

POTENSI RUMPUT LAUT *GRACILARIA* SP. SEBAGAI ALTERNATIF BIOMASSA STUDI KASUS DI KAWASAN TAMBAK TANJUNGSARI, KECAMATAN JABON, SIDOARJO

A. Sa'diyah¹⁾, Dycka Anugerah S.P.²⁾

^{1),2)}*Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*
Jl. Teknik Kimia ITS Sukolilo Surabaya
Email : am.sadiyah@ppns.ac.id

Abstrak. Manusia memiliki kehausan yang tak terpuaskan terhadap energi. Menurut Dewan Energi Dunia, pemakaian energi cenderung naik sampai 50 persen pada tahun 2020. Sebagian besar energi dihasilkan oleh bahan bakar fosil, batu bara, gas dan terutama minyak yang menjadi sumber tunggal yang paling kritis. Sehingga sangat perlu untuk dikembangkan pemanfaatan energi baru dan terbarukan seperti biomassa. Salah satu bahan pangan yang dapat digunakan sebagai alternatif energi baru terbarukan biomassa adalah rumput laut *Gracillaria* Sp. Rumput Laut *Gracilaria* Sp. merupakan salah satu komoditi perairan (tambak) Selatan Porong Sidoarjo. Rumput laut jenis ini sangat muda di budidayakan, dapat di budidayakan di sekitar pesisir laut maupun di kawasan tambak. Pembudidayaan rumput laut *Gracilaria* sp di tambak Tanjungsari mencapai 200-600 ton dengan masa panen 2-3 bulan yang ditanam pada luas wilayah tambak kurang lebih 800 hektar. Hal ini tentu sangat berpotensi sebagai bahan baku pembuatan biomassa. Maka, studi ini dilakukan untuk mengetahui potensi Rumput Laut *Gracilaria* Sp. sebagai bahan alternatif Biomassa. Penentuan kualitas biomassa dilihat dari kadar substansi CO₂, CH₄, C₂H₅OH dan CH₃OH yang terdapat dalam *Gracilaria* Sp. Sehingga potensi biomassa yang sesuai untuk kawasan pertambakan dapat diketahui dari hasil studi ini.

Kata kunci : Rumput laut, *Gracillaria* Sp., Biomassa, Etanol.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Hanya 250 tahun yang lalu, nenek moyang sepenuhnya mengandalkan sumber-sumber energi alamiah. Bajak yang ditarik hewan, kincir angin yang untuk menggiling jagung, dan tenaga penggerak yang utama dimasyarakat adalah otot manusia. Sekarang, otot menyumbang kurang dari 1% untuk melakukan kerja di Negara maju. Berbagai barang dan jasa didapatkan dengan membayar, didukung dengan bahan bakar. Bahan bakar yang berasal dari fosil seperti batu bara, minyak, dan gas semakin meningkat penggunaannya. Kemakmuran dunia industri bergantung pada bahan bakar fosil dan selama puluhan tahun umat manusia bersikap seakan-akan sumber-sumber tersebut tidak akan habis [1]. Padahal semakin lama kebutuhan terhadap energi setiap hari semakin meningkat. Akan tetapi persediaan energi terutama dari Bahan Bakar Minyak (BBM) makin menipis dan suatu saat dapat habis sama sekali [2]. Dalam buku *The Limits to Growth* menyatakan cadangan batu bara yang diketahui sekitar 250 tahun, minyak 40 tahun dan gas 70 tahun [1].

Pemakaian energi dari penggunaan BBM seperti seperti premium, solar, dan minyak tanah tentu memnghasilkan emisi gas buang yang berakibat pada pemanasan global. Ketika bahan bakar fosil dibakar pada mobil dan pembangkit tenaga, gas karbon dioksida (CO₂) dilepaskan sebagai produk sisa yang dibuang. Gas ini ada secara alamiah di atmosfer, dimana bertindak sebagai selimut, menjebak panas matahari dan menghangatkan permukaan bumi. Badan PBB yang berwenang pada perubahan iklim (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Chage) meramalkan bahwa suhu permukaan akan naik 1,5-3,5 °C pada tahun 2100 [1]

