BERKALA PERIKANAN
TERUBUK
Journal homepage: https://terubuk.ejournal.unri.ac.id/index.php/JT
ISSN Printed: 0126-4265
ISSN Online: 2654-2714

PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KOMPOSISI KIMIA *Chlorella* Sp.

Dwi Ayu Utami[1], Tengku Dahril[2], Windarti[2]
1)Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau
2)Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 16 June 2020
Distujui: 15 July 2020

Keywords:
organic materials, CPO waste, algae culture , waste water treatment

A B S T R A C T

The palm oil industry liquid waste is rich in organic materials and thus it can be used as media to grow *Chlorella* sp. This algae needs organic materials for growing, and it may decrease the organic material contents in the waste. To understand the best concentration of palm oil industry liquid waste to grow that algae, the chemical composition of the algae reared in different concentration of waste, and to understand the organic materials decrement in the waste, a study has been conducted in April – May 2019. There was a CRD applied. The waste was mixed with aquadest in 5 different concentration, namely P1 (0%), P2 (15%), P3 (20%), P4 (25%), dan P5 (30%). Results shown that the best algae population was in the P4 (4.64×10^6 cells/mL), the best biomass was in P3 (0.77 gr/L) in the 12nd day culture. The P0 provide the best results on fat (12.5%) and carbohydrate (24%) but shown the lowest of protein (16%), DO (1.10 mg/L) and chlorophyll-a (0.140 mg/L) and provide the worst CO_2 content (8.77 mg/l). P3 shown the highest content of protein (45%). P4 shown the highest chlorophyll-a concentration (0.403 mg/L) and O_2 concentration (9.94 mg/L) and the lowest CO_2 (2.75 mg/l). The P4 also shown the best result in decreasing organic materials content. Nitrate reduced, from 14.3 mg/L into 3.1 mg/L, while Phosphate reduced, from 1.87 mg/L to 0.33 mg/L respectively. In all treatment, the water temperature ranged from 28^0C to 30^0C and the pH was 6.33 – 9.50.

1. PENDAHULUAN

Ikan tuna merupakan komoditas perikanan Indonesia dengan nilai ekspor terbesar kedua setelah udang. Tuna, Cakalang, Tongkol (TCT) menyumbang devisa sebesar 713,9 Juta USD atau 14,69 % dari total nilai ekspor hasil perikanan, sedangkan dari sisi volume, pada tahun 2018 ekspor TCT Indonesia sebesar 168,4 ribu ton atau 14,96 % dari total volume ekspor hasil perikanan (KKP, 2019). Tingginya total volume ekspor tuna ini tentunya akan meningkatkan volume hasil samping industri pengolahan tuna tersebut (Wini Trilaksani *et al.*, 2006).

Hasil samping industri pengolahan perikanan berkisar antara 25-30% yakni sekitar 3,6 juta ton per tahun (KKP, 2007). Hasil samping tuna meliputi kepala 17,9%, kulit dan jeroan 13%, usus 6,2%, sedangkan hati dan telur mencapai 10% (Riyanto *et al*., 2012).

Penelitian terbaru melaporkan bahwa hasil samping pengolahan ikan merupakan sumber

senyawa bioaktif bernilai tinggi seperti asam lemak tak jenuh ganda omega-3 (PUFA), peptida bioaktif, polisakarida, mineral, vitamin, antioksidan dan enzim (Kim & Wijesekara, 2010).

Asam Lemak mata ikan tuna dapat diperoleh melalui proses ekstraksi dan hidrolisis. Proses ekstraksi dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya yaitu sokletasi. Metode ini digunakan karena pelarut yang dibutuhkan lebih sedikit dan secara langsung diperoleh hasil yang lebih pekat, selain itu biomassa mata ikan tuna disari oleh pelarut yang selalu baru sehingga dapat menarik zat aktif yang lebih banyak dan penyarian dapat diteruskan sesuai keperluan tanpa menambah volume pelarut (Natrah *et al.*, 2007). Pelarut yang ideal untuk ekstraksi asam lemak harus mampu secara sempurna mengekstraksi semua komponen asam lemak. Efisiensi pelarut tergantung dari polaritas asam lemak yang ada. Asam lemak polar lebih mudah larut dalam pelarut yang polar dari pada dalam pelarut non-polar, begitu juga sebaliknya (Agustina D.R. *et.al.,* 2011). Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pelarut Eter, Kloroform, N-Heksana (non polar) dan juga pelarut Etanol (polar).

