South East Asian Marine Science, Vol . 1 No.1 : 1-10
e-ISSN : xxxx-xxxx
Doi:

South East Asian Marine Science
(SEAMAS)
Journal Homepage : https://stedca.com/

Utilization of Sago Liquid Waste Organic Fertilizer as a Culture Medium for *Chlorella* sp. (Arial Narrow 14)

Irwan Effendi[1], Mega Novia Putri[1*], Ulfi Laili Astika[1], Ronal Kurniawan[1]
[1]Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine, Riau University
Bina Widya KM Campus. 12.5, Simpang Baru, Kec. Bina Widya, Pekanbaru, Riau 28293 (11)
Corresponding Author:meganoviaputri15@gmail.com (11)

Article Info
Keywords:
Liquid Waste, Cell Abundance, Microalgae.

Received:
28 July 2023
Accepted :
28 August 2023

Abstract

Chlorella sp. is a microalga that can grow and develop in wastewater media, includingsago liquid waste that is not utilized and becomes a pollution material. This study aims to determine the utilization of sago liquid waste organic fertilizer on the growth of Chlorella sp. This research was conducted in February 2023 at the Marine Biotechnology Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Riau University. The method used was the experimental method, by applying a complete randomized design (CRD) with four treatments and three replicates. The treatments were as follows: T0 (control), T1 (150 ml sago liquid waste), T2 (200 ml), and T3 (250 ml). The initial density of Chlorella sp. was 250 x103 cells/ml, and cell abundance observations were made for 14 days. The parameters observed were cell abundance,specific growth rate, and water quality (temperature and pH). The results showed that the utilization of sago liquid waste affected the abundance of Chlorella sp. 150 ml concentration and gave the best results on cell abundance of 233.33 x103 cells/ml with the peak population occurring on day 9. Water quality during the study was still in the normal range and can be tolerated for the growth of Chlorella sp, namely temperature ranging from 26-31o C and pH 6.2-8.0.

PENDAHULUAN

Pakan ikan adalah salah satu kebutuhan penting yang harus diperhatikan dalam menentukan keberhasilan budidaya. Ketersediaan pakan alami di perairan harus dalam jumlah yang memadai, tepat waktu dan berkesinambungan. Masalah yang sering dihadapi oleh pembudidaya adalah tingginya tingkat mortalitas pada fase larva (Rosyadi *et al.,* 2019). Hal ini disebabkan pada stadia ini cadangan makanan yang berasal dari tubuh (kuning telur) akan habis, sehingga membutuhkan pakan tambahan yang sesuai dengan bukaan mulut dan gizi yang cukup (Priyadi *et al.*, 2010). Pemanfaatan pakan alami, seperti mikroalga dapat dijadikan alternative yang menjanjikan. Menurut Abd El-Hack *et al.* (2019), mikroalga mengandung sekitar 50% protein kasar, profil asam amino yang mirip dengan tepung ikan, asam lemak PUFA yang baik, dan kandungan senyawa bioaktif yang efektif. Salah satu jenis mikroalga yang dapat digunakan sebagai adalah *Chlorella* sp.

Chlorella sp sebagai pakan alami pada stadia larva ikan maupun udang memiliki beberapa keuntungan, seperti pertumbuhan cepat, mengandung protein, lipid, adaptasi yang baik (Nugraha *et al*., 2020), mudah dicerna (Darosman *et al.,* 2019), mudah diperoleh, harga relatif murah, tidak mencemari media pemeliharaan (Buwono *et al.,* 2019), memperbaiki pigmentasi (Sergejevova & Masojidek, 2012), imunostimulan (Zahran & Risha, 2014), meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan (Septian *et al.,* 2017). Menurut Canelli *et al.* (2020), *Chlorella* sp. mengandung karbohidrat berkisar antara 8,5-20.4%, protein 59,6-65,6%, asam lemak 8,4-11,2%. *Chlorella* sp dapat tumbuh dan berkembang pada media air limbah (Alagawany *et al.,* 2021). Mufidah *et al.* (2017) menyatakan bahwa *Chlorella* sp membutuhkan media pemeliharaan yang

mengandung unsur hara makronutrien (C, N, P, S, Na, Mg, dan Ca) dan mikronutrien (Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, V, dan Co).