Peran semua pihak sangat dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan ini. Tetapi kekuatan politik dan ekonomi masih menjadi variabel yang dominan dalam mengendalikan penggunaan bahan bakar fosil dalam dasawarsa ini. Pada UU no 30 Tahun 2007 tentang Energi menyebutkan bahwa pemerintah wajib menyediakan energi terbaru dan terbarukan sebagai dari diverifikasi energi dan tanggungjawab semua pihak. Hal ini perlu dikembangkan pemanfaatan energi baru dan terbarukan seperti biofuel (biodiesel dan bioetanol), panas bumi, *Coal Bed Methane* (CBM), biogas, energi air, energi matahari, energi angin, energi nuklir [3].

Penelitian ini dilakukan di Dusun Tanjungsari, Desa Kupang, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo yang terletak pada koordinat 7°31'51.9"S 112°49'21.1"E dengan suhu relatif lingkungan

(27-31 °C) , curah hujan 0,15 dan kelembaban (Rh : 0,75). Kecamatan Jabon memiliki luas wilayah 8.09976 Ha, dengan jumlah penduduk 55.156 Jiwa [4]. Kajian ini dilaksanakan berdasarkan studi literatur mengenai potensi biomassa pada Algae. Pengambilan sampel rumput laut dilakukan pada saat panen dengan kadar air kurang lebih 15%.



Gambar 1 Peta Kecamatan Jabon Sidoarjo yang menjadi lokasi Penelitian [5]

Rumput laut atau *seaweed* adalah salah satu tumbuhan laut yang termasuk dalam golongan Makroalga benthic yang umumnya hidup melekat di dasar perairan. Salah satu jenis rumput laut yang sangat banyak ditemukan di Indonesia adalah *Gracilaria sp.* Oleh masyarakat Dusun Tanjungsari, Desa Kupang, kec Jabon kelompok Samudera Hijau satu mengembangkan penanaman *Gracilaria sp* pada tambak. Dengan luas tambak sekitar 800 hektar mampu menghasilkan 200-600 ton rumput laut *Gracilaria sp.* Biomassa dalam sumber pangan rumput laut ini dapat dijadikan sebagai sumber alternatif energi terbarukan yaitu energi Biofuel (Bioetanol dan Biodiesel) dan Biogas. Pertumbuhan *Gracilaria sp* akan semakin baik apabila perairan tidak keruh karena kekeruhan akan menutupi sehingga proses fotosintesa terganggu [6].

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang dapat ditentukan rumusan masalah mengenai bagaimana potensi biomassa rumput laut jenis *Gracilaria Sp* yang terdapat pada tambak Dusun Tanjung Sari, berapa kadar kadar *Substrat, CH₄, CO₂ dan H₂S* yang terdapat pada *Gracilaria Sp* sebagai indikator biomassa.

1.3 Tujuan

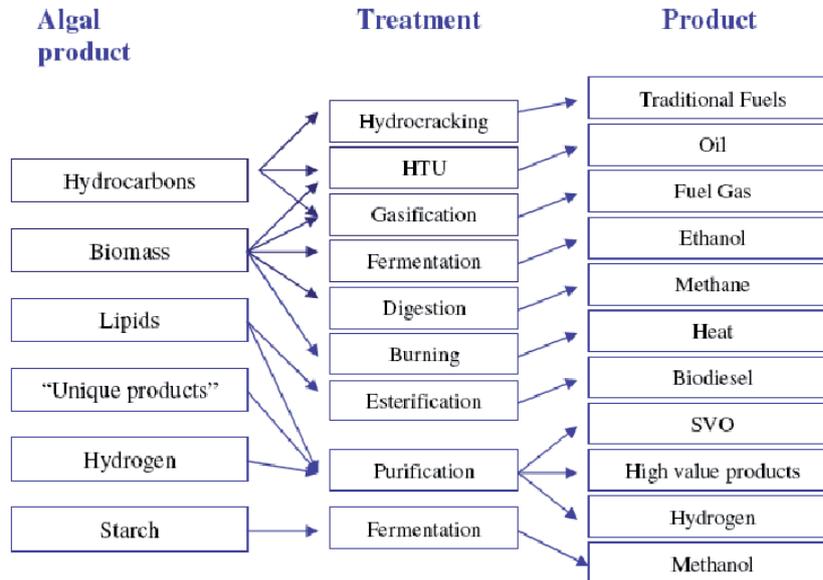
Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi Biomassa rumput laut *Gracilaria sp* dalam pembentukan Bioetanol, Biodiesel dan Biogas berdasarkan kadar kadar *Substrat, CH₄, CO₂ dan H₂S* . Sehingga dapat digunakan sebagai bahan energi alternatif bagi penduduk Dusun Tanjung Sari.

