

EFFECT OF ADDITION OF NPK FERTILIZER WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS ON METHANE GAS PRODUCTION IN SEAWEED TYPES OF *Caulerpa racemosa* AND *Halimeda macroloba* FERMENTED ANAEROBICALLY

Raka Nur Sukma¹

Ringkasan Negara Indonesia memiliki potensi sumberdaya kelautan dan pesisir yang kaya, salah-satu diantaranya adalah rumput laut. Rumput laut di Indonesia masih sebatas dimanfaatkan sebagai sumber makanan dan obat-obatan. Jepang telah memanfaatkan *Ulva* dan *Laminaria* sebagai biogas (Matsui et al., 2006), pemanfaatan rumput laut tersebut menunjukkan bahwa rumput laut memiliki potensi sebagai bahan baku biogas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan gas metana yang terkandung pada rumput laut jenis *C. racemosa* dan *H. macroloba* yang di fermentasi secara anaerob. Metode penelitian ini yaitu dengan mencampur rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba* yang telah dihaluskan dan dilakukan pencampuran dengan sedimen pantai yang difermentasi anaerob selama 30 hari. Hasilnya yaitu pada *C. racemosa* menghasilkan gas metana sebesar 5.13%, dan *H. macroloba* menghasilkan gas metana sebesar 4.25%. Pupuk NPK digunakan untuk meningkatkan kadar gas metana yang dihasilkan dalam fermentasi anaerob. Konsentrasi pupuk NPK yaitu 2,5 g, 5 g, dan 7,5 g. Hasil dalam penambahan pupuk NPK yaitu kadar gas metana *C. racemosa* meningkat 4,45% (persentase peningkatan 64,16%) dan *Halimeda macroloba* meningkat sebesar 4,92% (persentase peningkatan 69,18%).

Keywords biogas, metana, rumput la

¹)Program Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Ronggolawe Tuban
E-mail: raka_smuja@yahoo.co.id

Received : 15 Agustus 2017

Accepted : 12 September 2017

PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki potensi sumberdaya kelautan dan pesisir yang kaya. Berbagai ragam sumberdaya hayati pesisir yang penting dan dapat diperbaharui salah-satunya adalah rumput laut. Perkembangan penelitian rumput laut di Indonesia telah dimulai sejak Ekspedisi Siboga yang dilakukan antara tahun 1899-1900. Rumput laut di Indonesia masih sebatas dimanfaatkan sebagai sumber makanan dan obat-obatan. Eropa sudah memanfaatkan *Laminaria* sebagai penghasil bioethanol, khususnya di Denmark (Horn et al., 2008), dan Jepang telah memanfaatkan *Ulva* dan *Laminaria* sebagai biogas (Matsui et al., 2006), pemanfaatan rumput laut tersebut menunjukkan bahwa rumput laut memiliki potensi sebagai bahan baku biogas..

Bioenergi di dunia terus berkembang karena tingginya harga minyak mentah dunia, yang merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui dan membutuhkan waktu jutaan tahun untuk dapat dieksploitasi. Menipisnya cadangan bahan bakar fosil mempunyai pengaruh terhadap kebutuhan energi bagi kelangsungan hidup manusia, aktivitas ekonomi dan sosialnya. Sejak lima tahun terakhir Indonesia mengalami penurunan produksi minyak nasional akibat menurunnya cadangan minyak pada sumur-

sumur produksi secara alamiah. Padahal dengan pertambahan jumlah penduduk meningkat pula kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri yang berakibat pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM). Melihat kondisi tersebut, Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM, seperti yang tercantum dalam jurnal Biogas Limbah Organik Sebagai Sumber Energi Alternatif 2009.

