

KULTUR PERTUMBUHAN MIKROALGA *Spirulina* sp. PADA MEDIA ASAM, NETRAL DAN ALKALINE SKALA LABORATORIUM

MICROALGA GROWTH CULTURE spirulina sp. ON MEDIA OF ACID, NEUTRAL AND ALKALINE SCALE LABORATORIUM

Ayu Lestari Tambunan¹, Is Yuniar^{2*}, Ninis.Trisyani³
Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,
Universitas Hang Tuah Surabaya, Indonesia.

ayulestaritambunan31@gmail.com¹; is.yuniar.uht@hangtuah.ac.id^{2*}; ninis.trisyani@hangtuah.ac.id³

* Penulis Korespondensi : is.yuniar.uht@hangtuah.ac.id

ABSTRAK

Mikroalga merupakan salah satu biota perairan yang bermanfaat sebagai pakan alami. Salah satu mikroalga yang banyak digunakan untuk pakan alami adalah *Spirulina* sp. ganggang hijau-biru bersel tunggal dan berfilamen yang termasuk ke dalam kelompok Sianobakter. *Spirulina* sp. merupakan mikroalga yang memiliki protein tinggi sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai pakan alami. Selama budidaya, pengaturan pH dibutuhkan oleh *Spirulina* sp. dapat ditemukan di perairan dengan pH alkaline. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepadatan *spirulina* sp. yang dikultur dalam media asam, netral dan alkaline dengan kisaran pH 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10. Metode dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratoris, dengan teknik pengambilan data melalui observasi langsung dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena selain unit perlakuan maka semua faktor dibuat homogen atau dihomogenkan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, bahwa pada media asam, netral dan alkaline skala laboratorium sangat berbeda nyata terhadap kepadatan *Spirulina* sp. kepadatan populasi yang terbaik terdapat pada perlakuan E nilai rata-rata 4.48 unit/ml dengan kisaran pH 9-10 penambahan 3g baking soda, 1L air dan 1,5 pupuk walne kepadatan populasi terendah terdapat pada perlakuan A nilai rata-rata 1.72 unit /ml dengan kisaran pH 5-6 penambahan 11/2 asam asetat, 1L air dan 1,5 pupuk walne.

KATA KUNCI: *Spirulina* sp., baking soda, asam asetat, pupuk walne, kepadatan populasi *Spirulina* sp., laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp.

ABSTRACT

Microalgae is one of the aquatic biota which is useful as natural food . One of the microalgae that is widely used for natural food is Spirulina sp. algae green-blue- celled single and filamentous which is included into the group Sianobakter . Spirulina sp. is a microalgae that has protein high so that it has the potential to be developed as natural food . During cultivation , pH regulation is required by Spirulina sp. can dite mukan in waters with pH alkaline. The research is aimed at u ntuk know the density of spirulina sp. which were cultured in acidic , neutral and alkaline media with k isaran pH of 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9- 10 . Methods in research this is a research experiment laboratory , by engineering retrieval of data through observation directly by using the Design Randomized Complete (RAL) because in addition to units of treatment then all factor made inhomogeneous or homogenized . Based on the research that has been done , that the acid , neutral and alkaline media on a laboratory scale are very different significantly from the density of Spirulina sp. The best population density was found in treatment E with an average value of 4.48 units / ml with a pH range of 9-10 addition of 3g baking soda, 1L of water and 1.5 walne fertilizers, the lowest population density was found in treatment A with an average value of 1.72 units / ml with a pH range of 5-6 the addition of 1 1/2 acetic acid , 1L of water and 1.5 walne fertilizer

KEYWORDS: *Spirulina* sp., Baking soda, acetic acid, walne fertilizer, population density of *Spirulina* sp., Daily growth rate of *Spirulina* sp.

PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan salah satu organisme yang dimanfaatkan sebagai pakan alami. *Spirulina* sp. adalah mikroalga yang banyak digunakan dalam makanan alami. Cyanobacteria bersel tunggal dan berserabut dari genus Cyanobacteria. *Spirulina* sp. merupakan mikroalga yang berprotein tinggi sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai pakan alami (Nur, 2014). Nutrisi yang dibutuhkan untuk kepadatan *spirulina* sp. Ini terdiri dari makronutrien (C, H, N, P, K, S, Mg dan Ca) dan mikronutrien (Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Bo, Vn dan Si). Nitrogen dan fosfor biasanya merupakan faktor yang membatasi kepadatan *spirulina* sp. (Nemerrow, 1991). *Spirulina* sp. air tawar biasanya digunakan sebagai makanan manusia dan bahan farmasi. Pada media air tawar ditambahkan NaHCO_3 , fosfat dan urea untuk mempengaruhi laju kepadatan mikroalga (Christwardana et al., 2012). Salah satu faktor yang mempengaruhi kepadatan *spirulina* sp. Yaitu nitrogen dan kadar karbon. Menurut Setyoningrum et al. (2014), pupuk teknis mengandung sumber karbon berupa natrium bikarbonat. Ketersediaan sumber karbon yang cukup di lingkungan akan menyebabkan proses metabolisme menjadi cepat. Menurut penelitian Suminto (2009) Konsentrasi nitrogen yang tinggi dalam medium akan sangat mempengaruhi kelimpahan *spirulina* sp. Pada dasarnya, bentuk *Spirulina* sp. Ditandai dengan trikoma yang melingkar teratur (spiral). Namun, *spirulina* sp. juga dapat mengembangkan bentuk abnormal. Misalnya, bentuk lingkaran tidak beraturan atau bahkan linier. Dalam kondisi budidaya tertentu, filamen linier dapat kembali ke bentuk spiral. Namun, ada perbedaan yang signifikan dalam karakteristik morfologi, ultrastruktur, fisiologi, biokimia dan genetik antara filamen spiral dan filamen linier, tetapi tidak ada perbedaan antara filamen asli (spiral) dan filamen balik (spiral linier). *Spirulina* sp. Ini adalah variasi genetik, yang mungkin disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan, seperti nutrisi, cahaya dan kandungan air

