

## Pengaruh Jenis Starter Terhadap Produktivitas dan Nilai Kalor Biogas Sampah Organik

Ahmad Okhtri S.<sup>1</sup>, Mafruddin<sup>2\*</sup>, Sulis Dri H.<sup>3</sup>, Muhamad Riduan<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro  
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro  
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

\*Corresponding author: [mafruddinmn@gmail.com](mailto:mafruddinmn@gmail.com)

### Abstract

*Biogas is one of the renewable energy sources that is environmentally friendly for humans. Organic materials that can be used as raw materials for biogas include organic waste and cow dung. There are several factors that affect biogas productivity, one of which is the type of starter. The purpose of the study was to determine the effect of starter type on productivity, flame color, and calorific value of biogas. The research method used in this research is the experimental method by making biogas and testing the productivity, flame color and heating value of biogas. Tests were carried out by adding 4.5 kg of EM4 starter and yeast to a mixture of 22.75 kg of vegetable waste, 22.75 kg of cow dung and 50 kg of water with a digester capacity of 200 kg and a fermentation process duration of 28 days. From the results of manufacturing and testing, it can be concluded that the type of starter affects the productivity of biogas. The highest productivity is obtained in the addition of EM4 which is 0.00894 m<sup>3</sup>/kg and for yeast which is 0.00891 m<sup>3</sup>/kg. The best percentage of flame color is obtained in the EM4 starter variation with 33.12% red color and 66.88% blue color, and in yeast which is 36.16% red color and 63.84% blue color. The largest calorific value was produced by the EM4 starter variation with 5731.40 kJ/kg compared to the yeast variation of 5188.43 kJ/kg.*

**Keywords:** Starter Type, Vegetable Waste, Productivity, Flame Color, Calorific Value Of Biogas.

### Abstrak

Biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan bagi manusia. Bahan organik yang dapat digunakan sebagai bahan baku biogas diantaranya yaitu sampah organik dan kotoran sapi. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas biogas salah satunya yaitu jenis starter. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh jenis starter terhadap produktivitas, warna nyala api, dan nilai kalor biogas. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental dengan melakukan pembuatan biogas dan pengujian terhadap produktivitas, warna nyala api dan nilai kalor biogas. Pengujian dilakukan dengan penambahan 4,5 kg starter EM4 dan ragi pada campuran 22,75 kg sampah sayuran, 22,75 kg kotoran sapi dan 50 kg air dengan kapasitas digester 200 kg dan lama proses fermentasi selama 28 hari. Dari hasil pembuatan dan pengujian dapat disimpulkan bahwa jenis starter berpengaruh terhadap produktivitas biogas. Produktivitas tertinggi diperoleh pada penambahan EM4 yaitu 0,00894 m<sup>3</sup>/kg dan untuk ragi yaitu 0,00891 m<sup>3</sup>/kg. Persentase warna nyala api terbaik didapat pada variasi starter EM4 dengan 33,12% warna merah dan 66,88% warna biru, dan pada ragi yaitu 36,16% warna merah dan 63,84% warna biru. Nilai kalor terbesar dihasilkan oleh variasi starter EM4 dengan 5731,40 kJ/kg dibandingkan variasi ragi sebesar 5188,43 kJ/kg.

**Kata kunci:** Jenis Starter, Sampah Sayuran, Produktivitas, Nyala Api, Nilai Kalor Biogas.

### 1. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu unsur yang paling berperan dalam kehidupan manusia saat ini, bertambahnya jumlah penduduk maka akan diikuti juga dengan dengan meningkatnya konsumsi energi. Saat ini energi masih menggunakan energi fosil atau energi yang tak terbarukan seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Energi tak terbarukan terancam akan habis seiring berjalannya waktu. Selain itu, hasil

penggunaan energi yang tak terbarukan akan berdampak negatif karena mencemari lingkungan. Untuk itu perlu dikembangkan energi alternatif yang ramah lingkungan dan juga dapat diperbaharui.

