

POTENSI BIOFUEL PADA MIKROALGA DENGAN VARIASI LIMBAH MENGGUNAKAN OXIDATION DITCH ALGAE REACTOR

Iqbal Ramadhan¹, Ni Made Maya², Savira Safrilia¹, Lolita Kurniasari¹, Euis Nurul Hidayah¹, Aulia Ulfah Farahdiba¹

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

² Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: ir454167@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mendeskripsikan potensi biofuel mikroalga menggunakan Oxidation Ditch Algae Reactor. Produksi biomassa, klorofil a dan lipid *C. vulgaris* meningkat seiring waktu, diamati menjadi 2440 mg / L, 3,78 mg / L, dan 16,91% setelah 7 hari, dengan limbah tahu. Produksi biomassa, klorofil a dan lipid adalah 2050 mg / l, 2,4 mg / l, 14,34%, dengan limbah penyamakan kulit. Produksi biomassa, klorofil a dan lipid adalah 2430 mg / l, 3,47 mg / l, 16,79%. Produksi biomassa, klorofil a dan lipid *Spirulina Plantesis* meningkat seiring dengan bertambahnya waktu dan diamati bahwa 3320 mg / L, 4,81 mg / L, dan 23,86% setelah 7 hari, dengan limbah tahu produksi biomassa, klorofil a dan lipid meningkat. bersama waktu. dan mengamati 3210 mg / L, 2,67 mg / L, dan 19,34% setelah 7 hari, dengan limbah dari penyamakan produksi biomassa, klorofil a dan lipid dari *S. Plantesis* meningkat dengan bertambahnya waktu dan diamati menjadi 2980 mg / L, 4 mg / L, dan 19,53% setelah 7 hari. Studi ini menunjukkan bahwa produksi biofuel dan pengolahan air limbah oleh *C. Vulgaris* & *S. Plantesis* menggunakan limbah tahu & limbah penyamakan kulit.

Kata kunci: *Biofuel, Biomassa, C. Vulgaris, S. Plantesis, Lipid*

ABSTRACT

This study describes the potential of microalgae biofuel using the oxidation ditch algae reactor. Production of biomass, chlorophyll a and lipids of C. vulgaris increased with time and was observed to be 2440 mg / L, 3.78 mg / L, and 16.91% after 7 days, with tofu waste. Production of biomass, chlorophyll a and lipids was 2050 mg / l, 2.4 mg / l, 14.34%, with tannery waste. Production of biomass, chlorophyll a and lipids was 2430 mg / l, 3.47 mg / l, 16.79%. Production of biomass, chlorophyll a and lipids of Spirulina Plantesis increased with increasing time and it was observed that 3320 mg / L, 4.81 mg / L, and 23.86% after 7 days, with tofu waste the production of biomass, chlorophyll a and lipids increased with time. and observed 3210 mg / L, 2.67 mg / L, and 19.34% after 7 days, with waste from the tannery production of biomass, chlorophyll a and lipids of Spirulina Plantesis increased with increasing time and was observed to be 2980 mg / L, 4 mg / L, and 19.53% after 7 days. This study shows that biofuel production and wastewater treatment is made possible by C. Vulgaris & S. Plantesis using tofu waste & leather tanning waste

Keywords : *Biofuel, Biomass, C. Vulgaris, S. Plantesis, Lipid*

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil telah menjadi landasan peningkatan kemakmuran dan pertumbuhan ekonomi dunia karena stabilitas dan keterjangkauan sejak revolusi industri. Bahan bakar nabati didorong untuk menggantikan penggunaan bahan bakar fosil, terutama di sektor transportasi karena manfaatnya yang tidak beracun, dapat terurai secara hayati, dan ramah lingkungan. Bahan bakar nabati generasi pertama adalah biodiesel dan bioetanol yang berasal dari minyak nabati, lemak hewani dan tanaman pangan yang dapat menimbulkan akibat buruk akibat krisis pangan.

Peningkatan kebutuhan energi ini didukung oleh berbagai sumber energi, terutama bahan bakar fosil yang tidak terbarukan. Pembakaran bahan bakar fosil termasuk solar, batu bara, minyak bumi, bensin, dan gas alam yang digunakan untuk listrik, transportasi dan industri pemanas merupakan sumber utama polusi. Konsumsi bahan bakar fosil dilaporkan telah meningkat sebesar 4% pada tahun 2018 dan merupakan 80% dari total konsumsi energi dunia ("Emisi Gas Rumah Kaca | US EPA", 2019).

Pembakaran bahan bakar fosil ini berkontribusi terhadap polusi udara global yang besar, di mana menghasilkan 85% polusi partikulat udara serta emisi sulfur dioksida dan nitrogen oksida ke atmosfer (OECD, 2016). Emisi karbon dioksida dari pembakaran fosil terlihat meningkat 1,6% pada tahun 2017 (Le Quéré et al., 2018).