Rumput laut di Indonesia masih banyak yang tidak dimanfaatkan dan belum digunakan sebagai penghasil biogas. Biogas terbentuk dari proses fermentasi anaerob yang dihasilkan dari aktivitas bakteri anaerob. Bakteri anaerob memanfaatkan bahan-bahan organik yang mengandung selulosa yang dapat terdegradasi, dan hasil akhir dari proses tersebut adalah biogas. Jurnal internasional yang membahas biogas dari rumput laut belum dipublikasikan, dan jurnal yang ditulis oleh Matsui et al. (2006), juga tidak menjelaskan tentang metode pembuatan biogas dari rumput laut.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pencampuran sedimen pantai (karena terdapat bakteri metanogenik yang mampu mendegradasi selulosa yang berasal dari bahan-bahan organik) dalam proses fermentasi anaerob.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan gas metana yang terkandung pada rumput laut jenis *Caulerpa racemosa* dan *Halimeda macroloba* yang difermentasi secara anaerob.

MATERI DAN METODE

Rumput laut yang digunakan sebagai bahan baku dalam proses fermentasi anaerob untuk menghasilkan gas metana adalah rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba*. Kedua rumput laut tersebut diperoleh dari perairan Teluk Awur Jepara. Rumput laut tumbuh di perairan yang dangkal, dimana masih terdapat sinar matahari, sehingga pengambilan rumput laut cukup dengan menggunakan tangan dan dimasukkan ke dalam *coolbox*. Tujuannya adalah un-

tuk menjaga sampel supaya tetap segar. Rumput laut *C. racemosa* yang diperlukan sebanyak 2,375 kg dengan rincian : 875 gram untuk pembuatan starter dan 1,625 kg untuk penelitian eksperimen. Rumput laut *H. macroloba* diperlukan sebanyak 2,375 kg dengan rincian : 875 gram untuk pembuatan starter

Penelitian ini terbagi dalam beberapa tahap yaitu sampling, pembuatan tabung Digester anaerob, pembuatan tabung Digester dari botol untuk proses fermentasi anaerob, biogas serta hasil dari proses fermentasi. Prosedur penelitian yaitu menjelaskan tentang langkah-langkah pertama yaitu mulai dari pengambilan sampel (rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba*) dengan langkah sampling, kemudian pembuatan tabung digester starter dan fermentasi anaerob yaitu dengan menggunakan botol yang penutupnya dihubungkan dengan selang plastik. Hasil dari fermentasi anaerob yaitu gas metana. Hasil dari fermentasi anaerob tersebut yang berupa gas metana nantinya akan dapat disimpulkan dari hasil penelitian penelitian.

Sampling dilakukan dengan *snorkeling* (menggunakan fin, masker dan snorkel). Rumput laut *C. racemosa* dan *Halimeda macroloba* *H. macroloba* yang didapatkan, kemudian diambil dengan menggunakan tangan dan dimasukkan ke dalam *coolbox*. Sampel rumput laut ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat basah. Rumput laut hasil dari pengamatan diidentifikasi dan dilakukan dokumentasi. Metode identifikasi dilakukan dengan menggunakan metoda herbarium (Soegiarto dan Sulistijo, 1978).

Pembuatan tabung digester anaerob menggunakan bahan dari bak plastik yang diberi lem pada pinggir permukaan bak kemudian ditutup dengan menggunakan plastik, diikat kencang dengan tali karet ban dengan tujuan menjadikan kondisi hampa udara (anaerob) Tabung Digesti (Gambar 1).

Pembuatan tabung Digester anaerob untuk proses fermentasi menggunakan bahan dari botol bekas berukuran 1 liter. Pembuatan tabung *Digester* dilakukan dengan menggunakan 2 botol yang dihubungkan dengan selang, tujuan yaitu botol pertama berisi campuran rumput la-



Gambar 1 Tabung Digester Starter



Gambar 2 Batch (Tabung) Digester

ut dan botol kedua sebagai tempat penampung gas metana yang dihasilkan dari proses metabolisme bakteri anaerob. Digester dapat dilihat pada Gambar 2.

Biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerob dianalisis dengan menggunakan alat *Testo Gas Analyzer* *Testo Gas Analyzer Analyzer* (User Guide of *Testo Gas Analyzer*, Made in Germany, 2004). Fungsinya adalah untuk mengukur kandungan kadar gas metana yang sudah terbentuk di dalam proses fermentasi rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba* yang difermentasi secara anaerob. Digester adalah tabung yang digunakan untuk proses fermentasi

bakteri secara anaerob. Digester uji kontrol dibuat dari dua botol kaca dengan ukuran 1 liter, kemudian ditutup rapat dengan tutup Erlenmeyer yang dihubungkan dengan menggunakan selang plastik, supaya tidak terjadinya kebocoran gas atau udara yang menyebabkan kondisi di dalam Digester menjadi aerob.

Digester pada penelitian ini menggunakan 48 botol kaca bekas minuman ukuran 1 liter dan tutup Erlenmeyer sebanyak 48 biji untuk 4 perlakuan penelitian rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba*. Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali ulangan pada setiap perlakuan. Satu buah Digester yang dibuat dari 2 botol kaca, dimana botol pertama digunakan untuk tempat fermentasi dan botol kedua digunakan untuk tempat menampung gas metana yang dihasilkan dari proses fermentasi bakteri metanogenesis.

Campuran yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kombinasi antara rumput laut yang telah dihaluskan dengan starter. Campuran pada kontrol menggunakan starter dan rumput laut dengan perbandingan 1:1. Starter pada kontrol yaitu sebanyak 175 gram dicampur dengan *C. racemosa* sebanyak 175 gram yang didapat dari (125 gram rumput laut dan ditambah air laut 62,5 ml), kemudian dihaluskan dengan blender (menjadi rumput laut yang sudah dihaluskan sebanyak 175 ml) dan di tambahkan $Ba(OH)_2$ 2,5 g. Campuran dimasukan ke dalam botol selama 30 hari. Fermentasi (Gambar 3) pada hari ke-30, biogas sudah terbentuk dan mencapai maksimal, Setelah 30 hari fermentasi biogas terjadi penurunan (Sembiring, 2004). Selama 30 hari fermentasi anaerob yang terdiri atas tiga tahap, yaitu hidrolisis, asetogenesis dan metanogenesis (Daryanto, 2007).

Proses pembuatan biogas terdiri dari dua tahap yaitu :

1. Pembuatan starter Pembuatan starter menggunakan rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba*. Komposisi masing-masing starter terdiri dari :
 - (a) sedimen pantai sebanyak 2,5 liter;
 - (b) bahan baku sebanyak 1,25 liter yang diperoleh dari pencampuran 875 gram rumput laut yang ditambah air laut sebanyak 450 ml (perbandingan sedimen dan rumput laut = 2 : 1)



Gambar 3 Digester Starter

- (c) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ sebanyak 25 gram untuk menstabilkan pH agar kondisi tidak asam dan dapat terbentuk bakteri metanogenesis. Menurut Da silva (1979), dijelaskan bahwa pH rendah menghambat pertumbuhan bakteri metanogenik dan pembangkitan gas. Campuran ini diaduk rata dan ditutup rapat dengan plastik dan diikat kencang dengan karet ban. Proses fermentasi anaerob dilakukan selama 10 hari, karena selama 10 hari fermentasi anaerob terjadi tiga tahapan yaitu hidrolisis, asetonogenesis dan metanogenesis (Daryanto, 2007).
2. Pembuatan biogas menggunakan rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba*. Komposisi masing-masing terdiri dari :
- campuran starter dan rumput laut yang sudah dihaluskan dengan perbandingan volume 1 : 1. Starter sebanyak 175 dicampur dengan cairan rumput laut 175 mL (didapat dari 125 gram rumput laut dan 62,5 mL air laut) untuk satu buah Digester.
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2$ sebanyak 2,5 gram sebagai pengatur pH supaya tidak asam. Kemudian ditambahkan juga 2,5 g; 5 g; dan 7,5 g NPK untuk memenuhi kebutuhan unsur N dan P.
 - pupuk NPK dengan berat dalam gram yang berbeda, dilakukan pada setiap perlakuan pada masing-masing rumput laut. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini ada 4 perlakuan dari 2 jenis rumput laut, yaitu dengan pemberian