2. METODE PENELITIAN

Tabel 1. Bahan dan Alat yang Digunakan

No	Nama Bahan dan Alat	Kegunaan Bahan dan Alat
1	*Chlorella* sp	Bibit kultur
2	Limbah Cair PKS	Media kultur
3	Dahril Filter	Media penyaring limbah cair PKS
4	Botol galon pet volume 19 L	Wadah kultur
5	*Milwauke pH 55- meter & temperature meter*	Mengukur pH dan suhu
7	*Haemocytometer*	Menghitung kelimpahan sel
8	Aerator	Aerasi pengkulturan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan pada ruang terbuka. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yang terdiri atas 5 (lima) taraf perlakuan dan 3 (tiga) kali ulangan. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah limbah cair kelapa sawit dengan taraf perlakuan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu P0 (0%,) P1 (15%), P2 (20%), P3(25%), dan P4 (30%) dengan 3 (tiga) kali ulangan sehingga menjadi total 15 unit percobaan.

Model linier Rancangan Acak Lengkap yang digunakan menurut Sudjana, (2003) yaitu:

$$\mathbf{Yij\ (t) = \mu + P(t) + \varepsilon(t)}$$

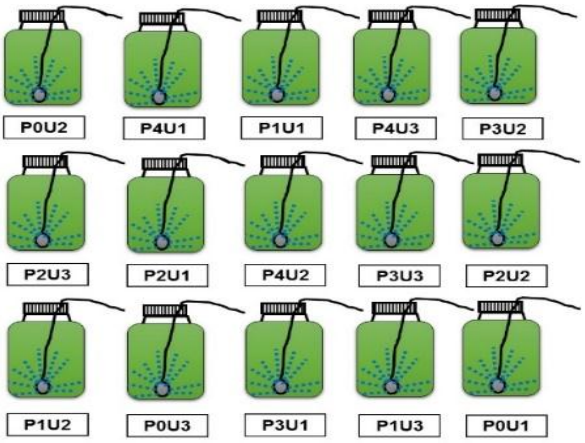
Keterangan:

i = 1, 2, ...n dan t = 1, 2, ...n
Yij(t) = nilai pengamatan pada baris ke-i, kolom ke-j yang mendapat perlakuan ke-t
μ = nilai rata-rata umum
P(t) = pengaruh perlakuan ke-t
ε(t) = pengaruh galat karena perlakuan ke-t

Inokulasi Bibit *Chlorella* sp.

Konsentrasi limbah cair kelapa sawit pada penelitian ini mengacu pada Dahril *et al*, (2016) dengan rentang konsentrasi terbaik yaitu 20% yang dijadikan nilai tengah dengan rentang 5. Kepadatan bibit murni *Chlorella* sp. yang diinokulasi adalah 1,43 x 10^5 sel/mL. Konsentrasi limbah cair kelapa sawit untuk penelitian ini ada 5 taraf yaitu kontrol P0 (0%), P1 (15%), P2 (20%), P3 (25%), dan P4

(30%). Masing-masing unit perlakuan pengenceran limbah cair pabrik kelapa sawit yang bervolume 19 L ditambahkan bibit kultur *Chlorella* sp. sebanyak 100 mL. Selanjutnya botol kultur diletakkan di rumah plastik transparan (rumah kaca). Penentuan posisi botol kultur dilakukan secara acak dengan sistem lotre. Rancangan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fotobioreaktor

