

# The effectiveness of palm oil liquid waste enriched media on growth of *Chlorella* sp. in the outdoor scale

Oleh

Febriana N. Vitriani<sup>1)</sup>, Budijono<sup>2)</sup>, Eko Purwanto<sup>2)</sup>  
febrianashapeer@gmail.com

## ABSTRACT

The liquid waste of palm oil containing high nutrients and can be used as a source of nutrients for growth microalgae such as *Chlorella* sp. A research aims to understand the effects of palm oil liquid waste addition in the media toward the growth of *Chlorella* sp. has been conducted from May – July 2016. The culture was conducted for 20 days. There were 4 treatment applied, namely P0 (0% waste), P1 (20% waste), P2 (25% waste) and P3 (30% waste). Parameters measured were the abundance and biomass of *Chlorella* sp., temperature, pH, nitrate, and phosphate. Result shown that the best growth of *Chlorella* sp. was in the P1, the abundance was  $61.45 \times 10^5$  cells/ml and the biomass was 0.36 g/l. During the research, the nutrient available in the media decreased, from 1.13 to 0.09 mg/l (nitrate) and from 3.54 to 0.48 mg/l (phosphate). This fact indicates that the nutrient have been used for growing the microalgae. Based on data obtained, it can be concluded that the palm oil liquid waste can be used as a source of nutrients for *Chlorella* sp.

**Key words** : Palm oil liquid waste, nutrients, microalgae, *Chlorella* sp.

1) Student of the Faculty of Fisheries and Marine Science, University of Riau

2) Lecture of the Faculty of Fisheries and Marine Science, University of Riau

## PENDAHULUAN

Pabrik minyak kelapa sawit (PMKS) dalam mengolah setiap ton tandan buah segar (TBS) akan menghasilkan rata-rata 120-200 kg minyak kelapa sawit mentah (CPO), 230-250 kg tandan kosong kelapa sawit (TKKS), 130-150 kg serat atau fiber, 60-65 kg cangkang, 55-60 kg kernel, dan 0,7 m<sup>3</sup> air limbah. Limbah cair pabrik kelapa sawit dengan kuantitas besar dan mengandung polutan organik yang

tinggi menyebabkan pencemaran badan air dan dapat membahayakan kesehatan manusia serta cenderung menurunkan kualitas lingkungan. Oleh sebab itu, setiap pabrik kelapa sawit dituntut untuk mengolah air limbahnya sebelum dibuang ke perairan agar tidak mengganggu keanekaragaman hayati perairan dan lingkungan hidup. Namun,

selama ini pengolahan limbah cair kelapa sawit yang berbasis kepadapenurunan standar baku mutu limbah, *sistem land application*, dan pengembangan energi terbarukan (biogas). Pemanfaatan limbah cair tersebut tidak sepenuhnya membuat limbah cair habister memanfaatkan. Untuk itu perlu adanya pemanfaatan lebih lanjut terhadap nilai-nilai ekonomis yang mampu dihasilkandarisasi-sis limbah cair tersebut.

Menurut Loebis dan Tobing dalam Togatorop (2009), limbah cair pabrik pengolahan kelapa sawit mengandung unsur hara yang tinggi seperti N, P, K, Mg, dan Ca, sehingga limbah cair tersebut berpeluang untuk digunakan sebagai sumber hara bagi pertumbuhan berbagai jenis alga yang bernilai ekonomis tinggi, salah satunya adalah *Chlorella* sp.

Penelitian mengenai kultur mikroalga dalam skala *indoor* dengan kondisi ruang anterkontrol sudah banyak dilakukan, misalnya Prabowo (2009), Yolanda (2016), dan Sidabutar (2016). Namun, kultur mikroalga pada ruang anterbukam asih jarang dilakukan karena kondisi lingkungan yang berubah-ubah dapat menjadi faktor pembatas utama.

