



Perbedaan Jumlah Sel Pada Awal Tebar Terhadap Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp. Skala Laboratorium

Adi Candra^{1*}, Eva Utami¹, Mu'alimah Hudatwi¹

^{1*}Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Kelautan,
Universitas Bangka Belitung
*adicandra.teritip@gmail.com

Abstract : *Spirulina* sp. is a type of filamentous blue-green algae that has the potential to be developed widely in Indonesia. *Spirulina* sp. is also known as a natural feed for hatchery larvae of shrimp, fish, and livestock because it has a high nutrients. This research aims to determine the effects of providing different numbers of algae on the growth rate of *Spirulina* sp. on a laboratory scale and find out the best number of algae for the growth rate of *Spirulina* sp. The method of this study is an experimental method. In addition, this study is divided into 3 treatments, namely treatment A using 40 cells/10 μ l *Spirulina* sp., treatment B using 80 cells/10 μ l, and treatment C using 120 cells/10 μ l with three repetitions. The results of the ANOVA statistical analysis showed that different numbers of algae at the beginning of the stock did not show a significant difference between the treatments. Observation of the daily growth rate of *Spirulina* sp. in each treatment has different result. The high growth rate was in treatment C with 102,5 cells/10 μ l/day, while the lowest growth rate was in treatment A with 48,9 cells/10 μ l/day.

Keyword: cells number, growth rate, *Spirulina* sp.

PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan jenis tumbuhan yang tergolong dalam Kelas Chlorophyta yang memiliki warna biru kehijauan dan bentuk tubuh uniseluler, berfilamen terpilin dengan ukuran 0,1 mm. Mikroalga mampu melakukan proses fotosintesis karena memiliki klorofil yang dapat menghasilkan senyawa organik seperti karbohidrat dan oksigen. Salah satu mikroalga yang berperan di perairan yaitu *Spirulina* sp. yang merupakan jenis mikroalga berbentuk spiral dan mengandung fikosianin tinggi sehingga berwarna hijau biru (Christwardana *et al.* 2013).

Tahapan yang penting pada teknik kultur *Spirulina* sp. yaitu penyediaan biakan murni melalui teknik kultur skala laboratorium. Teknik kultur *Spirulina* sp. skala laboratorium memerlukan ketelitian tinggi dan keterampilan dalam pengelolaan karena tingkat resiko gagal mencapai persentase yang lebih tinggi dibandingkan kultur pada skala lainnya. Kultur *Spirulina* sp. skala laboratorium dapat dilakukan dalam wadah kaca maupun wadah plastik yang hasilnya digunakan sebagai stok awal pada kultur skala semi massal (Muyassaroh *et al.* 2018).

Pembudidayaan *Spirulina* sp. berada pada masa yang rentan tergantung pertumbuhannya selama dua minggu sejak awal kultivasi dan pada masa-masa itulah indikator pertumbuhan harus terpenuhi. Indikator pertumbuhan seperti pH air, suhu air, salinitas air dan intensitas cahaya yang tidak terpenuhi menjadi kendala dalam pembudidayaan *Spirulina* sp. (Hardianto dan Agustia, 2018). Tahapan penting lainnya dalam kultur *Spirulina* sp. yaitu penyediaan biakan murni melalui teknik kultur skala laboratorium. Teknik kultur *Spirulina* sp. skala laboratorium memerlukan