1.4 Tinjauan Pustaka

Alga merah merupakan salah satu organisme laut yang dapat menyediakan sumber bahan alam dalam jumlah yang melimpah dan mudah untuk dibudidayakan [7]. *Gracilaria sp* merupakan salah satu alga merah yang mengandung senyawa hidrokoloid yang disebut agar [6]. *Gracilaria sp* memiliki ciri-ciri antara lain: permukaan tubuhnya halus atau berbintil dengan diameter thallus 0.5-2 mm, panjangnya bias mencapai 30 cm, umumnya tumbuh pada arus yang cukup stabil dengan salinitas 5 dan 43% dan pH 6-9 thallus berwarna hijau, bentuk thallusnya yang kecil, menipis, silindris, dan bentuk percabangan tidak teratur [8]. Dinding sel dari rumput laut tersusun dari bahan *berlignoselulosa*. Kandungan selulosa dan polisakarida berbentuk gel yang tinggi ini membuat rumput laut memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar [9].

Bahan bakar yang dapat dihasilkan dari biomassa umumnya adalah biofuel (bioetanol dan biodiesel) dan biogas. Bioetanol merupakan salah satu jenis biofuel (bahan bakar cair dari pengolahan tumbuhan) disamping biodiesel. Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses distilasi [10]. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternative yang dapat digunakan secara langsung atau dicampur dengan solar pada mesin diesel.

Biodiesel diproduksi dari minyak nabati atau lemak hewani [11]. Biogas merupakan gas yang mudah terbakar dan dihasilkan dari melalui proses anaerob atau fermentasi dari bahan-bahan organik. Biogas juga dikenal sebagai gas rawa atau lumpur dan bisa digunakan sebagai bahan bakar. Pada umumnya semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas [12].



Gambar 2. Tinjauan Luas Energi dari Alga [26]

1.5 Metode

Rumput laut yang baru saja dipanen memiliki tekstur lembab karena banyak mengandung cairan, kandungan air dan garam yang terdapat didalam perairan tambak mempengaruhi warna atau pigmen rumput laut *Gracilaria, sp.* Sehingga dari perubahan warna yang terjadi, bisa diketahui pigmen dominan, kadar garam dan tingkat keasaman yang terdapat pada rumput laut. Selain itu, dapat juga diketahui kadar *Substrat, CH₄, CO₂ dan H₂S* untuk penentuan potensi biomassa pada *Gracilaria sp.*

2. Pembahasan

Produksi Makroalga *Gracilaria sp* dapat diketahui dari hasil panen yang dilakukan di tambak. Hasilnya berupa biomassa basah yang kemudian dikeringkan selama beberapa hari tergantung dengan intensitas penyinaran matahari. Pengeringan dilakukan untuk menurunkan kadar air sehingga memudahkan dalam distribusi dan menjaga kualitas biomassa makroalga tersebut. Pengeringan dilakukan sesuai permintaan industri, rata-rata permintaan industri menginginkan pengeringan hingga kadar air yang terkandung kurang dari 15%. Produksi makroalga pada lahan ±800 Ha tambak di desa Tanjungsari, Jabon, Jawa Timur menghasilkan 200-600 Ton sekali panen.



Gambar 3. a. Rumput laut *Gracilaria sp* di dalam tambak (basah), b. Rumput Laut *Gracilaria sp* pasca panen (lembab)

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui karakteristik kandungan substrat dari berbagai jenis rumput laut didaerah Indonesia diketahui kandungan minyak untuk jenis-jenis rumput laut berbeda-beda. Kandungan minyak tertinggi di miliki oleh alga merah yaitu 0.3-2.0 %. Kandungan minyak yang dihasilkan memungkinkan minyak tersebut dapat digunakan sebagai bahan alternatif biodiesel. Proses ekstrasi yang dilakukan menggunakan pelarut *n-heksana*[27].

