



The Impact of Different Lighting with the Use Of Palm Oil Liquid Waste for the Production of Microalgae *Chlorella* sp. at Ptpn V Sei Galuh, Kampar Regency, Riau Province

Dampak Pencahayaan yang Berbeda dengan Memanfaatkan Limbah Cair Kelapa Sawit untuk Produksi Mikroalga *Chlorella* sp. di Ptpn V Sei Galuh Kabupaten Kampar Provinsi Riau

Tuti Maisarah Br. Siregar¹⁾, T. Dahri¹⁾, A. H. Simarmata¹⁾

¹Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Jl. Hr Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam- Pekanbaru, Indonesia 28293

INFORMASI ARTIKEL

Disetujui: 25 Oktober 2023

Keywords:

Palm oil liquid waste, nutrients, light intensity, *Chlorella* sp.

ABSTRACT

Oil palm liquid waste contains N (nitrate) and P (phosphate) which can be utilized for the growth of microalgae. Utilization of palm oil liquid waste using microalgae has been widely carried out. One of the microalgae that has potential as phycoremediation is *Chlorella* sp. Factors that affect the growth of *Chlorella* sp. cells, are the intensity of light and nutrients. This study used the same concentration of palm oil wastewater, namely 25% with different light intensities. A research aims to determine the best light intensity in producing *Chlorella* sp., carried out in December 2022-January 2023. The method used is the experimental method with Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments, namely: light intensity 6 Lux, light intensity 1443 Lux, light intensity 2748 Lux, and light intensity 3171 Lux. Water quality parameters measured were cell abundance (once/two days), *Chlorella* sp. biomass (in the exponential phase), temperature, pH, dissolved oxygen (DO) (once/ two days) and nitrate, phosphate (at the beginning, exponential phase and at the end). study). The results showed that the abundance of cells during this study ranged from 0.70×10^6 - 1.98×10^6 cells/ml and the biomass ranged from 0.11-0.29 g/L. The results of water quality measurements are temperatures ranging from 27°C-31.30°C, pH ranging from 7-8, dissolved oxygen 6.06 mg/L-8.66 mg/L, nitrate concentrations were 9.21 mg/L-9.27 mg/L and phosphate concentrations 3.19 mg/L-3.26 mg/L. Water quality parameters in this study such as temperature, pH, dissolved oxygen (DO), nitrate and phosphate are still classified as capable of supporting growth *Chlorella* sp. Based on the data above the best light intensity for culture *Chlorella* sp., is 3171 Lux.

1. PENDAHULUAN

Area perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia salah satunya terletak di provinsi Riau. Menurut (Badan pusat statistika provinsi Riau 2020), perkebunan kelapa sawit di Riau dengan luas mencapai 2.862.132 Ha dan produksi minyak kelapa sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) tertinggi di Indonesia yaitu sebesar 9.775.672 ton atau sebesar 21,47%. Salah satu pabrik pengolahan kelapa sawit di Provinsi Riau yaitu PTPN V Sei Galuh. Dengan meningkatnya produksi minyak sawit setiap tahun, limbah yang dihasilkan juga akan meningkat. Salah satunya adalah limbah cair kelapa sawit, juga dikenal sebagai *Palm Oil Mill Effluent* (POME), yang mengandung polutan.

Menurut (Rambe *et al.* 2014) Limbah cair kelapa sawit memiliki kandungan BOD sebesar 20.000–30.000 mg/L dan COD sebesar 40.000–60.000 mg/L dan total suspended solid (TSS) 2.000-5.000 mg/L. Limbah cair tersebut masih memiliki kandungan N (nitrat) dan P (fosfat) dan ditambah dengan unsur-unsur mikronutrien lainnya. Menurut (Biogas Plant Tandun, 2015 dalam Yolanda, 2016) melaporkan bahwa limbah cair biogas PKS mengandung unsur hara makro yaitu N=675

mg/L, P=90-100 mg/L, K=2.400 mg/L, Ca=860 mg/L, dan Mg=800 mg/L serta unsur hara mikro yaitu Fe=126 mg/L, Mn=9,22 mg/L, Zn=1,1 mg/L, dan B=5,18 mg/L, sehingga dapat dimanfaatkan oleh mikroalga sebagai media pertumbuhannya, mikroalga yang memiliki potensi yang tinggi dan bermanfaat salah satunya *Chlorella* sp.

Mikroalga *Chlorella* sp. memiliki potensi sebagai pakan alami pada larva ikan, pakan ternak, suplemen, makanan atau minuman, penghasil komponen bioaktif, penghasil oksigen, energi terbarukan serta bahan farmasi dan kedokteran. *Chlorella* sp., bersifat fotoautotrof, sehingga membutuhkan cahaya sebagai sumber energi untuk pertumbuhan sel dan sintesis berbagai substansi penting yang terlibat di dalamnya. Terdapat beberapa faktor pembatas pada kultur menggunakan sumber cahaya matahari yaitu gelap-terang (siang-malam) serta faktor lainnya seperti perubahan cuaca yang tidak menentu. Selain cahaya matahari terdapat sumber cahaya lainnya yang alternatif yaitu cahaya lampu, dimana spesifikasi lampu tersebut harus mendekati spesifikasi cahaya matahari, seperti yang diterima tanaman di alam bebas (Lakitan, 1994).