Menjadi sumber utama energi tak terbarukan dengan penggunaan intensifnya telah menyebabkan menipisnya bahan bakar fosil karena sifatnya yang tidak terbarukan dan tidak berkelanjutan. Oleh karena itu, upaya luar biasa telah dilakukan untuk mengalihkan penggunaan bahan bakar fosil yang tidak terbarukan dan salah satu hasilnya adalah melalui pembuatan biofuel. Bahan bakar nabati seperti biodiesel dan bioetanol yang dihasilkan dari sumber daya biomassa terbukti sangat baik sebagai bahan bakar alternatif (Chen et al., 2015; Kumar et al., 2017).

Mikroalga sebagai tumbuhan air, memiliki kekayaan cadangan dan tersebar luas di dunia. Selain itu, mikro-alga yang memiliki ukuran skala mikro, reproduktifitas cepat, kemampuan beradaptasi yang baik, penyerapan karbon yang sangat baik dan tingkat konversi yang tinggi dianggap sebagai sumber daya hayati ketiga. dan biofuel generasi keempat, dengan potensi besar.

Mikroalga rendah lemak memiliki kemampuan adaptasi lingkungan yang lebih baik, kapasitas reproduksi yang lebih kuat dan tingkat pertumbuhan rapider, biaya budidaya yang lebih rendah dan budidaya skala yang lebih besar. Karenanya, mikroalga rendah lemak telah menarik perhatian masyarakat untuk produksi biofuel. (Feng, Huan, 2019).

Dalam jangka menengah, pengurangan ketergantungan global pada bahan bakar berbasis fosil melampaui produksi biomassa dalam jumlah besar untuk sintesis biofuel. Biodiesel dan etanol saat ini merupakan biofuel dengan volume produksi terbesar dan memberikan dampak lingkungan yang positif terhadap penggantian bahan bakar fosil. Substitusi ini sebenarnya perlu dilakukan untuk memenuhi persyaratan yang meningkat untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) dan dampak lingkungan lainnya (Bruno Colling Klein, 2017).

METODE PENELITIAN

Pengujian Klorofil a

Pengujian klorofil diuji menurut peraturan (SNI 06-4157-1996)

Hidupkan alat spektrofotometer, Menyiapkan benda uji, Tuangkan 3 ml benda uji kedalam kuvet, Baca serapan masuk (SM) pada panjang gelombang 750 dan 664 nm dan masing masing dicatat sebagai SM 750 dan SM664, Hitung selisih SMO664 terhadap 750 lalu nyatakan hasilnya sebagai A, Tambahkan 0,1 ml HCl 0,1 N lalu kocok secara perlahan dan biarkan selama 1,5 menit, Baca serapan masuk (SM) pada panjang gelombang 750 dan 665 nm dan masing masing dicatat sebagai SM750 dan SM665, Hitung selisih SM665 terhadap SM750 lalu nyatakan hasilnya sebagai B, Hitung kadar klorofil a dengan menggunakan rumus :

$$\text{Klorofil a} = \frac{26,7 (A-B) \times V_e}{V_s \times L} \text{ mg/m}^3$$

Keterangan :

Angka 26,7 : Konstanta (koreksi) serapan masuk

A: Selisih kerapatan optik sebelum pengasaman

B : Selisih kerapatan optik setelah pengasaman

Ve : Volume benda uji (l)

Vs : Volume contoh uji (m³)

L : Bagian transparan atau lebar kuvet (cm)

Intensitas Cahaya

Uji intensitas cahaya dilakukan dengan Luxmeter

Temperatur

Uji Temperatur dilakukan dengan Termometer

Biomassa

Untuk penentuan konsentrasi biomassa (pada basis kering), alga budaya dipanen yang telah ditimbang sebelumnya dan dikeringkan pada suhu 60 ° C selama 24 jam. Bobot biomassa alga (g / L) diperoleh secara gravimetri sebagai bobot sel kering (DCW) (Tang, dkk, 2011)

Ekstraksi Lipid

Adaptasi metode Bligh dan Dyer (1959) digunakan untuk mengekstraksi total lipid dari biomassa beku-kering. Biomassa kering (20 g) dihomogenisasi dengan campuran pelarut 100 mL bentuk kloro, 200 mL metanol dan 80 mL air deionisasi, selama 2 menit, dan diaduk selama 4 jam (pengaduk magnetik) lebih lanjut pada suhu kamar. Kloroform (100 mL) kemudian ditambahkan dan bubuk dicampur selama 30 detik. Air deionisasi (100 mL) ditambahkan dan pencampuran dilanjutkan selama 30 detik lebih lanjut. Suspensi disentrifugasi dan dibiarkan terpisah menjadi tiga lapisan. Lapisan atas metanol / air dibuang. Lapisan kloroform (lapisan ketiga dari atas) dikumpulkan. Biomassa sisa diekstraksi dua kali lebih banyak. (Luangpipat, 2013)

$$\text{Total Lipid \%} = \frac{V_{c1} - V_{c0}}{X_e} \times 100\%$$

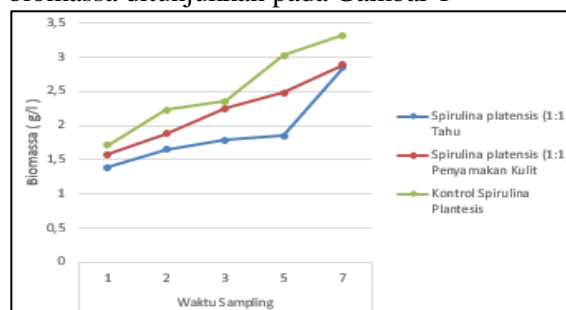
di mana Vc1 (mL) adalah volume sesudah ekstrak, Vc0 (mg) adalah volume sebelum ekstrak dan Xe (mg) adalah jumlah biomassa kering yang diekstraksi. Bila perlu, metode di

atas diperkecil (mis. Untuk 1 g sampel biomassa) sedemikian sehingga perbandingan volume kloroform, metanol dan air 1: 2: 0,8