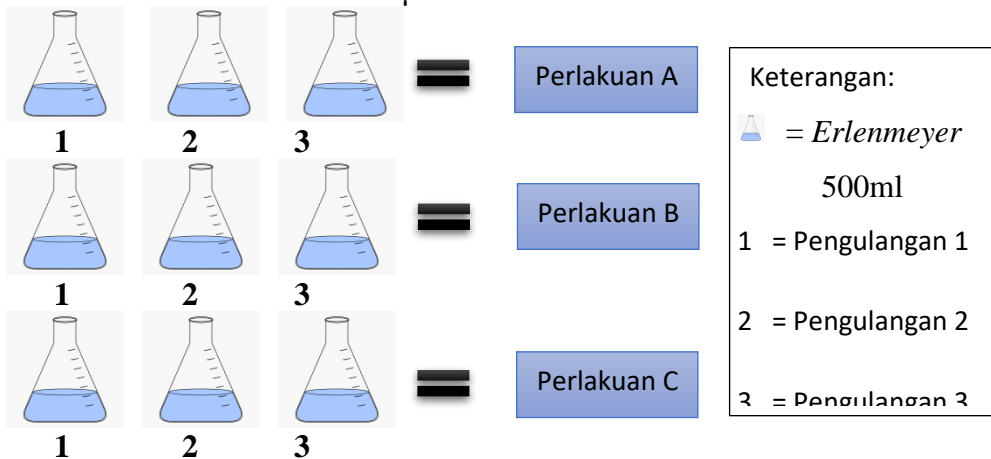
ketelitian tinggi dan keterampilan dalam pengelolaan karena tingkat resiko gagal mencapai persentase yang lebih tinggi dibandingkan kultur pada skala lainnya. Kultur *Spirulina* sp. skala laboratorium dapat dilakukan dalam wadah kaca maupun wadah plastik yang hasilnya digunakan sebagai stok awal pada kultur skala semi massal.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui :pengaruh pemberian jumlah bibit yang berbeda terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp. dalam skala laboratorium dan jumlah bibit yang paling baik untuk laju pertumbuhan *Spirulina* sp.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Agustus 2021 selama 8 hari di Laboratorium Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung. Dilakukan empat kali pengamatan setiap dua hari sekali. Terdiri dari tiga perlakuan dengan tiga pengulangan menggunakan wadah kultur *Erlenmeyer* 500ml, dimana pada setiap perlakuan diberi komposisi sebagai berikut.

- Perlakuan A : - Air laut 500ml - Pupuk Walne 1ml
 - Bibit 40 sel/10 μ l - Vitamin B1&B12 1ml
 Perlakuan B : - Air laut 500ml - Pupuk Walne 1ml
 - Bibit 80 sel/10 μ l - Vitamin B1&B12 1ml
 Perlakuan C : - Air laut 500ml - Pupuk Walne 1ml
 - Bibit 120 sel/10 μ l - Vitamin B1&B12 1ml



Gambar 4. Sketsa Kultur *Spirulina* sp.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini:

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian

No	Nama	Manfaat
		Alat
1	<i>Autoclave</i>	Mensterilkan bahan, alat dan media dengan metode penguapan suhu bertekanan tinggi yang dilengkapi pengatur suhu dan waktu yang dapat disesuaikan untuk mendapatkan hasil atau tujuan tertentu.

2	Mikroskop	Memvisualisasikan objek yang sangat kecil seperti sel, mikroorganisme, dan memberikan gambar yang kontras, yang diperbesar.
Bahan		
3	<i>Spirulina Sp.</i>	Objek penelitian
4	Pupuk Walne	Pengontrol media

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu dimulai dengan menyiapkan penelitian terlebih dahulu kemudian membuat tabel eksperimen dari *Spirulina sp.* Penelitian ini dibagi menjadi tiga perlakuan dengan tiga kali pengulangan pada setiap perlakuan. Penghitungan kepadatan *Spirulina sp.* dimulai pada hari kedua dengan alat bantu kaca preparat dan cover glass yang dihitung secara manual menggunakan mikroskop. Berikut adalah jumlah penggunaan bibit *Spirulina sp.* yang akan diberikan pada setiap perlakuan :

- Perlakuan A : Penggunaan bibit *Spirulina sp.* sebanyak 40 sel/10 μ l.
 Perlakuan B : Penggunaan bibit *Spirulina sp.* sebanyak 80 sel/10 μ l.
 Perlakuan C : Penggunaan bibit *Spirulina sp.* sebanyak 120 sel/10 μ l.