Penelitian yang dilakukan oleh (Kusdarwati, 2011) menggunakan sumber cahaya lampu TL berwarna putih, merah, hijau, kuning dan biru dengan daya 32 Watt menunjukkan bahwa kultur mikroalga *Spirulina* sp. menggunakan lampu TL putih menghasilkan populasi mikroalga *Spirulina* sp. tertinggi sebesar 98.300 sel/ml pada hari ke-4 selama 12 jam terang dengan menggunakan sumber cahaya lampu TL putih dengan daya 32 Watt dan 12 jam gelap. Warna cahaya putih memiliki komponen cahaya yang paling lengkap karena merupakan gabungan dari beragam sinar dan intensitas yang paling tinggi, sehingga mengandung energi paling besar diantara warna cahaya yang diujikan dengan panjang gelombang yang dihasilkan pada waktu penelitian sebesar 2.500 lux (Steenbergen, 1975 dalam Kusdarwati, 2011). Sejauh ini pemanfaatan limbah cair kelapa sawit untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. telah banyak dilakukan baik menggunakan cahaya matahari maupun cahaya lampu. Namun, intensitas cahaya lampu TL yang optimum belum diketahui pada kultur *Chlorella* sp., dengan memanfaatkan unsur hara pada limbah cair kelapa sawit. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini menggunakan lampu TL putih dengan daya yang berbeda untuk mengetahui intensitas cahaya yang optimum pada pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022- Januari 2023 dan bertempat di Rumah Produksi Alga 3 PTPN V Sei Galuh Kabupaten Kampar. Sedangkan untuk analisis kualitas air dilakukan di Rumah Produksi Alga 3 PTPN V Sei Galuh Kabupaten Kampar, selanjutnya untuk pengamatan kelimpahan sel dan pengukuran biomassa dilakukan di laboratorium Produktivitas Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada (Tabel 1) dan (Tabel 2) dibawah ini :

Tabel 1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Dahril Filter	Wadah penyaring limbah cair kelapa sawit
2	Botol plastik (Cleo) 6 L	Wadah kultur
3	Lampu TL 21 Watt	Sumber pencahayaan pada kultur
4	Aerator	Aerasi kultur
5	Kompot dan dandang	Untuk memanaskan/mensterilkan limbah cair kelapa sawit yang sudah disaring
6	Rak kaca	Untuk meletakkan botol plastik yang dikultur
7	Termometer	Untuk mengukur suhu
8	pH meter	Untuk mengukur pH
9	Botol BOD, gelas ukur dan erlenmeyer	Untuk mengukur DO
10	Kertas Whatman No. 42, Vacuum pump	Untuk menyaring sampel nitrat
11	Tabung reaksi, Kertas milipore	Untuk menyaring sampel fosfat
12	Spektrofotometer	Untuk mengukur absorbans sampel nitrat dan fosfat
13	Centrifuge	Untuk memisahkan <i>Chlorella</i> sp. melalui proses pengendapan dengan cara diputar
14	Haemocytometer dan mikroskop Olympus CX21	Untuk menghitung kelimpahan sel

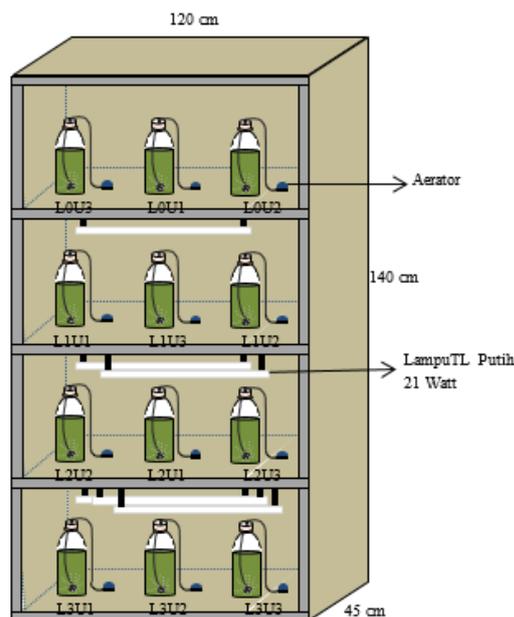
Tabel 2. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

No	Bahan	Kegunaan
1	Bibit <i>Chlorella</i> sp.	Sebagai bibit awal untuk kultur
2	Limbah cair kelapa sawit	Sebagai media/nutrisi <i>Chlorella</i> sp.
3	Ijuk, arang, kerikil, pasir	Sebagai lapisan Dasar <i>filter</i>
4	Alkohol 70%, Aquades	Untuk mencuci/mensterilkan alat
5	Air murni/kran	Sebagai media pengencer kultur
6	Larutan H ₂ SO ₄ , Larutan EDTA, Larutan sulfanilamid, Larutan N-Naptyl	Untuk mengukur sampel nitrat
7	Larutan HgCl ₂ , Larutan Ammonium, molybdate	Untuk mengukur sampel fosfat
8	Larutan SnCl ₂ , Larutan MnSO ₄ , Larutan H ₂ SO ₄ , Larutan Natrium Tiosulfat, Larutan Amilum	Untuk mengukur sampel DO

