



Variasi penambahan nutrisi (NPK cair) dalam kultivasi Mikroalga *Chlorella Sp.*

Variation of addition of nutrients (liquid NPK) in microalgae cultivation of Chlorella Sp.

Anshah Silmi Afifah^a, Gita Prajati^a, Yosef Adicita^a, Darwin^a

^aProgram Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Universal, Sungai Panas, Batam, 29444, Indonesia
[+62 778-473399]

Article Info:

Received: 01 - 12 - 2020

Accepted: 15 - 03 - 2021

Keywords:

Ammonia, *Chlorella Sp.*,
microalgae, nutrisi, turbidity

Corresponding Author:

Anshah Silmi Afifah
Program Studi Teknik
Lingkungan, Fakultas Teknik,
Universitas Universal;
Tel. +62-778-473399
Email:
silmi.kbub@gmail.com

Abstract. *Nutrients are an important factor in the growth of microalgae. Ammonia is one of the most preferred nutrient sources by microalgae because it can be used directly in the microalgae body. Although ammonia is most preferred, its presence in large quantities can have a devastating effect on microalgae. The toxicity of ammonia can cause death in microalgae. This study aims to determine the effect of adding a certain amount of nutrients to microalgae growth. The research was conducted for 13 days with the test parameters, namely turbidity, and ammonia. The reactor used is made of glass with a capacity of 250 mL. The reactor is equipped with an aerator which is connected using a hose and diffuser. Variations in the addition of liquid NPK (nutrients) selected in this study were 0 mL, 0.3 mL, 1 mL, and 2 mL. The research was conducted with an aerated batch system. The test results for the highest turbidity parameters indicated that the greatest microalgae growth occurred at the variation of 0.3 mL NPK addition. This variation also shows the fastest decrease in ammonia levels, among other variations. The variation that is considered the most suitable for the microalgae cultivation process is the 0.3 mL NPK addition variation.*

How to cite (CSE Style 8th Edition):

Afifah AS, Prajati G, Adicita Y, Darwin. 2021. Variasi penambahan nutrisi (NPK cair) dalam kultivasi Mikroalga *Chlorella Sp.* JPSL 11(1): 101-107. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.11.1.101-107>.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin meningkat dapat berdampak pada penurunan kualitas lingkungan. Air buangan dari aktivitas domestik seperti mandi cuci kakus yang tidak dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air akan berdampak pada penurunan kualitas perairan (Rachmawati *et al.*, 2020). Aktivitas kendaraan yang kerap berlalu lalang, buangan limbah padat dari aktivitas domestik akan berdampak pada penurunan kualitas udara. Teknologi pengolahan air limbah dan mitigasi pencemaran udara telah banyak dilakukan untuk meminimalisir dampak tersebut (Kurniati *et al.*, 2020). Pengolahan biologis dengan bantuan mikroorganisme telah banyak diteliti guna mengatasi terjadinya dampak tersebut (Suryawan *et al.*, 2019). Pengolahan biologis sangat mudah untuk diterapkan karena biaya operasional yang relatif murah dibanding pengolahan fisik dan kimia.

Mikroalga merupakan salah satu mikroorganisme autotrof yang dapat menyerap karbondioksida (CO₂) dan melepaskan oksigen (O₂) (Eriksen *et al.*, 2007). Indonesia memiliki perairan yang banyak ditumbuhi oleh mikroalga, salah satunya *Chlorella sp.* *Chlorella* merupakan salah satu jenis mikroalga yang memiliki banyak manfaat. *Chlorella* mampu mereduksi polutan air limbah dengan sangat baik. Kemampuan *chlorella* dalam