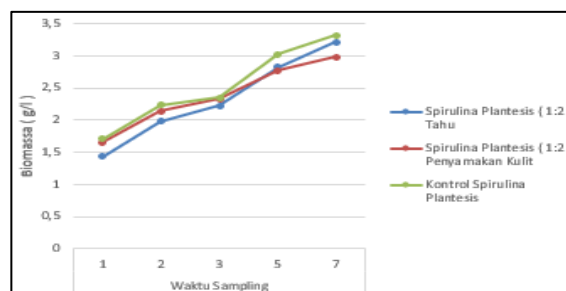
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variabel terhadap Biomassa

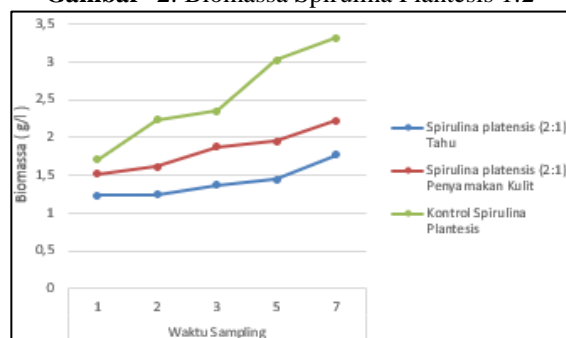
Terjadi peningkatan dan penurunan biomassa sejak awal pengamatan. Peningkatan biomassa di kolam terbuka meningkatkan biomassa dari hari pertama hingga hari ketujuh. Peningkatan ini disebabkan ketersediaan unsur hara dalam media sehingga biomassa terus meningkat, sedangkan penurunan nilai biomassa disebabkan oleh penurunan unsur hara dalam media. Hal ini sesuai dengan pernyataan [Ashokkumar V, 2012] dan [Kumari, A, 2014], bahwa biomassa dipengaruhi oleh unsur hara dalam media. [Daniyanti, R, 2012] menyatakan penurunan pertumbuhan dan biomassa disebabkan banyaknya jumlah sel yang memiliki banyak persaingan dalam memperoleh nutrisi. Hasil biomassa ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar -1: Biomassa Spirulina Plantesis 1:1

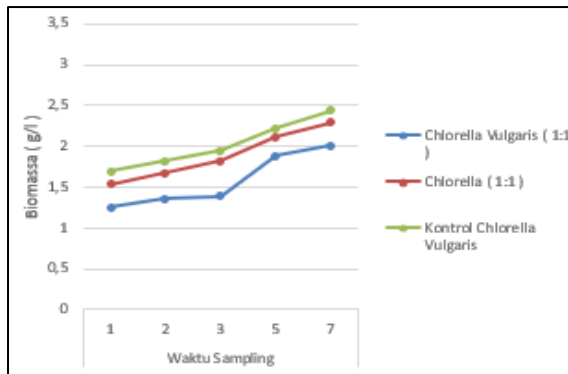


Gambar -2: Biomassa Spirulina Plantesis 1:2

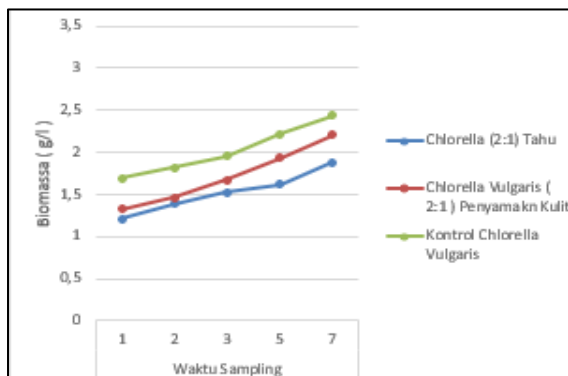


Gambar -3: Biomassa Spirulina Plantesis 2:1

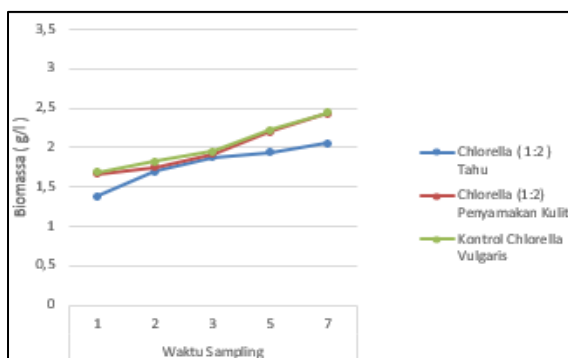
POTENSI BIOFUEL PADA MIKROALGA ... IOBAL RAMADHAN



