

***Spirulina platensis* GROWTH IN POLLUTED DOMESTIC WASTE WATER MEDIUM AND ITS UTILIZATION AS A RAW MATERIAL FOR BIOGAS PRODUCTION**

Rugun Sinaga^{1*}, Irwan Effendi², Mubarak², Hanies Ambarsari³

¹Student of The Faculty of Fisheries and Marine Science University of Riau, Pekanbaru

²Lecturer at The Faculty of Fisheries and Marine Science University of Riau, Pekanbaru

³Head of Enviromental Microbiology Laboratory of PTL-BPPT Serpong

*sinagarugundiana@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted in April - June 2019, located at the Center for Environmental Technology Laboratory (PTL) - Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT), Building 820 Geostech, Puspitek Serpong, South Tangerang. The purpose of this study was to determine the biogas production from *S. platensis* microalgae grown in polluted domestic waste media from Muara Angke waters with different concentrations. The method used in this study is an experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) with 3 different treatments of *S. platensis* concentrations consisting of 5% v/v, 15% v/v and 25% v/v performed three repetitions with the addition cow manure substrate and control without the addition of cow manure substrate. The parameters observed were physical parameters, chemical parameters, biomass calculations and biogas volume measurements. Data were analyzed and tested statistically using *Analysis Of Variance* (ANOVA) and further tested using the LSD test to compare between treatments with a 95% confidence level. Biogas is energy that can be used as an alternative fuel to replace fossil fuels such as petroleum and natural gas. The results showed that *S. platensis* with the addition of cow dung could produce more biogas volume (4453.6 cm) than *S. platensis* without the addition of cow dung (697.19 cm). Biogas volume is measured using the *gas holder method*.

Keywords: *S. platensis, Domestic Waste, Cow Manure, Biogas, Biomass, Gas Holder Method.*

I. PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan organisme autotrof yang menggunakan cahaya matahari, karbon dioksida, dan bahan – bahan organik seperti nitrogen dan Fosfat untuk tumbuh dan menghasilkan biomassa berupa CH₂O. Mikroalga merupakan tanaman laut dan air tawar yang tumbuh cepat yang dapat tumbuh hingga ukuran yang cukup besar (panjangnya hingga 60 m). Tingkat

produksi primer tahunan lebih tinggi untuk mikroalga laut dibandingkan dengan sebagian besar biomassa darat. Mikroalga air tawar atau mikroalga laut dapat digunakan untuk konversi energi matahari dan produksi biogas. Mikroalga telah menjadi perhatian besar sebagai bahan baku biogas karena pertumbuhannya yang subur di habitat alami sistem air tawar, air pantai eutrofik pantai kotor dan saluran air

pesisir. Umumnya, mikroalga (merah, coklat, dan hijau) diperoleh dari alam dan sumber daya yang diolah (Hasanah, 2011).

Mikroalga merupakan sumberdaya energi yang berkelanjutan yang memiliki potensi yang besar dalam mitigasi karbon dioksida (CO₂) emisi. Inovasi teknologi konveksi mikroalga menjadi biogas masih menjadi tantangan yang perlu difokuskan untuk memastikan tingkat kestabilan produksi pada skala besar dengan keseimbangan energi yang baik.

Biogas merupakan salah satu produk dari teknologi hijau yang sekarang sedang dikembangkan. Hal ini dikarenakan gas yang dihasilkan dari proses biologis (*anaerobic digester*) mampu menghasilkan gas-gas seperti CH₄, CO₂, H₂S, H₂O dan gas-gas lain. Dalam hal ini tentu saja yang dimanfaatkan adalah gas metana (CH₄), karena CH₄ memiliki nilai kalor/panas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Dekomposisi anaerob menghasilkan biogas yang terdiri dari metana (50 – 70 %), karbondioksida (25 – 45 %) dan sejumlah kecil hidrogen, nitrogen, *hydrogen sulfide* (Maynell, 1981).

Energi terbarukan memiliki peran penting untuk mencegah pemanasan global dan perubahan iklim (Pohl *et al.*, 2013). Konsumsi bioenergi meningkat secara signifikan, bersama dengan keamanan energi dan upaya untuk meminimalkan lingkungan dari dampak bahan bakar fosil (Mao *et al.*, 2015). Energi terbarukan adalah sumber daya yang mampu beregenerasi dalam waktu singkat (Cesaro *et al.*, 2015).