mereduksi COD 74%, amonia 72%, nitrat 60%, dan ortofosfat 82% (Chaudhary *et al.*, 2018). *Chlorella* juga mampu melakukan fiksasi terhadap gas CO₂. Salah satu strain *Chlorella* dapat tumbuh pada media dengan kandungan CO₂ hingga 50% (Roberto *et al.*, 2019). Mikroalga selain berfungsi sebagai mikroorganisme pereduksi polutan di air dan udara, keberadaannya juga sangat bermanfaat sebagai sumber energi alternatif terbarukan. Sumber energi yang paling banyak digunakan saat ini berasal dari bahan bakar fosil. Laporan dari *International Monetary Fund (IMF)* menunjukkan bahwa adanya peningkatan subsidi terhadap bahan bakar fosil sebesar 5.2 Triliun dollar pada tahun 2017 di seluruh dunia (Coady *et al.*, 2019). Pemanfaatan mikroalga dapat mengurangi ketergantungan manusia terhadap energi yang berasal dari bahan bakar fosil.

Siklus hidup mikroalga telah banyak diteliti karena keberadaannya yang memiliki banyak manfaat dalam menjaga keberlangsungan lingkungan hidup. Beberapa faktor yang mempengaruhi siklus hidup mikroalga diantaranya adalah intensitas cahaya, suhu, pH, dan unsur hara atau nutrisi. Unsur hara atau nutrisi dapat berupa karbon, nitrogen, fosfor, dan nutrisi lain. Nitrogen merupakan nutrisi esensial dalam pertumbuhan mikroalga. Pemanfaat nitrogen terbesar oleh mikroalga yaitu dalam bentuk N-amonia. Amonia dapat digunakan langsung dalam pembentukan asam amino (Junying *et al.*, 2013). Konsentrasi amonia yang kurang sesuai dapat menghambat pertumbuhan mikroalga. Meskipun amonia dibutuhkan oleh mikroalga, namun keradaannya dalam jumlah besar justru dapat menghambat pertumbuhan mikroalga. Amonia dalam jumlah besar dapat menyebabkan keracunan pada mikroalga, sehingga dalam penelitian ini perlu dilakukan penyesuaian terhadap penambahan nutrisi (NPK cair) yang merupakan sumber nutrisi (amonia). Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nutrisi dalam jumlah tertentu terhadap pertumbuhan mikroalga.

METODE

Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian, diantaranya yaitu botol kaca kapasitas 250 mL, aerator, selang aerator, *diffuser*. Bahan yang digunakan dalam penelitian, diantaranya adalah bibit mikroalga, NPK cair, air PDAM, dan EM4.

Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan pada skala laboratorium selama 13 hari menggunakan air limbah artifisial yang dibuat dari campuran air PDAM sebanyak 150 mL dan pupuk NPK cair dengan variasi 0 mL, 0.3 mL, 1 mL, dan 2 mL. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari dengan parameter yang diuji yaitu kekeruhan dan amonia. Biakan mikroalga yang ditambahkan ke dalam reaktor sebesar 50 mL. Komposisi senyawa di dalam NPK cair yang ditambahkan (Tabel 1).