a. Sterilisasi Alat dan Bahan

Sterilisasi dilakukan dengan membersihkan alat serta bahan yang akan digunakan dengan alat sterilisasi khusus yaitu *autoclave*. Sterilisasi laboran dilakukan dengan menyemprot alkohol 70% pada kedua tangan untuk menghindari kontaminasi pada mikroalga ketika laboran berinteraksi dengan kultivan.

b. Media Walne

Media walne merupakan media kultur yang baik bagi pertumbuhan *Spirulina sp.* terhadap densitas, kandungan protein, lemak, karbohidrat dan air. . Kadar media walne yang digunakan sebanyak 1 ml. Kemudian dilarutkan dalam air media kultur *Spirulina sp.* yang akan digunakan. Pemberian dosis harus sesuai dengan skala kultur yang dilakukan.

c. Perhitungan Laju Pertumbuhan *Spirulina sp.*

Pengukuran laju pertumbuhan harian berdasarkan dengan persamaan:

$$\mu = \frac{\ln N_t - \ln N_o}{\Delta t}$$

Keterangan:

μ = Laju Pertumbuhan harian (sel/10 μ l/hari)

N_t = Kepadatan sel akhir (sel/10 μ l)

N_o = Kepadatan sel awal (sel/10 μ l)

Δt = Waktu dari N_o ke N_t

d. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan perbedaan jumlah sel *Spirulina sp.* pada awal tebar di setiap perlakuan, maka dapat dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut:

H_0 = Perbedaan jumlah sel pada awal tebar tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *Spirulina sp.*

H_1 = Perbedaan jumlah sel pada awal tebar berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *Spirulina sp.*

e. Metode Analisa Data

Setelah menentukan hipotesis, data dari kepadatan *Spirulina sp.* dilakukan uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas akan menentukan normal tidaknya sebuah distribusi data. Uji

homogenitas digunakan untuk mengetahui varian dan beberapa populasi sama atau tidak. Uji ini biasanya dilakukan sebagai prasyarat dalam analisis ANOVA. Setelah data diperoleh berdistribusi normal dan homogen, uji berikutnya adalah uji ANOVA. Uji ANOVA digunakan untuk menguji perbedaan mean (rata-rata) data lebih dari dua kelompok.

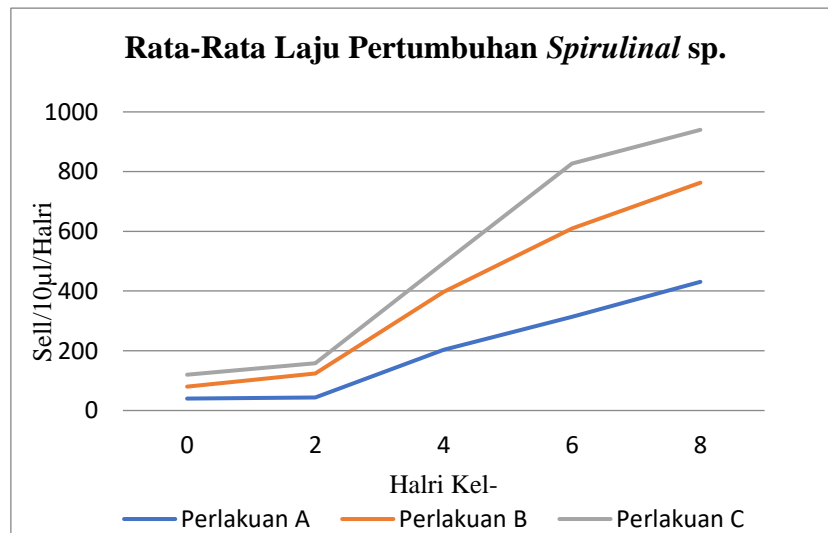
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan Populasi *Spirulina* sp.