Jika dibandingkan dengan teknologi pemurnian biogas yang sudah dilakukan maka teknologi pemurnian biogas dengan pemanfaatan mikroalga memberikan biaya yang paling murah. Berdasarkan penelitian terdahulu, aplikasi pemurnian biogas dengan mikroalga mampu mengurangi kadar CO₂ secara efektif. *S. platensis* adalah salah satu jenis mikroalga yang

cocok dikembangkan sebagai agen absorber CO₂. Alga jenis *S. platensis* memiliki pigmen hijau (klorofil) sehingga dapat melakukan proses fotosintesis. Dalam proses fotosintesis tersebut gas CO₂ diperlukan sebagai bahan baku untuk pembentukan senyawa metabolit dan biomassa.

Alga *S. platensis* memiliki tingkat pertumbuhan yang relatif singkat sehingga kebutuhan gas CO₂ cukup tinggi. Dengan demikian alga *S. platensis* cocok sebagai media untuk membantu penurunan kadar CO₂ dalam biogas. Karena bersifat heterotrof sebagian besar alga membutuhkan cahaya dan CO₂. Strain yang digunakan untuk produksi alga di kolam hendaknya dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi tertentu (Kurniawan *et al.*, 1999).

Pelabuhan Muara Angke merupakan Pusat Perikanan Terpadu. PPI Muara Angke termasuk pelabuhan perikanan kelas D yang terletak di Teluk Jakarta. Pelabuhan Muara Angke berfungsi sebagai pendaratan ikan, pengolahan hasil ikan dan kawasan perumahan nelayan. Akibat tingginya aktivitas di kawasan pelabuhan Muara Angke menghasilkan berbagai limbah dari kegiatan tersebut yang potensinya cukup besar untuk mencemari lingkungan perairan di pelabuhan. Limbah yang dihasilkan dari aktivitas tersebut meliputi sampah dan limbah cair.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui produksi biogas dari mikroalga *S. platensis* yang ditumbuhkan di medium limbah domestik tercemar dari perairan Muara Angke dengan konsentrasi yang berbeda. Perlakuan dilakukan dengan menambahkan konsentrasi mikroalga *S. platensis* dalam *working volume* 1 L dengan konsentrasi yang terdiri dari 5% v/v, 15% v/v, dan 25% v/v.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April - Juni 2019, bertempat di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan (PTL) – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Gedung 820 Geostech, Kawasan Puspitek Serpong, Tangerang Selatan. Pengambilan sampel air laut dilakukan di area pelabuhan Kali Adem, Muara Angke, Jakarta Utara.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan konsentrasi *S. platensis* berbeda terdiri dari 5% v/v, 15% v/v dan 25% v/v dilakukan tiga kali pengulangan dengan penambahan substrat kotoran sapi dan kontrol tanpa penambahan substrat kotoran sapi.

Tabel 1. Komposisi Uji Perlakuan

Perlakuan	Mikroalga (mL)	Air limbah domestik tercemar (mL)	Kotoran Sapi (mL)
K	200	1000	-
P1	50	1000	100
P2	150	1000	100
P3	250	1000	100

Preparasi Alat dan Bahan

i. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi alat dan bahan dilakukan agar terbebas dari kontaminan mikroorganisme yang tidak diinginkan (Meritasari *et al*, 2012). Tahapan sterilisasi alat terbagi menjadi dua, yaitu peralatan gelas yang tahan panas dan peralatan yang tidak tahan panas. Peralatan tersebut disusun rapi dalam autoklaf, kemudian autoklaf dioperasikan pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 0,2 Mpa. Setelah dikeringkan, peralatan tersebut disemprotkan alkohol 70% dan dibilas kembali dengan akuades (Sari *et al.*, 2012).

ii. Pembuatan Medium Tumbuh Mikroalga

Medium tumbuh yang digunakan untuk pertumbuhan *S. platensis* dalam penelitian ini adalah media *Zarrouk*. Media *Zarrouk* merupakan media umum yang digunakan sebagai media pertumbuhan *S. platensis*. Media ini digunakan karena sesuai dengan media stok murni dari Laboratorium PTL-BPPT serpong,

Tangerang Selatan sehingga memudahkan adaptasi mikroalga *S. platensis*.