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan Acak Lengkap yaitu rancangan percobaan yang dipergunakan bila media dan bahan percobaan seragam atau dapat dianggap seragam (Kusriningrum, 2008). Penelitian ini menggunakan 1 faktor 4 taraf dengan 3 kali ulangan, sehingga menjadi 12 unit percobaan. Perlakuan yang akan diberikan dalam penelitian ini adalah pencahayaan yang berbeda, dimana daya lampu yang digunakan berbeda yaitu : intensitas cahaya 6 Lux, intensitas cahaya 1443 Lux, intensitas cahaya 2748 Lux, intensitas cahaya 3171 Lux. Pengukuran kelimpahan sel dan pengukuran parameter kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat) dihitung 2 hari sekali selama kultur untuk melihat faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. Sedangkan pengukuran biomassa dilakukan pada fase puncak (eksponensial) pada hari ke-11.

Kultur Mikroalga *Chlorella* sp.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model wadah kultur yaitu botol plastik dengan volume 6 liter (1 botol berisi 5 Liter) karena diberi ruang agar tidak terlalu penuh saat kultur berlangsung. Botol plastik diberi lubang pada bagian tutupnya untuk aerasi. Konsentrasi limbah cair kelapa sawit pada penelitian yang akan dilakukan ini mengacu pada (Utami, 2020) dengan konsentrasi untuk menghasilkan biomassa *Chlorella* sp. terbaik yaitu 25% limbah cair kelapa sawit. Selanjutnya dimasukkan 1.250 ml limbah cair kelapa sawit yang telah disaring, 3.750 ml air kran, dan 125 ml bibit *Chlorella* sp. lalu diaerasi menggunakan aerator.



Gambar 1. Model Kultur Menggunakan Pencahayaan Lampu TL

Analisis Data

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh data kuantitatif meliputi kelimpahan sel *Chlorella* sp.,

biomassa dan kualitas air (suhu, pH, oksigen terlarut, nitrat dan fosfat) kemudian data tersebut ditabulasikan dalam bentuk tabel dan digambarkan dalam bentuk grafik selanjutnya dianalisis secara deskriptif , kemudian dibahas sesuai dengan literatur yang mendukung. Data dianalisis menurut mode Rancangan Acak Lengkap dengan bantuan software SPSS untuk menganalisis efek perlakuan pencahayaan yang berbeda terhadap pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dilakukan pengujian hipotesis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pencahayaan Berbeda terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Pada penelitian ini, pengaruh pencahayaan berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. dilihat dari 2 (dua) aspek yaitu, kelimpahan sel dan biomasnya. Kelimpahan sel *Chlorella* sp. diamati setiap hari selama 15 hari kultur, sedangkan biomassa *Chlorella* sp. diukur pada saat *Chlorella* sp. berada pada fase eksponensial (fase puncak pertumbuhan).

Kelimpahan Sel *Chlorella* sp.

Pada penelitian ini memanfaatkan limbah cair kelapa sawit yang diperoleh dari kolam ke-3 untuk produksi mikroalga *Chlorella* sp. Pada semua perlakuan diberikan pencahayaan yang berbeda, untuk melihat perlakuan yang paling baik bagi pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. Pada semua perlakuan sama-sama menggunakan nutrisi limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi 25%.Selanjutnya untuk melihat kelimpahan sel *Chlorella* sp., dapat dilihat pada (Tabel 3).

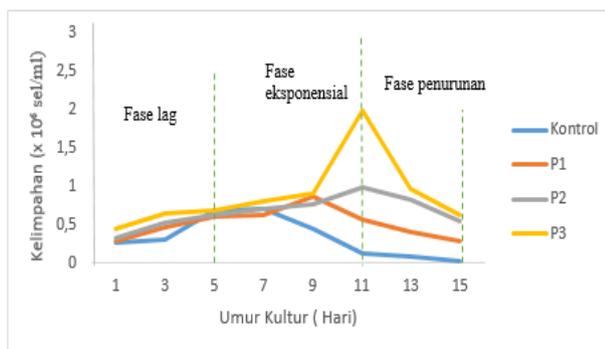
Tabel 3. Kelimpahan sel selama penelitian

Perlakuan	Kelimpahan sel (x 10 ⁶ sel/ml)							
	Harike-							
	1	3	5	7	9	11	13	15
Kontrol	0,26	0,31	0,68	0,7	0,44	0,12	0,09	0,2
P1	0,29	0,47	0,6	0,62	0,87	0,56	0,64	0,28
P2	0,33	0,59	0,62	0,71	0,76	0,98	0,83	0,54
P3	0,44	0,64	0,68	0,8	0,9	1,98	0,96	0,62