Dari pengamatan yang telah dilakukan, diperoleh data mengenai tingkat kepadatan rata-rata laju pertumbuhan populasi. **Tabel 2** menunjukkan kepadatan *Spirulina* sp. yang dikultur pada tiga perlakuan yang berbeda dengan tiga pengulangan selama 8 hari pengamatan.

Tabel 2. Rata-rata kepadatan *Spirulina* sp.

Perlakuan		Kepadatan sel <i>Spirulina</i> sp. (sel/10 μ l/hari)				
		0	2	4	6	8
A	A1	40	34	182	326	436
	A2	40	51	161	323	466
	A3	40	46	266	293	390
	\bar{x}	40	44	203	314	431
B	B1	80	106	284	593	679
	B2	80	121	530	691	773
	B3	80	145	378	543	836
	\bar{x}	80	124	397	609	763
C	C1	120	142	442	866	1157
	C2	120	169	609	788	834
	C3	120	163	432	828	829
	\bar{x}	120	158	494	827	940

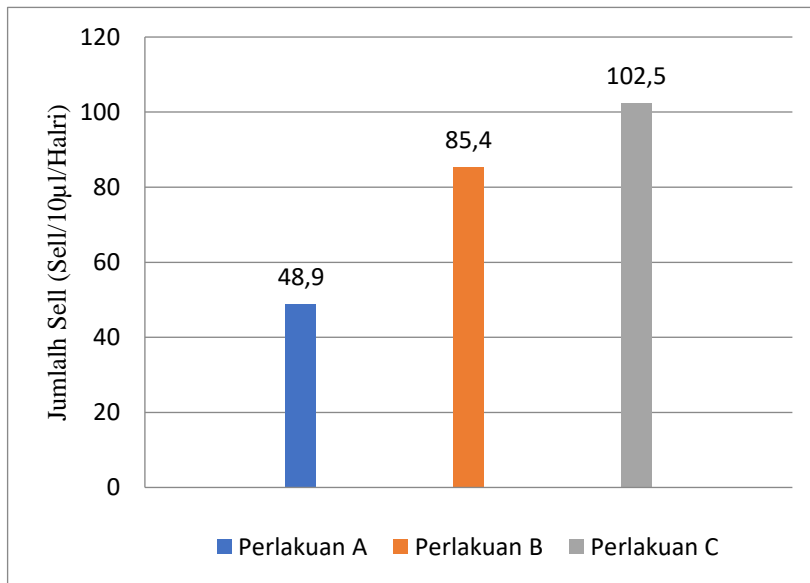


Gambar 5. Rata-Rata Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp.

Berdasarkan grafik laju pertumbuhan *Spirulina* sp. diatas, dapat diketahui bahwa pola pertumbuhan masing-masing *Spirulina* sp. berbeda. Laju pertumbuhan *Spirulina* sp. pada perlakuan A terus meningkat sejak hari ke-2 kultivasi dan terus meningkat hingga hari ke-8 kultivasi namun kemungkinan masih dapat meningkat hingga hari yang belum diketahui. Laju pertumbuhan *Spirulina* sp. pada perlakuan B sejak hari ke-2 kultivasi hingga hari ke-8 kultivasi terus meningkat dan kemungkinan masih terus meningkat hingga hari yang belum diketahui. Laju pertumbuhan *Spirulina* sp. pada perlakuan C sejak hari ke-2 kultivasi mengalami peningkatan hingga hari ke-6 kultivasi, namun sejak hari ke-7 menuju hari ke-8 kultivasi terjadi penurunan terhadap laju pertumbuhannya. Kultur *Spirulina* sp. akan tetap hidup selama nutrisi dalam media pertumbuhan masih tersedia.

Perbandingan Laju Pertumbuhan Sel Harian *Spirulina* sp.

Perbandingan laju pertumbuhan sel harian *Spirulina* sp. selama 0 - 8 hari dengan penyebaran jumlah sel yang berbeda ditampilkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik Kepadatan *Spirulina* sp.