iii. Pemiakan Kultur Mikroalga *S. platensis*

Sebanyak 1000 mL alga *S. platensis* yang diperoleh dari koleksi Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT Serpong ditumbuhkan di media *Zarrouk* 10 L. Bibit alga dibiarkan selama 7-15 hari atau sampai mengalami fase logaritmit dengan memperhatikan pencahayaan dan aerasi agar bibit alga dapat melakukan fotosintesis dan terus berkembangbiak.

iv. Pengambilan Sampel Air Limbah Domestik

Air limbah domestik diperoleh dari perairan yang tercemar air limbah domestik dari perairan Pelabuhan Muara Angke. Pengambilan sampel air limbah domestik menggunakan jerigen. Selanjutnya dilakukan pengambilan data lingkungan in situ meliputi suhu, pH, salinitas, kecerahan, dan oksigen terlarut (DO).

v. Inokulasi Mikroalga *S. platensis* pada Air Limbah Domestik

Inokulasi mikroalga ke dalam air limbah domestik yaitu dengan cara menyediakan terlebih dahulu wadah untuk kultivasi berupa galon kapasitas 2 liter sebanyak 10 buah, kemudian galon diisi dengan volume kerja 1 liter dengan komposisi uji perlakuan pada Tabel 3. Mikroalga *S. platensis* yang sudah dibiakkan sebelumnya sesuai perlakuan yaitu P1, P2, P3 dan Kontrol. Kemudian dikultur selama 10 hari.

Analisis Chemical Oxygen Demand (COD) (SNI 6989.2. Tahun 2009)

Sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 1 mL dan ditambahkan 2 mL pereaksi destruksi deret kecil, lalu diaduk dengan *vortex* hingga homogen selama 30 detik. Setelah itu, sampel dimasukkan ke dalam *heating block* dan didestruksi selama 2 jam pada suhu 150°C. Selanjutnya, *heating block* dimatikan dan tabung reaksi dipindahkan ke dalam rak tabung untuk didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Sampel dimasukkan ke dalam kuvet pada alat Spektrofotometer Jasco V-530. Absorbansinya diukur pada panjang gelombang 600 nm.

Analisis Optical Density (OD)

Pengukuran *optical density* dilakukan menggunakan spektrofotometer sinar ganda (UV-VIS) Jasco V-530. Hasil dari pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis berupa grafik absorbansi terhadap panjang gelombang. Panjang gelombang yang digunakan untuk pengukuran absorbansi *S. platensis* adalah 480 nm. Pengukuran dilakukan pada hari (H) H₀, H₅, H₁₀.

Perhitungan Biomassa

Perhitungan biomassa dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga pada media yang digunakan, perhitungan

biomassa kultur stok dilakukan dengan menggunakan rumus (BPPT, 2013):

$$PB = \frac{\Delta W (W_0 - W_1)}{V}$$

Keterangan:

PB = Kerapatan Biomassa (gr/ml)

V = Volume (ml)

W₁ = Berat kertas saring + Berat kultur (gr)

W₀ = Berat Kertas saring (gr)

Pengukuran Volume Biogas

Pada penelitian ini pengukuran biogas diukur dengan metode gas *Holder*. Metode gas *holder* dilakukan dengan cara *S. platensis* dipanen setelah dikultur selama 10 hari. Selanjutnya dimasukkan ke dalam botol *polyethylene* dan ditambah kotoran sapi yang sudah disaring sebanyak 100 ml. Botol *polyethylene* yang telah berisi sampel ditutup dengan tutup botol *polyethylene* yang sudah dilobangi terlebih dahulu dan diberi selang dan balon yang berbentuk oval, balon tersebut diikat diujung selang. Pengamatan dilakukan selama 30 hari sampai balon terisi biogas. Selanjutnya diameter balon diukur dan dicatat selama pengamatan dengan rumus volume bola ($v = \frac{4}{3}\pi r^3$). Biogas yang terbentuk didalam galon diidentifikasi dengan menggunakan alat GA (*Gas Analyzer*) 5000.

Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian data dianalisis dan diuji dengan statistik menggunakan Analysis Of Variance (ANOVA) untuk membandingkan antar perlakuan dengan tingkat kepercayaan 95%, selanjutnya dibahas secara deskriptif berdasarkan literatur yang berkaitan dengan mikroalga *S. platensis* yang ditumbuhkan dimedia limbah domestik tercemar yang dianggap

memiliki potensi untuk menghasilkan biogas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air Laut di Pelabuhan Muara Angke

Hasil pengamatan kualitas air pada penelitian ini dibandingkan dengan baku mutunya sebagai acuan yaitu berdasarkan Keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 582 Tahun 1995 Tanggal 12 Juni 1995.

Tabel 2. Nilai pengukuran parameter fisik dan kimia air laut di Pelabuhan Muara Angke

No	Parameter	Satuan	Nilai	Baku Mutu
FISIK				
1.	Kecerahan ^a	(m)	1,65	> 3 ^{***)}
2.	Suhu ^b	(°C)	31	Alami ^{b ***)}
KIMIA				
3.	Salinitas ^c	Ppt	30	Alami ^{c ***)}
4.	DO	(mg/L)	4,47	> 5 ^{***)}
5.	pH ^d	-	7	6,0 - 9,0 ^{*)}
6.	NO ₃	(mg/L)	11,08	10,0 ^{*)}
7.	PO ₄	(mg/L)	1,11	0.015 ^{***)}
8.	COD	(mg/L)	304	100 ^{*)}
9.	Ammonia	(mg/L)	2,86	10 ^{**)}

Keterangan :

- *) Baku Mutu Berdasarkan Keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 582 Tahun 1995 Tanggal 12 Juni 1995
- **) Baku Mutu Limbah Domestik Menurut Menteri Lingkungan Hidup Nomor. 112 Tahun 2003 Tanggal 10 Juli 2003
- ***) Baku Mutu Berdasarkan Kepmen-LH 51 Tahun 2004 (Untuk Biota Laut)
- Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam, dan musim)
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalam *eupotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 2⁰C dari suhu alami
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 5% salinitas rata-rata
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan < 0,2 satuan pH

Berdasarkan Tabel 4 memperlihatkan besar beberapa parameter yang sudah melebihi nilai ambang baku mutu (NAB) pada perairan di Pelabuhan Muara Angke, Jakarta Utara. Nilai yang berada diatas NAB yaitu pada parameter kecerahan (1,65 m), DO (4,47 mg/l), NO₃ (11,08 mg/L), PO₄ (1,11 mg/L) dan COD (304 mg/L).

Status Pencemaran Kualitas Air

Penentuan indeks pencemaran dilakukan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003. Hasil analisis tingkat pencemarannya di sajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Status pencemaran air laut di Muara Angke

No	Parameter	Indeks Polusi	Status Pencemaran
FISIK			
1.	Kecerahan ^a	0,55	Memenuhi baku mutu
2.	Suhu ^b	-	-
KIMIA			
3.	Salinitas ^c	-	-
4.	DO	0,253	Memenuhi baku mutu
5.	pH ^d	0,5	Memenuhi baku mutu
6.	NO ₃	1,108	Tercemar ringan
7.	PO ₄	74	Tercemar berat
8.	COD	3,04	Tercemar ringan
9.	Ammonia	0,28634	Memenuhi baku mutu

Berdasarkan Tabel 3 memperlihatkan bahwa nilai dari beberapa parameter kualitas air di Pelabuhan Muara Angke menunjukkan telah tercemar. Berdasarkan hasil analisis tingkat pencemaran terhadap beberapa nilai parameter fisik maupun kimia, secara umum menunjukkan bahwa kualitas air di Pelabuhan Muara Angke telah mengalami pencemaran dari pencemaran ringan sampai pencemaran berat.

Parameter Kualitas Air selama Kultivasi

Pada penelitian ini, parameter kualitas air yang diamati selama kultivasi adalah parameter fisik (Suhu) dan parameter kimia (DO, pH dan COD). Nilai rata-rata suhu, DO, dan pH kultivasi selama penelitian berlangsung dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata Suhu, DO, dan pH selama kultivasi