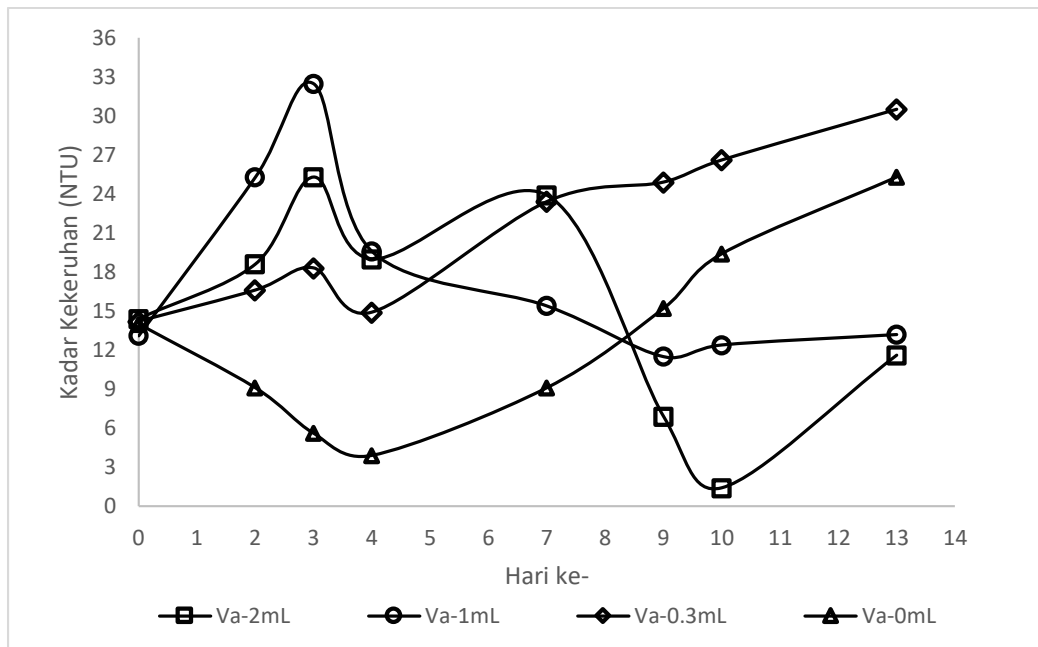
Tabel 1 Kandungan NPK cair

Komposisi	Persentase (%)
Makro	
Kadar N (total)	7
Kadar P ₂ O ₅	3
Kadar K ₂ O	10
Mikro :	
Kadar Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Cd, B	
Senyawa-senyawa organik :	
Protein, Lemak, Zat-zat pekat, Zat-zat organik	

Reaktor yang digunakan berbahan dasar kaca dan dilengkapi dengan *diffuser* dan selang penghubung ke aerator. Reaktor diberikan perlakuan aerasi selama 24 jam, pencahayaan matahari, dan penambahan *effective microorganism* (EM4) sebanyak 1 mL. Penambahan EM4 berfungsi sebagai penyedia CO₂ yang dibutuhkan oleh mikroalga untuk berfotosintesis. Operasional reaktor selama kegiatan penelitian berlangsung dilakukan dengan sistem *batch*.

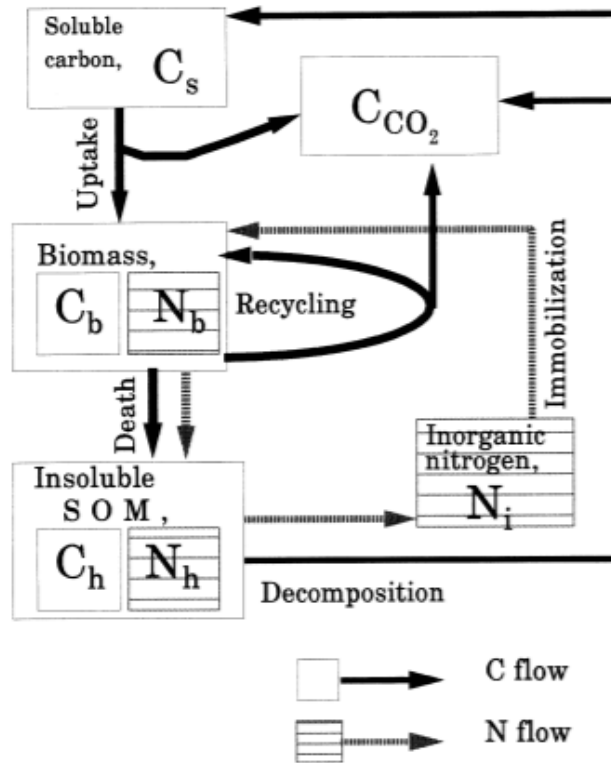
HASIL DAN PEMBAHASAN

Nutrien mampu meningkatkan laju produktivitas mikroalga, karena mikroalga memanfaatkan nutrisi sebagai sumber metabolisme tubuhnya (Chiu *et al.*, 2014). *Chlorella* dapat mengonsumsi TN (Total Nitrogen), Fosfor, dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) secara berturut-turut sebesar 68.4%, 83.2%, dan 50.9% secara berturut-turut (Wang *et al.*, 2010). Nitrogen merupakan salah satu nutrisi esensial yang digunakan oleh mikroalga sebagai komponen utama dalam pembentukan protein dalam sel. Namun penambahan kadar nutrisi berlebih justru dapat menghambat pertumbuhan mikroalga (Sayed *et al.*, 2020). Gambar 1 menunjukkan kadar kekeruhan di dalam sampel dari hari ke hari.