Berdasarkan grafik diatas (**Gambar 6**) terlihat pola pertumbuhan pada perlakuan A, B dan C memiliki perbandingan pertumbuhan sel yang berbeda. Perbedaan pertumbuhan jumlah sel harian *Spirulina* sp. dapat disebabkan karena adanya perbedaan kemampuan sel dalam memanfaatkan nutrisi untuk pertumbuhannya (Meritasari *et al.* 2014). Banyaknya sel yang mati menyebabkan ketersediaan ruang dalam media kultur menjadi renggang, dan jika nutrisi yang tersedia dalam wadah kultur masih mencukupi maka pertumbuhan *Spirulina* sp. dapat meningkat lagi (Regista *et al.* 2017).

Kualitas Air

Pertumbuhan *Spirulina* sp. selain dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi juga di pengaruhi oleh faktor lingkungan pada media pertumbuhan. Pengukuran kualitas air dilakukan pada waktu

pagi hari selama penelitian. Hasil pengukuran rata-rata kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas air

No.	Parameter	Kisaran
1.	pH	6 - 8
2.	Salinitas	20ppt-30ppt
3.	Suhu air	25°C-35°C

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas perairan, kisaran kualitas air masih berada dalam kondisi yang baik bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. Suhu air selama pengukuran kualitas perairan relatif stabil dalam kisaran suhu yang optimal bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. yaitu berkisaran 25°C. suhu optimal untuk pertumbuhan *Spirulina* sp. skala intermedit 25°C - 35°C (Bangun *et al.* 2015).

Salinitas yang telah diamati selama pengukuran kualitas perairan yaitu berkisar 30ppt. kisaran salinitas tersebut relatif stabil dan optimal bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. yang berkisar antara 20ppt - 30ppt (Wicaksono *et al.* 2014). Salinitas yang optimal penting bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. karena salinitas berpengaruh terhadap organisme air dalam mempertahankan tekanan osmotik dan mengakibatkan terjadinya hambatan proses fotosintesis.

Nilai pH merupakan salah satu faktor yang penting bagi proses pertumbuhan *Spirulina* sp. Hal ini dikarenakan kebanyakan alga hijau biru tumbuh baik pada pH 7 dan lebih menerima kondisi basa dari pada kondisi asam karena mampu memanfaatkan karbondioksida yang tersedia pada konsentrasi rendah, pH yang baik bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. berkisar antara 6-8 (Amantin, 2013). Dalam hal ini pH yang dilakukan selama pengukuran kualitas perairan baik bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. karena terdapat pada kisaran pH 7.

Analisis Data Statistik Laju Pertumbuhan *Spirulina* sp.

Hasil uji normalitas dan homogenitas terhadap data laju pertumbuhan *Spirulina* sp. diketahui bahwa data yang didapat menyebar normal dengan masing-masing pengulangan memiliki nilai signifikansi 0,509 pada perlakuan A, nilai signifikansi 0,678 pada perlakuan B, dan nilai signifikansi 0,813 pada perlakuan C. semua perlakuan bersifat homogen dengan nilai signifikansi 0,972 (*sig.* > 0,05). Analisis dapat dilihat pada lampiran, sehingga dapat memenuhi syarat untuk melakukan uji ANOVA diketahui bahwa nilai signifikansi 0,980 (*sig.* > 0,05) yang berarti pemberian jumlah sel yang berbeda pada awal tebar tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp. hal ini menunjukkan bahwa H₀ diterima dan H₁ ditolak, artinya tidak terdapat pengaruh yang nyata dari pemberian jumlah sel berbeda pada awal tebar terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp.

Pertumbuhan Sel Harian *Spirulina* sp.