(Wang dan Zhao, 2005). Selama proses budidaya, *Spirulina* sp. perlu mengatur pH. Ini dapat ditemukan dalam air pH alkali. Kondisi pH alkali memiliki keunggulan dalam kultur karena tidak mudah terkontaminasi oleh mikroalga lain yang biasanya tumbuh pada pH asam. Perubahan pH yang tajam akan mempengaruhi kerja enzim, dan akan menghambat proses fotosintesis dan kepadatan mikroalga tertentu. Hal ini dikarenakan pada saat budidaya *Spirulina* sp. peningkatan pH juga akan meningkatkan kandungan bikarbonat terlarut sehingga menghasilkan CO_2 dan melepaskan OH^- . Aktivitas pH yang tidak memenuhi kondisi lingkungan akan menyebabkan pH menjadi penghambat otomatis kepadatan sel, sehingga pH perlu disesuaikan selama proses kultur (Richmond, 2004). Nilai pH media pertumbuhan mikroalga akan menentukan kemampuan biologis mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara, sehingga pH yang optimal sangat penting untuk mendukung kepadatan *spirulina* sp. Antara 7.5-9.5 (Suryati, 2002). Air alam dengan pH 5-9,5 termasuk air yang cocok untuk massa jenis *spirulina*. (Mulia, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepadatan *spirulina* sp. yang dikultur dalam media asam, netral dan alkaline dengan kisaran pH 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratoris, dengan teknik pengambilan data melalui observasi langsung dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena selain unit perlakuan maka semua faktor dibuat homogen atau dihomogenkan. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan dan 5 ulangan.

Hasil penelitian pendahuluan didapatkan bahwa pH yang menghasilkan kepadatan *Spirulina* sp. terbaik adalah 8-9, sehingga untuk penelitian utama diambil dari pH asam, netral, dan alkaline pH yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Uji perlakuan fermentasi tepung limbah rumput laut.

Perlakuan	pH
A	Media kultur <i>Spirulina</i> sp dengan pH 5-6
B	Media kultur <i>Spirulina</i> sp dengan pH 6-7
C	Media kultur <i>Spirulina</i> sp dengan pH 7-8
D	Media kultur <i>Spirulina</i> sp dengan pH 8-9
E	Media kultur <i>Spirulina</i> sp dengan pH 9-10

Spirulina sp. habitat air tawar murni, bibit *spirulina* sp. Taruh di media dengan massa jenis 1×10^5 unit / ml. Satuan *spirulina* sp. adalah 1 panjang gelombang (1 lembah dan 1 gunung). Jika ada beberapa skor di akhir penghitungan, patokan ditetapkan ke skor di atas 0,5 dan dibulatkan menjadi 1, dan skor di bawah 0,5 tidak termasuk dalam jumlah bibit *spirulina* sp. Formula tersebut akan digunakan untuk budidaya (Edhy et al., 2003).

$$V1 = (V2 \times N2) / N1$$

Keterangan:

V1 = Volume bibit untuk penebaran awal (ml)

N1 = Kepadatan bibit/ stock *Spirulina* sp. (unit/ ml)

V2 = Volume media kultur yang dikehendaki (L)

N2 = Kepadatan bibit *Spirulina* sp. yang dikehendaki (unit/ ml)

Kepadatan Populasi *Spirulina* sp.

Untuk menghitung kepadatan *Spirulina* sp. unit/ml dihitung menggunakan Haemocytometer dengan menggunakan rumus penghitungan "Big Block" (Satyantini dan Masithah, 2007):

$$\text{Kepadatan Fitoplankton unit/ml} = \frac{nA + nB + nC + nD \times 10^5}{4}$$

Keterangan :

nA, nB, nC, nD = jumlah unit fitoplankton pada blok A, B, C, D

4 = jumlah blok yang dihitung.