Gambar -4: Biomassa Chlorella Vulgaris 1:1



Gambar -5: Biomassa Chlorella Vulgaris 2:1



Gambar -6: Biomassa Chlorella Vulgaris 1:2

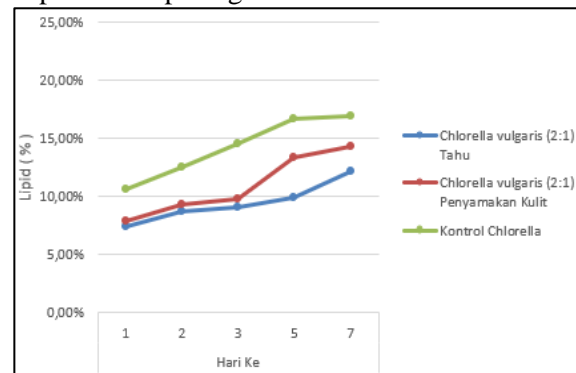
Gambar 1-6 - Hubungan Waktu Pengambilan Sampel dengan Nilai Biomassa Spirulina Plantesis & Chlorella Vulgaris pada Limbah Penyamakan Tahu & Kulit

Gambar 1-6 menunjukkan bahwa Spirulina Plantesis lebih baik dalam menghasilkan biomassa di semua variasi dan kontrol. Menurut (I. Syichurozi, 2017) ukuran biomassa S.platensis lebih besar dari yang lain, sehingga mudah untuk dipanen dan memiliki biomassa yang lebih besar dibandingkan dengan Chlorella Vulgaris yang lebih kecil. Pada semua variasi mikroalga pada limbah penyamakan kulit menghasilkan biomassa yang cukup besar, hal ini dikarenakan pengenceran yang cukup besar sehingga mikroalga dapat

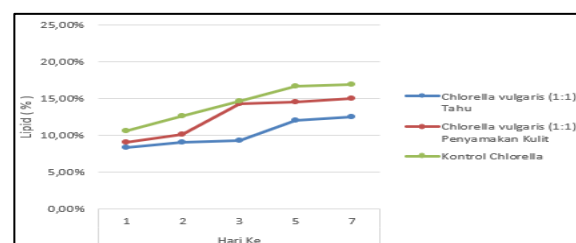
bertahan hidup dalam limbah tersebut. Menurut (Horscsik et al., 2006) Efek mematkan kromium terutama bergantung pada bilangan oksidasinya: Cr 6+ lebih beracun daripada bentuk Cr 3+, karena potensi oksidatifnya yang kuat dan difusi bebas melintasi membran transpor sel. Konsentrasi kromium mematkan yang dilaporkan (Cr 6+) sekitar 20 mg / L dan EC adalah 2 mg / L untuk C. pyrenoidosa (Hörscsik et al., 2006), tetapi dalam limbah penyamakan yang digunakan untuk penelitian ini nilai Cr 0,09 mg. /l.

Hasil Pengaruh Variabel terhadap Lipid

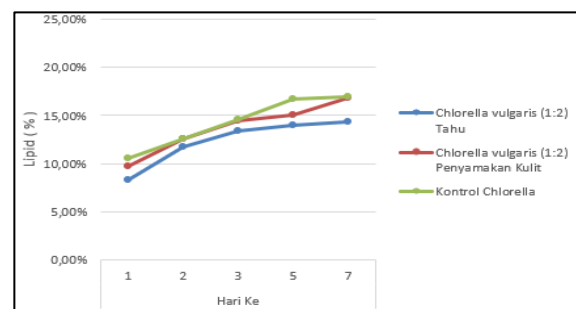
Produksi lipid adalah kunci pembentukan biofuel dan produk bernilai tambah. Karena itu, upaya luar biasa telah dilakukan untuk meningkatkan produksi lipid menggunakan mikroalga (Kong, F, 2018). Oleh karena itu, pengujian lipid dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi biofuel pada mikroalga. Data dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 7-12