Parameter	Konsentrasi	Pengamatan Hari ke-							
		1	2	3	4	7	8	9	10
Suhu (°C)	K	28	27,8	27,5	27,5	27,9	27,8	27,8	27,9
	P1	28,3	27,7	27,4	27,2	27,8	27,9	27,9	27,9
	P2	28,1	27,8	27,4	27,7	27,8	27,9	27,9	27,9
	P3	28,2	27,8	27,7	27,4	27,8	27,8	27,9	28
pH	K	9	9	9	9	9	9	9	9
	P1	9	9	9	9	9	9	9	9
	P2	9	9	9	9	9	9	9	9
	P3	9	9	9	9	9	9	9	9
DO (mg/l)	K	7,9	7,9	8,8	9,1	10,2	10,7	10,7	10,9
	P1	7,43	7,9	9,63	9,73	10,66	10,7	10,8	10,8
	P2	7,26	8,03	10	10	10,16	10,6	11,06	11,23
	P3	7,46	8,9	10,23	10,3	10,96	11,26	11,3	11,36

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa kondisi perairan dalam keadaan baik yaitu rata-rata suhu 27,2 – 28,3 °C, memiliki pH yang sama yaitu 9 dan rata-rata DO berkisar 7,26 – 11,36 mg/l.

Analisis Optical Density (OD)

Pengukuran nilai absorbansi dilakukan pada hari pengamatan (H) H₁, H₅, dan H₁₀. Sehingga didapat hasil perhitungan OD (*Optical Density*) yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata nilai absorbansi biakan *S. platensis*

Perlakuan	Pengamatan hari ke-		
	H-1	H-5	H-10
P1	0,54	0,84	1,50
P2	0,63	1,04	1,79
P3	0,91	1,71	2,06
Kontrol	0,42	0,68	0,82

Nilai OD berkisar 0,42 – 2,06. OD tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dengan konsentrasi 25 % yaitu 2,06. Sebagai data pendukung pertumbuhan kultivasi mikroalga *S. platensis*.

Analisis Chemical Oxygen Demand

Pengukuran nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dilakukan pada hari pengamatan (H) H₁, H₅, dan H₁₀. Sehingga didapa hasil perhitungan COD yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata nilai COD *S. platensis*

Perlakuan	Pengamatan hari ke-		
	H-1 (mg/l)	H-5 (mg/l)	H-10 (mg/l)
P1	269	232	147
P2	277	231	124
P3	287	225	117
Kontrol	284	234	127

Nilai COD berkisar 117 mg/l – 287. COD tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dengan konsentrasi 25 % yaitu 287 mg/l dan mengalami penurunan hingga 117 mg/l. Sebagai data pendukung pertumbuhan kultivasi mikroalga *S. platensis*

Berdasarkan uji *Oneway ANOVA* diperoleh nilai signifikan sebesar 0,00 (sig <0,05) yang menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan, sehingga

dilakukan uji lanjut LSD dan diperoleh hasil terdapat perbedaan yang sangat nyata (<0,005) antara perlakuan kontrol dengan P1 (5%), P2 (15%), dan P3 (25%).

Perhitungan Biomassa

Perhitungan kultur biomassa dilakukan untuk mengetahui perkembangan biomassa *S. platensis*. Hasil perhitungan kultur biomassa dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata nilai biomassa biakan *S. platensis*

Perlakuan	Pengamatan hari ke-		
	H1(gr/ml)	H5 (gr/ml)	H10 (gr/ml)
Kontrol	16,08	17,43	18,93
P1 5 %	10,8	16,5	18,7
P2 15 %	14,06	18,03	19,8
P3 25 %	17,43	18,93	20,63

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa jumlah biomassa paling tinggi pada perlakuan P3 dan paling rendah pada perlakuan P1. Jumlah kultur biomassa yang paling tinggi pada perlakuan P3 adalah sebanyak 20,63 gr/ml.

Berdasarkan uji *Oneway ANOVA* diperoleh nilai signifikan sebesar 0,00 (sig <0,05) menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan, sehingga dilakukan uji lanjut LSD dan diperoleh hasil terdapat perbedaan yang sangat nyata (<0,005)

antara perlakuan kontrol dengan P1 (5%), P2 (15%), dan P3 (25%).