• LajuPertumbuhanSpesifik (SGR)

Untuk laju pertumbuhan harian dihitung dengan persamaan yang digunakan oleh Fogg (1975), dimana laju pertumbuhan yang dihitung diambil dari kepadatan *Spirulina* sp. yang berada pada fase eksponensial karena pada fase ini terdapat laju pertumbuhan maksimum.

$$K = \frac{\ln(Nt - No)}{t}$$

keterangan :

K = laju pertumbuhan harian (sel/ml/hari)

N0 =Kepadatan sel *Spirulina* sp. awal eksponensial (sel/ml)

Nt = Kepadatan sel *Spirulina* sp. Maksimum (sel/ml)

T =Selang waktu dari No ke Nt (hari)

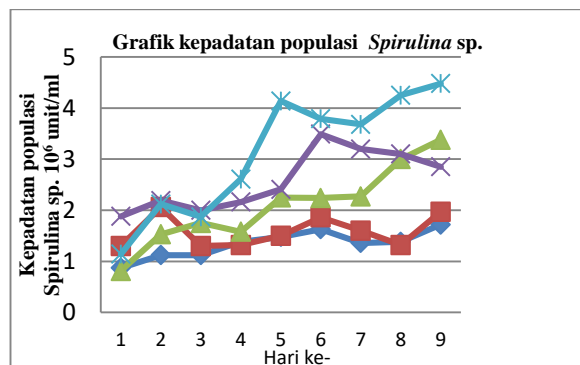
Untuk variabel kontrol yaitu kualitas air seperti DO, dan suhu, Pengukuran kualitas air dilakukan satu kali sehari yaitu pagi hari dengan menggunakan beberapa alat ukur. Kualitas air yang akan diukur antara lain DO, dan suhu.

Data pada perkembangan *Spirulina* sp. ditabulasikan dalam suatu tabel dan dihitung rata-rata serta standar deviasinya. Untuk mengetahui normalitas penyebaran atau distribusi dan homogenitas data-data tersebut digunakan uji Kolmogorov-Smirnov (Uji Distribusi) dan bila data memiliki distribusi normal dan homogen maka dilanjutkan dengan uji ANOVA satu arah. Bila uji Anova menunjukkan hasil yang signifikan (berbeda nyata atau sangat nyata) maka dilanjutkan dengan uji LSD.

Apabila data-data tersebut memiliki sebaran atau distribusi yang tidak normal maka digunakan uji Kruskal-Wallis. Bila uji Kruskal-Wallis menunjukkan hasil yang signifikan (berbeda nyata atau sangat nyata) maka dilanjutkan dengan uji Wilcoxon Mann-Whitney. Semua analisis data tersebut dianalisa dengan menggunakan software IBM SPSS Statistics 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan populasi *Spirulina* sp. pada tabel 4.1 disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.1 untuk membandingkan perubahan kepadatan populasi *Spirulina* sp. pada masing-masing perlakuan selama 9 hari kultur. Pada penelitian ini menunjukkan terjadinya pola umum kepadatan alga yang terbagi dalam fase lag, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian.



Gambar 1. Grafik kepadatan populasi *Spirulina* sp. pada hari ke-1-9

Kepadatan populasi masing-masing perlakuan menunjukkan trend peningkatan pada hari pertama dan hari kedua yang menunjukkan adanya fase lag. Pada hari ketiga kepadatan populasi beberapa perlakuan menurun, sedangkan perlakuan lainnya masih meningkat. Perbedaan diagram densitas fasa pada setiap perlakuan disebabkan oleh perbedaan metabolisme, karena perubahan nilai pH akan menyebabkan tumbuhnya *spirulina* sp. Harus beradaptasi dengan lingkungan barunya. Hal ini sejalan dengan pandangan Andersen (2005). Ada fase lag antara hari ke-nol dan hari pertama vaksinasi. Antara hari kedua dan ketiga, diperkirakan kultur memasuki fase eksponensial pada hari ke-4 hingga ke-6. Berdasarkan hasil penelitian kepadatan populasi *Spirulina* sp. Semua perlakuan menunjukkan bahwa kurva antena meningkat dari hari ke 0 sampai hari ke 5, kemudian menurun pada hari ke 6 dan hari ke 7, tetapi meningkat lagi pada hari ke 8 dan hari ke 9. Jika dikaitkan dengan kurva kepadatan zooplankton, hasil penelitian ini mengikuti kurva berbentuk S parsial, tetapi