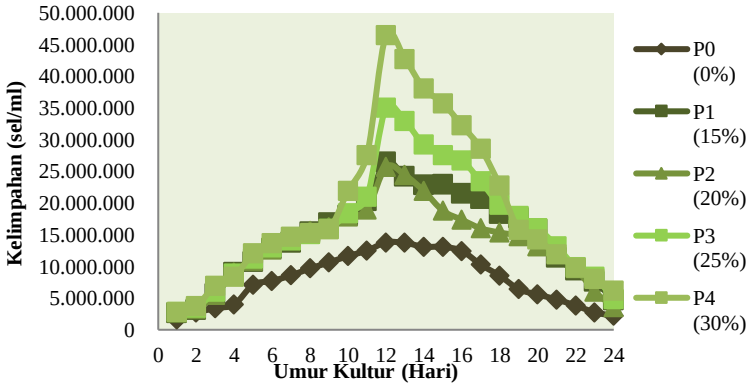
Analisis Data

Data pertumbuhan dan komposisi kimia *Chlorella* sp. diolah secara statistik dengan menggunakan analisis variansi (ANOVA), apabila perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata dimana $p < 0,05$ maka dilakukan uji lanjut Student Newman-Keuls untuk menentukan perbedaan dari masing-masing perlakuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan Sel *Chlorella* sp.

Berdasarkan hasil perhitungan kelimpahan sel *Chlorella* sp. nilai kelimpahan tertinggi terdapat pada P4 yaitu 4,64 x 10^6 sel/mL dan kelimpahan terendah terdapat pada P0 yaitu 1,37 x 10^6 sel/mL pada hari ke- 12 kultur. Hal tersebut dapat dilihat korelasi pertumbuhan *Chlorella* sp. dengan konsentrasi limbah cair yang diberikan, dimana semakin tinggi konsentrasi limbah cair yang diberikan, semakin tinggi pula kelimpahan sel yang dihasilkan.



Gambar 3.Pertumbuhan *Chlorella* sp

Selanjutnya, fase-fase pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat kita lihat pada Gambar 3. Fase lag pada penelitian ini diduga terjadi dalam masa 24 jam. Hal ini terlihat dari kepadatan sel *Chlorella* sp. pada masing-masing perlakuan yang sudah mengalami peningkatan sejak hari pertama kultur. Fadilla (2010) menyatakan secara fisiologis pada fase lag (adaptasi) *Chlorella* sp. sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru, mengalami metabolisme dan terjadi pembelahan sel meski kepadatan sel belum terlalu signifikan. Fase eksponensial tertinggi terjadi pada perlakuan P4 dengan rata-rata kelimpahan sel sebanyak 4,64 x 10^6 sel/mL, Selanjutnya, fase penurunan pertumbuhan ditandai dengan menurunnya jumlah sel yang disebabkan nutrisi yang terkandung dalam limbah cair kelapa sawit mulai berkurang. Fase ini dapat dilihat pada hari ke-14 hingga hari ke-22 kultur. Fase kematian terjadi pada hari ke- 23 dan hari ke- 24 kultur yang ditandai dengan penurunan jumlah sel kepadatan *Chlorella* sp. yang cukup signifikan sehingga dapat dilihat bahwa laju kematian *Chlorella* sp. lebih cepat dibandingkan dengan laju pertumbuhannya. Hasil uji lanjut SNK kelimpahan sel mikroalga *Chlorella* sp. disajikan pada Tabel 2.

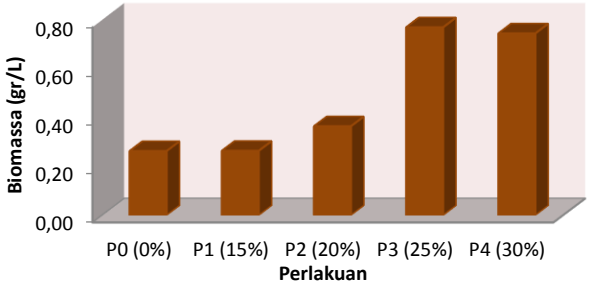
Tabel 2. Hasil Uji SNK Kelimpahan *Chlorella* sp.

Perlakuan	Rata-rata ± Std. Deviasi
P0 (kontrol)	79.0933 ± 3.05 [(a)]
P1 (15%)	146.6300 ± 30.11 [(b)]
P2 (20%)	135.7633 ± 1.40 [(b)]
P3 (25%)	164.3533 ± 16.46 [(b,c)]
P4 (30%)	189.6700 ± 15.93 [(c)]

Berdasarkan Tabel 2. diketahui bahwa perlakuan P1, P2 dan P3 tidak berbeda atau berpengaruh nyata terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. tetapi berbeda dengan perlakuan P0 dan P4. Konsentrasi perlakuan P4 terlihat berpengaruh nyata terhadap kelimpahan sel *Chlorella* sp. dibandingkan dengan konsentrasi perlakuan lainnya karena pada konsentrasi tersebut nutrisi berupa nitrat dan fosfat pada limbah cair kelapa sawit lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi lainnya.