Pengukuran Volume biogas

Pengukuran volume biogas dilakukan untuk mengetahui produktifitas

mikroalga *S. platensis* yang paling besar di masing-masing perlakuan. Hasil perhitungan pengukuran volume biogas dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata volume biogas pada setiap perlakuan

Perlakuan	Pengamatan hari ke-		
	H5 (cm ³)	H15 (cm ³)	H30 (cm ³)
Kontrol	14,14	65,57	697,19
P1 5 %	81,36	429,17	2322,74
P2 15 %	209,17	1259,93	3073,71
P3 25 %	343,96	3309,6	4453,6

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa jumlah volume biogas yang dihasilkan *S. platensis* paling tinggi pada perlakuan P3 dan paling rendah pada perlakuan Kontrol. Berdasarkan uji *Oneway ANOVA* diperoleh nilai signifikan sebesar 0,01 (sig <0,05) yang menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan, sehingga dilakukan uji lanjut LSD dan diperoleh hasil terdapat perbedaan yang sangat nyata (<0,005) antara perlakuan kontrol dengan P1 (5%), P2 (15%), dan P3 (25%).

Pembahasan

Dari pengukuran kualitas perairan yang didapatkan selama penelitian ini berlangsung, dihasilkan bahwa kualitas air limbah domestik yang digunakan tergolong bagus sebagai media tumbuh *S. platensis*. Sesuai dengan Isnansetyo *et al.* (1995) suhu untuk mikroalga berkisar 16-35°C. Salinitas yang optimal untuk *S. platensis* adalah berkisar antara 15- 30 ‰ (Haryati, 2008). Nilai pH yang baik berkisar antara 8,5 - 9,5.

Rata-rata suhu pada hari 1 pada perlakuan K, P1, P2 dan P3 relatif sama yaitu berkisar 28 - 28,3 °C. Hal ini disebabkan karena setiap pencahayaan yang digunakan di dalam masing-masing reaktor sama, dimana radiasi dari setiap lampu dapat menghantarkan perpindahan panas ke

dalam medium kultur secara langsung. Pada hari ke-2 sampai hari ke-10 sangat terlihat jelas tidak ada perubahan yang sangat nyata dimana suhu hanya mengalami penurunan menjadi kisaran 27,2 – 28 °C. Sedangkan kadar pH pada setiap perlakuan adalah 9. Hal ini menunjukkan bahwa pH yang didapat selama penelitian tergolong optimal.

Pada hari ke -1 pengukuran *Dissolved Oxygent* (DO) pada setiap perlakuan hampir sama yaitu K (7,9 mg/l), P1 (7,43 mg/l), P2 (7,26 mg/l), P3 (7,46 mg/l). Pada hari ke-10 DO mengalami kenaikan yaitu K (10,9 mg/l), P1 (10,8 mg/l), P2 (11,23 mg/l), P3 (11,36 mg/l). Dengan demikian, suhu, oksigen terlarut dan pH selama penelitian yang dilakukan berada dalam kondisi optimal untuk pertumbuhan *S. platensis*.

Arifin (2012), menyatakan bahwa menurunnya kadar CO₂ dalam perairan menyebabkan nilai pH dapat meningkat dari keadaan asam menjadi netral atau bahkan basa. Adanya aktifitas berupa fotosintesis oleh *S. platensis* juga memberikan pengaruh meningkatnya kadar O₂, meningkatnya kadar O₂ juga memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai DO, dimana peningkatan nilai DO ini juga dapat terjadi dikarenakan adanya bantuan aerasi. Peningkatan nilai

DO dalam perairan menandakan kualitas air semakin bagus (Restuhadi *et al.*, 2017).

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan banyaknya kandungan bahan organik yang dapat dioksidasi secara kimiawi baik yang bersifat *biodegradable* (dapat terdegradasi secara biologis) maupun *nonbiodegradable* (tidak dapat terdegradasi secara biologis) di suatu perairan. Berdasarkan hasil pengukuran COD yang menunjukkan bahwa nilai COD dari setiap perlakuan yang telah dilakukan berbeda-beda.

Nilai COD pada hari terakhir yaitu hari ke-10 paling tinggi terdapat pada perlakuan P1 yaitu 147 mg/l dan paling rendah terdapat pada perlakuan P3 yaitu 117 mg/l. Penurunan nilai COD juga disebabkan karena adanya simbiosis mutualisme antara mikroalga dengan air limbah domestik, dimana pada saat mikroalga berfotosintesis akan menghasilkan oksigen (O_2) yang kemudian akan digunakan mikroorganisme untuk bertahan hidup dan mendegradasi senyawa organik dalam limbah, pada saat mikroorganisme mendegradasi senyawa organik akan menghasilkan karbondioksida (CO_2) dan karbondioksida ini dibutuhkan mikroalga untuk melakukan fotosintesis.