tidak mulus. Dapat dilihat bahwa masa adaptasi terjadi pada awal pemeliharaan yaitu hari 0 hingga hari ke-2, selanjutnya terjadi kepadatan awal terjadi pada hari ke-2 hingga hari ke-5. Kepadatan berikutnya tidak tercapai, dan terjadi penurunan *Spirulina* sp. Terjadinya penurunan jumlah *Spirulina* sp. pada hari ke-6 dan hari ke-7, hal ini terjadi karena diduga kurang penstabilan tekanan atau gelembung pada aerasi sehingga gelembung yang di keluarkan kecil. Nilai pH air pada hari pertama hingga hari terakhir pengukuran memiliki nilai yang konstan. Nilai pH hasil pengukuran pada kultur *Spirulina* sp. termasuk optimal untuk kepadatan *Spirulina* sp. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), pH yang baik untuk kepadatan *Spirulina* sp. berkisar antara 7,2 – 9,5. Akan tetapi, ada beberapa spesies yang masih dapat bertahan hingga pH 11. Hal ini sesuai dengan pernyataan menurut Ciferri (1983), menyatakan bahwa pH yang baik untuk kepadatan *Spirulina* sp. berkisar antara 7 – 11. Apabila dilihat dari beberapa penelitian, pH 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10 seharusnya masih bisa dikatakan baik apabila digunakan untuk kultur *spirulina* sp. Fase kepadatan logaritmik terjadi setelah hari ke-8 dan ke-9 dan masih dapat terus meningkat. Peningkatan kembali terjadi pada hari ke-8 hingga hari ke-9 dan ini peningkatannya relatif tinggi dibanding hari-hari sebelumnya itu terjadi pada perlakuan E kisaran pH 9-10 sebesar 4.48×10^6 unit/ml. Sedangkan untuk perlakuan C kisaran pH 7-8 terus mengalami kenaikan sampai hari ke-9 sebesar 3.38×10^6 unit/ml, untuk perlakuan A kisaran pH 5-6 sebesar 1.72×10^6 unit /ml dan B kisaran pH 6-7 sebesar 1.97×10^6 unit/ml mengalami peningkatan kestabilan sampai hari ke-9 terus meningkat. Sedangkan perlakuan D kisaran pH 8-9 mengalami penurunan dari hari ke-7 hingga hari ke-9 sebesar 2.85×10^6 unit/ml. Fase Stasioner belum terjadi, karena pada semua perlakuan masih menunjukkan peningkatan. Hal ini berarti bahwa peningkatan pH menggunakan baking soda dan pemberian pupuk berbeda berbanding lurus dengan perkembangan *Spirulina* sp. Media kultur dengan perlakuan pH alkaline

yang ditambahkan pupuk walne memberikan pengaruh terhadap kepadatan populasi *Spirulina* sp. kepadatan merupakan pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran), kedua proses ini memerlukan sintesis protein. Menurut Fogg (1975); Ariyati (1998) dalam Hidayati (2014) kepadatan *Spirulina* sp. dalam media terbatas sangat di pengaruhi oleh kondisi cahaya, aerasi, dan nutrisi. Berdasarkan hasil penelitian kepadatan *Spirulina* sp. dapat dibagi menjadi beberapa fase yaitu fase lag, fase eksponensial, fase stationer, dan fase deklinasi. fase lag, fase ini ditandai dengan peningkatan populasi yang tidak nyata. Fase ini disebut juga dengan fase adaptasi terhadap lingkungan baru biasanya terjadi pada hari ke 0-1. Pada fase ini semua sampel tidak mengalami kenaikan terlalu signifikan karena pada fase ini, *Spirulina* sp. sedang beradaptasi terhadap media baru dan menyesuaikan terhadap metabolismenya Fase adaptasi terjadi pada saat starter *Spirulina* sp. ditebar pada media kultur penumbuh untuk di perbanyak. Pada fase ini *Spirulina* sp. beradaptasi dengan kondisi tempat hidup yang baru. Di antaranya beradaptasi dengan kondisi kualitas air yang baru dan pemberian pupuk walne. Hal ini sesuai dengan pendapat Brock dan Madigan (2018) bahwa pada fase lag, populasi mikroalga tidak terlalu terlihat mengalami perubahan, tetapi ukuran koloni sel meningkat. Fotosintesis masih aktif berlangsung tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatannya belum mengalami peningkatan drastis. Fase eksponensial, ditandai dengan meningkatnya populasi dengan pesat berkalilipat biasanya terjadi pada hari ke 2-5, fase penurunan laju pertumbuhan dimana fase ini terjadi karena mulai berkurangnya proses pembelahan sehingga populasi meningkat akan tetapi tidak cepat seperti pada fase eksponensial fase ini biasanya terjadi pada hari ke 6-7, fase selanjutnya yaitu fase stationer, fase ini ditandai dengan seimbangnya laju pertumbuhan dengan laju kematian pada *Spirulina* sp biasanya terjadi pada hari ke 8-9, fase kematian, pada fase ini laju kematian lebih tinggi dibandingkan laju pertumbuhan