pupuk NPK 0 g (sebagai kontrol); 2,5 g; 5 g; dan 7,5 g NPK. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental. Penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta menyediakan kontrol untuk perbandingan dengan tujuan menyelidiki ada atau tidak adanya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat yang terjadi (Arikunto, 1998).

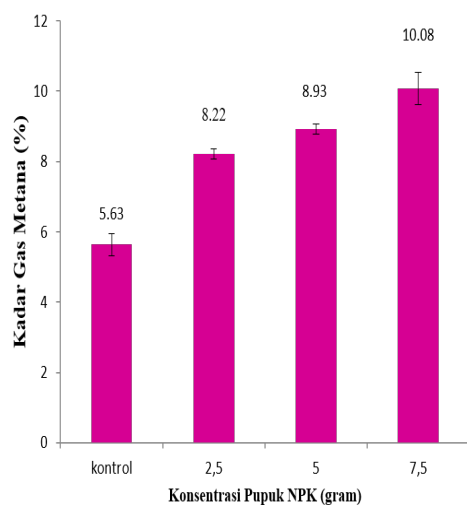
Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dari 2 jenis rumput laut yaitu jenis rumput laut *Caulerpa racemosa* dan *Halimeda macroloba*. Masing-masing perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Kontrol *Caulerpa racemosa* dan *Halimeda macroloba* masing-masing diulang sebanyak 3 kali.

Data kadar metana diuji distribusinya dengan uji normalitas. Uji normalitas adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah sebuah data berdistribusi normal (Santoso, 2001). Hipotesis penelitian diuji dengan analisis ragam (ANOVA). Analisis ragam (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui apakah rata-rata kadar gas metana berbeda atau tidak berbeda. Kemudian dilanjutkan dengan uji Tukey atau uji Beda Nyata Jujur. Uji Beda Nyata Jujur dilakukan untuk mengetahui ada perbedaan atau tidak adanya perbedaan pada hasil penelitian antara setiap perlakuan rumput laut yang dilakukan penambahan pupuk NPK dengan konsentrasi 2,5 g, 5 g, 7,5 g dan kontrol (Srigandono, 1989). Analisa statistik untuk pengolahan data pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan program SPSS 12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Gas Metana Hasil Proses Fermentasi *C. racemosa*

Hasil penelitian (Gambar4) proses fermentasi *C. racemosa* secara anaerob dengan menggunakan penambahan berbagai konsentrasi pupuk NPK menghasilkan rerata gas metana antara $5,63 \pm 0,30 \%$, $8,22 \pm 0,15 \%$, $8,93 \pm 0,45$



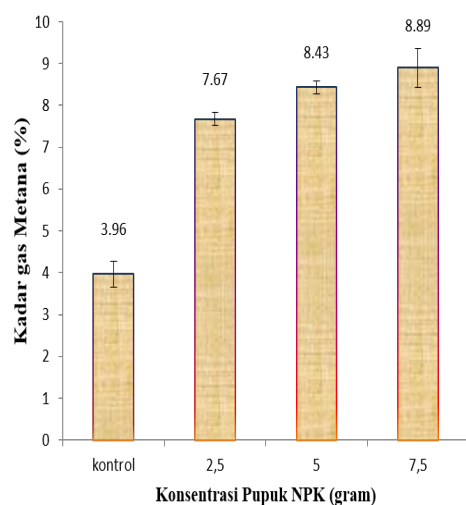
Gambar 4 Kadar Gas Metana *C. racemosa* pada Konsentrasi Pupuk NPK yang Berbeda