Kultur dalam skala *outdoor* dinilai lebih ekonomis karena banyak memanfaatkan hayamatahari. Mengingat komersialisasi pemanfaatan mikroalga seluler berkaitan dengan tingkat efisiensi, efektifitas, dan nilai ekonomis proses produksinya, maka penelitian yang

berkaitan dengan penggunaan limbah cair kelapa sawit yang mengandung senyawa nitogen sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam skala *outdoor* perlu dilakukan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Mei - Juli 2016 yang dilakukan di Laboratorium Pengolahan Limbah Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Alat-alat yang diperlukan selama penelitian kultur mikroalga yaitu saringan limbah, aerator serta batu aerasi, rak kultur dan botol kultur. Bahan yang dibutuhkan meliputi biota mikroalga *Chlorella* sp. aquades sebagai pengencer, dan sampel limbah cair pabrik kelapa sawit yang diperoleh dari kolam penampungan limbah cair aeroflow PKS PT. Musim Mas, Sorek, Riau. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen di luar ruangan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas dua tahap penelitian, yaitu uji pendahuluan dan penelitian utama. Uji pendahuluan menggunakan 5 taraf perlakuan dengan 3 kali ulangan dan pada penelitian utama menggunakan 4 taraf perlakuan dengan 3 kali ulangan. Model linier yang tepat untuk Rancangan Acak Lengkap adalah:

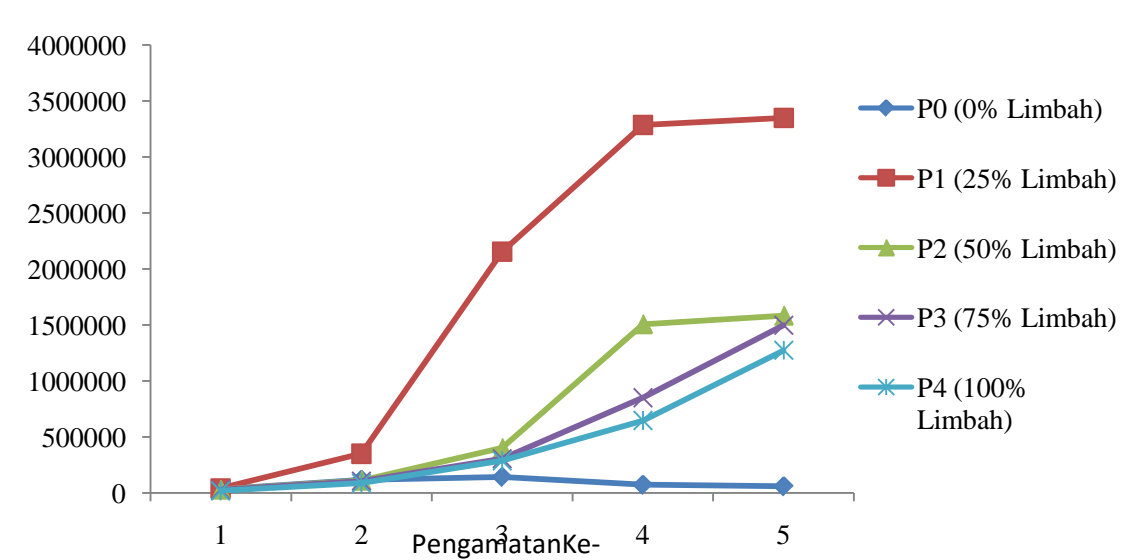
$$Y_{ij}(t) = \mu + P(t) + \varepsilon(t)$$

Keterangan:

$i$  : 1, 2, ...,  $n$ ; dan  $t = 1, 2, \dots, n$

$Y_{ij}(t)$  : nilai pengamatan pada baris ke-i, kolom ke-j yang mendapat perlakuan ke-t  
 $\mu$  : nilai rata-rata umum  
 $P(t)$  : pengaruh perlakuan ke-t  
 $\epsilon(t)$  : pengaruh galat yang memperoleh perlakuan ke-t  
 Pada uji pendahuluan ini volume yang digunakan masih dalam skala kecil untuk menentukan kadar optimum bagi pertumbuhannya dengan 5 perlakuan pengenceran dengan 3 kali

ulangan dan dilakukan di ruang terbuka selama 15 hari. Tiap unit percobaan dalam uji pendahuluan bervolume 600 ml dengan penambahan bibit *Chlorella* sp. sebanyak 15 ml, sedangkan perlakuan pengenceran limbah cair pabrik kelapa sawit yang digunakan dalam uji pendahuluan adalah sebesar P0 (0% limbah), P1 (25% limbah), P2 (50% limbah), P3 (75% limbah), dan P4 (100% limbah).