sehingga kepadatan populasi terus berkurang biasanya terjadi pada hari ke 10 (Haryati, 2008) Pengamatan perkembangan pertumbuhan *Spirulina* sp. pada setiap fase akan ditumbuhkan menggunakan bantuan cahaya dengan kondisi cahaya 12 jam terang dan 12 jam gelap selama 9 hari, hal ini dikarenakan jumlah sel didalam media belum terlalu banyak, dan sifat *Spirulina* sp. yang peka terhadap rangsangan cahaya (fototaksis positif). Antara hari ke nol hingga hari pertama merupakan fase lag dan antara hari 2 hingga hari 4 perkiraan untuk pertumbuhan eksponensial. Memasuki hari ke 5 hingga 6 merupakan fase stationer dan hari ke 7 memasuki fase mortalitas atau kematian (Andersen, 2005). Fase eksponensial pada perlakuan kisaran pH 5-6 terjadi pada hari ke 2 fase penurunan terjadi pada hari ke-3 dan ke 4-6 fase eksponensial terjadi pada hari ke sampai 8 mengalami penurunan sehingga pada hari ke-9 meningkat kembali. Hal berbeda terjadi pada pH 6-7 terjadi fase lag pada hari ke-2 dan mengalami penurunan pada hari ke3-5, memiliki fase eksponensial hingga hari ke-6 dan stationer pada hari ke 7-8. Meningkat pada hari ke-9. Sedangkan pada pH 7-8 fase eksponensial terjadi hingga hari ke1-9 hanya pada hari ke-4 mengalami penurunan. berbeda halnya dengan kisaran pH 8-9 mengalami kenaikan hingga hari ke 6 hanya pada hari ke-3 mengalami penurunan stationer terjadi pada hari ke 7 sampai 9. Dan kisaran pH 9-10 fase eksponensial terjadi pada hari ke-2 sampai 5 hanya pada hari ke-3 mengalami penurunan, dan fase stationer pada hari ke-6 sampai 7 dan mengalami peningkatan pada hari ke-8 sampai 9. Perbedaan grafik fase kepadatan sel ini dapat terjadi disebabkan oleh penstabilan tekanan atau gelembung pada aerasi sehingga gelembung yang dikeluarkan kecil, kondisi lingkungan dan kondisi metabolisme inokulan. Keadaan media yang semakin basa menyebabkan *Spirulina* sp. harus lebih adaptif karena kisaran pH yang semakin jauh dari pH normal. Hal ini sesuai dengan pendapat Christwardana (2012) bahwa fase eksponensial bergantung faktor lingkungan seperti suhu, pH, nutrisi dan agitasi. *Spirulina* sp. memiliki

pigmen hijau (klorofil) sehingga dapat melakukan fotosintesis. Dalam proses fotosintesis tersebut gas CO₂ diperlukan sebagai bahan baku untuk pembentukan senyawa metabolit dan biomassa. *Spirulina* sp. memiliki tingkat pertumbuhan yang relative singkat sehingga kebutuhan CO₂ cukup tinggi. Karna bersifat heterotroph sebagian besar alga membutuhkan cahaya dan CO₂. Fenomena kenaikan populasi kepadatan *Spirulina* sp. sampai pada hari ke-9, hal ini karna semakin besar CO₂ yang di umpankan maka semakin besar CO₂ yang terbiofiksasi dan proses fotosintesa *Spirulina* sp. Semakin bagus, menurut Wilde dan Beneman (1993) semakin tinggi laju alir CO₂ maka semakin tinggi laju pertumbuhan mikroalga dan produktivitas mikroalganya. Fase deklinasi belum terjadi pada penelitian ini dikarenakan waktu penelitian yang sepertinya kurang lama dan pada saat penelitian belum pernah ditemukan kepadatan *Spirulina* sp. yang berada pada kondisi sudah berhenti berkembang biak sehingga menyebabkan jumlah kepadatannya stabil tidak bertambah dan tidak berkurang maka dari itu saya sebagai peneliti memiliki asumsi bahwa penelitian yang dilakukan selama 9 hari ini belum mengalami fase deklinasi karena kemungkinan besar *Spirulina* sp. pada penelitian selama 9 hari ini masih bisa berkembang populasinya hingga mencapai puncak populasi.

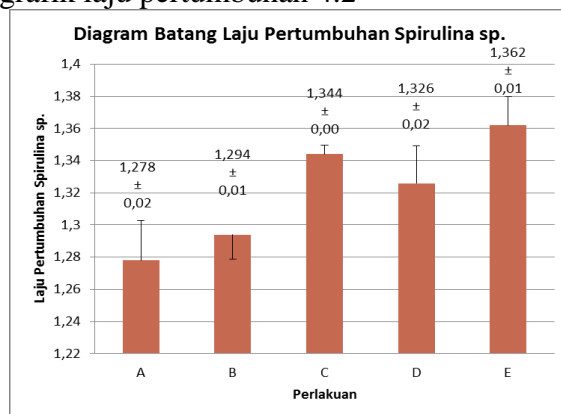
ANOVA					
Trans1					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24.419	4	6.105	18.150	.000
Within Groups	6.727	20	.336		
Total	31.146	24			

Gambar 2. Hasil uji Anova kepadatan *Spirulina* sp.

Dari hasil uji variansi (anova) tabel di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi sangat berbeda nyata, sehingga dapat disimpulkan terima H₁ dan tolak H₀, yaitu ada pengaruh pada media asam, netral dan alkaline terhadap kepadatan populasi

Spirulina sp. Sehingga data tersebut dilanjutkan menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Perbedaan laju Kepadatan spesifik (LPS) pada setiap perlakuan kepadatan. Semakin tinggi kepadatan makan semakin tinggi pula laju Kepadatan dan semakin sedikit pula waktu yang diperlukan *Spirulina* sp. untuk menggandakan dirinya menjadi dua kalinya (Doubling time). Pernyataan ini terbukti dari hasil penelitian ini terlihat pada perlakuan E dengan kisaran pH 9-10 memiliki kepadatan tertinggi sehingga laju Kepadatan spesifik tertinggi yang dihasilkan terdapat pada perlakuan E dengan kisaran pH 9-10 juga dan waktu tercepat dalam penggandaan didapatkan pada perlakuan E dengan kisaran pH 9-10 hal ini dapat dibuktikan pada gambar grafik laju pertumbuhan 4.2



Gambar 3. Grafik laju pertumbuhan *Spirulina* sp. pada hari ke-9

Hasil pengamatan laju pertumbuhan *Spirulina* sp. pada masing-masing perlakuan memiliki hasil yang berbeda-beda. Rata-rata laju pertumbuhan tertinggi *Spirulina* sp. pada perlakuan E yaitu 1,362 dikaitkan perlakuan C yaitu 1,344 dan perlakuan D 1,326 sedangkan rata-rata laju pertumbuhan terendah *Spirulina* sp. adalah pada perlakuan A yaitu 1,278 dan diikuti pada perlakuan B yaitu 1294.