%, $10,08 \pm 0,46$ % . Berdasarkan hasil analisis varian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan pupuk NPK yang berbeda konsentrasinya memberikan rerata perbedaan kadar gas metana yang nyata ($p < 0,05$). Berdasarkan uji Tukey LSD (Lampiran 4) dapat diketahui kadar gas metana yang dihasilkan di dalam proses fermentasi *C. racemosa* secara anaerob sebagai akibat dari perlakuan penambahan pupuk NPK 2,5 g ; 5 g ; dan 7,5 g menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Kontrol dengan penambahan pupuk NPK 2,5 g menunjukkan hasil kadar gas metana berbeda nyata. Kontrol dengan penambahan pupuk NPK 5 g berbeda nyata. Kontrol dengan penambahan pupuk NPK 7,5 g berbeda nyata. Penambahan pupuk NPK 2,5 g dengan penambahan pupuk NPK 5 g menunjukkan hasil kadar gas metana berbeda nyata. Penambahan pupuk NPK 2,5 g dengan penambahan pupuk NPK 7,5 g berbeda nyata. Penambahan pupuk 5 g dengan penambahan pupuk NPK 7,5 g berbeda nyata.

Kadar gas metana yang dihasilkan dalam proses fermentasi rumput laut *C. racemosa* secara anaerob selama 30 hari menunjukkan perbedaan hasil kadar gas metana yang sangat nyata. Perbedaan tersebut terletak pada perlakuan satu dengan yang lainnya, kontrol dengan penambahan pupuk NPK 2,5 g dan pada perlakuan penambahan pupuk NPK 5 g serta 7,5 g.

Kadarwati (2003) menjelaskan bakteri anaerob membutuhkan nutrisi sebagai sumber energi yang mengandung nitrogen, fosfor dan kalium. Level nutrisi minimal harus lebih dari konsentrasi optimum yang dibutuhkan oleh bakteri metanogenik, apabila terjadi kekurangan nutrisi maka proses pertumbuhan bakteri menjadi terhambat di dalam Digester. Perlakuan penambahan pupuk NPK dengan konsentrasi yang berbeda bertujuan supaya tidak terjadinya kekurangan nutrisi di dalam Digester, sehingga proses pendegradasian bahan baku menjadi maksimal. Setiawan (1998), menjelaskan nitrogen dimanfaatkan bakteri untuk pembentukan sel, jika pembentukan sel baru sudah terbentuk maka proses selanjutnya adalah perkembangbiakan bakteri atau bertambahnya jumlah populasi bakteri di dalam Digester. Penambahan konsentrasi nitrogen yang tinggi mengakibatkan kecenderungan meningkatnya jumlah populasi bakteri di dalam Digester. Price dan Cheremisnaff (1981), menjelaskan sel microbial mengandung rasio C : N kira-kira 100 : 10, oleh karena itu agar aktivitas pertumbuhan mikrobial terjadi, elemen-elemen tersebut harus tersedia dan kelangkaannya menjadi penghambat bagi pertumbuhan bakteri.

Penelitian dengan proses fermentasi secara anaerob ini ditambahkan pupuk NPK dengan tujuan menambah jumlah populasi bakteri di dalam Digester. Penambahan pupuk NPK yaitu dengan konsentrasi 2,5 g; 5 g; dan 7,5 g. Gambar 12 menunjukkan hasil kadar gas metana tertinggi yaitu pada penambahan pupuk NPK dengan konsentrasi 7,5 g. Kadar gas metana yang dihasilkan pada penambahan pupuk NPK dengan konsentrasi 7,5 g lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil kadar gas metana pada penambahan pupuk NPK 2,5 g dan 5 g. Karena penambahan pupuk NPK 7,5 g yang difermentasikan dengan rumput laut *Caulerpa racemosa* secara anaerob ini mempunyai perbandingan (rumput laut *Caulerpa racemosa* 125 g : penambahan pupuk NPK 7,5 g) yang berarti perbandingan mendekati ideal yaitu C : N = 100 : 10. Hal ini sesuai dengan pendapat Price dan Cheremisnaff (1981), sehingga perbandingan C : N yang ideal akan menghasilkan kadar gas metana yang tinggi.