**Gambar 1. Grafik Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Uji Pendahuluan**

Bentuk grafik pertumbuhan dari hasil uji pendahuluan secara umum menunjukkan kemiringan yang terus meningkat setiap harinya sehingga penentuan fase-fase pertumbuhan *Chlorella* sp. cukup mudah dilakukan pada masing-masing kultur. Pada perlakuan kontrol menunjukkan ben

tuk grafik yang relatif datar bahkan menurun di setiap harinya jika dibandingkan bentuk grafik pertumbuhan lainnya, diduga pertumbuhan sel pada kontrol tersebut tidak terjadi secara signifikan selama uji pendahuluan berlangsung karena minimnya nutrisi yang tersedia. Kultur dengan kelimpahan sel

yang lebih tinggi dinyatakan sebagai kultur yang mendapat konsentrasi limbah yang paling baik dan dijadikan sebagai acuan pada penelitian utama, yaitu 25%.

Perlakuan pengenceran limbah cair pabrik kelapa sawit yang digunakan dalam penelitian utama mengacu pada hasil uji pendahuluan, yaitu P0 (0% limbah), P1 (20% limbah), P2 (25% limbah), dan P3 (30% limbah). Tiap unit perlakuan pengenceran limbah cair pabrik kelapa sawit bervolume 4 L yang kemudian ditambahkan dengan bibit kultur *Chlorella* sp. sebanyak 100 ml. Pengamatan terhadap suhu, pH dan kelimpahan *Chlorella* sp. pada masing-masing perlakuan dilakukan setiap hari selama 20 hari kultur, untuk nitrat dan fosfat dilakukan sebanyak 2 kali selama pengkulturan, yaitu di awal dan di akhir penelitian.

Untuk mengetahui pertumbuhan sel *Chlorella* sp. maka dilakukan perhitungan jumlah total sel/ml *Chlorella* sp., baik pada uji pendahuluan maupun pada penelitian utama.

Perhitungan sel dilakukan dengan menggunakan metode penghitungan sel yang didapat pada setiap sampel dan dihitung menggunakan rumus:

$$N = n \times 4000$$

Keterangan:

- N : Jumlah total sel/ml  
n : Jumlah total sel yang

terhitung pada setiap tetes air sampel.

4000

: Bilangan faktor untuk perhitungan total volume air sampel pada thomacytometer.

Perhitungan biomassa dilakukan 1 kali selama penelitian utama berlangsung pada hari ke-20 (akhir penelitian). Biomassa dihitung dengan menggunakan rumus:

$$G = B_x - B_o$$

Keterangan:

- G = Produktivitas Biomassa (gr/L)  
B<sub>x</sub> = Berat Akhir (gr/L)  
B<sub>o</sub> = Berat Awal (gr/L)

Data yang dianalisis meliputi parameter suhu, pH, nitrat, fosfat, dan serta kelimpahan sel/ml dan biomassa *Chlorella* sp. Data-data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data kelimpahan dan biomassa *Chlorella* sp. diolah secara statistik dengan menggunakan Analisis Sidik Ragam (Ansira) dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui beda tidak nyata, nyata, dan sangat nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh Pemberian Limbah Cair PKS Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. Penelitian Utama