Biodiesel yang dihasilkan bisa digunakan sendiri atau sebagai tambahan pada mesin diesel tanpa memodifikasi mesin. Kandungan minyak yang terdapat pada berbagai jenis Alga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan biomassa seperti *bioethanol* dan *biodiesel*. *Gracilaria sp* yang merupakan salah satu jenis dari Alga merah memiliki potensi yang cukup baik jika dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pembuatan *bioethanol*.

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman dan hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni dialam melainkan berikatan dengan lignin dan hemiselulosa membentuk *lignoselulosa* [20]. Selulosa dapat dikonversi menjadi produk-produk ekonomi tinggi seperti glukosa, etanol dan pakan ternak melalui proses hidrolisis dengan bantuan enzim selulase atau dengan proses hidrolisis asam-basa [21]. Dari tabel 3 kadar selulosa tertinggi dimiliki oleh *Gracilaria sp* sebesar 19.7 %. Kadar selulosa yang tinggi tersebut sangat berpotensi menghasilkan *Bioethanol* dengan proses hidrolisis. Namun kadar selulosa yang dimiliki masing masing rumput laut dapat berbeda tergantung pada jenis rumput laut, perlakuan, pembudidayaan, dan tempat pembudidayaan.

Berdasarkan tabel 4 metode yang digunakan untuk memperoleh bioenergi (biogas) dari biomassa adalah degradasi *anaerobic* atau fermentasi makroalga menjadi biogas dengan bantuan bakteri kotoran sapi. Proses nya berlangsung dalam digester dengan tujuan untuk menghasilkan gas *methane* (CH₄). Organisme yang berasal dari rumen seperti bakteri, protozoa, jamur, dan bakteriofag bertindak sebagai pengurai bahan organik [22]. Proses methanogenesis terjadi dalam biodigester, akan didapatkan konsentrasi gas CH₄ dengan HRT (*Hydraulic Retention Time*) pada hari ke-15.

Produktivitas biogas dalam waktu 60 hari terlihat fluktuatif, bahkan semakin lama semakin turun, hal ini disebabkan karena berkurangnya kandungan senyawa karbon dalam substrat yang berkorelasi dengan menurunnya kadar total solid dalam bioreaktor, sehingga mikroba pengurai mengalami kekurangan (defisit) makanan. Selain itu, dengan berjalannya waktu, pertumbuhan mikroba terhambat oleh akumulasi mineral (senyawa anorganik) dalam endapan substrat yang bersifat inhibitor (toksik) terhadap reaksi dekomposisi karbon menjadi gas metana[23].

Konsentrasi CO₂ semakin meningkat pada pertengahan sampai akhir pengamatan. Kenaikan tersebut pada perlakuan BS dan AS. Hal disebabkan oleh kegiatan bakteri yang menghidrolisis substrat namun tidak diimbangi dengan tahap *methanogenesis* karena keberadaan gas H₂S dalam digester yang dapat menghambat proses metanogen [24]. Tingginya kadar CO₂ menjadi indikasi rendahnya kandungan metana sehingga nilai energinya lebih rendah. Kandungan CO₂ menurunkan nilai pemanasan dari biogas. Oleh karena itu , pada saat biogas akan segera habis warna api akan sedikit memerah sebagai tanda tingginya CO₂ dalam Biogas.

Konsentrasi Gas H₂S mengalami peningkatan pada hari ke-15 namun terjadi penurunan kembali pada perlakuan hari ke-25 pada perlakuan BS. Walaupun konsentrasinya tidak begitu besar seperti gas CH₄ dan CO₂ namun keberadaan gas ini sangat mengganggu. Jika didalam digester terdapat gas yang mengandung lebih dari 6% H₂S maka dapat membatasi methanogenesis [25].