Perbedaan laju pertumbuhan spesifik (LPS) pada setiap perlakuan kepadatan. Semakin tinggi kepadatan makan semakin tinggi pula laju pertumbuhan dan semakin sedikit pula waktu yang diperlukan *Spirulina* sp. untuk

menggandakan dirinya menjadi dua kalinya (Doubling time). Pernyataan ini terbukti dari hasil penelitian ini terlihat pada perlakuan E dengan kisaran pH 9-10 memiliki kepadatan tertinggi sehingga laju pertumbuhan spesifik tertinggi yang dihasilkan terdapat pada perlakuan E dengan kisaran pH 9-10 juga dan waktu tercepat dalam penggandaan didapatkan pada perlakuan E dengan kisaran pH 9-10 juga pernyataan ini sejalan dengan pendapat Firdaus (2015) dalam penelitiannya yaitu secara teoritis kepadatan sel dipengaruhi oleh laju pertumbuhan spesifik dan waktu penggandaan. Menurut hasil penelitiannya yang menggunakan perbedaan warna lampu terhadap pertumbuhan *Spirulina* sp. fuciformis didapatkan hasil perlakuan lampu warna merah mendapatkan pertumbuhan terbaik dengan kepadatan 55.600 sel/ml, Laju pertumbuhan spesifik sebanyak 0.114 sel/ml/hari, Waktu penggandaan sebesar 6,106 hari. Perlakuan terendah didapatkan pada lampu warna merah dengan kepadatan 16.500 sel/ml, Laju pertumbuhan spesifik sebanyak 0.048 sel/ml/hari, Waktu penggandaan sebesar 14,62 hari.

Hasil pengamatan laju pertumbuhan *Spirulina* sp. yang diperoleh memiliki hasil yang sama dengan hasil pengamatan kepadatan populasi laju pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan D. Kepadatan adalah kepadatan mikroalga yang dapat dinyatakan sebagai pertambahan jumlah populasi sel, sedangkan laju pertumbuhan adalah kecepatan pertambahan suatu kepadatan biomassa persatuan waktu. Dalam penelitian ini, satuan kepadatan yang digunakan unit/ml. Menurut Rizky (2012) yaitu tahap kematian yakni penurunan jumlah sel dikarenakan laju kematian sel lebih tinggi daripada laju pertumbuhan sel sehingga kepadatan populasi semakin menurun. Menurut Rusyani (2001) dalam Rizky (2012), terjadi penurunan jumlah sel dikarenakan baik kandungan nutrisi maupun media kultur berada dalam jumlah yang terbatas. Pada awal kultur, kandungan nutrisi masih tinggi, yang dimanfaatkan oleh masing-masing fitoplankton untuk melakukan proses kepadatan. Peningkatan jumlah sel akan

terhenti pada satu titik puncak populasi, pada titik tersebut kebutuhan nutrisi menjadi semakin lebih besar, sedangkan kandungan nutrisi dalam media semakin menurun karena tidak dilakukannya penambahan nutrisi. Selain itu, juga terjadi persaingan memperebutkan tempat hidup karena semakin banyak jumlahnya sel dalam volume yang tetap.

Dari hasil pengukuran pH lingkungan pendukung kepadatan *Spirulina* sp. Diperoleh kisaran pH 9-10. Nilai keasaman pH merupakan faktor yang penting bagi kepadatan *Spirulina* sp. *Spirulina* sp. dapat hidup baik pada pH netral dan lebih mentolerir kondisi pH alkaline pada kondisi pH asam karena *Spirulina* sp. memanfaatkan karbondioksida dengan efisien walaupun tersedia pada konsentrasi yang sangat rendah. Nilai pH yang diperoleh pada penelitian ini merupakan pH optimal untuk kepadatan populasi *Spirulina* sp. Nilai pH dihitung setiap hari selama sembilan hari dan tidak mengalami perubahan. Edhy et al. (2003) mengatakan sebagian besar sel, termasuk fitoplankton sangat peka terhadap derajat keasaman cairan yang mengelilinginya. Derajat keasaman diukur pada skala satuan pH. Nilai pH optimal untuk *Spirulina* adalah 7,2 – 9,5 dan maksimal pada pH 11.

ANOVA					
Trans1					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.030	4	.007	25.151	.000
Within Groups	.008	27	.000		
Total	.038	31			

Gambar3.Hasil uji Anova laju pertumbuhan harian *Spirulina* sp.