Berdasarkan kelimpahan sel selama 15 hari kultur terdapat peningkatan kelimpahan sel *Chlorella* sp. kelimpahan sel terendah pada perlakuan P₀ (kontrol) diikuti P₁, P₂, hingga P₃ yang paling tinggi dengan nilai kelimpahan sel yaitu sebesar (Tabel 5). Meningkatnya kelimpahan sel tersebut juga disebabkan karena besarnya intensitas cahaya yang berperan dalam kelimpahan mikroalga. Pada perlakuan P₃, kelimpahan sel tertinggi mencapai 1,98 x 10⁶ sel/ml, berbedadengan perlakuan P₀ kelimpahan sel sebesar 0,70 x 10⁶ sel/ml meskipun minimnya sumber cahaya, namun pertumbuhannya tetap terjadi, diduga karena adanya pantulan cahaya dari jendela ruangan yang dapat dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. selama pertumbuhannya. Meningkatnya kelimpahan sel *Chlorella* sp. disebabkan oleh tersedianya konsentrasi unsur hara nitrat dan fosfat. Selain ketersediaan nutrisi, kelimpahan sel *Chlorella* sp. juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya, karena cahaya berperan dalam pertumbuhan mikroalga yaitu untuk proses fotosintesis. Kawaroe (2010), juga menyatakan bahwa intensitas cahaya memegang peran yang penting bagi mikroalga, karena intensitas cahaya yang cukup akan meningkatkan kelimpahan sel *Chlorella* sp.

Fase Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Fase pertumbuhan pada mikroalga *Chlorella* sp. pada masing- masing perlakuan terjadi pada hari yang berbeda, fase pertumbuhan dapat dilihat pada (Gambar 2) sebagai berikut:



Gambar 2. Fase Pertumbuhan *Chlorella* sp.

1. Fase lag/ adaptasi

Fase lag pada penelitian ini *Chlorella* sp. sudah dapat beradaptasi dengan baik pada limbah cair kelapa sawit sehingga terjadi pembelahan sel. Hal ini terlihat dari kepadatan sel *Chlorella* sp. pada P₀ fase lag terjadi pada hari ke-1 hingga hari ke-3. Sedangkan pada P₁, P₂ dan P₃ fase lag terjadi lebih lambat dari hari ke-1 hingga hari ke-5. Hal ini terlihat dari peningkatan jumlah yang tidak signifikan antar perlakuan. Wardani (2018) menyatakan bahwa fase lag terjadi pada hari ke-1 sampai hari ke-3. Selanjutnya Fadilla (2010), menyatakan secara fisiologis pada fase lag (adaptasi) *Chlorella* sp. mengalami metabolisme dan terjadi pembelahan sel meski kepadatan sel belum terlalu signifikan.

2. Fase eksponensial

Fase eksponensial diawali dengan pembelahan sel dan ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan sehingga kepadatan populasi meningkat (Kawaroe, 2010). Fase eksponensial pada penelitian ini terjadi pada hari yang berbeda, hal ini disebabkan adanya pengaruh cahaya yang diberikan terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. Mikroalga *Chlorella* sp. membutuhkan nutrisi dan cahaya untuk pertumbuhannya, sedangkan pada penelitian ini nutrisi sudah tersedia dengan konsentrasi yang sama tetapi cahaya yang berbeda sehingga fase eksponensial terjadi pada hari yang berbeda.

Pada fase eksponensial data yang didapatkan selama penelitian berkisar 0,70 x 10⁶ sel/ml-1,98 x 10⁶ sel/ml, data nilai kelimpahan sel terendah terdapat pada P₀ pada hari ke-7. Data kelimpahan sel tertinggi terdapat pada P₃ di hari ke-11. Hal ini dikarenakan pada perlakuan P₀ *Chlorella* sp., memiliki sumber pencahayaan yang rendah, sehingga menyebabkan pertumbuhan *Chlorella* sp. terhambat. Sedangkan pada P₃ intensitas cahaya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya akibatnya proses fotosintesis lebih maksimum dan kelimpahan *Chlorella* sp. lebih tinggi. Dahril *et al.* (2016) menyatakan bahwa pertumbuhan *Chlorella* sp. mencapai fase eksponensial dalam waktu 12 hari dan mencapai fase stasioner dalam waktu 22 hari, berdasarkan penjelasan maka dapat diketahui bahwa P₃ memiliki nilai kelimpahan sel tertinggi pada fase eksponensial yang diukur pada hari ke-11.

3. Fase stasioner

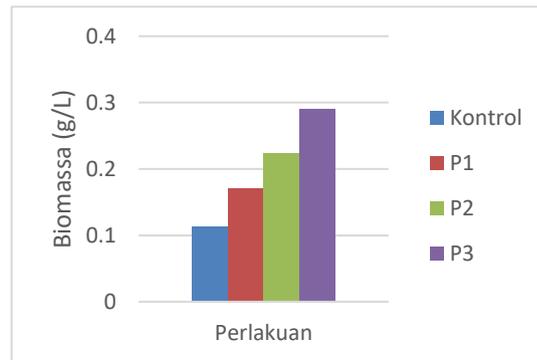
Fase stasioner pada penelitian ini belum bisa teramati dengan jelas. Hal ini karena pengamatan mikroalga *Chlorella* sp. dilakukan 2 hari sekali, diduga perhitungan kelimpahan sel pada fase stasioner ini tidak teramati. Istirokhatun (2017) menyatakan pada penelitian yang dilakukannya fase stasioner belum bisa teramati dengan seksama dikarenakan perhitungan pertumbuhan kepadatan sel mikroalga dilakukan selama 24 jam sekali. Disimpulkan bahwa jarak fase penurunan dan fase stasioner umumnya relatif singkat, sehingga dibutuhkan perhitungan dengan intensitas yang lebih dari sekali dalam 24 jam sesuai dengan kebutuhan peneliti.