Gambar 5 Kadar Gas Metana *H. macroloba* pada Konsentrasi Pupuk NPK yang Berbeda

Produksi Gas Metana Hasil Proses Fermentasi *H. macroloba*

Hasil penelitian proses fermentasi *H. macroloba* secara anaerob dengan menggunakan penambahan berbagai konsentrasi pupuk NPK menghasilkan rerata gas metana antara $3,96 \pm 0,33$ %, $7,67 \pm 0,38$ %, $8,43 \pm 0,31$ %, $8,89 \pm 0,27$ % (Gambar 5). Penambahan pupuk NPK yang semakin meningkat menunjukkan adanya pengaruh dengan meningkatnya gas metana yang dihasilkan dalam proses fermentasi secara anaerob. Berdasarkan hasil analisis varian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan pupuk NPK yang berbeda konsentrasinya menghasilkan rerata perbedaan kadar gas metana yang nyata ($p < 0,05$).

Kadar gas metana yang dihasilkan dalam proses fermentasi rumput laut *H. macroloba* secara anaerob selama 30 hari menunjukkan perbedaan hasil kadar gas metana yang sangat nyata. Perbedaan tersebut terletak pada perlakuan kontrol dengan penambahan pupuk NPK 2,5 g dan pada perlakuan penambahan pupuk NPK 5 g serta 7,5 g.

Proses fermentasi selama 30 hari tersebut menunjukkan adanya hasil kadar gas metana tidak berbeda nyata pada perlakuan penambahan pupuk NPK 5 g dengan penambahan pupuk NPK 7,5 g. Hal tersebut dikarenakan pada baigan *thallus H. macroloba* mengandung

CaCO_3 yang terdapat pada dinding sel, sehingga CaCO_3 inilah yang menjadi penghambat bagi degradasi bakteri terhadap bahan-bahan organik seperti karbohidrat yang terkandung di dalam *thallus H. macroloba*. Menurut Meynell (1976), semua bahan organik yang terdapat pada tanaman yang mengandung karbohidrat dan selulosa adalah bahan yang disukai sebagai bahan yang mudah dicerna oleh bakteri, tetapi selulosa dari beberapa tanaman seperti kayu dan jerami yang mengandung lignin cukup tinggi, bakteri mengalami kesulitan untuk mendegradasi bahan tersebut. Hal ini sama dengan CaCO_3 , yang berkombinasi dengan karbohidrat pada *thallus H. macroloba*, dimana bakteri kesulitan untuk menguraikan bahan-bahan organik yang terkandung di dalam *thallus Halimeda macroloba* tersebut, sehingga kandungan CaCO_3 yang terdapat pada dinding sel *thallus H. macroloba* menjadi penghambat bagi proses degradasi bahan-bahan organik oleh bakteri. Akibatnya adalah gas metana yang dihasilkan dari proses metabolisme bakteri juga tidak maksimal.

Berdasarkan data pada setiap perlakuan jenis rumput laut menyebabkan peningkatan gas metana yang dihasilkan oleh aktivitas metabolisme bakteri metanogenik. Daryanto (2007), menjelaskan bahwa proses dalam Digester ada 3 tahap, yaitu tahap pelarutan, tahap asidifikasi, dan tahap metanasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembentukan metana antara lain kandungan nutrisi, pH dan lamanya fermentasi.