Dari hasil uji variansi (anova) tabel di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi sangat berbeda nyata, sehingga dapat disimpulkan terima H1 dan tolak H0, yaitu ada pengaruh pada media asam, netral dan alkaline terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp. Sehingga data tersebut dilanjutkan menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Nilai pH Kultur Sebelum Dan Sesudah

Nilai pH sebelum dan sesudah kultur diukur menggunakan pH meter. Nilai pH awal diatur sesuai perlakuan yang telah Ketidak sesuaian pH mengakibatkan lisisnya klorofil dan dapat mempengaruhi pigmen. Nilai pH berkaitan dengan bikarbonat yang terlarut dalam media. Bikarbonat dihasilkan dari metabolisme

Spirulina sp. melalui proses fotosintesis. Ketika bikarbonat dalam media semakin banyak, maka konsentrasi CO₂ akan naik bersamaan dengan pelepasan OH⁻ yang menyebabkan pH naik. Oleh karena itu, pengaturan pH yang optimum sangat dibutuhkan agar hasil kultur *Spirulina* sp. semakin baik secara kuantitatif. Nilai pH yang optimum akan mendorong metabolisme dan kepadatan kultur mikroalga. Selain itu pH optimum juga mempengaruhi keadaan klorofil yang berdampak pada kegiatan fotosintesis. Klorofil sangat sensitif terhadap perubahan keadaan lingkungan. Nilai pH yang optimal akan membantu klorofil menjaga molekulnya dalam keadaan utuh sehingga fotosintesis berjalan dengan optimal pula. Sejalan dengan yang disampaikan oleh Utami (2011) bahwa pada media yang basa sesuai dengan kondisi klorofil sehingga klorofil lebih stabil dan dapat menekan reaksi pembentukan feofitin yang menyebabkan inokulan berwarna hijau kecoklatan.

Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian kali ini hanya ada 2 parameter yakni suhu dan Do. Pengamatan kualitas air dilakukan 1 hari sekali selama 9 hari, dilakukan sebelum penghitungan jumlah kultur *Spirulina* sp.

Suhu

Suhu berkisar antara 26 – 29°C. Suhu selama penelitian relatif stabil dan masih dalam kisaran suhu yang optimal bagi kepadatan *Spirulina* sp. Suminto (2009) menyatakan bahwa suhu optimal untuk kepadatan *Spirulina* sp. skala semi masal adalah 25 - 35°C.

DO

Ketersediaan oksigen di dalam media kultur merupakan faktor penting untuk fitoplankton, karena secara langsung dipakai sebagai bahan untuk membentuk molekul-

molekul organik melalui proses fotosintesis. Oksigen terlarut yang optimum bagi kepadatan fitoplankton berkisar 4 - 6 mg/l. Oksigen terlarut (DO) selama penelitian berkisar antara 4 – 6 mg/l.

Perlakuan		Parameter
	DO (ppm)	Suhu (oC)
A	4-6	26-29
B	4-6	26-29
C	5-6	27-29
D	5-6	27-29
E	5-6	27-29

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pada media asam, netral dan alkaline skala laboratorium sangat berbeda nyata terhadap kepadatan *Spirulina* sp. kepadatan populasi yang terbaik terdapat pada perlakuan E dengan nilai rata-rata 4.48 unit/ml dan kepadatan populasi terendah terdapat pada perlakuan A dengan nilai rata-rata 1.72 unit /ml.

Laju Kepadatan harian *Spirulina* sp. mencapai puncak populasi pada hari ke-9 pada semua perlakuan, hasil statistik menunjukkan bahwa pada media asam, netral dan alkaline skala laboratorium sangat berbeda nyata terhadap laju Kepadatan harian *Spirulina* sp. Parameter kualitas air pada saat penelitian masih termasuk dalam kisaran yang optimum, suhu 26-27°C dan DO 4-6 mg/L.

Saran

pH untuk kultur pertumbuhan *Spirulina* sp. dengan kisaran pH 9-10. Dalam kultur *Spirulina* sp. kestabilan aerasi sangat diperlukan, memiliki besar gelembung yang sama rata.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R.A. 2005. *Algae Culturing Technique*. United Kingdom: Elsevier Academic Press.
- Borowitzka, M.A. 2000. *Microalgal Biotechnology*. Australia: Cambridge University Press.