Hasil pengamatan laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp. pada masing- masing perlakuan memiliki hasil yang berbeda. Rata- rata laju pertumbuhan tertinggi pada perlakuan C yaitu 102,5 sel/10µl/hari, sedangkan rata- rata laju pertumbuhan terendah *Spirulina* sp. pada perlakuan A yaitu 48,9 sel/10µl/hari. Perbedaan lamanya masa adaptasi diduga karena adanya perbedaan kepekatan antara media kultur dengan cairan tubuh sel mikroalga. Menurut Hanifah *et al.* (2019), populasi *Spirulina* sp. yang fluktuatif pada perlakuan dapat disebabkan jumlah sel yang terlalu banyak

sehingga keberadaan sel dalam media kultur sangat rapat menyebabkan banyak sel yang tidak mampu bertahan dan mengalami kematian. Muyassaroh dan Anggorowati (2018), menyatakan bahwa peningkatan pertumbuhan *Spirulina* sp. ditandai dengan warna hijau kebiruan pada media pertumbuhan, sedangkan warna kekuningan pada media pertumbuhan menunjukkan bahwa kultur *Spirulina* sp. telah mengalami fase kematian.

Data Statistik Uji ANOVA

Uji ANOVA adalah bentuk uji hipotesis, dimana kita mengambil kesimpulan berdasarkan data atau kelompok statistik inferensif (Marpaung *et al.* 2017). Hipotesis nol dari uji ANOVA bahwa data adalah *simple random* dari populasi yang sama sehingga memiliki ekspektasi *mean* dan varian yang sama (Marpaung *et al.* 2017). Hasil analisis menggunakan uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi 0,980 (*sig.* > 0,05) sehingga uji lanjut tidak dapat dilakukan. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian jumlah sel yang berbeda pada awal tebar tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp.

Sesuai dengan pernyataan Handayani (2013) yang menyatakan bahwa tidak semua bahan dapat langsung diserap dan dipergunakan oleh sel dan perbedaan laju pertumbuhan harian dipengaruhi oleh faktor nutrisi yang terkandung pada media kultur. Hal ini diduga menjadi penyebab hasil penelitian pada perlakuan A dan B masih pada fase eksponensial karena nutrisi yang masih tersedia.