Pada proses fermentasi anaerob, kondisi di dalam Digester asam, karena sebelum proses metanogenesis terjadi proses pembentukan asam (*acetogenetic*). Oleh karena itu, untuk menaikkan pH dari proses *acetogenetic* ditambahkan $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Faktor lain yang berpengaruh adalah lamanya fermentasi (*retention time*), menurut Sembiring (2004), pada hari ke-30 fermentasi jumlah biogas yang terbentuk mencapai maksimal, dan setelah 30 hari fermentasi terjadi penurunan jumlah biogas. Lamanya fermentasi pada penelitian ini berlangsung selama 30 hari, sehingga diduga dengan waktu fermentasi selama 30 hari, kadar gas metana yang dihasilkan sudah maksimal. Hasil kadar gas metana pada rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba* diperbandingkan de-

ngan kadar gas metana yang dihasilkan dalam proses fermentasi anaerob selama 18 hari dari rumput laut *Sargasum*, *Padina* dan *Gracilaria* dengan penggunaan bahan baku sebanyak 250 gram pada tiap perlakuan. Kadar gas metana yang dihasilkan pada *Sargasum* yaitu sebesar 18,23%, *Padina* 14,58% dan *Gracilaria* 17,10% (Susanto dan Abdilah, 2008). Bird et al. (2005), menjelaskan bahwa kadar metana yang dihasilkan berbanding lurus dengan karbohidrat, semakin besar kandungan karbohidrat semakin besar kadar metana yang dihasilkan. Banyaknya bahan baku juga berpengaruh terhadap gas metana yang dihasilkan. Jurnal Matsui et al. (2006), dalam penelitiannya menggunakan rumput laut sebagai penghasil biogas yaitu sebanyak 17m³/ton. Hal ini sesuai dengan pendapat Soriano et al. (2003) dan Matsui et al. (2006). Rumput laut *Padina* dan *Halimeda macroloba* menghasilkan gas metana yang paling sedikit yaitu *Padina* 14,58% dan *H. macroloba* 9,10%, menurut Atmadja et al. (2004) *Padina* mengandung kapur yang terdapat pada bagian permukaan daun dan berbentuk garis-garis radial, sedangkan Aslan (1991), juga menjelaskan *H. macroloba* menghasilkan kerak kapur (CaCO₃) yang terdapat diseluruh bagian *thallus* segmennya.

SIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah gas metana yang dihasilkan paling tinggi dalam proses fermentasi anaerob, dari 125 gram berat basah rumput laut *C. racemosa* dan *H. macroloba* yaitu dengan konsentrasi penambahan pupuk NPK 7,5 gram. Gas metana yang dihasilkan yaitu sebesar 10,22 % pada *C. racemosa* dan 9,05% pada *H. macroloba*. Jadi penambahan pupuk NPK dengan konsentrasi 7,5 gram menghasilkan gas metana yang paling tinggi dibandingkan dengan penambahan pupuk NPK 2,5 gram dan 5 gram.

PUSTAKA

- Atmadja et al. 1996. Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia. Puslitbang Oseonologi-LIPI. Jakarta, hlm 62-63.
- Arikunto. 1998. Prosedur penelitian dan Suatu Pendekatan Praktek. Rineka Cipta, Jakarta, 327 hlm.
- Bird, K.T; Chynoweth, D.P dan Jerger, D.E. 2005. Effects of Marine Algal Proximate Composition on Methane Yields. *Journal of Applied Phycology*, 2 (3): pp. 207-213.
- Daryanto. 2007. ENERGI : Masalah dan Pemanfaatannya Bagi Kehidupan Manusia. Pustaka Widayatama, Yogyakarta, 200 hlm.
- Da Silva, E. J. 1979. Biogas Generation : Development, Problem, and Task-an Overview, 8-9 hlm.
- Doty, M.S., 1987. The Production and Uses of *Euclima* In : Studies of Seven Commercial Seaweeds Resources. Ed. By : MS. Doty, J.F. Caddy and B. Santelices. FAO Fish. Tech. Paper No. 281 Rome. pp. 123 – 16.
- Fry, J, L. 2005. Methane Digester For Fuel Gas and Fertilizer, Chaoter River Press, Hampshire-Great Britain (didalam Kharistya Amaru, 004).
- Garcelon, J., Clark, J., Waste Digester Design, Civil Engineering Laboratory Agenda, University of Florida, 147 pp.
- Horn, S. J.; Aasen, I. M. dan Ostgaard K. 2008. Ethanol Production from Seaweed Extract. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 25 (5): pp. 249-254.
- Hambali, E, S. Mujdalipah, A. H. Tambunan, A. W. Pattiwiri dan R. Hendroko. 2007. Teknologi Bioenergi, Agro Media Pustaka, pp. 53.
- Hines, M. E dan Buek, J. D. 1982. Distribution of Methanogenic and Sulfate-Reducing Bacteria in Near Shore Marine Sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 43 (2): pp. 447-453.
- Hillis-Colinvaux, L. 1980. Ecology and taxonomy of *Halimeda* : Primary producer of coral reefs. In : Marine Biology (BLAXTER, RUSSEL and YONGE eds). Academic Press, London, XVII : pp. 2-84.
- Kadarwati, S. 2003. Studi Pembuatan Biogas dari Kotoran Kuda dan Sampah Organik,