Gambar 1 Hasil pengujian sampel amonia (penambahan nutrisi)

Kadar kekeruhan di dalam sampel mengindikasikan tingginya bahan organik dan kadar mikroorganisme perairan (Tomperi *et al.*, 2020; Dejen *et al.*, 2004). Secara umum peningkatan kadar kekeruhan yang terjadi hingga hari ke-3 (Va-0.3mL, Va-1mL, dan Va-2mL) menunjukkan mikroorganisme mampu beradaptasi di dalam air limbah artifisial. Kondisi ini tidak terjadi pada Va-0mL, yaitu variasi reaktor tanpa penambahan nutrisi. Penurunan kadar kekeruhan di hari ke-0 hingga hari ke-4 Va-0mL mengindikasikan adanya kematian pada mikroorganisme di dalam reaktor. Kematian ini disebabkan karena kurangnya nutrisi yang dapat dikonsumsi oleh mikroorganisme. Peningkatan kadar kekeruhan pada Va-0mL baru terlihat setelah hari ke-4. Peningkatan ini menunjukkan mikroalga sudah mulai mendapatkan sumber nutrisi baru dari hasil dekomposisi mikroorganisme yang telah mati. Gambar 2 menunjukkan biomassa yang telah mati akan menjadi bahan organik padat yang akan mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme lain menjadi nitrogen anorganik. Nitrogen anorganik akan diuptake oleh mikroalga, dan menyebabkan laju pertumbuhan mikroalga meningkat.

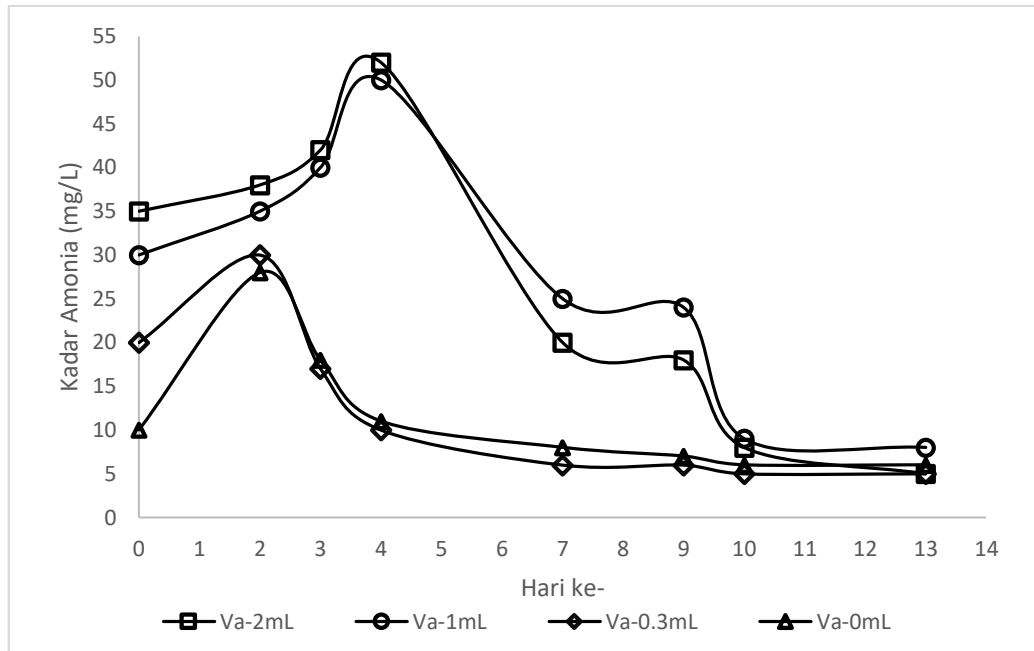


Gambar 2 Siklus karbon dan nitrogen (Blagodatsky dan Richter, 1998)