Perhitungan kultur biomassa dilakukan untuk mengetahui perkembangan biomassa *S. platensis* yang dilakukan pada hari ke -1, hari ke -5 dan hari ke -10. Pada hari ke -1 sel mengalami fase lag dimana pada fase ini metabolisme berjalan tetapi pembelahan sel belum terjadi sehingga kepadatan sel belum meningkat, hal ini mungkin dikarenakan bahwa *S. platensis* masih beradaptasi dengan lingkungan barunya. Pada hari ke -5 sampai hari ke -10 sel mengalami peningkatan pesat pada setiap perlakuan hal ini dikarenakan bahwa pada hari ke -5 sampai hari ke -10 sel mikroalga telah mengalami fase logartmik (eksponensial). Fase eksponensial adalah fase dimana sel mikroalga mengalami pembelahan sel dengan laju pertumbuhan

yang meningkat secara intensif. Jumlah pertumbuhan biomassa paling tinggi terjadi pada perlakuan P3 (25%).

Terjadinya kenaikan biomassa pada mikroalga dikarenakan bahwa *S. platensis* melakukan proses fotosintesis dengan memanfaatkan cahaya dari penyinaran dengan lampu TL 36 watt dengan fotoperiod 12 gelap dan 12 terang. Cahaya merupakan sumber energi bagi mikroalga untuk dapat melakukan fotosintesis. Apabila mikroalga kekurangan cahaya dalam lingkungan kulturnya maka fotosintesis akan berlangsung tidak normal. Pencahayaan pada kultur dapat dipengaruhi oleh tingkat intensitas pencahayaan, lamanya pencahayaan dan bergantung dari kepadatan sel yang akan mempengaruhi pembentukan bayangan sel itu sendiri.

Biogas merupakan energi yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas alam (Haryati, 2008). Proses terjadinya biogas adalah fermentasi anaerob bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme sehingga menghasilkan gas mudah terbakar (*flammable*) (Simamora, 2006). Biogas mudah terbakar karena mengandung gas metana (CH_4) dalam persentase cukup tinggi (Setiawan, 2008).

Banyak faktor mempengaruhi keberhasilan produksi biogas, yaitu seperti kondisi anaerob, bahan baku isian, nutrisi (C/N), pH, suhu, dan starter. Faktor tersebut dapat mempercepat proses fermentasi jika kondisi lingkungan optimal bagi pertumbuhan bakteri perombak (Simamora, 2006).

Mikroalga yang diberi perlakuan P1, P2 dan P3 dengan penambahan kotoran sapi dapat menghasilkan volume biogas lebih banyak dibandingkan *S. platensis* tanpa penambahan kotoran sapi (kontrol). *S. platensis* pada perlakuan P3 menghasilkan volume biogas paling banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hasil volume biogas yang

didapat diukur dengan menggunakan volume bola.

Perbedaan volume biogas yang diperoleh dapat disebabkan karena jumlah mikroalga *S. platensis* dan kotoran sapi yang berbeda. Menurut Ratnaningsih *et al.* (2009) jumlah produksi biogas yang sangat kecil menunjukkan bahwa telah terjadi proses degradasi yang tidak maksimal. Hal ini terlihat dari total produksi gas yang sangat kecil, yaitu pada Kontrol dan P1 dalam waktu 30 hari. Hal ini merupakan pengaruh dari perbedaan jumlah konsentrasi air limbah domestik, *S. platensis* dan kotoran sapi serta perbedaan suhu lingkungan, perbedaan pH pada masing-masing kelompok perlakuan.

Namun demikian, jumlah biogas yang dihasilkan tidak dapat menentukan nyala biogas yang dihasilkan. Hal ini mungkin dikarenakan karena *working volume* hanya 1 liter dan kandungan gas metana pada biogas hanya sedikit. Pada umumnya, biogas tersusun atas beberapa komponen yaitu metana 55-70%, karbon dioksida 30-45% dan sedikit hidrogen sulfida dan amonia maupun gas-gas lainnya 1%. Biogas dapat terbakar apabila terdapat kadar metana minimal 57% s/d 60% (Hammad *et al.*, 1996). Oleh sebab itu sebagai pengganti uji nyala maka dilakukan identifikasi biogas dengan menggunakan alat *Gas Analyzer* (GA) 5000.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arifin, R. (2012). Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-a) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur. (p. 116) *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
2. BPPT. (2013). Development of Planning and Policy Support for Improving the Potential Production of Biogas as Renewable Energy in Indonesia's Tofu Industries, Renewable Energy-Efficiency Energy Partnership (REEEP) Environmental Technology Centre, The agency for the Assessment and Application of Technology
3. Cesaro, A., and V. Belgiorno. (2015). Gabungan produksi biogas dan bioetanol: peluang dan tantangan untuk aplikasi industri. *Energi*. Volume 8, Pages 81218144
4. CCAP (Culture Collection of Algae and Protozoa). (2002). Walne's Medium for Algal Cultures. Dunstaffnage Marine Laboratory. Oban, Argyll, 1 : PA371QA, UK