2.1. Tabel

Tabel 1. Komposisi Kandungan *Gracilaria*

Komposisi (%)	<i>Gracilaria crassa</i> ^[13]	<i>Gracilaria salicornia</i> ^[14]	<i>Gracilaria sp</i> ^[15]	<i>Gracilaria verrucosa</i> ^[16]
Kadar air	-	15.63	9.38	11.60
Protein	5.18	11.21	6.59	25.35
Karbohidrat	42.0	24.47	41.64	43.10
Lemak	1.3	0.35	0.68	1.05
Serat	-	30.94	8.92	7.50
Kadar abu	43.18	17.37	32.76	15.30

Tabel 2. Komposisi Kandungan Minyak untuk Biodiesel

Jenis Alga	Kandungan Minyak (%)
Alga Hijau	0.5-1.5
Alga Coklat	0.3-1.0
Alga Merah	0.3-2.0

Tabel 3. Komposisi Kandungan Selulosa untuk Bioetanol

Jenis Rumput Laut	Kadar selulosa (%)
<i>Gelidium amansii</i>	16.8
<i>Eucheuma cottonii</i>	7.1
<i>Gracilaria sp</i>	19.7
<i>Codium fragile</i>	10.9
<i>Undaria pinattinda</i>	2.4
<i>Laminaria japonica</i>	6.7

Tabel 4. Konsentrasi gas CH₄, CO₂ dan H₂S pada biogas Makroalga alga merah sebelum dan sesudah filtrasi dengan H₂S scrubber

Hari Ke-	CH ₄ (mg.L ⁻¹)		CO ₂ (mg.L ⁻¹)		H ₂ S (mg.L ⁻¹)	
	BS	AS	BS	AS	BS	AS
5	176,426	551,408	10,950.5	28,541	7.98	-
15	603,900	636,472	76,814.5	94,919	52.05	-
25	428,992	460,017	192,248.5	237,846	29.96	-

BS = Sebelum H₂S scrubber; AS = setelah H₂S scrubber; (-) = tidak terdeteksi.

3. Simpulan

Pemanfaatan rumput laut sebagai energi alternatif merupakan potensi yang sangat besar, potensi tersebut terdapat pada kandungan Biomassa yang dimiliki oleh makroalga *Gracilaria.sp.* kandungan biomassa yang dimiliki dapat diubah menjadi berbagai macam bioenergi (biodiesel, bioetanol dan biogas). Dengan metode fermentasi dan hidrolisis untuk menghasilkan bioetanol, metode *Digestion* atau degradasi *anaerobic* untuk menghasilkan biogas, dan metode *esterification* atau ekstraksi untuk menghasilkan biodiesel. Dari analisa dan pembahasan didapatkan saran untuk energi alternatif yang berpotensi besar untuk dapat diterapkan pada Dusun Tanjungsari, Desa Kupang, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo adalah Bioetanol. Dengan hasil panen yang melimpah, dan luas kawasan tambak yang mencapai 800 Ha dengan satu kali panen dapat menghasilkan 200-600 Ton rumput laut basah. Produk *bioethanol* yang dapat dihasilkan akan sangat melimpah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis memberikan apresiasi dan terimakasih kepada Ketua Dusun Tanjung Sari Kec. Jabon Sidoarjo dan Kelompok Pembudidaya Rumput Laut (POKDAKAN) Samudera Hijau Satu atas keterbukaan dan kerjasamanya kepada kami dalam penelitian rumput laut di wilayahnya.

Daftar Pustaka

- [1]. Marek Walisiewicz, 2003. *Essential Science*. Penerbit Erlangga.
- [2]. Nofriya Firdaus, 2015. Pendayagunaan Sumber Daya Genetik Rumput Laut Sebagai Sumber Energi Alternatif di Masa Depan. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND* 12 (1) : 38-47.
- [3]. Hasjim, M dan Toha T, 2013. Pengembangan Energi Non-Minyak Bumi Ramah Lingkungan. Laporan Penelitian. Universitas Sriwijaya.
- [4]. Tentang Kecamatan. <http://jabon.sidoarjo.kab.go.id/umum/tentangkecamatan.html> diakses tgl 8 Desember 2017