4. Fase penurunan pertumbuhan

Fase penurunan pertumbuhan ditandai dengan menurunnya kelimpahan sel, pada fase ini masing-masing perlakuan memiliki kelimpahan yang berbeda. Pada P₀ fase penurunan terjadi pada hari ke-9, untuk P₁ terjadi pada hari ke-11 sedangkan untuk P₂ dan P₃ terjadi pada hari-13 kultur (Gambar 5). Menurunnya jumlah sel *Chlorella* sp. disebabkan oleh nutrisi yang terkandung dalam limbah cair kelapa sawit mulai berkurang dan tidak dilakukannya penambahan nutrisi maka terjadinya persaingan tempat hidup karena semakin banyak jumlah sel dalam volume yang tetap. Menurut Fadilla (2010), penurunan kepadatan mikroalga ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh suhu, cahaya, pH, jumlah hara yang ada dan beberapa kondisi lingkungan.

Biomassa *Chlorella* sp.

Biomassa tertinggi selama 15 hari kultur berkisar 0,11 g/L- 0,30 g/L. Hasil pengukuran total produksi biomassa *Chlorella* sp. pada penelitian ini disajikan pada (Gambar 3) sebagai berikut :

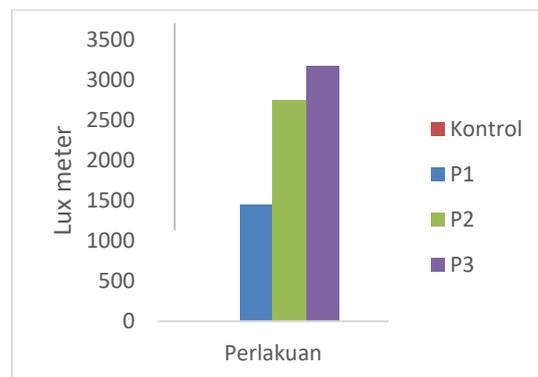


Gambar 3. Pengukuran biomassa selama penelitian

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa produksi biomassa *Chlorella* sp., tertinggi terdapat pada P₃ sebesar 0,30 g/L, sedangkan biomassa terendah terdapat pada P₀ menghasilkan nilai biomassa sebesar 0,11 g/L. Hal ini dikarenakan pengukuran biomassa dilakukan pada hari ke-11, sedangkan pada P₀ sudah mengalami fase penurunan yang mengakibatkan nilai biomasanya rendah, disamping itu kelimpahan sel pada P₀ juga lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Pada P₃ tingginya biomassa dikarenakan pengukuran dilakukan pada puncak eksponensial yaitu pada hari ke-11. Besarnya biomassa pada penelitian ini sebanding dengan kelimpahan sel *Chlorella* sp., semakin melimpah sel mikroalga pada fase eksponensial maka semakin berat biomasanya pada saat dipanen. Faktor lain yang menyebabkan tingginya nilai biomassa adalah adanya pengaruh cahaya yang diterima oleh mikroalga untuk melakukan proses fotosintesis walaupun konsentrasi nutrisi sama sehingga biomassa yang dihasilkan berbeda. Mikroalga membutuhkan cahaya dengan batas dan kisaran tertentu dalam proses fotosintesis. Hal ini sesuai dengan pendapat Abdurrachman *et al.*, (2013) juga mengungkapkan produktivitas biomassa mikroalga yang tinggi dipengaruhi oleh kepadatan mikroalga, semakin tinggi kepadatan sel pada mikroalga akan menghasilkan produktivitas biomassa yang optimal.

Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. Cahaya merupakan sumber energi untuk melakukan fotosintesis. Cahaya matahari yang diperlukan oleh mikroalga dapat digantikan dengan lampu TL, hasil pengukuran intensitas cahaya selama penelitian berkisar 6 Lux-3171 Lux (Gambar 4).



Gambar 4. Intensitas cahaya selama penelitian

Perlakuan pencahayaan yang berbeda memberikan hasil terbaik yaitu cahaya sebesar 3171 Lux dengan menghasilkan kepadatan alga sebesar $1,98 \times 10^6$ sel/ml pada hari ke-11 sedangkan cahaya terendah 6 Lux dengan kepadatan alga sebesar $0,70 \times 10^6$ sel/ml pada hari ke-7.

Intensitas cahaya adalah salah satu faktor yang penting bagi proses konversi dari energi cahaya menjadi biomasa pada mikroalga (Edwards *et al.* 2006 dalam Choochote *et al.* 2012). Intensitas cahaya yang baik bagi pertumbuhan dan kelimpahan *Chlorella* sp. adalah berkisar antara 3000-5000 lux (Choochote *et al.* 2012). Merujuk pada pendapat Choochote *et al.* intensitas cahaya pada P₃ merupakan intensitas cahaya terbaik untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. yaitu 3171 Lux.