#### 1.1. Laju Kelimpahan Sel Mikroalga *Chlorella* sp.

Hasil perhitungan kelimpahan *Chlorella* sp. pada ruangan terbuka

berdasarkan perbedaan perlakuan limbah cair kelapa sawit yang

diberikan pada tiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

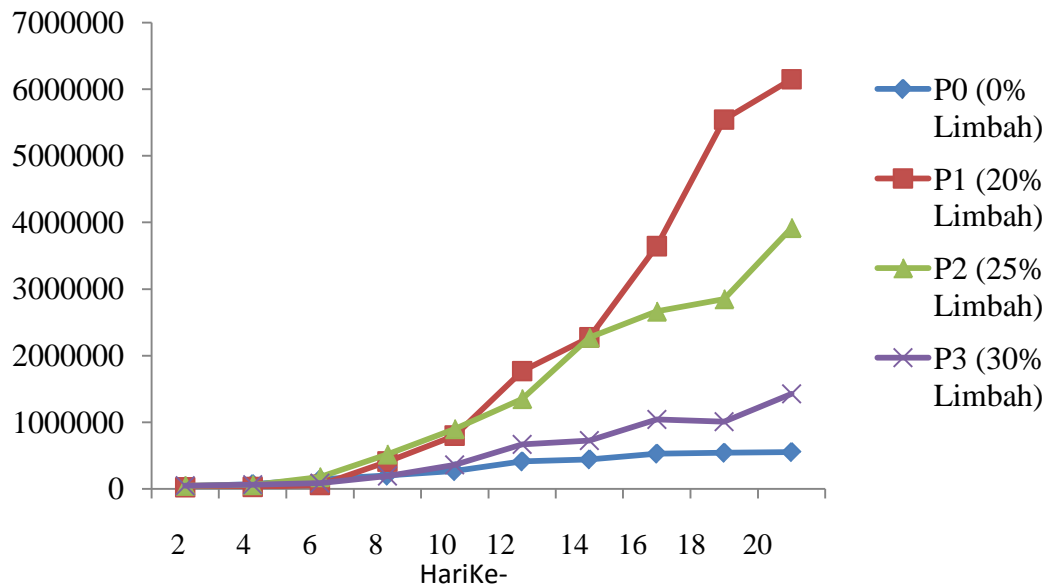
**Tabel 1. Kelimpahan Sel Mikroalga *Chlorella* sp.**

Perlakuan Hari Ke-	Kelimpahan			
	P0 (0%)	P1 (20%)	P2 (25%)	P3 (30%)
2	36.000	22.666,7	46.666,7	49.333,3
4	72.000	26.666,7	57.333,3	61.333,3
6	141.333	58.666,7	177.333	85.333,3
8	197.333	408.000	517.333	194.667
10	265.333	797.333	898.667	360.000
12	410.667	1.765.333	1.350.667	666.667
14	441.333	2.272.000	2.270.667	726.333
16	526.667	3.641.333	2.664.000	1.040.000
18	540.000	5.541.333	2.850.667	1.008.000
20	550.667	6.145.333	3.920.000	1.424.000

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa nilai kelimpahan *Chlorella* sp. tertinggi terdapat P1 dengan konsentrasi limbah 20% dan terendah pada P0. Dengan menggunakan limbah cair biogas PKS PTPN V Tandun, Yolanda (2016) mendapatkan konsentrasi limbah cair terbaik untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. 25% dan Sidabutar (2016) menggunakan limbah cair tahu mendapat konsentrasi limbah cair terbaik untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. 85%, hal ini menandakan bahwa dengan peng-

unaan limbah cair yang berbedamaka memberikan hasil konsentrasi limbah cair terbaik untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. yang berbeda pula.

Pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila nutrisi pada media kultur pada kondisi optimum. Tingginya laju pemanfaatan nutrisi, baik nitrat (91,53%) maupun fosfat (86,27%) dalam media kultur P1 menandakan banyaknya sel mikroalga yang memanfaatkan nutrisi tersebut. Bentuk grafik pertumbuhan yang dihasilkan oleh masing-masing kultur dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Grafik Pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada Penelitian Utama**

Secara deskriptif, pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kelimpahan *Chlorella* sp. adalah rendah pada konsentrasi limbah cair kelapa sawit yang tinggi. Begitu juga sebaliknya, bahwa kelimpahan *Chlorella* sp. yang tinggi terjadi pada konsentrasi limbah cair kelapa sawit yang rendah. Pengaruh nutrisi terhadap fitoplankton pada kenyataannya tidak selalu diikuti oleh peningkatan kelimpahan dari plankton, hal ini dapat disebabkan oleh komposisi unsur hara yang tidak sesuai dengan kebutuhan plankton. Kemudian data primer kelimpahan diuji statistik ANAVA untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah cair terhadap pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil uji statistik, diperoleh nilai signifikansi 0,000 lebih kecil dari 0,01 ( $\alpha = 1\%$ ), hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata dari pemberian limbah cair kelapa sawit terhadap kelimpahan *Chlorella* sp., sehingga hipotesis yang diajukan pada penelitian ini diterima dan dilakukan uji lanjut BNT untuk melihat pengaruh antar perlakuan terhadap kelimpahan.

