap). Ini sejalan dengan penelitian (Agustina, 2011) yang menjelaskan bahwasannya pertumbuhan bakteri metanogenesis di awal proses masih mengalami masa penyesuaian dengan keadaan di dalam bahan baku yang akan di uraikan menjadi biomassa, berikutnya bakteri mengalami proses pertumbuhan yang begitu cepat sehingga akan di hasilkan produksi biogas. Fase berikutnya bakteri mulai kekurangan nutrisi di mana jumlah bakteri yang tumbuh sama banyak nya dengan bakteri yang mati

sehingga biogas yang di hasilkan cenderung konstan (tetap). Berikutnya bakteri sudah mulai mati sehingga produksi biogas sudah mulai menurun.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pada penelitian ini maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Untuk jumlah campuran starter yang menghasilkan biogas dengan kadar paling tinggi adalah 80% sampah organik dan 20% starter ragi.
- b. Campuran ragi 20% dan limbah organik 80% menghasilkan CH_4 yang paling optimum dengan temperatur di dalam digester pada saat fermentasi yaitu $30,11^\circ\text{C}$ dengan nilai 206,76 ppm sedangkan pada campuran 10% starter kotoran sapi dan 90% limbah organik menghasilkan kadar CO_2 paling tinggi yaitu pada temperatur $30,4^\circ\text{C}$ dengan nilai 2527,57 ppm.
- c. Untuk pertumbuhan jamur yang paling optimal adalah pada campuran 80% sampah organik dan 20% starter ragi dimana jamur yang tumbuh cukup subur sehingga menghasilkan biogas yang lebih banyak dengan nilai rata-rata CH_4 166,08 ppm dan CO_2 1185,35 ppm. Selanjutnya untuk campuran 90% sampah organik dan 10% starter kotoran sapi jamur yang dihasilkan lebih sedikit dan menghasilkan kadar CH_4 dengan rata-rata 35,79 ppm dan CO_2 dengan rata-rata 1763,34ppm. Pada campuran 70% sampah organik dan 30% starter ragi jamur yang tumbuh kurang subur dibandingkan sampel sebelumnya sehingga kadar biogas yang dihasilkan pun sedikit yaitu dengan nilai rata-rata CH_4 16,66 ppm dan CO_2 927,29 ppm. Pada campuran 70% sampah organik dan 30% starter kotoran sapi jamur yang tumbuh lebih sedikit dibandingkan sampel sebelumnya sehingga menghasilkan kadar biogas yang sedikit pula yaitu dengan nilai rata-rata CH_4 14,08 ppm dan CO_2 858,87 ppm. Pada campuran 80% sampah organik dan 20% starter kotoran sapi pertumbuhan jamur tidak terlalu subur sehingga kadar biogas yang dihasilkan pun sedikit dengan nilai rata-rata CH_4 12,12 ppm dan CO_2 740,55 ppm. Dan pada campuran 90% sampah organik dan 10% starter ragi jamur yang tumbuh lebih sedikit dibandingkan sampel yang lain dan menghasilkan kadar biogas yang sedikit juga yaitu dengan nilai rata-rata CH_4 9,78 ppm dan CO_2 860,98 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Irawan, Dkk. 2016. Pengaruh EM4 (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro.
- Foot, A.s.,S.Banes, Ja.C.G. Oge, J.C. Howkins, V.C. Nielsen, And Jr.O Callaghan. 1976. Studies On Farm Livestock Waste. I" Ed. Agriculture Research Council, England.
- Lateng N. 2010. Pengaruh Jumlah Biostarter Dan Waktu Fermentasi Pada Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas. Tesis. Program Pascasarjana. UNHAS, Makassar.
- Maramba, Felix D., Sr. 1978. Biogas And Waste Recycling: The Philippine Experience. Philippine: Metro Manila Maya Farms Division-Liberty Flour Mills.

- Rahman B. 2005. Biogas Sebagai Sumber Energy Alternative, (<http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1123717100>).
- Said D. dkk. 2006. Biogas Skala Rumah Tangga. Program Bio Energi Pedesaan (BEP). Ditjen PPHP Deptan Jakarta.
- Simamora S. 2004. Makalah Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Yang Berkualitas Dalam Rangka Pengembangan Pertanian Terpadu Yang Berwawasan Lingkungan, Kerja Sama IPB Dan Earth University. IPB Press. Bogor.
- Sufyandi A. 2001. Informasi Teknologi Tepat Guna Untuk Pedesaan Biogas, Bandung Suriawiria dan Unus H. 2002. Menuai Biogas Dari Limbah, (<Http://Www.PikiranRakyat.Com/Squirrelmail>).
- Wahyuni S. 2011. Panduan Praktis Biogas, Penebar Swadaya, Jakarta timur.