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mikroalga *S. platensis* yang ditumbuhkan di media air limbah domestik tercemar dengan penambahan substrat kotoran sapi dapat menghasilkan biogas lebih banyak dibandingkan kontrol (tanpa penambahan substrat kotoran sapi). Adapun sampel yang lebih besar volume biogasnya adalah perlakuan P3 dengan konsentrasi mikroalga 25% dan volume biogas yang paling rendah terdapat pada perlakuan P1 dengan konsentrasi mikroalga 5%. Nilai rata-rata volume biogas berdasarkan hasil *oneway ANOVA* diperoleh nilai signifikan 0,01 ($\text{sig} < 0,05$), sehingga dilakukan uji lanjut LSD dan diperoleh hasil yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ($<0,005$) antar perlakuan yang artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya, mikroalga *S. platensis* yang dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas dapat dilanjutkan dengan skala kultur yang lebih besar dan perlu dilakukan uji nyala. Karena pada saat penelitian ini uji nyala tidak dapat dilakukan karena volume kerja terlalu kecil.

5. Hammad S, M. D. (1999). Integrated Environmental and Sanitary Engineering Project at Mirzapur. Journal of Indian Water Work Association. Volume 28, Pages 231-236
6. Haryati, R. (2008). Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. dalam Skala Laboratoris. Laboratorium Ekologi dan Biosistemik. BIOMA, Volume 1(10), Pages 19-22
7. Hasanah, H. (2011). Penurunan Beban Pencemar Limbah Cair Kelapa Sawit Melalui Proses Fermentasi Anaerob Menggunakan Digester Anaerob Dua Tahap. *Skripsi*. Fakultas Teknologi. Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
8. KepMenLH (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup) Nomor 115 Tahun 2003 tentang pedoman penentuan status mutu air.
9. Kurniawan, H. Dan L. Gunarto. (1999). Aspek Industri Sistem Kultivasi Mikroalga Imobil. Jurnal Tinjauan Ilmiah Riset Biologi dan Bioteknologi Pertanian. Volume 2 (2).
10. Maynell, B. (1981). Research of Methane in Biogas Production. Journal of Science and Technology. Volume (19), Pages 388.
11. Meritasari, D., A. Mubarak., L. Sulmartiwi., dan E.D. Masithah. (2012). Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Ikan Lemuru (*Sardinella* sp.) dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, Volume 4(1).
12. Ratnaningsih., H. Widyatmoko dan T. Yananto. (2009). Potensi Pembentukan Biogas pada Proses Biodegradasi Campuran Sampah Organik Segar dan Kotoran Sapi dalam Batch Reaktor Anaerob. Jurnal Teknologi lingkungan. Volume 5, Pages 20-26.
13. Restuhadi, F., Y. Zalfiatri dan D. Pringgondani. (2017). Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga *Chlorella* sp. dan Starbact® Untuk Menurunkan Kadar Polutan Limbah Cair Sagu. Jurnal Ilmu Lingkungan. Volume 11 (2).
14. Sari, H., Sudarno dan D.M. Endang. (2012). Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik dan *Azolla pinnata* Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil Pada *Spirulina platensis*. Journal of Marine and Coastal Science. Volume 3(1), Pages 31-43
15. Setiawan, S., M. Sari and Yuliusman. (2008). Mekanisme Absorpsi CO₂ dengan Menggunakan Fitoplankton. Jurnal Ilmiah Bioteknologi. Volume (19), Pages 115 – 119
16. Simamora, S. (2006). *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
17. [SNI] Standar Nasional Indonesia 6989.2. (2009). Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometri. Jakarta (ID): BSN.