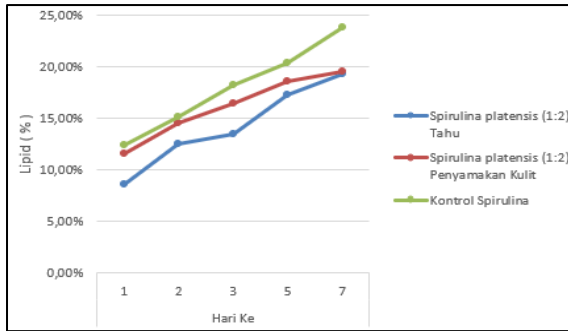
Gambar -7: Lipid Chlorella Vulgaris 2:1



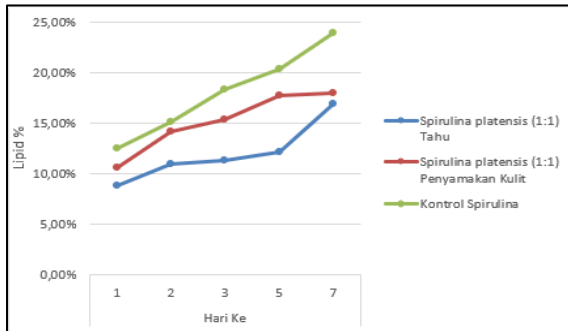
Gambar -8: Lipid Chlorella Vulgaris 1:1



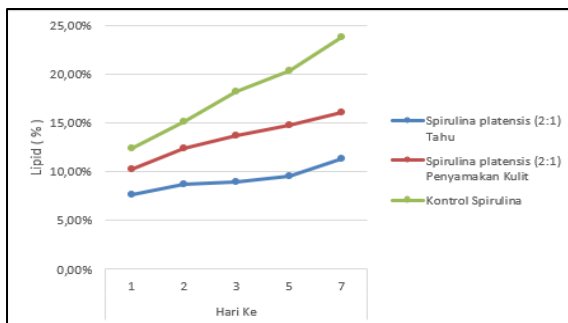
Gambar -9: Lipid Chlorella Vulgaris 1:2



Gambar -10: Lipid Spirulina Plantesis 1:2



Gambar -11: Lipid Spirulina Plantesis 1:1



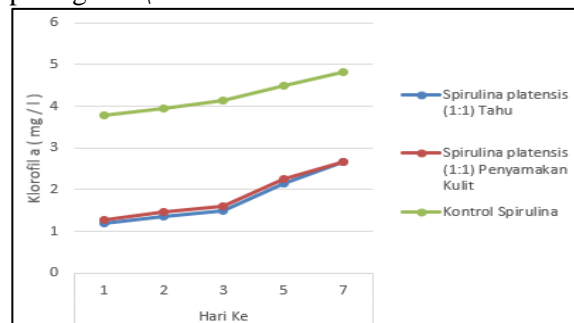
Gambar -12: Lipid Spirulina Plantesis 2:1

Gambar 7-12. Hubungan Waktu Pengambilan Sampel dengan Nilai Lipid Spirulina Plantesis & Chlorella Vulgaris pada Limbah Penyamakan Tahu & Kulit

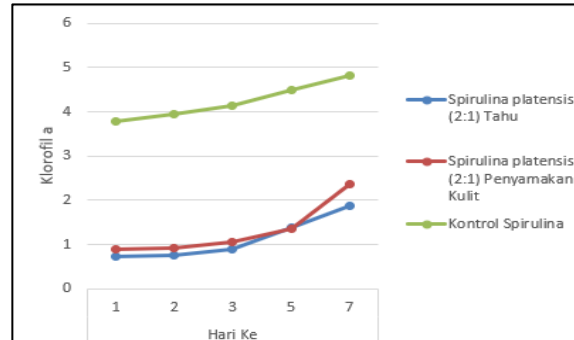
Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa produksi lipid, produksi biomassa yang tinggi dan dalam beberapa kasus produktivitas lipid yang tinggi telah dibuktikan dalam banyak penelitian yang ditinjau tentang pertumbuhan mikroalga di air limbah. bahwa terdapat potensi nyata dalam pemanfaatan sumber daya nutrisi tinggi untuk produksi biofuel yang hemat biaya (Pittman et al., 2011; Razzak et al., 2013; Singh dan Gu, 2010; Wu et al., 2014).

Hasil Pengaruh Variabel terhadap Klorofil A

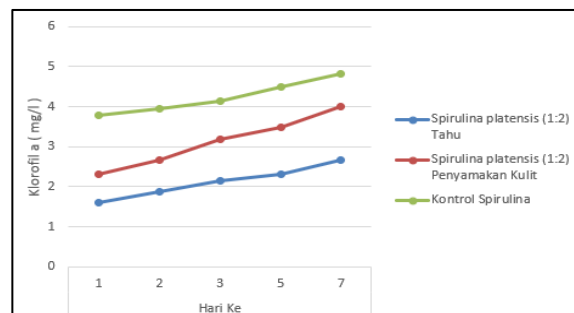
Kandungan klorofil a menghasilkan jalur transportasi cahaya dan nutrisi yang lebih panjang dan lebih banyak ke dalam biofilm. Artinya, sepanjang arah transmisi tegak lurus permukaan biofilm, proporsi sel mikroalga yang dapat diradiasi secara efektif lebih besar dan efisiensi fotosintesis dalam biofilm semakin tinggi. Selain itu, efisiensi transfer unsur hara meningkat dengan meningkatnya porositas mikropori dari struktur yang menghasilkan efisiensi perpindahan massa yang lebih tinggi pada reaksi biokimia (Wan et al, 2011). Hasil untuk klorofil a ditunjukkan pada grafik\