### 1.2. Laju Biomassa Mikroalga *Chlorella* sp.

Pengukuran biomassa *Chlorella* sp. dilakukan hanya 1 kali, yaitu di akhir penelitian. Kisaran biomassa yang diperoleh selama 20 hari kultur yaitu 0,09 g/L (P0) sampai 0,36 g/L (P1). Hasil pengukuran biomassa *Chlorella* sp. disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 2. Hasil Pengukuran Biomassa *Chlorella* sp.**

Perlakuan	BeratAwal (g/L)	BeratAkhir (g/L)	Biomassa (g/L)
P0 (0%)	0,19977	0,29053	0,09077
P1 (20%)	0,2069	0,56827	0,36137
P2 (25%)	0,2023	0,46723	0,26493
P3 (30%)	0,2004	0,38267	0,18193

Sumber: Data Primer

Tingginya biomassa pada penelitian ini sebanding dengan kelimpahan sel *Chlorella* sp., semakin melimpah sel mikroalga maka semakin berat biomassa *Chlorella* sp. Komarawidjaja (2010) menyatakan bahwa pertumbuhan kultur mikroalga sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi, terutama nitrat dan fosfat. Ini dapat dibuktikan melalui ketersediaan nitrat dan fosfat pada P1 yang masih dikategorikan baik untuk dimanfaatkan *Chlorella* sp. Dari hasil analisis biomassa, kemudian dilakukan uji statistik ANAVA untuk mengetahui pengaruh pemberian limbah cair kelapa sawit terhadap biomassa *Chlorella* sp. Berdasarkan hasil uji ANAVA, diperoleh nilai signifikansi

0,000 lebih kecil dari 0,01 ( $\alpha = 1\%$ ), hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata dari pemberian limbah cair kelapa sawit terhadap biomassa *Chlorella* sp., sehingga hipotesis yang diajukan pada penelitian ini diterima. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan terhadap biomassa *Chlorella* sp. kemudian dilakukan uji lanjut BNT.

## 2. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Pengukuran suhu dan pH dilakukan setiap 2 hari sekali dan analisis nitrat dan fosfat dilakukan 2 kali selama penelitian berlangsung, yaitu pada awal dan akhir penelitian.

**Tabel 3. Hasil Analisis Parameter Kualitas Air**

Parameter		Perlakuan			
		P0	P1	P2	P3
Suhu (°C)	Awal	26,67	26,33	26,67	26,67
	Akhir	30,00	30,33	29,33	30,00
pH	Awal	7,90	8,06	8,26	8,13
	Akhir	8,23	8,86	8,56	8,70
Nitrat (mg/L)	Awal	0,65	1,13	1,49	1,60
	Akhir	0,03	0,09	0,50	0,79
Fosfat (mg/L)	Awal	3,07	3,54	3,61	3,63
	Akhir	0,51	0,48	0,65	0,93

Sumber: Data Primer



- **Suhu**

Hasil pengukuran suhu pada media kultur sangat mendukung untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Kisaran suhu yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 26,33-30,33 °C. Kisaran suhu tersebut merupakan suhu optimal bagi perkembangbiakkan *Chlorella* sp., sesuai pendapat Isnansyoto dan Kurniastuty dalam Prabowo (2009) yang mengatakan bahwa suhu optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah 25-30 °C. Metabolisme bisa mempengaruhi suhu medium. Pada proses katabolisme (pemakaian nutrisi), temperatur medium menjadi lebih tinggi karena katabolisme bersifat eksoterm.