Hasil ANOVA pada penelitian Firdaus *et al.* (2021) yaitu dengan pemberian pupuk tambahan berpengaruh pada laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp. Perbedaan kepadatan dikarenakan perbedaan waktu pada penambahan pupuk, puncak tertinggi pada perlakuan C yaitu pemberian pupuk susulan pada hari ke-4 dengan dosis 0,5 ml/L. dengan penambahan pupuk pada hari ke-4 dengan nilai rata-rata sebesar 1.664×10^6 sel/ml. berbeda dengan hasil penelitian ini, dimana tidak ada perbedaan yang nyata terhadap penambahan pupuk walne pada kondisi awal pada setiap perlakuan. Hal ini dijelaskan oleh Santosa (2010), bahwa nutrisi merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan komposisi biokimia alga, kondisi nutrisi yang optimum sangat penting untuk mendapatkan nilai produktivitas kultur alga yang baik, konsentrasi nutrisi yang rendah dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan. Pernyataan tersebut mengindikasikan bahwa penambahan pupuk walne secara kontinyu mempengaruhi tingkat kepadatan dan laju pertumbuhan *Spirulina* sp.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan pemberian jumlah bibit yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp. dan kultivasi *Spirulina* sp. dengan perlakuan pemberian jumlah bibit awal 120 sel/10 μ l memperlihatkan pertumbuhan harian paling tinggi yaitu sebanyak 102,5 sel/10 μ l/hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Eva Utami S.Si., M.Si dan Mu'alimah Hudatwi S.Kel., M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan, serta arahan dalam penulisan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amantin DR & Nurhidayati T. 2013. Pengaruh Konsentrasi Media Ekstrak Tuge (MET) dengan Pupuk Urea Terhadap Kadar Protein *Spirulina* Sp. *J. Sains dan Seni POMITS*. 2(2): 182-185.
- Asthary PB, Setiawan Y, Surachman A & Saepulloh. 2013. Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina platensis* dalam Efluen Industri Kertas. Balai Besar Pulp dan Kertas, Kementerian Perindustrian Jalan Raya Dayeuhkolot No.132 Bandung, 3(2):97-102.
- Bangun HH, Hutabarat S & Ain C. 2015. Perbandingan Laju Pertumbuhan *Spirulina plantesis* pada Temperatur yang Berbeda dalam Skala Laboratorium. *Diponegoro Journal of Maquares*. 4(1):74-81.
- Brock TD & MT Madigan. 2018. *Biology of Microorganisms* 14th Ed. Inc. New Jersey: Prentice-Hall International.
- Buwono NR & Nurhasanah RQ. 2018. Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. pada Skala Kultur yang Berbeda. *Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya*, 10(1), 26-33.
- Caturwati LN. 2019. Optimasi Pertumbuhan *Spirulina* sp. Pada Media Walne dengan Variasi Supali Urea dan NaHCO₃. [Skripsi]. Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Darma, Yogyakarta.
- Christwardana M, Hadiyanto MMA & Nur. 2014. *Spirulina platensis*: Potensinya Sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. Vol 2. UNDIP: Semarang.
- Fathiya H, Syafrudin Nasution & Sofyan Husein Siregar. 2019. Pengaruh Perbedaan Salinitas Ddn Dosis Pupuk Walne Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chlorella* Sp pada Skala Laboratorium. *Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau* (April):33–35.
- Hadiyanto & Mauana Azim. 2014. *Mikroalga: Sumber Pangan dan Energi Masa Depan*. Semarang: UPT UNDIP Press. 1-18.
- Herawati VE & J Hutabarat. 2014. Pengaruh Pertumbuhan, Lemak dan Profil Asam Amino Essensial Skeletonema Cotatum dalam Kultur Massa Menggunakan Media Kultur Teknis yang Berbeda. *Jurnal Aquasains*. 221 : 226.
- Hidayati RN. 2014. Pemanfaatan Ekstrak Tauge Kacang Hijau (*Phaseolus radiates*) Sebagai Pupuk untuk Meningkatkan Populasi *Spirulina* sp. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Air Langga, Surabaya.
- Istirokhatun T, Aulia M & Sudarno. 2017. Potensi *Chlorella* sp. Untuk Menyingihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu. *J. Presipitasi*. 14(2):88-96.
- Jati F, J Hutabarat & Herawati. 2014. Pengaruh Penggunaan Dua Jenis Media Kultur Teknis yang Berbeda Terhadap Pola Pertumbuhan, Kandungan Protein, dan Asam Lemak Omega 3 EPA (*Chaetoceros gracilis*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 1(1):221-235.
- Johan AMGL, Maulana IT & Alhakimi TA. 2020. Kultur *Dunaliella salina* serta Potensinya sebagai Sumber Bahan Baku Antibakteri *Staphylococcus aureus*. *Prosiding Farmasi*. 6(2):191-196.
- Juneja A, RM Ceballos & GS Murthy. 2013. Effects of Environmental Factors and Nutrients Availability on the Biochemical Composition of Algae for Biofuels Production: A Review. *Energies*, 6: 4607-4638.
- Leksono AW, Mutiara D & Yusanti IA. 2017. Penggunaan pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* Terhadap Kepadatan Sel *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, hlm. 12-13.