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Chlorella* sp.

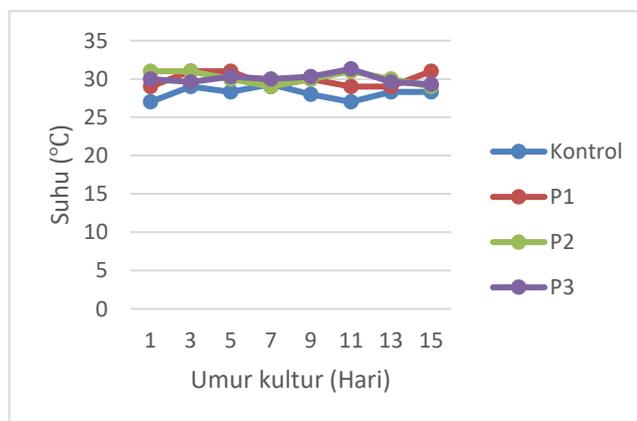
Hasil pengukuran rata-rata kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp. Dapat dilihat pada (Tabel 4) sebagai berikut :

Tabel 4. Parameter kualitas air

No	Kualitas Air	Satuan	Kisarn Hasil Penelitian				Kisaran Optimal
			P0	P1	P2	P3	
1	Suhu	°C	27-29,3	29,3-31	30-30,6	29,3-31,3	25-30 (Grimi <i>et.al.</i> 2009)
2	pH	-	7-7,6	7-7,6	7,3-7,6	7,3-8	7,2-8,4 (Mohammed <i>et.al</i> 2013)
3	DO	mg/L	6,06-6,71	7,15-7,68	7,26-7,82	7,42-8,82	5-7 (Facta <i>et.al</i> 2006)
4	Nitrat	mg/L	3,24-9,21	2,46-9,23	2,26-9,25	1,44-9,27	3-15,5 (Boroh, 2012)
5	Fosfat	mg/L	0,97-3,26	0,87-3,25	0,84-3,22	0,69-3,19	0,27-5,51 (Wardhana, 1995)

Suhu

Adapun faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga yaitu suhu, kisaran suhu yang diperoleh selama penelitian berkisar 27°C-31,30°C. Grafik pengukuran suhu selama penelitian disajikan pada (Gambar 5).

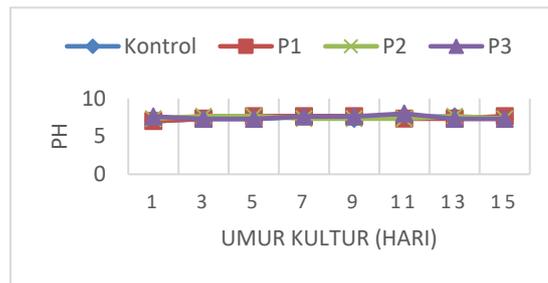


Gambar 5. Pengukuran suhu selama penelitian

Fluktuasi suhu terjadi setiap harinya, meski begitu rentang perubahan suhu tersebut masih termasuk dalam rentang suhu optimal untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. Merujuk pada pendapat Grimi *et al.* suhu kultur selama penelitian masih mampu mendukung untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Perbedaan suhu kultur *Chlorella* sp. disebabkan oleh perbedaan pencahayaan, dimana pada P₃ pencahayaan yang diberikan lebih besar sehingga lebih panas suhunya pada perlakuan P₃ dibandingkan perlakuan lainnya.

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH), berdasarkan hasil penelitian rata-rata derajat keasaman (pH) yang diperoleh selama penelitian yaitu 7-8. Grafik pengukuran pH selama pengkulturan mikroalga *Chlorella* sp., disajikan pada (Gambar 6).

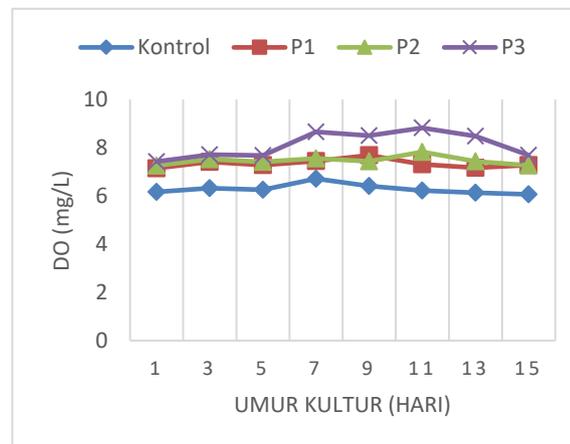


Gambar 6. Pengukuran pH selama penelitian

Pada (Gambar 6) dapat dilihat bahwa P_0 memiliki nilai pH yang rendah, ini dikarenakan rendahnya pencahayaan sehingga proses fotosintesis tidak maksimal dan *Chlorella* sp. tidak dapat memanfaatkan karbondioksida untuk pertumbuhannya. Selanjutnya P_3 memiliki nilai pH tinggi, ini dikarenakan besarnya pencahayaan yang diberikan sehingga pemanfaatan karbondioksida melalui proses fotosintesis oleh *Chlorella* sp. Merujuk pada pendapat Mohammed *et al.* (2013) nilai pH selama penelitian masih mendukung untuk pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. Mohammed *et al.* (2013) menyatakan bahwa kisaran nilai pH yang optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar pada 7,2-8,4.

Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 6,06 mg/L-8,66 mg/L. Grafik pengukuran oksigen terlarut selama penelitian disajikan pada (Gambar 7).



Gambar 7. Pengukuran oksigen selama penelitian

Berdasarkan (Gambar 7) oksigen terlarut tertinggi terdapat pada P_3 merupakan perlakuan terbaik bagi pertumbuhan *Chlorella* sp., dengan kisaran 7,42-8,82 mg/L, sedangkan konsentrasi oksigen terlarut terendah pada P_0 dengan kisaran 6,06 mg/L-6,71 mg/L. Hal ini dikarenakan rendahnya pencahayaan sehingga proses fotosintesis tidak maksimal dan *Chlorella* sp., menghasilkan oksigen yang rendah. P_3 memiliki nilai oksigen terlarut yang tinggi, dikarenakan besarnya pencahayaan yang diberikan sehingga proses fotosintesis oleh *Chlorella* sp., berjalan maksimal dan menghasilkan oksigen terlarut yang tinggi. Facta *et al.* (2006), menyatakan kisaran oksigen terlarut optimal untuk mikroalga adalah 5-7 g/L. Namun pada media kultur limbah cair kelapa sawit, tingginya oksigen yang dihasilkan mampu memberikan pengaruh bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. Sumber utama oksigen terlarut dalam air berasal dari adanya kontak antara permukaan air dengan udara dan juga dari proses fotosintesis.

Nitrat

Nitrat (NO_3^-), berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa konsentrasi nitrat di awal penelitian berkisar 9,21 mg/L -9,27 mg/L. Relatif homogenya konsentrasi nitrat di awal penelitian disebabkan limbah yang digunakan berasal dari konsentrasi limbah yang sama (25%). Hasil pengukuran nitrat selama penelitian disajikan pada (Tabel 5).

Tabel 5. Pengukuran konsentrasi nitrat selama penelitian

Nitrat (mg/L)	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Konsentrasi nitrat awal	9,21	9,23	9,25	9,27
Konsentrasi nitrat akhir	3,24	2,46	2,26	1,44
Penurunan nitrat	64,82%	73,34%	75,56%	84,46%

Selanjutnya konsentrasi nitrat setelah penelitian berkisar 1,44 mg/L -3,24 mg/L atau terjadi penurunan konsentrasi nitrat yang cukup tinggi yakni 64,82-84,46%. Yang mana penurunan tertinggi ditemukan pada perlakuan P₃ dan terendah pada perlakuan P₀. Tingginya penurunan konsentrasi nitrat pada perlakuan P₃, menunjukkan bahwa nitrat digunakan oleh *Chlorella* sp., untuk pertumbuhannya. Dan ini sesuai dengan kelimpahan *Chlorella* sp., yang juga tinggi pada perlakuan P₃, karena pada waktu kelimpahan *Chlorella* sp., banyak, maka unsur hara nitrat yang dibutuhkan juga akan banyak. Akibatnya konsentrasi nitrat pada wadah perlakuan P₃ menjadi sedikit (Tabel 5). Sedangkan rendahnya pemanfaatan nitrat pada perlakuan P₀ disebabkan karena rendahnya kelimpahan sel *Chlorella* sp., sehingga unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya sedikit. Menurut Boroh (2012), pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar nitrat mencapai 3 mg/L–15,5 mg/L dan kadar nitrat yang kurang dari 0,0114 mg/L merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton.

Fosfat

Konsentrasi fosfat diawal penelitian berkisar 3,19 mg/L -3,26 mg/L. Relatif homogenya konsentrasi fosfat di awal penelitian disebabkan limbah yang digunakan berasal dari konsentrasi yang sama (25%). Hasil pengukuran fosfat selama penelitian disajikan pada (Tabel 6).

Tabel 6. Pengukuran Fosfat Selama Penelitian

Fosfat (mg/L)	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Konsentrasi awal	3,26	3,25	3,22	3,19
Konsentrasi akhir	0,97	0,87	0,84	0,69
Penurunan fosfat	70,24%	73,23%	73,91%	78,36%