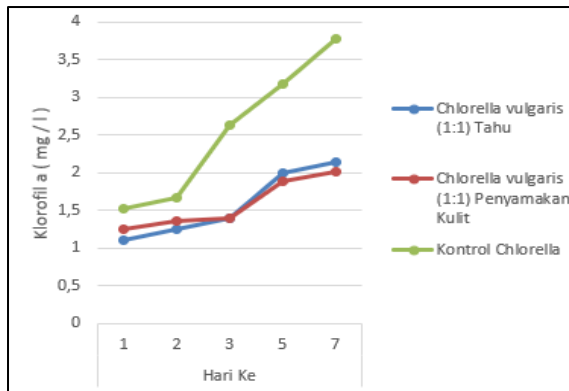
Gambar -13: Klorofil A Spirulina Plantesis 1:1



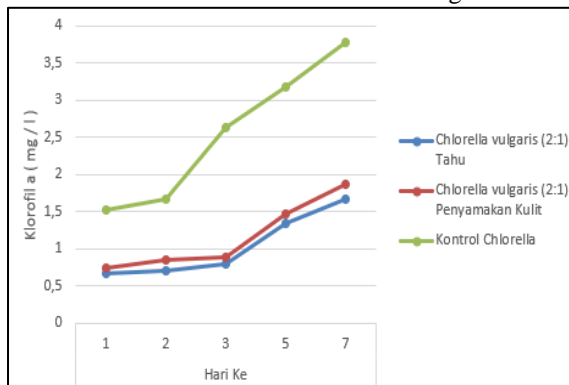
Gambar -14: Klorofil A Spirulina Plantesis 2:1



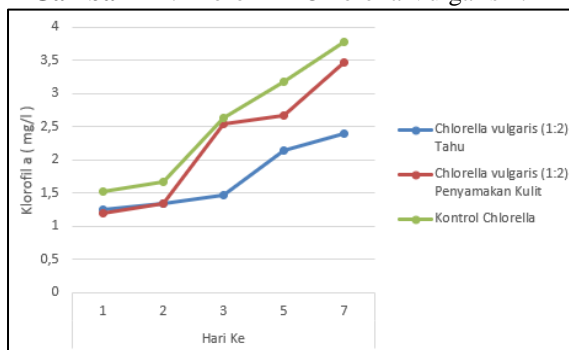
Gambar -15: Klorofil A Spirulina Plantesis 1:2



Gambar -16: Klorofil A Chlorella Vulgaris 1:1



Gambar -17: Klorofil A Chlorella Vulgaris 2:1

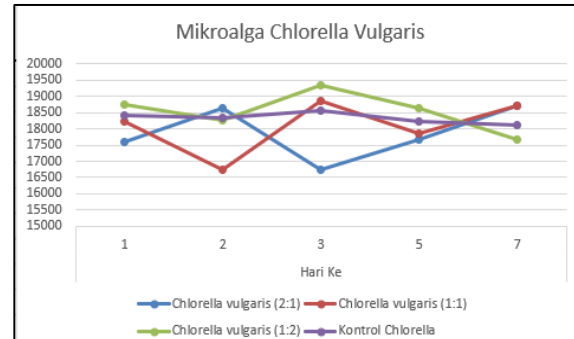


Gambar -18: Klorofil A Chlorella Vulgaris 1:2

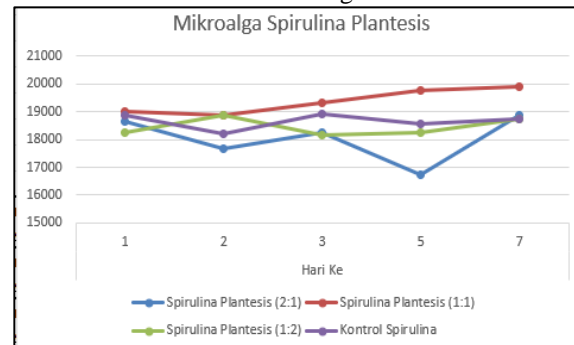
Hasil Pengaruh Variabel terhadap Intensitas Cahaya

Sinar matahari adalah sumber energi yang melimpah, yang merupakan faktor penting bagi organisme autotrofik untuk mengubah inor-karbonganic menjadi molekul organik, memungkinkan mereka untuk tumbuh dan memperoleh energi (Carvalho et al, 2009). ada penelitian sebelumnya, Chlorella telah terbukti tumbuh optimal di bawah intensitas cahaya tinggi daripada cahaya redup (Mandal dan Mallick, 2012; An et al., 2016). Intensitas cahaya dan suhu diketahui mempengaruhi mikroalga pertumbuhan dan, secara tidak langsung, produktivitas biomassa (Renaud et al., 2002; Rasdkk., 2013; Xu dkk., 2019). Selanjutnya masing-masing spesies

mikroalga memiliki optimal unik untuk intensitas cahaya dan suhu, karenanya dipilih spesies mikroalga yang cocok untuk lingkungan produksi biomassa merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan produktivitas biomassa (Yoo et al., 2010; Álvarez-Díaz dkk., 2017; Aketo dkk., 2020).