Biogas adalah salah satu energi terbarukan yang memiliki potensi cukup baik karena sumber bahan baku asalnya mudah diperoleh. Biogas dihasilkan dari proses fermentasi limbah organik berupa kotoran ternak dan berbagai jenis sampah organik dengan memanfaatkan bakteri

metanogenik pada situasi tanpa oksigen atau anaerob. Biogas merupakan salah satu jenis energi alternatif yang memiliki keunggulan yaitu mudah diproduksi karena bahan bakunya mudah ditemui dan proses pengolahannya yang tidak terlalu sulit, sehingga masyarakat bisa membuat sendiri biogas baik itu dalam skala besar atau kecil. Biogas yang telah dihasilkan dari limbah bisa digunakan untuk berbagai keperluan diantaranya yaitu memasak, penerangan dan sebagai bahan bakar motor [1]. Biogas adalah gas campuran hasil dari produksi senyawa organik dalam biomassa yang mengalami penguraian yang disebabkan oleh bakteri metanogenik pada kondisi anaerob. Umumnya biogas terdiri dari campuran 50-70% gas metana [CH<sub>4</sub>], 30-40% gas karbondioksida [CO<sub>2</sub>], 5-10% gas hidrogen [H<sub>2</sub>] dan sisanya gas lain. Biogas 20% lebih ringan daripada udara dan memiliki nilai kalor pembakaran antara 4800-6200 kkal/m<sup>3</sup>. Nilai tersebut tergolong lebih rendah dari pembakaran gas metana murni di mana pada pembakaran gas metana murni menghasilkan 8900 kkal/m<sup>3</sup>.

Penduduk didaerah perkotaan umumnya dalam kehidupan sehari-hari menjadikan pasar sebagai tempat utama untuk mencari bahan makanan pokok. Dari proses produksi dan konsumsi dari pasar tersebut umumnya menghasilkan limbah organik yang cukup banyak. Limbah tersebut didominasi oleh sampah sayuran, dan beberapa jenis sampah buah-buahan yang dapat mencemari tanah dan udara. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh sampah tersebut yaitu dengan mengolah sampah organik tersebut menjadi biogas.

Di Kota Metro Lampung, terdapat banyak pasar yang menghasilkan limbah sampah organik berupa limbah sayuran, dimana hal ini menjadi penyebab tercemarnya daerah kota akibat sampah yang ditimbun dalam waktu yang lama. Hal ini tentu menjadi problematika masyarakat Kota Metro akibat tercemarnya udara akibat bau yang ditimbulkan. Namun di sisi lain hal ini memungkinkan potensi sampah tersebut dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif seperti biogas. Laju produksi sampah dipengaruhi oleh pertumbuhan sosial-ekonomi, tingkat industrialisasi dan iklim [2].

Sampah sayuran merupakan limbah yang dihasilkan setiap hari dalam jumlah besar. Limbah sampah sayuran yang sebagian besar berasal dari pasar tradisional seringkali terbuang begitu saja ataupun sebatas dijadikan pakan ternak. Sampah sayuran sesungguhnya merupakan limbah organik yang berpotensi untuk diolah menjadi biogas [3].

Proses pembuatan biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah temperatur dalam digester, bahan baku yang digunakan, pengadukan, serta jenis starter yang digunakan [4]. Secara garis besar, reaksi kimia proses dekomposisi anaerobik pembentukan biogas dengan hasil utamanya adalah gas metana dapat dibagi menjadi tiga tahap proses yaitu tahap hidrolisis, tahap pengasaman dan pembentukan gas metana [5].

Starter merupakan bahan tambahan yang digunakan pada tahap awal proses fermentasi. Starter merupakan mikroba yang ditumbuhkan didalam substrat atau media untuk tujuan proses tertentu [6]. Starter biasanya berupa produk bakteri pengurai hasil modifikasi yang telah ditambahkan nutrisi yang berfungsi untuk menguraikan bahan organik [7]. Ada beberapa jenis-jenis starter diantaranya yaitu kotoran sapi, EM4, Envirosolve, Biodekstran dan ragi.

Mikroorganisme dari jenis EM4 dapat mempercepat biokonversi sampah organik pasar menjadi biogas. Kondisi biokonversi optimum dihasilkan pada penambahan EM4 9% dengan hasil biogas sebesar 328,17 ml. Pada kondisi tersebut komposisi biogas terdiri atas gas metana 61,97% dan gas karbon dioksida 36,04% [8].

Perkembangan probiotik di Indonesia belum pesat, namun sudah mulai dikembangkan dan salah satu probiotik yang telah mampu diproduksi dalam negeri berupa media kultur berbentuk cairan yang dapat disimpan lama adalah EM4 (*Effective Microorganisms-4*). EM4 mengandung 90% bakteri *Lactobacillus* sp. (bakteri penghasil asam laktat) pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp, jamur pengurai selulosa dan ragi [9].