Biomassa *Chlorella* sp.

Biomassa tertinggi selama 12 hari kultur yaitu pada P3 sebanyak 0.77 gr/L (Gambar 4.), sedangkan biomassa terendah adalah pada P0 yaitu hanya 0,26 gr/L. Tingginya biomassa pada P3 tidak jauh berbeda dengan jumlah biomassa pada P4 yang juga tinggi yaitu 0.74 gr/L. Besarnya biomassa pada penelitian ini sebanding dengan kelimpahan sel *Chlorella* sp., semakin melimpah sel mikroalga maka semakin berat biomassanya.



Gambar 4. Histogram Biomassa *Chlorella* sp.

Hal ini menunjukkan perbedaan konsentrasi limbah cair kelapa sawit dapat mempengaruhi jumlah biomassa dan kelimpahan *Chlorella* sp. Sidabutar (2016) juga mengatakan bahwa faktor tingginya pertumbuhan biomassa *Chlorella* sp. dipengaruhi oleh jumlah unsur hara yang larut dalam air limbah.

Tabel 3. Hasil Analisis Biomassa *Chlorella* sp.

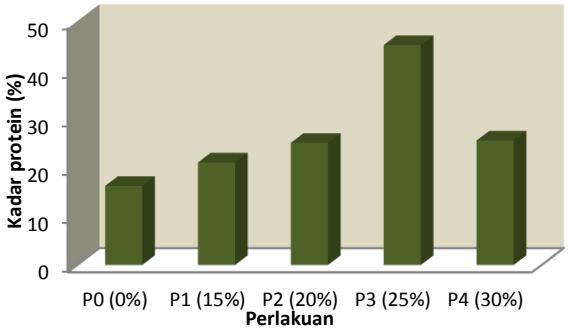
Perlakuan	Rata-rata ± Std. Deviasi
P0 (kontrol)	0.26400 ± 0.031 [(a)]
P1 (15%)	0.26500 ± 0.036 [(a)]
P2 (20%)	0.36567 ± 0.015 [(a)]
P3 (25%)	0.77033 ± 0.065 [(b)]
P4 (30%)	0.74467 ± 0.114 [(b)]

Dari Tabel 3. diketahui bahwa perlakuan terbaik dalam menghasilkan biomassa *Chlorella sp*. adalah P3. Hal tersebut karena pemanfaatan nitrat dan fosfat pada limbah cair sehingga menghasilkan kelimpahan dan biomassa yang tinggi.

Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Limbah Cair Kelapa Sawit terhadap Komposisi Kimia *Chlorella* sp.

Protein

Kadar protein *Chlorella* sp. tertinggi pada penelitian ini sebesar 45% pada P3 dan terendah adalah 16% pada perlakuan P0. Tingginya protein *Chlorella* sp. (Gambar. 5) diduga karena tingginya nitrat dan fosfat yang terkandung dalam limbah cair kelapa sawit mampu dimanfaatkan secara maksimal oleh *Chlorella* sp. dalam aktifitas metabolisme selnya untuk pembentukan protein.



Gambar 5. Protein *Chlorella* sp

Tabel 4. Hasil Analisis Protein *Chlorella* sp.

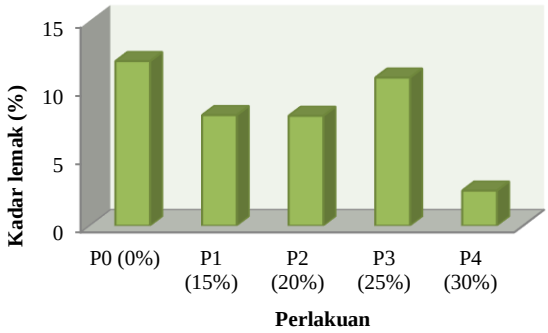
Perlakuan	Rata-rata ± Std. Deviasi
P0 (kontrol)	16.1867 ± 0.24 [(a)]
P1 (15%)	20.9767 ± 1.10 [(b)]
P2 (20%)	24.9967 ± 3.62 [(c)]
P3 (25%)	45.0900 ± 0.18 [(d)]
P4 (30%)	25.4700 ± 1.76 [(c)]

Dari Tabel 4. terlihat bahwa perlakuan P3 limbah cair kelapa sawit berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Meskipun pada P4 kelimpahan sel lebih banyak dan biomassa tidak berbeda nyata dengan P3, tetapi ternyata kandungan komposisi kimia protein nya berbeda. Hal tersebut diduga proses sintesis protein menjadi terganggu diakibatkan faktor lingkungan yang mempengaruhi aktifitas

metabolisme sel seperti pH yang meningkat.