Gambar -19: Intensitas Cahaya Mikroalga Chlorella Vulgaris

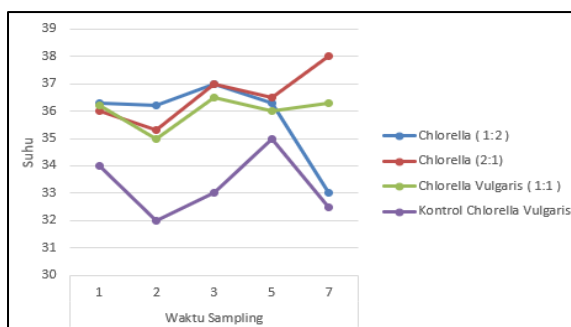


Gambar -20: Intensitas Cahaya Mikroalga Spirulina Plantesis

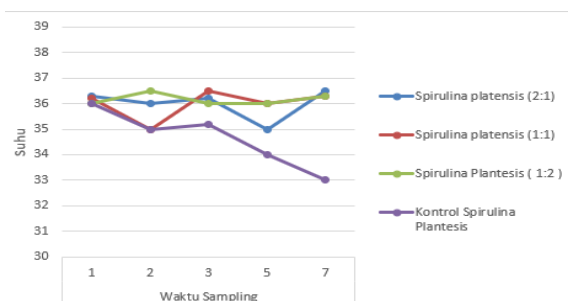
intensitas cahaya dari variasi mikroalga cukup fluktuatif, tetapi di variasi kontrol intensitas cahaya stabil ini membuat mikroalga bisa mendapatkan hasil yang baik dalam penyinaran cahaya, tetapi semua hasil variabel dari intensitas cahaya bagus dalam hasil biomassa, lipid dan juga klorofil, cenderung naik untuk hasilnya. Ini berarti mikroalga tahan terhadap intensitas cahaya yang begitu terang dan bagus untuk mikroalga berkembang sehingga mendapatkan nilai yang bagus.

Hasil Pengaruh Variabel terhadap Suhu

Suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga, menurut (Singh, 2015) *C. vulgaris* bisa tumbuh pada kisaran suhu 25–30°C dan juga lingkungan yang ekstrim (30–35°C). Spesies *Spirulina* memiliki kemampuan tumbuh dalam suhu berkisar dari 20 hingga 40°C. Hasil pengamatan suhu selama penelitian ini disajikan dalam bentuk



Gambar -21: Suhu Mikroalga Chlorella Vulgaris



Gambar -22: Suhu Mikroalga Spirulina Plantesis

dapat dilihat perbedaan suhu pada tiap tiap perbandingan variasi yang cukup signifikan. Namun perbedaan suhu pada tiap tiap variasi perbandingan volume juga tidak mempengaruhi pertumbuhan mikroalga, hal ini bisa dilihat pada kontrol mikroalga yang cukup rendah suhunya dibanding variasi yang lain, hasil yang didapat juga lebih baik. Dapat dibuktikan dengan melihat grafik semua variabel dan kontrol meskipun suhu tiap harinya cukup berbeda namun biomassa & lipid mikroalga cenderung naik stabil dari hari kehari. (Pioerreck, 1984). Mikroalga dapat tumbuh pada berbagai suhu (Li, 1980).

KESIMPULAN

Hasil terbaik dari semua variabel yang digunakan adalah variabel kontrol Spirulina dengan rendemen biomassa 3,32 g / l dan lipid 23,86%. Perbandingan variabel limbah dengan mikroalga berpengaruh langsung terhadap hasil biomassa & lipid, perbandingan terbaik adalah pada pengendalian mikroalga Chlorella Vulgaris dan Spirulina Plantesis, tetapi untuk hasil terbaik dengan limbah adalah pada rasio mikroalga Chlorella 1: 2. Vulgaris dan Spirulina Plantesis menggunakan limbah penyamakan kulit. Hasil hubungan antara klorofil a, lipid, dan biomassa saling berkaitan satu sama lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga jurnal ini bisa diselesaikan dengan baik. Dan kami juga berterima kasih kepada Savira Safrila, Lolita Kurniasari, Ni Made Maya, Bu Euis Nurul Hidayah ST., MT., Ph.D & Bu Aulia Ulfah Farahdiba ST, Msc karena dialah yang selalu membantu dan memberikan arahan. Serta kepada rekan-rekan yang sudah pandai bekerja sama dan memberi semangat.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

- Ajayan, K. V., Selvaraju, M., Unnikannan, P., & Sruthi, P. (2015). Phycoremediation of Tannery Wastewater Using Microalgae Scenedesmus Species. *International Journal of Phytoremediation*, 17(10), 907–916.
- Astuti, J. T., & Sriwuryandari, L. (2010). Biodiesel Dari Mikroalga: Perbanyakan Biomassa Melalui Penambahan Nutrisi Secara Bertahap.
- Bharadwaj, S. V. V., Ram, S., Pancha, I., & Mishra, S. (2020). Recent Trends in Strain Improvement for Production of Biofuels From Microalgae. In *Microalgae Cultivation for Biofuels Production*.
- Burns, P. N., Becher, H., Burns, P. N., & Becher, H. (2000). Methods for quantitative Analysis. *Handbook of Contrast Echocardiography*, 153–171.
- Colling Klein, B., Bonomi, A., & Maciel Filho, R. (2018). Integration of microalgae production with industrial biofuel facilities: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(xxxx), 1376–1392.
- da Fontoura, J. T., Rolim, G. S., Farenzena, M., & Gutterres, M. (2017). Influence of light intensity and tannery wastewater concentration on biomass production and nutrient removal by microalgae Scenedesmus sp. *Process Safety and Environmental Protection*, 111, 355–362.