Pada penelitian yang dilakukan Aria Wicaksono, dkk. 2019 diketahui bahwa

penggunaan jenis starter EM4 pada pembuatan biogas berbahan baku kotoran sapi dengan variasi jumlah starter 9% dari bahan baku sampah organik menghasilkan hasil gas yang lebih banyak dibandingkan dengan variasi 8% [10].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Rachmat Subagyo dan Roni Wijaya, 2017 pembuatan biogas dengan variasi starter ragi dan kotoran sapi berbahan baku sampah organik didapat hasil bahwa biogas paling banyak dihasilkan dengan 80% sampah organik dan 20% starter ragi, sedangkan untuk campuran kotoran sapi dan sampah organik paling banyak menghasilkan biogas dengan campuran 10% starter kotoran sapi dan 90% limbah organik [11].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Delvis Agusman, dkk. 2017 pembuatan biogas dengan bahan baku limbah buah dengan variasi penambahan ragi dan tanpa penambahan ragi, didapat hasil yaitu, pengujian pertama gas *analyzer* yang menggunakan ragi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) 65,7% dan gas metan (CH<sub>4</sub>) 7,2%, sedangkan pada pengujian kedua yang tidak menggunakan ragi hasil dari karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) 76,3 % dan gas metan (CH<sub>4</sub>) 9,9%. Kandungan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang terlalu tinggi mengakibatkan gas buang yang dihasilkan dari proses fermentasi buah-buahan tidak dapat melakukan proses pembakaran [4].

Pada penelitian yang dilakukan Denta Sanjaya dkk. 2015 pengujian produktivitas biogas dari campuran kotoran sapi dan kotoran ayam didapat hasil volume biogas yaitu, variasi 100% kotoran sapi (11369 ml), variasi 10% kotoran sapi : 90% kotoran ayam (26140 ml), variasi 30% kotoran sapi : 70% kotoran ayam (31400 ml), variasi 50% kotoran sapi : 50% kotoran ayam (35690 ml), variasi 70% kotoran sapi : 30% kotoran ayam (23170 ml) dan komposisi 100% kotoran ayam (10714 ml). Hasil perhitungan produktivitas biogas didapat hasil tertinggi pada variasi 50% kotoran ayam dan 50% kotoran sapi sebesar 0,33 liter/g dan paling rendah pada variasi 100% kotoran ayam dan 0% kotoran sapi sebesar 0,06 liter/g [1].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Aria Wicaksono, dkk. 2019 pembuatan biogas dengan penambahan EM4 dengan variasi 1 (50 kg kotoran sapi:50 kg air dan

penambahan 3 liter EM4) dan variasi 2 (50 kg kotoran sapi:50 kg air dan penambahan 1,5 liter EM4). Didapat hasil nyala api pada variasi 1 yaitu kuning kebiruan dengan waktu nyala 56 detik dan pada variasi 2 yaitu kuning dengan nyala selama 34 detik [10].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Subur Mulyanto, dkk. 2016 pengujian nilai kalor biogas dari sampah organik dengan variasi starter EM4 25 ml, 50 ml, dan 75 ml dengan metode memanaskan air 100 gram sampai biogas habis didapatkan hasil terbaik pada variasi 75 ml yaitu 1131,31 J/liter [12].

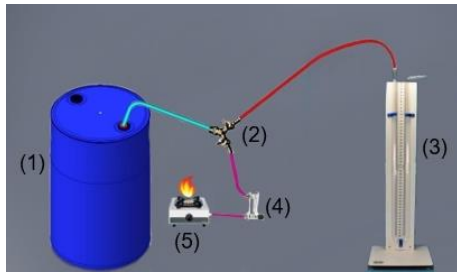
Uji nyala hasil pembakaran biogas dilakukan untuk membuktikan adanya gas metan dan mengetahui kemampuan lama nyala biogas yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh Sri Suciati N., dkk. 2014 disimpulkan bahwa penambahan stater yaitu cairan rumen sapi, kerbau, dan kambing meningkatkan volume biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi [13].