Fase pertumbuhan mikroalga terjadi setelah hari ke-4, namun fase ini hanya dialami oleh variasi dengan kadar nutrisi yang kecil yaitu variasi tanpa penambahan nutrisi (Va-0mL) dan variasi penambahan nutrisi 0.3 mL (Va-0.3mL). Variasi penambahan nutrisi berlebih seperti penambahan 1 mL (Va-1mL) dan 2 mL (Va-2mL), justru menyebabkan kadar kekeruhan menurun yang berarti fase pertumbuhan mikroalga tidak terjadi pada kedua variasi tersebut. Kondisi yang sama terjadi pada penelitian yang dilakukan (Bimantara *et al.*, 2015), peneliti memvariasikan penambahan pupuk cair ke dalam reaktor dengan penambahan sebesar 0%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, dan 0.2%. Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh variasi terbaik untuk meningkatkan kepadatan fitoplankton yaitu variasi penambahan pupuk cair 0.1%. Penambahan pupuk cair yang kurang atau lebih dari 0.1% justru memberikan hasil yang tidak efektif variasi 0.1%.

Penambahan nutrisi sangat dibutuhkan bagi mikroorganisme, akan tetapi penambahan dalam jumlah besar justru dapat menghambat pertumbuhan. Variasi terbaik dalam penelitian ini terjadi pada variasi dengan penambahan 0.3 mL NPK cair. Persentase peningkatan kadar kekeruhan dari hari ke-0 hingga hari ke-13 mencapai lebih dari 100%, yang mengindikasikan bahwa kadar mikroalga di hari ke-13 meningkat 2x lipat dari hari ke-0. Nutrisi berlebih akan berdampak pada tingginya kadar amonia. Kadar amonia dalam jumlah besar akan bersifat racun (Fabregas *et al.*, 1989; Song *et al.*, 2020), yang berdampak buruk terhadap keberlangsungan hidup mikroorganisme, seperti yang terjadi pada Va-1mL dan Va-2mL.

Peningkatan pertumbuhan mikroalga berdampak signifikan terhadap penurunan kadar amonia (Gambar 3). Amonia merupakan sumber nitrogen yang paling disukai oleh mikroalga. Nitrogen yang dapat dikonsumsi oleh mikroalga selain dalam bentuk N-amonia juga bisa dalam bentuk N-nitrit dan N-nitrat. Namun nitrogen dalam bentuk amonia selalu menunjukkan penurunan nilai yang lebih signifikan dibanding nitrogen dalam bentuk lain. Sebagian besar penelitian menjelaskan N-nitrat dan N-nitrit akan mengalami reduksi. $N-NO_3^-$ dan $N-NO_2^-$ akan berubah menjadi $N-NH_4^+$ di dalam sel alga (Ding *et al.*, 2020; Junying *et al.*, 2013), sehingga lebih mudah bagi mikroalga jika langsung menguptake amonia sebagai sumber nutrisi.



Gambar 3 Uji parameter amonia

Peningkatan kadar amonia di hari-hari pertama (Gambar 3) diakibatkan karena NPK cair yang ditambahkan ke dalam reaktor baru mengalami reaksi dengan air dan membentuk kadar amonia (NH_3). Reaksi amonia dengan air akan menghasilkan amonium (NH_4^+) dan ion-ion hidroksil ($-\text{OH}$). Jumlah dari NH_3 dan NH_4^+ tersebut merupakan total amonia (TN) (Gross *et al.*, 2000). Kondisi seperti ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh (Xia *et al.*, 2013), kadar amonia meningkat seiring dengan menurunnya kadar *Dissolved Oxygen Nitrogen* (DON) di awal kultivasi dan kemudian menurun karena proses nitrifikasi.