- Skala Laboratorium, Publikasi P3TEK, Vol 2 No.1, pp. 3-10.
- Kim, J.K; Oh, B.R; Chun, Y.N; Kim, S.W. 2006. Effects of Temperature and Hydraulic Retention Time on Anaerobic Digestion of Food Waste. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 102 (4): pp. 328-332.
- Manurung, Renita. 2004. Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Untuk Mengolah Limbah Sawit. Universitas Sumatera Utara. Sumatera, hlm 4-5.
- Matsui, T; Amano, T; Koike, ; Saiganji, A dan Saito, H. 2006. Methane Fermentation of Seaweed Biomass. *Technology Research Institute, Tokyo Gas Co., Ltd.*, 1-7-7, Suehirocho, Tsurumi-ku, Yokohama, 230-0045, Japan.
- Nau, Y.S., K.O, Ningsih., H.S, Ramdhani., 2009. Biogas Limbah Organik Sebagai Sumber Energi Alternatif, IPB Bogor, 24 hlm.
- Paul, V. J. dan W. Fenical. 1986. Chemical defence in tropical green algae, order Caulerpales. *Marine Ecology-Progrees Series*. 34: pp. 157-169.
- Pambudi, N. A. 2008. Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, 45 hlm. Perry, R. H., Perry's. 1997. *Chemical Engineers' Handbook*, 7th Edition, Mc Graw Hill Companies Inc., New York, pp. 7-10 hlm.
- Priyayno, D. 2009. Belajar Olah Data dengan SPSS 17. ANDI OFFSET. Yogyakarta. 220 hlm.
- Rahman, B. 2005. Biogas, Sumber Energi Alternatif, IPB Bogor, 1-2 hlm. Sahidu, S., 1983. Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi, Dewaruci Press, Jakarta (di dalam Kadarwati, 2003).
- Santoso, S. 2001. Buku Latihan SPSS Statistik non Parametrik. Elex Media Komputindo, Jakarta, 317 hlm.
- Sembiring., 2004. Pengaruh Berat Tinja Ternak dan Waktu Terhadap Hasil Biogas. Laporan Penelitian. Jakarta, 93hlm.
- Schwart, R; Herbst, B; Whitney, R; Lacewell, R dan Mjelde, J. 2005. Methane Generation. Final Report to The State Energy Conservation Office, pp. 4-7.
- Srigandono, B. 1989. Rancangan Percobaan. Universitas Diponegoro, Semarang, 105 hlm.
- Srihartini dan Triyasa, A. 2007. Aplikasi Reaktor Biogas Plastik untuk Pemanfaatan Limbah Ternak Sapi di Desa Bojongles Kecamatan Cibadak. Kabupaten Lebak. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2007*, ISSN : 1411-4216.
- Susanto dan Abdilah. 2008. Rumput Laut dan Biogas sebagai Bahan Bakar. Novila Idea. Yogyakarta, 79 hlm.