Berdasarkan penelitian terdahulu, maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh jenis starter dalam pembuatan biogas dari sampah organik pasar dan limbah sayuran untuk mengetahui jenis starter yang paling cocok digunakan dan untuk mendapat hasil paling optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis starter terhadap produktivitas biogas, warna nyala api hasil pembakaran biogas dan nilai kalor biogas yang dihasilkan.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental dengan melakukan pembuatan biogas dan pengujian terhadap produktivitas biogas, warna nyala api dan nilai kalor dengan variasi jenis starter. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbedaan produktivitas dan nilai kalor biogas pada masing-masing starter.

Skema penelitian dijelaskan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain rangkaian pada digester

Keterangan :

- 1) Digester
- 2) Keran Gas Y
- 3) Manometer
- 4) Flowmeter
- 5) Kompor Gas

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu jenis starter yang digunakan dalam pembuatan biogas, dimana jenis starter yang digunakan adalah ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan EM4 (*Effektif Mikroorganisme*) peternakan. Variabel terikat pada penelitian ini adalah produktivitas biogas, nyala api, dan nilai kalor. Untuk variabel terkontrol dalam penelitian ini yaitu jenis sampah yang digunakan yaitu sampah organik (didominasi limbah sayuran kol), digester yang digunakan berkapasitas 200 Liter, dan campuran komposisi bahan yang digunakan 22,75 kg (sampah sayuran) + 22,75 kg (kotoran sapi) + 50 kg (air) + 4,5 kg (starter). Pengambilan data dilakukan setiap hari sampai hari ke 28.

Proses pengujian biogas terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut :

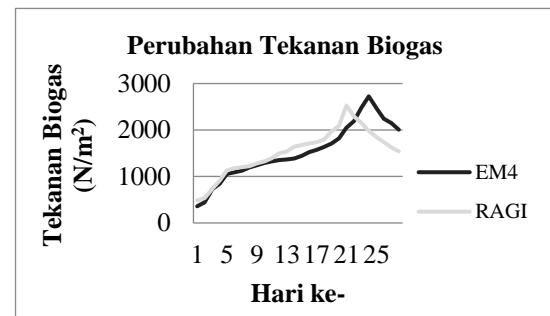
1. Tekanan pada digester
2. Produktifitas biogas
3. Warna nyala api
4. Nilai kalor biogas

Untuk mengetahui produksi biogas dilakukan pengujian tekanan pada tabung digester dengan menggunakan manometer U dengan melihat perbedaan tinggi air pada indikator. Setelah itu dilakukan pengecekan volume biogas yang terbentuk dengan membuka keran saluran keluarnya biogas yang melewati flowmeter, kemudian dicatat aliran gas yang terlihat pada indikator flowmeter untuk selanjutnya bisa dihitung volume gas nya. Selama proses

mengeluarkan gas dilakukan uji nyala api pada ujung selang keluar biogas, kemudian dilakukan pengamatan pada nyala api yang terbentuk serta dilakukan dokumentasi. Selanjutnya dilakukan pengujian nilai kalor biogas dengan metode memanaskan 1 liter air menggunakan kompor dengan bahan bakar biogas kemudian dilakukan pengamatan volume gas yang terpakai, waktu serta perubahan suhu pada air yang dipanaskan, selanjutnya dihitung menggunakan rumus nilai kalornya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan diketahui pengaruh jenis starter terhadap tekanan biogas yaitu sebagai berikut:

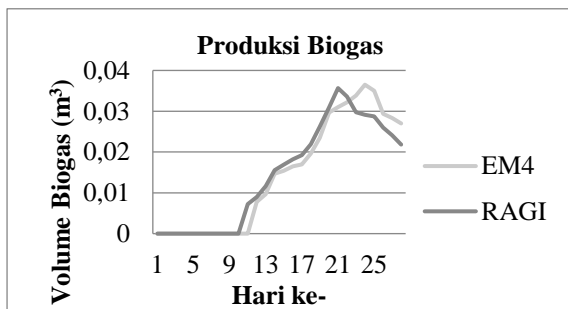


Gambar 2. Grafik perubahan tekanan biogas

Grafik perubahan tekanan pada digester dapat diketahui bahwa jenis starter berpengaruh terhadap tekanan biogas. Dengan bahan baku berupa sampah sayuran dan kotoran sapi serta penambahan EM4 didapatkan tekanan tertinggi mencapai 2724,4 N/m<sup>2</sup> pada hari ke 24 sampai batas akhir waktu pengujian selesai tekanan mengalami penurunan. Sedangkan menggunakan jenis starter ragi didapatkan tekanan tertinggi sebesar 2528,40 N/m<sup>2</sup> pada hari ke 21 dan pada hari berikutnya sampai batas akhir waktu pengujian selesai tekanannya juga mengalami penurunan. Pengecekan tekanan salah satu hal penting untuk dilakukan karena untuk mengontrol tekanan pada digester serta untuk mengetahui juga kenaikan pada volume biogas, semakin tinggi tekanan pada digester artinya volume gas yang dihasilkan juga semakin banyak.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Dwi Irawan dan Teguh santoso, 2014 dengan bahan baku eceng gondok dengan penambahan starter EM4 9% dan dengan kapasitas 90 liter selama 30 hari menghasilkan tekanan total sebanyak 17044,3 N/m<sup>2</sup> [14]. Dan pada penelitian Dwi Irawan, Eko Suwanto, 2016 dengan bahan baku kotoran sapi dengan penambahan EM4 9% dan dengan kapasitas 90 liter selama 30 hari menghasilkan tekanan total sebanyak 13857,7 N/m<sup>2</sup> [15]. Dan pada penelitian Delvis Agusman, dkk. 2017 dengan bahan baku limbah buah dengan penambahan ragi dan dengan kapasitas 4,5 liter selama 21 hari menghasilkan tekanan total sebanyak 7156,75 N/m<sup>2</sup> [4].

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan diketahui pengaruh jenis starter terhadap produksi volume biogas yaitu sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik produksi volume biogas

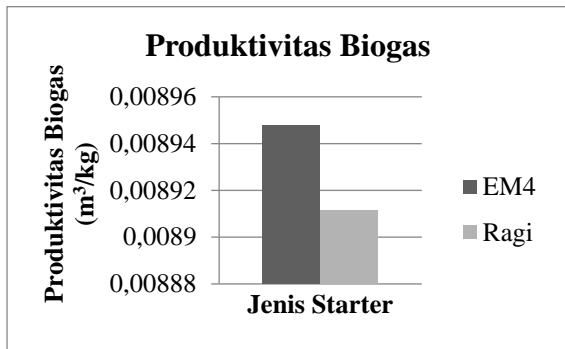
Grafik produksi volume biogas dapat diketahui bahwa jenis starter mempengaruhi produksi biogas yang terjadi pada digester. Dengan bahan baku berupa sampah sayuran dan kotoran sapi serta penambahan EM4 didapatkan volume gas tertinggi mencapai 0,0365 m<sup>3</sup> pada hari ke 24 sampai batas akhir waktu pengujian selesai jumlah volume gas yang dihasilkan mengalami penurunan hingga didapat volume total sebesar 0,4083 m<sup>3</sup>. Sedangkan menggunakan jenis starter ragi didapatkan tekanan tertinggi sebesar 0,0356 m<sup>3</sup> pada hari ke 21 dan pada hari berikutnya sampai batas akhir waktu pengujian selesai tekanannya juga mengalami penurunan hingga didapat volume total sebesar 0,4058

m<sup>3</sup>. Pada produksi biogas jenis starter EM4 dihari awal cenderung lebih lambat progresnya dibandingkan dengan jenis starter ragi hal ini dipengaruhi oleh proses kimia yang terjadi. Dimana untuk EM4 memerlukan waktu bagi bakteri yang terkandung didalamnya untuk terbangun (*Hibernasi*). Pada penggunaan EM4 akan lebih optimal dengan menambahkan larutan gula yang berfungsi untuk merangsang dan memperoleh energi bagi perkembangbiakan jumlah bakteri yang diaktifkan selama proses pembuatan kompos. Sedangkan untuk ragi mampu meningkatkan pertumbuhan jamur yang akan diuraikan bakteri non metanogen dan metanogen menjadi bakteri penghasil biogas sehingga proses lebih cepat untuk hari-hari awal [11]. Ketika jumlah substrat yang tersedia dari sampah organik lebih kecil dari mikroorganisme akan menyebabkan penurunan produksi biogas karena persaingan antar mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan hidup yang menurunkan jumlah populasinya. Starter pada produksi biogas dapat mempersingkat waktu penguraian yaitu hidrolisis dan asetogenesis sebagai persiapan pembentukan gas metan atau metanogenesis [13]. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan jenis starter ragi proses hidrolisis lebih cepat jika dibandingkan dengan jenis starter EM4.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rahmayanti, dkk. 2013 dengan bahan baku sampah sayuran dan kotoran sapi 50:50 dengan kapasitas 20 liter selama 40 hari menghasilkan volume total sebanyak 0,00315 m<sup>3</sup> [16]. Pada penelitian Sri Maryani, 2016 dengan bahan baku sampah sayuran dan kotoran sapi dengan komposisi 50%:50% dan dengan kapasitas 1 liter selama 14 hari menghasilkan volume total sebanyak 0,000294 m<sup>3</sup> [17]. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penelitian yang telah dilakukan menghasilkan produktifitas biogas yang lebih baik.