Lemak

Kadar lemak *Chlorella* sp. pada penelitian ini sebesar 12,05% tertinggi pada P0 dan terendah adalah 2,5% pada perlakuan P4 (30%) (Gambar 6). Tingginya kandungan lemak pada P0 (0%) diduga karena rendahnya kandungan nitrat dalam media kultur limbah cair kelapa sawit. Berbeda dengan perlakuan P4 (30%) dengan kandungan nitrat yang tinggi sehingga menyebabkan kandungan lemak nya rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sheehan *et al*., (1998) bahwa dalam sistem metabolisme yang ada pada protoplasma, pada konsentrasi nitrogen rendah seluruh alga memiliki kandungan lemak yang tinggi, sebaliknya pada pada konsentrasi nitrogen yang tinggi kandungan lipidnya menjadi rendah.



Gambar 6. Lemak *Chlorella* sp.

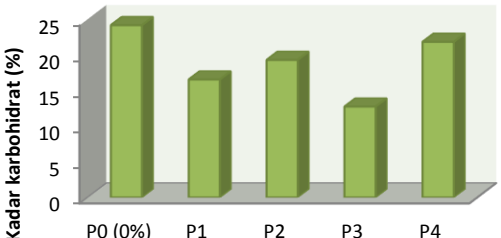
Dari Tabel 5. terlihat bahwa perlakuan P0 limbah cair kelapa sawit berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal tersebut sejalan dengan kandungan protein pada P0 yang rendah yaitu sekitar 16%. Tinggi nya kandungan lemak dan rendahnya kandungan protein pada P0 diduga karena memang konsentrasi nitrat yang rendah dalam media kultur nya bahkan memang tidak ada sumber nutrisi sama sekali.

Tabel 5. Hasil Analisis Lemak *Chlorella* sp.

Perlakuan	Rata-rata ± Std. Deviasi
P0 (kontrol)	12.0500 ± 0.52 (d)
P1 (15%)	8.1000 ± 0.40 (b)
P2 (20%)	8.0500 ± 0.67 (b)
P3 (25%)	10.8500 ± 0.60 (c)
P4 (30%)	2.5700 ± 0.11 (a)

Karbohidrat

Kadar karbohidrat *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 7. Kandungan karbohidrat tertinggi yaitu pada P0 sebesar 24% dan terendah pada perlakuan P3 sebesar 12%.



Gambar 7. Karbohidrat *Chlorella* sp.

Tabel 6. Hasil Analisis Karbohidrat *Chlorella* sp.

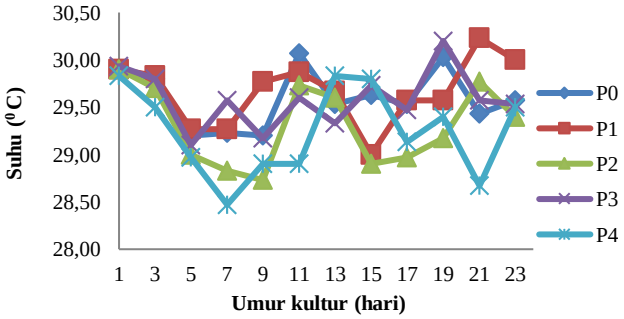
Perlakuan	Rata-rata ± Std. Deviasi
P0 (kontrol)	24.1833 ± 0.68 (d)
P1 (15%)	21.6967 ± 0.56 (c)
P2 (20%)	19.3167 ± 0.45 (b)
P3 (25%)	12.7733 ± 0.22 (a)
P4 (30%)	21.8500 ± 1.03 (c)

Dari Tabel 6. terlihat bahwa perlakuan P0 limbah cair kelapa sawit berpengaruh signifikan terhadap perlakuan lainnya. Meskipun tidak memiliki sumber nutrisi, namun *Chlorella* sp. pada P0 tetap dapat mensitesa karbohidrat diduga karena kandungan karbondioksida yang tinggi pada P0 yaitu 8,23 mg/L pada fase eksponensial sehingga memacu sintesis karbohidrat.