Selanjutnya konsentrasi nitrat setelah penelitian ini berkisar 0,69 mg/L -0,97 mg/L atau terjadi penurunan konsentras nitrat yang cukup tinggi yakni 70,15-78,36%. Dimana penurunan tertinggi ditemukan pada perlakuan P₃ dan terendah pada perlakuan P₀. Tingginya penurunan konsentrasi fosfat pada perlakuan P₃, menunjukkan bahwa fosfat digunakan oleh *Chlorella* sp., untuk pertumbuhannya. Dan ini sesuai dengan kelimpahan *Chlorella* sp., yang juga tinggi pada perlakuan P₃, karena pada waktu kelimpahan *Chlorella* sp., banyak, maka unsur hara fosfat yang dibutuhkan juga akan banyak. Akibatnya konsentrasi fosfat pada wadah perlakuan P₃ menjadi sedikit (Tabel 6). Sedangkan rendahnya pemanfaatan fosfat pada perlakuan P₀ disebabkan karena rendahnya kelimpahan sel *Chlorella* sp., sehingga unsur hara fosfat yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya sedikit. Menurut Wardhana (1995), kadar fosfor optimal untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 0,27 mg/L–5,51 mg/L. Merujuk pada pendapat Wardhana, maka konsentrasi fosfat setelah penelitian masih mampu mendukung kultur *Chlorella* sp.

Uji Anava terhadap biomassa menunjukkan bahwa nilai $F_{hit} (18,43) > F_{tab} (2,71)$, yang artinya antar perlakuan berbeda nyata. Sehingga perlu dilakukannya uji lanjut Duncan untuk mengetahui adanya perbedaan antara tiap perlakuan. Uji lanjut Duncan menunjukkan pengaruh pemberian pencahayaan yang berbeda terhadap produksi biomassa *Chlorella* sp., menunjukkan bahwa perlakuan terbaik untuk menghasilkan kepadatan *Chlorella* sp., tertinggi adalah pada P₃ 3171 Lux.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa hasil biomassa selama penelitian berkisar 0,11 g/L-0,30 g/L dengan kelimpahan sel berkisar $0,70 \times 10^6$ sel/ml- $1,98 \times 10^6$ sel/ml. Biomassa dan kelimpahan sel *Chlorella* sp., tertinggi ditemukan pada perlakuan P₃ atau intensitas cahaya terbaik untuk kultur *Chlorella* sp., adalah 3171 Lux.

Pada penelitian ini pengukuran biomassa dilakukan hanya pada fase eksponensial. Disarankan untuk melakukan pengukuran biomassa *Chlorella* sp., secara berkala mulai dari awal kultur sampai fase eksponensial.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrachman, O., Mutiara, M. & Buchori, L. (2013). Peningkatan Karbondioksida dengan Mikroalga (*Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas* sp., *Spirulina* sp.) Dalam Upaya Untuk Meningkatkan Kemurnian Biogas. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2 (4), 212-216.
- Badan Pusat Statistika Provinsi Riau. (2020). *Statistik Kelapa Sawit Provinsi Riau*. Pekanbaru : Badan Pusat Statistika Provinsi Riau.
- Boroh, R. (2012). *Pengaruh Pertumbuhan Chlorella sp. pada Beberapa Kombinasi media Kultur: Makassar, Biologi FMIPA. UNHAS. (Tidak Diterbitkan).*
- Choochote, W., Paiboonsin, K. Ruangpan, S. & Pharuang , A. (2012). Effects of Urea and Light Intensity on the Growth Of *Chlorella* sp: Bangkok, The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology.
- Dahril, T, A. Mulyadi, Efawani & 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).*
- Facta, M., Zainuri, M. Sudjadi & Sakti, E. P. (2006). Pengaruh Pengaturan Intensitas Cahaya yang Berbeda Terhadap kelimpahan *Dunaliella* sp. dan Oksigen Terlarut dengan Simulator TRIAC dan Mikrokontroler AT89S52. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 11 (2) , 67-71.
- Fadilla, Z. (2010). *Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan Mikroalga Scenedesmus sp. [Skripsi]. Fakultas Sains dan Teknologi. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.*
- 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), 1-15.
- Kawaroe, M. (2010). *Mikroalga, Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar*. Bogor: IPB Press.
- Kusdarwati, R., Bustaman, R. H. & Arief, M. (2011). Pengaruh Perbedaan Warna Cahaya Terhadap Pertumbuhan Kultur *Spirulina* sp. *Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3 (2), 183-191.
- Kusriningrum. (2008). *Perancangan Percobaan*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Lakitan, B. (1994). *Dasar-Dasar Klimatologi*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Mohammed, B., El-Ayoty, Y. A., Abomohra, E. F., El-Ghany, S.A., & Esmael, A. (2013). Optimization of Growth and Lipid Production of the Chlorophyte Microalga *Chlorella vulgaris* as a Feedstock for Biodiesel Production. *Journal of World Applied Science*, 28 (11), 1536-1546.
- Rambe, S. M., Iriany & Irvan. (2014). Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Reaksi Hidrolisis pada Pra-Pemuatan Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 25 (1), 23-30.
- Utami, A. D. (2020). *Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Komposisi Kimia Chlorella sp. [Tesis] Program Pascasarjana. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.*
- Wardani, M. (2018). *Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Ikan Lemuru Terhadap Kandungan Karotenoid Spirulina platensis. [Skripsi]. Universitas Airlangga.*
- Wardhana, (1995), *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi offset.
- Yolanda, Y. 2016. *Pemanfaatan Limbah Cair Biogas Pabrik Kelapa Sawit Untuk Produksi Mikroalga Chlorella sp. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan).*