- **Derajat Keasaman (pH)**

Kadar pH dengan nilai tertinggi ada pada P1 dengan kisaran angka 8,06-8,86 dan terendah pada P0, berkisar antara 7,9-8,4. Angka pada tiap perlakuan tersebut masih sangat mendukung untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. karena menurut Kaswadji dalam Sidabutar (2016) nilai pH untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar 7,2-8,5. Nilai pH pada setiap perlakuan mengalami perubahan dan relatif terus meningkat meski tidak beraturan. Semakin tinggi kelimpahan *Chlorella* sp. pada media kultur maka pH pun meningkat. Peningkatan ini dikarenakan adanya aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh mikroalga. Karbondioksida merupakan komponen utama dalam

proses fotosintesis, dikarenakan menurunnya kadar CO<sub>2</sub> dalam media kultur, menyebabkan nilai pH meningkat dari keadaan asam menjadi netral atau bahkan basa (Arifin, 2012).

- **Nitrat**

Diketahui bahwa kandungan nitrat tertinggi terdapat pada P3 dan terendah pada perlakuan kontrol (P0). Hal ini sesuai dengan pendapat Lubis (2014) yang mengatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan, maka jumlah unsur hara yang terkandung juga semakin besar. Turunnya konsentrasi nitrat pada tiap perlakuan dikarenakan adanya pemanfaatan unsur hara yang terkandung dalam limbah cair untuk pertumbuhan mikroalga. Apabila kondisi media kultur kekurangan nitrogen maka proses fotosintesis menjadi terhambat. Ketika proses fotosintesis terhambat maka energi yang dibutuhkan menjadi sedikit, sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan mikroalga menjadi tidak optimal.

- **Fosfat**

Terjadi penurunan konsentrasi fosfat menandakan adanya pemanfaatan nutrisi yang ada pada limbah cair untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Effendi *et al.* dalam Boroh (2012) menyatakan bahwa pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar ortofosfat optimal yaitu 0,27-5,5 mg/L, apabila kadarnya kurang dari 0,02 mg/l maka ortofosfat menjadi faktor pembatas.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa Pemberian limbah cair kelapa sawit pada media tumbuh *Chlorella* sp. memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhannya. Pertumbuhan *Chlorella* sp. terbaik terdapat pada P1 (20% limbah) dengan hasil kelimpahan sel/ml mencapai  $61,45 \times 10^5$  sel/ml dan biomassa sebesar 0,36 g/L. *Chlorella* sp. dapat menurunkan kandungan bahan anorganik pada limbah cair kelapa sawit. Selain itu, dengan menggunakan perlakuan limbah yang berbedamaka akan memberikan hasil yang berbeda pula.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amini. 2004. Kajian Nutritif Phytoplankton Pakan Alam pada Sistem Kultivasi Massal. Jurnal Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. 9(4): 206-210.
- Arifin, R. 2012. Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-a) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuaria Sungai Brantas, Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor. (tidak diterbitkan)
- Chisti, Y. 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology advances*. 25(2007): 294-306.
- Nybakken. J. W. 1988. *Biologi Laut*. Suatu Pendekatan Ekologis. PT Gramedia. Jakarta.
- Prabowo, D. 2009. Optimasi Pengembangan Media Untuk Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Skala Laboratorium. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor. (tidak diterbitkan)
- Reith, M. E., Jackson, T. R., dan Robichaud, D. S. M. 2004. Avoiding Genetic Bottlenecks in Broodstock Selection. *Global Aquaculture Aduocate*. <http://pdf.gaalliance.org/pdf/gaa-reith-feb04.pdf>. Diakses tanggal 23 Januari 2016.
- Sidabutar, H. 2016. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (tidak diterbitkan)
- Togatorop, R. 2009. Korelasi Antara BOD Limbah Cair PKS Terhadap pH, TSS, Alkalinitas, dan Minyak/Lemak. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan. (tidak diterbitkan)
- Yolanda, Y. 2015. Pemanfaatan Limbah Cair Biogas PKS untuk Produksi Mikroalga *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (tidak diterbitkan)
- Zainal, M. 2013. Manfaat *Spirulina* sp. dan *Chlorella* sp. <http://ash-shddiqagency.selayar.blogspot.co.id>. Diakses tanggal 24 Januari 2016.
- Zulfarina, I. Sayuti, dan H. E. Putri. 2013. Potential Utilization Of Algae *Chlorella pyrenoidosa* For Rubber Waste Management. Prosiding Semirata FMIPA UNILA. Lampung.