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Komposisi Kimia *Chlorella* sp.

Suhu

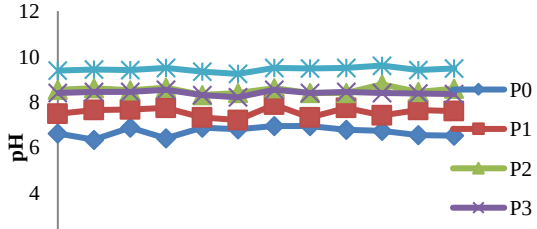
Pada perlakuan P4 yang merupakan perlakuan terbaik dalam pertumbuhan *Chlorella* sp. kisaran suhunya adalah 28^0C - 29^0C yang masih tergolong suhu optimal bagi perkembangbiakan *Chlorella* sp.. Berdasarkan Gambar 8. rata-rata fluktuasi suhu terjadi setiap harinya. Meski begitu, Rentang perubahan suhu tersebut masih termasuk dalam rentang suhu optimal untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp.



Gambar 8. Rerata suhu pada media kultur *Chlorella* sp.

pH

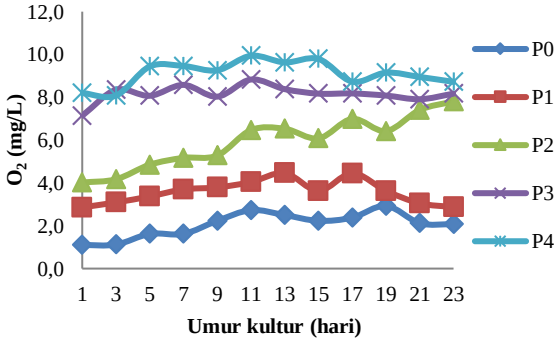
Kandungan pH dengan nilai tertinggi yaitu pada P4 dengan kisaran 9,23 - 9,50 dan yang terendah pada P0 berkisar 6,33 – 6,93 (Gambar 9). Tingginya pH pada media kultur juga meningkat sejalan dengan konsentrasi limbah yang diberikan dikarenakan tingginya konsentrasi limbah cair kelapa sawit akan meningkatkan kepadatan mikroalga yang berarti meningkatkan metabolisme sel sehingga pH akan meningkat.



Gambar 9. Rerata pH pada media kultur *Chlorella* sp.

Oksigen

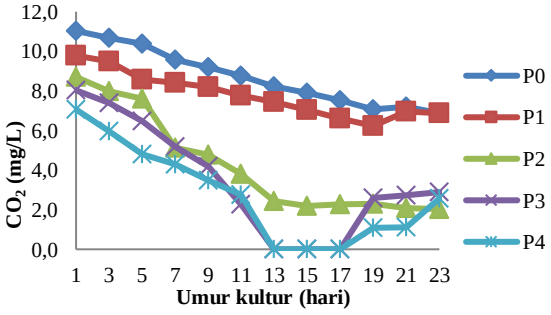
Grafik pengukuran oksigen selama kultur disajikan pada Gambar 10. Pada masing-masing perlakuan, rata-rata terjadi peningkatan oksigen seiring dengan bertambahnya kepadatan alga terutama pada fase-fase eksponensial. Seperti pada perlakuan P4, kepadatan alga mencapai 4,64 x 10^6 sel/mL dengan konsentrasi oksigen terlarut yang dihasilkan adalah 9,94 mg/L melalui proses fotosintesis yang dilakukan oleh *Chlorella* sp.



Gambar 10. Rerata Oksigen pada media kultur *Chlorella* sp.