Penurunan kadar amonia pada Va-0mL dan Va-0,3mL lebih cepat dibandingkan penurunan kadar amonia pada Va-1mL dan Va-2mL. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada Va-0mL dan Va-0.3mL mikroalga mampu beradaptasi dan mampu mengambil amonia dalam jumlah yang cukup besar. Sebaliknya pada Va-1mL dan Va-2mL mikroalga cenderung susah beradaptasi, yang mengakibatkan hingga hari ke 4 kadar amonia masih relatif tinggi, bahkan masih mengalami peningkatan. Pada penelitian (Lee *et al.*, 2015; Apritama *et al.*, 2020) dijelaskan, bahan pencemar (amonia/COD/fosfor/kekeruhan) akan habis dalam kurun waktu 6 hari. Pernyataan tersebut mendukung hasil penelitian yang terlihat dalam grafik di hari ke-7 kadar amonia relatif lebih rendah dari hari-hari sebelumnya.

SIMPULAN

Variasi yang paling sesuai untuk kultivasi mikroalga yaitu variasi dengan penambahan nutrisi (NPK cair) sebesar 0.3 mL. Pada variasi ini mengindikasikan bahwa mikroalga mampu beradaptasi dengan baik, yang ditandai dengan tingginya nilai kekeruhan dibanding variasi lain. Selain itu pada variasi penambahan NPK 1 mL mikroalga mampu menurunkan kadar amonia dengan waktu yang relatif lebih cepat dibanding variasi lain. Secara umum variasi dengan kadar amonia berlebih, tidak cocok diterapkan dalam proses kultivasi mikroalga karena dampaknya yang dapat menyebabkan racun bagi mikroalga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dukungan finansial kepada penulis dalam hibah penelitian dengan Skema Penelitian Dosen Pemula (Nomor kontrak: 005/LPPM.KT/UVERS/III/20).