- Lusiana NC. 2019. Optimasi pertumbuhan *Spirulina* sp. pada media walne dengan variasi suplai urea dan NaHCO₃. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Melanie, Susiana & Dini Fithriani. 2015. Rendaman minyak dari mikroalga *Spirulina* sp. dan *Chlorella* sp. dengan teknik pemecahan dinding sel. *J. Widyariset*. 1 (1): hlm.61 – 70.
- Meritasari D, Mubarak A, Sulmartiwi L & Masithah ED. 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Ikan Lemuru (*Sardinella* sp.) dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4(1): hlm. 34-36.
- Monika R, Yoswita R & Sri A. 2014. Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan dari Mikroalga *Porphyridium cruentum* dan *Chlorella* sp. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta (UNJ). Jl. Pemuda No. 10 Rawamangun, Jakarta Timur. 13220. Indonesia.
- Muyassaroh DKR. & Anggorowati D. 2018. Kultivasi Mikroalga *Spirulina* platensis dengan Variasi Pencahayaan Menggunakan Lampu TL dan Matahari. 1979-911X.
- Muyassaroh, Rini Kartika Dewi & Dwiana Anggrowati. 2018. Kultivasi Mikroalga *Spirulina* plantesis dengan Variasi Pencahayaan Menggunakan Lampu TL dan Matahari. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2018. Hlm.381-386.
- Nur MMA. 2014. Potensi Mikroalga sebagai Sumber Pangan Fungsional di Indonesia (overview). *Jurnal Eksergi*, 11(2): 01 - 06.
- Nurita W, Endang DM, Wiwie S, Suciyono & Mohammad FU. 2018. Pola Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina* sp. Skala Laboratorium yang Dikultur Menggunakan Wadah yang Berbeda. *J. Bahari Jogja*. 16 (2): 89 – 97.
- Prasadi O. 2018. Pertumbuhan dan Biomasa *Spirulina* sp. dalam Media Pupuk Sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Teknik Mesin Perikanan, Politeknik Negeri Cilacap, Cilacap*, 10(2): hlm. 76-80.
- Prayitno, Joko. 2016. Pola pertumbuhan dan pemanenan dan biomassa dalam fotobioreaktor mikroalga untuk penangkapan karbon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 1 (17): 45 – 52.
- Rahayu R & Susilo H. 2014. Keanekaragaman Mikroalga sebagai Bioindikator Pencemaran di Situ Cibanten Kecamatan Ciomas Kabupaten Serang Banten. *JURNALIS: (Jurnal Lingkungan dan Sipil)*. 4(2): 104-120.
- Ridlo A, Sedjati S & Supriyantini E. 2015. Aktivitas Anti Oksidan Fikosianin dari *Spirulina* sp. Menggunakan Metode Transfer Elektron dengan DPPH (*1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil*). *J. Kelautan Tropis*. 18(2):58-63.
- Sari, L.A. 2013. Pengaruh Penambahan FeCl₃ terhadap Kepadatan *Spirulina* platensis yang Dikultur pada Media Asal Blotong Kering. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Sili, Claudio, Giuseppe Torzillo & Avigad Vonshak. 2013. Ecology of Cyanobacteria II: Their Diversity in Space and Time (Ed.). Berlin: Springer Science + Bussines Media. Hlm.25-26.
- Setyowardani D. 2021. Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Sungai Porong, Sidoarjo. *J. Riset Kelautan Tropis*. 3(1):24-33.
- Sulastri S. 2018. Fitoplankton Danau-Danau di Pulau Jawa: Keanekaragaman dan Perannya sebagai Bioindikator Perairan. Jakarta : *LIPI Press*.
- Susilo FX. 2013. Aplikasi Statistika untuk Analisis Data Riset Proteksi Tanaman. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung. Hlm.169.
- TAK Hardianto & RD Agustia. 2018. Sistem Pengendalian dan Pengawasan pada Budidaya Mikroalga *Spirulina*. *J. Teknik Informatika*. Universitas Komputer Indonesia. 2(4). Hlm.56-57.

- Wahyuni N, Masithah ED, Soemarjati W, Suciyo & Ulkhaq MF. 2018. Pola pertumbuhan mikroalga *Spirulina* sp. skala laboratorium yang dikultur menggunakan wadah yang berbeda. Program Studi Akuakultur Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya. 16(2):89-97.
- Wicaksono G, Masithah ED & Alamsjah A. 2014. Pengaruh pemberian spektrum cahaya berbeda terhadap kandungan klorofil *Spirulina* sp. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga. Surabaya. Skripsi: hlm.15.
- Yulianthi PE. 2023. Mengenal parameter uji kualitas air. Dinas lingkungan hidup Pemerintah Kabupaten Buleleng: *dlh.bulelengkab.go.id*.