Karbondioksida

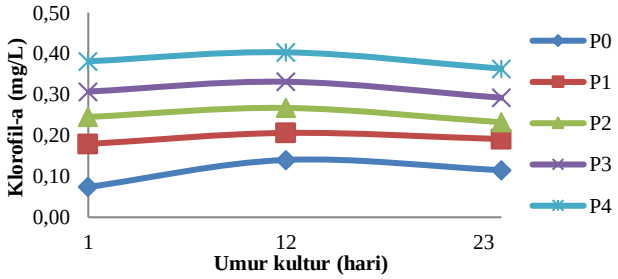
Grafik pengukuran karbondioksida selama kultur disajikan pada Gambar 11. Pada masing-masing perlakuan, rata-rata terjadi penurunan konsentrasi karbondioksida seiring dengan bertambahnya kepadatan alga terutama pada fase-fase eksponensial. Seperti pada perlakuan P4, kepadatan alga mencapai 4,64 x 10^6 sel/mL dengan konsentrasi karbondioksida bebas yang dihasilkan adalah 0,0 mg/L. hal tersebut dapat terjadi melalui proses fotosintesis yang dilakukan oleh *Chlorella* sp. dengan memanfaatkan CO_2 yang terlarut dalam limbah cair kelapa sawit.



Gambar 11. Rerata Karbondioksida pada media kultur *Chlorella* sp.

Klorofil-*a*

Konsentrasi klorofil-*a* tertinggi terdapat pada perlakuan P4 yaitu sebesar 0,331 mg/L pada hari ke- 12 kultur dan terendah pada P0 sebesar 0,140 mg/L. Tingginya konsentrasi klorofil-a pada P4 disebabkan karena tingginya kelimpahan sel *Chlorella* sp akibat pemanfaatan nutrien (nitrat dan fosfat) yang juga tinggi pada P4 dan rendahnya kandungan klorofil-*a* pada P0 disebabkan karena rendahnya kandungan nutrien pada media kultur. Selanjutnya grafik pengukuran klorofil - *a* selama kultur disajikan pada Gambar 12.

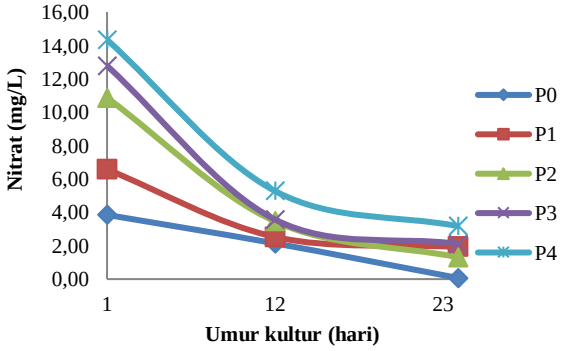


Gambar 12. Analisis Klorofil-*a* pada media kultur *Chlorella* sp.

Potensi Mikroalga *Chlorella* sp. dalam Memanfaatkan Limbah Cair Kelapa Sawit

Nitrat

Konsentrasi nitrat menurun dari tiap-tiap perlakuan pada hari ke-12 kultur. Pada konsentrasi P4 terjadi penurunan konsentrasi nitrat yang awalnya 14,341 mg/L menjadi 5,279 mg/L. Penurunan konsentrasi nitrat juga terjadi pada perlakuan P0 hingga P3. Penurunan konsentrasi nitrat berkaitan erat dengan pemanfaatan nitrat yang terkandung dalam limbah cair kelapa sawit oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk pertumbuhannya pertumbuhan alga yang memanfaatkan nitrat tersebut, dimana nitrat merupakan nutrien yang paling dibutuhkan oleh mikroalga untuk pertumbuhannya. Grafik analisis nitrat dapat dilihat pada Gambar 13.



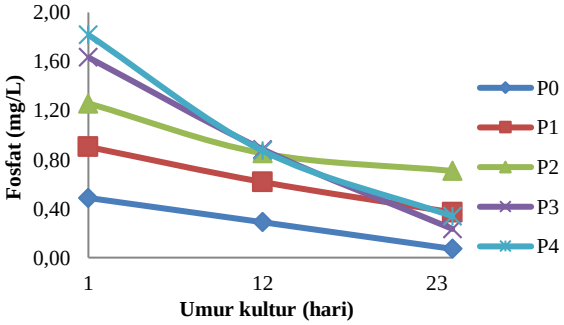
Gambar 13. Analisis Nitrat pada media kultur *Chlorella* sp.