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan diketahui pengaruh jenis starter

terhadap produktivitas biogas yaitu sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik produktivitas biogas

Grafik produktivitas biogas dapat diketahui bahwa jenis starter mempengaruhi produktivitas gas yang terjadi pada digester. Dengan bahan baku berupa sampah sayuran dan kotoran sapi Serta penambahan EM4 didapatkan nilai produktivitas tertinggi sebesar 0,00894 m<sup>3</sup>/kg. Sedangkan menggunakan jenis starter ragi didapatkan nilai produktivitas tertinggi sebesar 0,00891 m<sup>3</sup>/kg. Produktivitas biogas penting untuk mengetahui seberapa efektif jenis starter terhadap laju produksi biogas berbanding dengan banyaknya bahan baku yang digunakan. Semakin besar nilai produktivitas artinya performa pembentukan biogas semakin bagus karena proses degradasi bahan organik terjadi secara baik sehingga berdampak pada produksi gas yang optimum [1]. Pada penelitian Rahmayanti, dkk. 2013 dengan bahan baku sampah sayuran dan kotoran sapi dengan komposisi 50%:50% dan dengan kapasitas digester 20 liter selama 40 hari menghasilkan produktivitas sebanyak 0,0006 m<sup>3</sup>/kg [16]. Pada penelitian Sri Maryani, 2016 dengan bahan baku kotoran sapi dan sampah organik dengan kapasitas digester 1 liter selama 14 hari menghasilkan produktivitas sebanyak 0,00128 m<sup>3</sup>/kg [17]. Perbedaan besarnya produktivitas yang dihasilkan dari tiap penelitian dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan seperti menggunakan sampah organik, kotoran sapi ataupun kotoran ayam. Hal ini karena perbedaan karakteristik dari bahan baku tersebut.

Hasil pengujian warna nyala api ditunjukkan seperti gambar berikut.

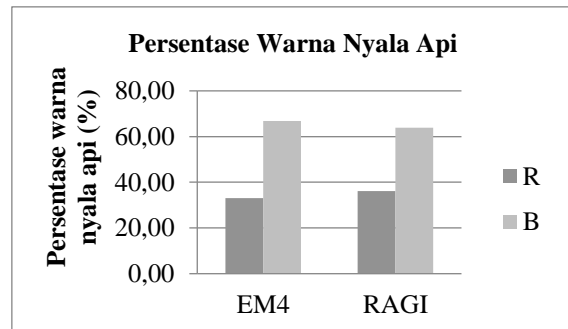


Gambar 5. Warna nyala api starter EM4



Gambar 6. Warna nyala api starter ragi

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan diketahui pengaruh jenis starter terhadap warna nyala api yaitu sebagai berikut.

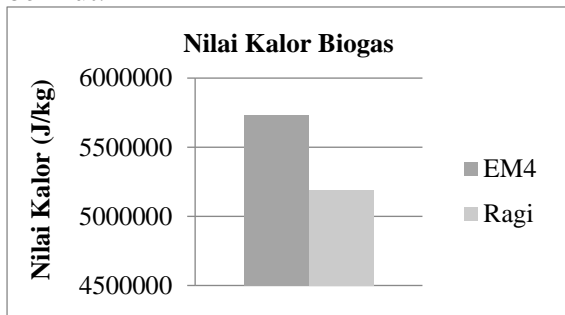


Gambar 7. Grafik persentase warna nyala api

Dari grafik persentase nyala api dapat diketahui bahwa jenis starter mempengaruhi warna nyala api hasil pembakaran biogas. Dengan bahan baku berupa sampah sayuran dan kotoran sapi serta penambahan EM4 didapatkan persentase nyala api terbaik dengan persentase warna biru sebesar 66,88% dan warna merah sebesar 33,12%. Sedangkan menggunakan jenis starter ragi didapatkan persentase warna biru sebesar 63,84% dan warna merah sebesar 36,16%. Semakin kaya kandungan gas yang mudah terbakar pada sistem pembakaran, maka temperatur nyala