DAFTAR PUSTAKA

- Apritama MR, Suryawan IWK, Afifah AS, Septiariva IY. 2020. Phytoremediation of Effluent Textile WWTP for NH₃-N and Cu reduction using pistia stratiotes. *Plant Archives*. 20: 2384-2388.
- Bimantara A, Santri DJ, Susanti R. 2015. Pengaruh pupuk cair anorganik terhadap kepadatan fitoplankton dan sumbangannya pada pembelajaran Biologi di SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*. 1(B-8): 415-427.
- Blagodatsky SA, Richter O. 1998. Microbial growth in soil and nitrogen turnover: A theoretical model considering the activity state of microorganisms. *Soil Biol Biochem*. 30(13): 1743-1755.
- Chaudhary R, Tong YW, Dikshit AK. 2018. Kinetic study of nutrients removal from municipal wastewater by *Chlorella vulgaris* in photobioreactor supplied with CO₂ -enriched air. *Environmental Technology*. 41(5): 617-626. doi: <https://doi.org/10.1080/09593330.2018.1508250>.
- Chiu S, Kao C, Chen T, Chang Y, Kuo C, Lin C. 2014. Cultivation of microalgal chlorella for biomass and lipid production using wastewater as nutrient resource. *Bioresource Technology*. 184: 179-189. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.11.080>.
- Coady D, Parry I, Le N, Shang B. 2019. Global fossil fuel subsidies remain large: An update based on country-level estimates. *International Monetary Fund (IMF) Working Paper*. 1-39.
- Dejen E, Vijverberg J, Nagelkerke LAJ, Sibbing FA. 2004. Temporal and spatial distribution of microcrustacean zooplankton in relation to turbidity and other environmental factors in a large tropical lake (L . Tana, Ethiopia). *Hydrobiologia*. 513(1): 39-49.
- Ding Y, Guo Z, Mei J, Liang Z, Li Z. 2020. Investigation into the novel microalgae membrane bioreactor with internal circulating fluidized bed for marine aquaculture wastewater treatment. *Membranes*. 10(353): 1-10.
- Eriksen NT, Riisgård FK, Gunther WS, Jørgen J, Iversen L. 2007. On-line estimation of O₂ production , CO₂ uptake, and growth kinetics of microalgal cultures in a gas-tight photobioreactor. *J Appl Phycol*. 19: 161-174. doi: <https://doi.org/10.1007/s10811-006-9122-y>.
- Fabregas J, Abalde J, Herrero C. 1989. Biochemical composition and growth of the marine microalga *dunaliella tertiolecta* (butcher) with different ammonium nitrogen concentrations as chloride , sulphate , nitrate and carbbonate. *Aquaculture*. 83: 289-304.
- Gross A, Boyd CE, Wood CW. 2000. Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. *Aquacultural Engineering*. 24: 1-14.
- Junying ZHU, Junfeng R, Baoning Z. 2013. Factors in mass cultivation of microalgae for biodiesel. *Chinese Journal of Catalysis*. 34(1): 80-100. doi: [https://doi.org/10.1016/S1872-2067\(11\)60497-X](https://doi.org/10.1016/S1872-2067(11)60497-X).
- Kurniati E, Huy VT, Anugroho F, Sulianto AA, Amalia N, Nadhifa AR. 2020. Analisis pengaruh pH dan suhu pada desinfeksi air menggunakan microbubbble dan karbondioksida bertekanan. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 10(2): 247-256.
- Lee E, Jalalizadeh M, Zhang Q. 2015. Growth kinetic models for microalgae cultivation: A review. *ALGAL*. 12: 497-512. doi: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2015.10.004>.
- Rachmawati IP, Riani E, Riadi A. 2020. Status mutu air dan beban pencemaran Sungai Krukut, DKI Jakarta. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 10(2): 220-233.
- Roberto J, Ibarra R, Snell R, Jorge C, Neria A, Francisco C. 2019. Biotechnological potential of *Chlorella sp.* and *Scenedesmus sp.* microalgae to endure high CO₂ and methane concentrations from biogas. *Bioprocess and Biosystems Engineering*. 2: 1-8. doi: <https://doi.org/10.1007/s00449-019-02157-y>.
- Sayed F, Kermanshahi-pour A, He QS, Tibbetts SM, Lalonde CGE, Brar SK. 2020. Microalgae cultivation in thin stillage anaerobic digestate for nutrient recovery and bioproduct production. *Algal Research*. 47: 1-11. doi: 101867. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101867>.

- Song C, Han X, Qiu Y, Liu Z, Li S. 2020. Chemosphere Microalgae carbon fixation integrated with organic matters recycling from soybean wastewater: Effect of pH on the performance of hybrid system. *Chemosphere*. 248: 1-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126094>.
- Suryawan IWK, Siregar M, Prajati G, Afifah A. 2019. Integrated ozone and anoxic-aerobic activated sludge reactor for Endek (Balinese Textile) wastewater treatment. *Journal of Ecological Engineering*. 20(7): 169-175. doi: <https://doi.org/10.12911/22998993/109858>.
- Tomperi J, Isokangas A, Tuuttila T, Paavola M. 2020. Functionality of turbidity measurement under changing water quality and environmental conditions. *Environmental Technology*. 1-9. doi: <https://doi.org/10.1080/09593330.2020.1815860>.
- Wang L, Min M, Li Y, Chen P, Chen Y, Liu Y, Wang Y, Ruan R. 2010. Cultivation of green algae *Chlorella sp.* in different wastewaters from municipal wastewater treatment plant. *Appl Biochem Biotechnol*. 162: 1174-1186. doi: <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8866-7>.
- Xia X, Liu T, Yang Z, Zhang X, Yu Z. 2013. Dissolved organic nitrogen transformation in river water: Effects of suspended sediment and organic nitrogen concentration. *Journal of Hydrology*. 484: 96-104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.01.012>.