- Dianursanti, Rizkytata, B. T., Gumelar, M. T., & Abdullah, T. H. (2014). Industrial tofu wastewater as a cultivation medium of microalgae *Chlorella vulgaris*. *Energy Procedia*, 47, 56–61.
- Feng, H., He, Z., Zhang, B., Chen, H., Wang, Q., & Kandasamy, S. (2019). Synergistic bio-oil production from hydrothermal co-liquefaction of *Spirulina platensis* and A-Cellulose. *Energy*, 174, 1283–1291.
- Halim R, Danquah MK, Webley PA. 2012. Extraction from oil from microalgae for biodiesel production: A Review. *Biotechnol Adv.* 30 : 709-732
- Ho, S. H., Zhang, C., Tao, F., Zhang, C., & Chen, W. H. (2020). Microalgal Torrefaction for Solid Biofuel Production. *Trends in Biotechnology*, 38(9), 1023–1033.
- Jay, M. I., Kawaroe, M., & Effendi, H. (2018). Lipid and fatty acid composition microalgae *Chlorella vulgaris* using photobioreactor and open pond. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 141(1).
- Jiang Y, Yoshida T, Quigg A 2012 Photosynthetic performance, lipid production and biomass composition in response to nitrogen limitation in marine microalgae *Plant Physiol Biochem* 54 70-77
- Luangpipat, T., & Chisti, Y. (2017). Biomass and oil production by *Chlorella vulgaris* and four other microalgae — Effects of salinity and other factors. *Journal of Biotechnology*, 257, 47–57.
- Metabolit, P. (2016). *Ekstraksi, Hidrolisis dan Partisi Metabolit Sekunder dari Mikroalga Chlorella sp. 1*, 5–9.
- Salim, M. A. (2013). Penggunaan Limbah Cair Tahu untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Biodiesel dari Mikroalga *Scenedesmus sp.* *Jurnal Istek*, 7(1), 82–99.
- Salgueiro, J. L., Pérez, L., Maceiras, R., Sánchez, Á., & Cancela, Á. (2018). Semicontinuous Culture of *Chlorella vulgaris* Microalgae for Wastewater Treatment. *International Journal of Environmental Research*, 12(6), 765–772.
- Seyhaneyildiz Can, S., Koru, E., & Cirik, S. (2017). Effect of temperature and nitrogen concentration on the growth and lipid content of *Spirulina platensis* and biodiesel production. *Aquaculture International*, 25(4), 1485–1493.
- Soni, R. A., Sudhakar, K., & Rana, R. S. (2019). Comparative study on the growth performance of *Spirulina platensis* on modifying culture media. *Energy Reports*, 5, 327–336.
- Surendhiran, D., & Vijay, M. (2013). Study on flocculation efficiency for harvesting *Nannochloropsis oculata* for biodiesel production. *International Journal of ChemTech Research*, 5(4), 1761–1769.
- Tan, C. H., Nagarajan, D., Show, P. L., & Chang, J.-S. (2019). Biodiesel From Microalgae. *Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes for the Production of Liquid and Gaseous Biofuels*, 601–628.
- Wang, S. K., Wang, X., Miao, J., & Tian, Y. T. (2018). Tofu whey wastewater is a promising basal medium for microalgae culture. *Bioresource Technology*, 253(January), 79–84.
- Widayat, Philia, J., & Wibisono, J. (2018). Cultivation of Microalgae *Chlorella sp* on Fresh Water and Waste Water of Tofu Industry. *E3S Web of Conferences*, 31, 2017–2019.
- Widayat, W., Plilia, J., & Wibisono, J. (2019). Liquid Waste Processing of Tofu Industry for Biomass Production as Raw Material Biodiesel Production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 248(1).
- Widianingsih, Hartati R, Hendrawati A, Yudirti E and Iriani V R 2011 Pengaruh pengurangan konsentrasi nutrisi fosfat dan nitrat terhadap kandungan lipid total *Nannochloropsis oculata* *IJMS* 16 24-29
- Xu, K., Lv, B., Huo, Y. X., & Li, C. (2018). Toward the lowest energy consumption and emission in biofuel production: combination of ideal reactors and robust hosts. *Current Opinion in Biotechnology*, 50, 19–24.

Ye, Y., Huang, Y., Xia, A., Fu, Q., Liao, Q., Zeng, W., Zhu, X. (2018). Optimizing culture conditions for heterotrophic-assisted photoautotrophic biofilm growth of *Chlorella vulgaris* to simultaneously improve microalgae biomass and lipid productivity. *Bioresource Technology*, 270(August), 80–87.

Buku

Piorreck, M., & Pohl, P. (1984). Formation of biomass, total protein, chlorophylls, lipids and fatty acids in green and blue-green algae during one growth phase. *Phytochemistry*, 23(2), 217–223.