api akan semakin tinggi dan dapat berpengaruh juga pada visualisasi nyala api. Sebaliknya apabila kandungan gas yang mudah terbakar pada sistem pembakaran rendah, maka temperatur nyala api akan semakin rendah begitu pula akan berpengaruh pada visualisasi nyala apinya juga. Warna nyala api dapat digunakan sebagai data pendukung dari temperatur yang dihasilkan dari proses pembakaran. Semakin tinggi komposisi warna *Blue* maka temperatur pembakatan juga semakin tinggi [18]. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kalor biogas yang lebih tinggi akan menghasilkan pembakaran dengan persentase warna nyala api *Blue* yang lebih besar.

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan diketahui pengaruh jenis starter terhadap nilai kalor biogas yaitu sebagai berikut.



Gambar 8. Grafik nilai kalor biogas

Berdasarkan grafik nilai kalor biogas dapat diketahui bahwa jenis starter mempengaruhi nilai kalor yang terkandung pada biogas. Dengan bahan baku berupa sampah sayuran dan kotoran sapi serta penambahan EM4 didapatkan nilai kalor tertinggi sebesar 5731,40 kJ/kg. Sedangkan menggunakan jenis starter ragi didapatkan nilai kalor tertinggi sebesar 5188,42 kJ/kg. Standar nilai kalor pada pembakaran biogas murni sebesar 6720-9660 kJ/kg. Pada penelitian ini nilai kalor yang dihasilkan masih bawah standar pembakaran biogas, hal ini bisa disebabkan karena bahan baku yang dipakai yaitu sampah sayuran yang memiliki kemampuan cukup rendah dalam menghasilkan biogas, akan lebih besar jika menggunakan kotoran sapi 100% atau

kotoran ayam. Selain itu juga hasil biogas pada penelitian ini masih perlu proses pemurnian untuk mengurangi kandungan CO<sub>2</sub> agar proses pembakaran lebih baik. Nilai kalor menunjukkan seberapa besar energi panas yang dihasilkan dari pembakaran biogas dan jumlah gas yang terpakai. Semakin tinggi kandungan metannya (CH<sub>4</sub>) maka semakin besar nilai kalor yang terkandung didalam biogas [19]. Kandungan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam biogas bervariasi tergantung bahan asal pembuatan biogas namun kisaran persentasenya yaitu sekitar 30-45 % sehingga nilai kalor pembakaran biogas akan berkurang cukup besar tergantung seberapa besar CO<sub>2</sub> yang terkandung dalam biogas. Pada penelitian Subur Mulyanto, dkk. 2016 dengan bahan baku sampah organik sebesar 400 ml menghasilkan nilai kalor sebanyak 1060214,1 J/kg [12].

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa jenis starter berpengaruh pada produktivitas biogas. Pada pengujian starter EM4 didapat 0,00894 m<sup>3</sup>/kg, sedangkan menggunakan starter ragi didapat 0,00891 m<sup>3</sup>/kg. Jenis starter mempengaruhi hasil persentase warna nyala api pembakaran biogas. Pada pengujian biogas dengan starter EM4 yaitu persentase warna merah sebesar 33,12% dan warna biru sebesar 66,88%, sedangkan untuk starter ragi didapat hasil persentase warna merah sebesar 36,16% dan warna biru sebesar 63,84%. Jenis starter mempengaruhi nilai kalor biogas yang dihasilkan, pada pengujian EM4 didapat nilai kalor biogas sebesar 5731,40 kJ/kg dan pada ragi sebesar 5188,42 kJ/kg.