Penurunan nitrat berbanding lurus dengan pertumbuhan populasi alga, *Chlorella* sp. dengan inokulasi awal sekitar 1,43 x 10^6 sel/mL meningkat secara drastis sekitar 4,64 x10^6 sel/ml pada pengamatan hari ke- 12 kultur pada konsentrasi 30% limbah cair kelapa sawit yang diikuti dengan penurunan nitrat menjadi 5,279 mg/L.

Fosfat

Konsentrasi fosfat mengalami penurunan konsentrasi hingga akhir kultur. Konsentrasi fosfat pada P4 menjadi 0,872 mg/L dari yang awalnya 1,817 mg/L pada hari ke-12 kultur. Penurunan

kandungan fosfat terjadi karena mikroalga *Chlorella* sp. memanfaatkan nutrien fosfat yang ada pada limbah cair kelapa sawit untuk pertumbuhannya. Kepadatan sel mikroalga yang tinggi menyebabkan berkurangnya fosfat dalam limbah cair kelapa sawit. Penurunan konsentrasi nitrat dan fosfat pada limbah cair kelapa sawit juga dikarenakan adanya simbiosis mutualisme antara mikroalga dengan bakteri aerob pada limbah cair kelapa sawit. Selanjutnya grafik analisis fosfat dapat dilihat pada Gambar 14. Pada gambar dilihat penurunan kandungan fosfat yang terjadi hingga akhir kultur.



Gambar 14. Analisis Fosfat pada media kultur *Chlorella* sp.

Pada hari ke- 12 kultur konsentrasi fosfat pada limbah cair menurun. Hal ini terjadi karena pada hari ke-12 kultur kelimpahan mikroalga *Chlorella* sp. semakin meningkat. Peningkatan kepadatan sel alga sejalan dengan banyaknya nutrien yang dibutuhkan untuk proses metabolismenya sehingga membuat kandungan fosfat pada hari ke-12 kultur semakin menurun. Jika dilihat berdasarkan Gambar 14. perlakuan P4 merupakan perlakuan terbaik dalam menurunkan kandungan fosfat pada limbah cair kelapa sawit. Hal ini dikarenakan penurunan nilai fosfat yang dihasilkan memilki nilai yang paling besar yaitu sebesar 55% dengan nilai 0,872 mg/L.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi limbah cair kelapa sawit terbaik bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah 30% (P4) dengan kelimpahan 4,64 x 10^6 sel/mL. Dalam menghasilkan biomassa, konsentrasi limbah cair terbaik adalah 25% dengan biomassa sebesar 0.77 gr/L. Komposisi kimia terbaik terdapat pada konsentrasi 25% limbah cair kelapa sawit dengan kandungan protein 45%, lemak 10% dan karbohidrat 12%. Dengan diketahuinya pertumbuhan dan komposisi kimia tersebut maka selanjutnya dapat dilakukan kultur *Chlorella* sp. skala massal yang kemudian biomassa yang dihasilkan dapat diteliti lebih lanjut untuk dikembangkan menjadi berbagai komoditas produk olahan inovatif untuk meningkatkan nilai gizi sebagai pangan fungsional.

5. DAFTAR PUSTAKA

Dahril, T, A. Mulyadi, Efawani dan M.S. Riza. 2016. Pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit sebagai media kultur mikroalga (Chlorella sp) dalam fotobioreaktor untuk mencegah pencemaran lingkungan perairan di Provinsi Riau. Laporan Hasil Penelitian MP3EI. Universitas Riau. (tidak diterbitkan)

Fadilla, Z. 2010. Pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan mikroalga *Scenedesmus* sp. Skripsi. Fakultas Sains dan teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.

Istirokhatun. T., Dimas A. Praharyawan. S., 2017. Pemanfaatan air lindi TPA Jatibarang sebagai media

alternatif kultivasi mikroalga untuk perolehan lipid. Jurnal teknik lingkungan. 6 (1) :7

Sari, P.W,2017. Pemanfaatan Limbah Cair Biogas dari Pabrik Kelapa Sawit untuk Produksi *Chlorella* sp. pada Ruang Terbuka. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Riau.

Sidabutar, H. 2016. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu untuk Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Riau.

Direktorat Jendral Perkebunan. 2017. Statistik Perkebunan. http://ditjenbun.deptan.go.id. Diakses tanggal 20 Mei 2018.

Sudjana. 2003. Teknik Analisis Regresi dan Korelasi bagi Peneliti. Bandung : Tarsito