- Brock, T. D. and M. T. Madigan. 2018. *Biology of Microorganisms* 14th Ed. Inc. New Jersey: Prentice-Hall International.
- Ciferri, O. 1983. *Spirulina, the Edible Microorganism*. Microbiology Reviews. American Society For Microbiology, 47(4):551-578.
- Chandrasekaran, B., K. Annadurai, dan E. Somasundaram. 2014. Season and System of Farming. Pp 279-82 dalam *Textbook of Agronomy*. New Delhi: New Age International Publishers.
- Christwardana, M & Hadiyanto, M. M. A. N. 2012. *Spirulina platensis*: potensinya sebagai bahan pangan fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 21:56-58.
- Edhy, W., Pribadi, A. J dan Kurniawan. 2003. *Plankton di Lingkungan PT. Central Pertiwi Bahari. Suatu Pendekatan Biologi dan Manajemen Plankton dalam budidaya Udang*. Mitra Bahari. Lampung.
- Firdaus M., Fauzan A. 2015. *Produksi dan Kandungan Nutrisi Spirulina Fusiformis yang Dikultur dengan Pencahayaan Monokromatis Light Emitting Diodes (Leds)*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 10: 211-219.
- Isnansetyo, A., & Kurniastuty. (1995). *Teknik Kultur Phytoplankton & Zooplankton. Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut*. Yogyakarta: Kanisius.
- Khoirul, A. A. 2013. *Cyanobacteria (Alga hijau-biru)*. Universitas Brawijaya. Malang. 81 hlm.
- Liu, Y., Xu. L., N. Cheng, L. J. Lin C. W & Zhang. 2000. Inhibitory effect of phycocyanin from *Spirulina platensis* on the growth of human leukemia K562 cells. *Journal of Applied Phycology*, 12(2):125-130.
- Nemerow, N. L. 1991. *Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution*. Second Edition. Van Nostrand Reinhold, New York
- Nur, M.M.A., 2014. Potensi Mikroalga sebagai Sumber Pangan Fungsional di Indonesia (overview). *Jurnal Eksergi*, 11(2), 01 – 06.
- Novrina, R. 2003. *Teknik Kultur Nannochloropsis sp. di Balai Budidaya Lampung*. Lampung: Universitas Lampung.
- Mulia, R. M. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta : Graha Ilmu UIEU - University Press.
- Muyassaroh, Rini Kartika Dewi, dan Dwiana Anggorowati. 2018. *Kultivasi Mikroalga Spirulina platensis dengan Variasi Pencahayaan Menggunakan Lampu TL dan Matahari*. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)* 2018. Pp 381-386.
- Richmond, A. 1988. *Spirulina*. In. M. A. Borowitzka. 1994. *Microalgal Biotechnology*, pp. 85-121. Cambridge University Press. pp. 477
- Richmond, A. 2004. *CRC Handbook of Microalgal Mass Culture*. Florida: CRC Press. page 199-244.
- Rizky Y.A., Raya I., Dali S. 2012. *Penentuan Laju Kepadatan Sel Fitoplankton Chaetoceros Calcitrans, Chlorella Vulgaris, Dunaliella Salina, dan Porphyridium Cruentum*. Skripsi. Jurusan Kimia. Universitas Hasanudin. Makassar.
- Sasson, A. 1997. *Micro Biotechnologies: Recent Developments and Prospects for Developing Countries*. BIOTEC Publication 1/2542. pp. 11-31. Place de Fontenoy, Paris. France. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- Sari, L.A. 2009. *Pengaruh Penambahan FeCl3 terhadap Kepadatan Spirulina platensis yang Dikultur pada Media Asal Blotong Kering*. Universitas Airlangga. Surabaya
- Setyoningrum T.M., Wikasitakusuma V.A., Annisaturreihan., Putra N.I dan Nur M.M.A., 2014. *Evaluasi Rasio C/N*

- pada kultivasi *Spirulina platensis* dengan penambahan molase sebagai sumber karbon organik. Eksergi. 10(2), 30-34.
- Satyantini, W.H dan E. D. Masithah. 2007. Diktat Penuntun Praktikum Budidaya Pakan Alami. Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. hal. 28.
- Suryati, T. 2002. Pelayaran Kebangsaan bagi Ilmuwan Mud(plankton). Jakarta: Direktorat Kelembagaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional bekerja sama dengan Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI
- Sugiyono, 2013, Metodologi penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D. (Bandung:ALFABETA)
- Suminto. 2009. Penggunaan Jenis Media Kultur Teknis Terhadap Produksi dan Kandungan Nutrisi Sel *Spirulina platensis*. Jurnal Saintek Perikanan, 4(2):53- 61.
- Tripanji & Suharyanto. 2001. Optimization Media from Low COH-Nutrient Sources for Growing *Spirulina platensis* and Carotenoid Production. Menara Perkebunan. Bogor. 69(1):18-28.
- Utami, B. L., 2011. Fisiologi Tumbuhan II untuk Mahasiswa Biologi FMIPA dan Pendidikan Biologi. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- Vonshak, A., and T, Lukavsky. 2004. Arthospira (*Spirulina*): Systematics Ecology of Cyanobacteria. Kluwer Academic and Ecophysiology. In: Whitton, A., Potts, M., Eds. The Publishers. Netherlands:505-522.
- Wang, Z.P. and Zhao, Y., 2005. Morphological reversion of *Spirulina* (*Arthospira*) *platensis* (Cyanophyta): from liear to helical. Jurnal Phycol,41, 622-628
- Winasis. 2011. Kepadatan *Spirulina* yang dikultur dengan Pupuk Komersil (Urea, TSP, dan ZA) dan Kotoran Ayam. Skripsi. Bogor : Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Wilde, C. and Benemann, G. 1993. A Culture Method for Microalgae Forms to Studies on Growth and Carotenoid Production. World Journal of Microbiology and Biotechnology. Volume (17):325-329.