- [5]. Peta Kecamatan Jabon, <http://jabon.sidoarjo.kab.go.id/umum/PetaJabon.htm> diakses tgl 8 Desember 2017.
- [6]. Niniek Widyorini, 2010. Analisis Pertumbuhan *Gracilaria* sp di Tambak Udang Ditinjau Dari Tingkat Sedimentasi . Universitas Diponegoro.
- [7]. Haniffa. M. A., Kavitha, K. 2012. Antibacterial Activity Of Medical Herbs Against The Fish Pathogen *Aeromonas*, *Journal of Agricultural Technology*, 8 (1): 205-211.
- [8]. Anggadiredjo, J.T., Achmad Zatinika, Heri Parwoto., Sri Istini. 2006. RumputLaut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [9]. Hanna. 2001 Potensi Rumput Laut Sebagai Bahan Bakar Bioetanol. <http://erepo.unud.ac.id>.
- [10]. Firstryarikha Habibah, 2015. Produksi Subtrat Fermentasi Bioetanol Dari Alga Merah *Gracilaria Verrucosa* Melalui Hidrolisis Enzimatis Dan Kimiawi. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- [11]. Pflumm, R., 2001. A 100% Soybean Oil-based Biodiesel Fuel. www.soygold.com.
- [12]. Sunaryo, 2014. Rancang Bangun Reaktor Biogas Untuk pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Di Desa Limbangan Kabupaten Banjarnegara. Universitas Sains Al Quran.
- [13]. Baghel RS, Kumari P, Reddy CRK, Jha B. 2014. Growth, Pigments, And Biochemical Composition Of Marine Red Alga *Gracilaria Crasa*. *Appl phycol*. 26:2143-2150.
- [14]. Kawaroe M, Prartono T, Kusuma AH. 2013. Effect of acid concentration on hydrolysis efficiency on *Caulerpa racemosa*, *Sargassum crassifolium* and *Gracilaria salicornia*. *Environment and Bioenergy*. 8(3): 127-134.
- [15]. Yunziah. 2004. Teknik Pengolahan Alginat. Jakarta (ID): Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.
- [16]. Anggadiredja JT, Zatinika A, Purwanto H, Istini. 2006. Rumput Laut Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- [17]. Santoso, J., Gunji S., Yoshie-Stark, Y. 2006. Mineral Content Of Indonesia Seaweeds and Mineral Solubility Affected by Basic Cooking. *Food Science Technologies Research* 12 (1): 59-66.
- [18]. Kim GS, Myung KS, Kim YJ, Oh KK, Kim JS, Ryu HJ, Kim KH. 2008. Method of Producing Biofuel Using Sea Algae, Seoul: World Intellectual Property Organization.
- [19]. Lynd L, Paul J, Willem H, Isak. 2002. Microbial Cellulase Utilization. *Fundamentals and Biotechnology*. *Micro. Mol. Bio. Rev* 66:506-577.
- [20]. Immanuel, 2001. Proses Hidrolisis Asam-Basa. <http://erepo.unud.ac.id>
- [21]. Dea Fauzi Lestari, 2016. Potensi Biomassa dan Karakteristik Makroalga *Gracilaria verrucosa* sebagai Sumber Energi Alternatif Biogas. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- [22]. Beauchemin K, Kreuzer M, O'Mara F, McAllister T. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Animal Production Science*. 48:21-27.
- [23]. Sa'diyah, A. 2014. Analisis Produktivitas Reaktor Biogas Tipe Kubah Tetap [Fixed Dome] Menggunakan Model Matematis Monod Type Kinetic. Prosiding SENENDO 2014. ISSN : 978-602-8817-58-5.
- [24]. Nkemka VN, Murto M. 2010. Evaluation of biogas production from seaweed in batch tests and in UASB reactors combined with the removal of heavy metals. *Environmental Management*. 91:1573-1579.
- [25]. Chynoweth D, Isaacson R. 1987. Anaerobic Digestion of Biomass. New York (US): Elsevier Science Publishing.
- [26]. FAO Aquatic Biofuels Working Group, 2010. Algae-Based Biofuels: Application And Co-product.
- [27]. Rachmania O., Reni D. S., dan Lailatul M. 2010. Pemilihan metode ekstraksi Minyak Alga dari *Chorella* sp. Dan prediksinya Sebagai Biodiesel. Fakultas Teknik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.