#### Referensi

- [1] D. Sanjaya and A. Haryanto, "Jur nal Teknik Per tani an Lampung Vol. 4No," *Tek. Pertan. lampung*, vol. 4, no. 2, pp. 127–136, 2014.
- [2] D. M. Novita and D. E. Damanhuri, "Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi Dan

- Karakteristik Sampah Perkotaan Di Indonesia Dalam Konsep Waste To Energy Heating Value Based On Composition And Characteristics Of Municipal Solid Waste In Indonesia In Waste To Energy Concept,” 2010.
- [3] A. S. Felix, P. Sbu, and D. Ikhsan, “Pembuatan Biogas Dari Sampah Sayuran,” *J. Teknol. Kim. dan Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 103–108, 2012, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtkiTel/Fax>:
- [4] D. Agusman and A. Kilat Buono, “Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah,” vol. 2, 2017.
- [5] M. I. S. Hidayatullah, H. S. Tira, and Y. A. Padang, “Pengaruh Variasi C/N Ratio terhadap Volume Produksi Biogas Kotoran Ternak Ayam Petelur The Influence of C/N Ratio to The Volume of Biogas Production From Chicken Manure,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 1–19, 2019.
- [6] M. Kusumaningati, S. Nurhatika, and A. Muhibuddin, “Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri *Zymomonas mobilis* dan Lama Fermentasi Pada Produksi Etanol dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya,” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 2, no. 2, pp. 218–223, 2013, [Online]. Available: [http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/view/4298](http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/4298)
- [7] D. Arya Perdana, A. Luckas Ebrianto, T. Indah Sari, J. Raya Palembang Prabumulih Km, and I. Ogan Ilir, “Penggunaan Starter Envirosolve Dan Biodekstran Untuk Memproduksi Biogas Dari Bahan Baku Ampas Tahu,” 2013.
- [8] I. G. M. Sanjaya, “Biokonversi Sampah Organik Pasar Menjadi Biogas Menggunakan Starter Effective Microorganisms (EM4) Bioconversion of Organic Waste into Biogas by Using Effective Microorganisms Starter (EM 4 ),” *Saint Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–19, 2012.
- [9] K. W. Rudy Sutanto, Arif Mulyanto, Nurchayati, Pandri pandiatmi, Ahmad zainuri, Sinarep, “Analisis pemakaian bahan bakar biogas termurnikan pada unjuk kerja motor bakar,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [10] A. Wicaksono, ah Amalia, H. Elvian Gayuh Prasetya, and S. Pembangkit Energi, “Pengaruh Penambahan EM4 Pada Pembuatan Biogas dengan Bahan Baku Kotoran Sapi Menggunakan Digester Fix Dome Sistem Batch,” vol. 2, p. 24, 2019, [Online]. Available: <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin>
- [11] R. Subagyo and R. Wijaya, “Pembuatan Biogas Dengan Variasi Starter Ragi Dan Kotoran Sapi Berbahan Baku Sampah Organik,” 2017.
- [12] S. Mulyanto, I. B. Dharmawan, and I. Adzanni, “Perbandingan Variasi Bakteri Starter Terhadap Nilai Kalor Biogas Dari Sampah Organik.”
- [13] S. S. Ningsih, Y. Ahda, and D. Handayani, “Pengaruh Penambahan Beberapa Cairan Rumen Terhadap Produksi Biogas dari Kotoran Sapi,” vol. 7, no. 2, pp. 34–42, 2014.
- [14] D. Irawan and T. Santoso, “Pengaruh Perbedaan Stater Terhadap Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Eceng Gondok,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 2301–6663, 2016.
- [15] D. Irawan and E. Suwanto, “Pengaruh Em4 (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 44–49, 2016.
- [16] M. S. Desy Rahmayanti, Abdi Dharma, “Jurnal Kimia Unand Volume 2 Nomor 2 Mei, 2013 Jurusan Kimia,” *J. Kim. Unand*, vol.

- 2, no. 2, pp. 61–66, 2013, [Online]. Available: [www.jurnalsain-unand.com](http://www.jurnalsain-unand.com)
- [17] S. Maryani, “Potensi Campuran Sampah Sayuran Dan Kotoran Sapi Sebagai Penghasil Biogas,” Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2016.
- [18] M. Mafruddin, K. Ridhuan, E. Budiyanto, K. Kurniawan, M. A. Mubarak, and N. B. Pratama, “Pengaruh laju aliran udara dan lubang uap air terhadap kinerja kompor dengan bahan bakar oli bekas,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 308–316, 2022, doi: 10.24127/trb.v11i2.2336.
- [19] Y. SUPRIANTI, “Pemurnian Biogas untuk meningkatkan Nilai Kalor melalui Adsorpsi Dua Tahap Susunan Seri dengan Media Karbon Aktif,” *Elkomika J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 4, no. 2, p. 185, 2016, doi: 10.26760/elkomika.v4i2.185.