Chlorella sp sebagai pakan alami pada stadia larva ikan maupun udang memiliki beberapa keuntungan, seperti pertumbuhan cepat, mengandung protein, lipid, adaptasi yang baik (Nugraha *et al*., 2020), mudah dicerna (Darosman *et al.,* 2019), mudah diperoleh, harga relatif murah, tidak mencemari media pemeliharaan (Buwono *et al.,* 2019), memperbaiki pigmentasi (Sergejevova & Masojidek, 2012), imunostimulan (Zahran & Risha, 2014), meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan (Septian *et al.,* 2017). Menurut Canelli *et al.* (2020), *Chlorella* sp. mengandung karbohidrat berkisar antara 8,5-20.4%, protein 59,6-65,6%, asam lemak 8,4-11,2%. *Chlorella* sp dapat tumbuh dan berkembang pada media air limbah (Alagawany *et al.,* 2021). Mufidah *et al.* (2017) menyatakan bahwa *Chlorella* sp membutuhkan media pemeliharaan yang mengandung unsur hara makronutrien (C, N, P, S, Na, Mg, dan Ca) dan mikronutrien (Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, V, dan Co).

Limbah sagu dapat menjadi salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai media pertumbuhan *Chlorella* sp., karena mengandung unsur hara makronutrien seperti nitrogen (N) sekitar 1,2-2,7%, fosfor (P) 0,3-0,6%, kalium (K) 0,5-2,5%, kalsium (Ca) 0,5-1,5%, magnesium (Mg) 0,2-0,5%, dan belerang (S) 0,1-0,3% dari berat kering limbah sagu. Mikronutrien seperti besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), zinc (Zn), boron (B), molibdenum (Mo) (Singhal *in* Lestari, 2013). Menurut Restuhadi *et al*. (2017), 94% limbah cair sagu atau 3,8 juta m^3 per tahun akan menjadi pencemaran air dan tidak termanfaatkan. Pemanfaatan limbah cair sagu untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelimpahan mikroalga telah banyak dilakukan, diantaranya *Chlorella* sp (Fernandiaz *et al.* 2017), isolate LIPI11-2-AL002 (Cyanobacteria) (Sulilaningsih *et al.* 2014)

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah cair sagu sebagai pupuk alternative untuk meningkatkan pertumbuhan *Chlorella* sp.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan pemberian pupuk organik limbah cair sagu terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Februari 2023 di Laboratorium Bioteknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Chlorella* sp, Limbah cair sagu, Air bersih, Pupuk walne. Sedangkan alat yang digunakan adalah wadah kultur berupa botol ukuran 1,5 L, lampu, *erlenmeyer,* aerator, *haemocytometer,* mikroskop Olympus CX21, *hand counter*, pipet tetes, tissue, termometer dan pH indikator.

Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), satu faktor dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Dosis yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan hasil uji pendahuluan, yaitu sebagai berikut:

P0 : 1 ml/L pupuk walne (kontrol)
P1 : 150 ml Limbah Cair Sagu (LCS)
P2 : 200 ml Limbah Cair Sagu (LCS)
P3 : 250 ml Limbah Cair Sagu (LCS)

Persiapan Wadah dan Pupuk Limbah Cair Sagu

Wadah kultur berupa botol volume 1,5 L sebanyak 12 wadah dicuci bersih, dikeringkan dan disterilisasi. Setelah bersih, setiap wadah diisi air sebanyak 1 L dan ditambahkan limbah cair sagu sesuai perlakuan (150 ml, 200 ml, dan 250 ml). Selanjutnya wadah disusun secara acak di bawah lampu dan dilakukan penyettingan aerasi.

Limbah cair sagu diperoleh dari Pabrik Tepung Sagu Selatpanjang Kabupaten Kepulauan Meranti, Riau. Limbah sagu diendapkan sehingga terpisah dari pati sagu. Kemudian air tersebut digunakan sebagai pupuk cair organik dalam kultur *Chlorella* sp.

Perhitungan Chlorella sp.

Kepadatan awal sel *Chlorella* sp. sebanyak 250 x10^3 sel/mL, penghitungan kelimpahan sel dilakuakn setiap hari selama 14 hari. Prosedur penghitungan mengacu pada penelitian Hendra (2019) *Chlorella* sp. yang diamati menggunakan alat bantu hand counter dan *Haemocytometer*. Cara penghitungan kepadatan dari *Chlorella* sp. dengan *Haemocytometer,* yaitu mengambil *Chlorella* sp. pada setiap wadah menggunakan pipet tetes dan diteteskan pada bagian parit yang melintang hingga penuh. Penetesan dilakukan secara hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara di bawah cover glass. Selanjutnya *Haemocytometer* tersebut diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 10x40. Untuk mengetahui kepadatan *Chlorella* sp. dengan cara menghitung sel yang terdapat pada kotak bujur sangkar yang mempunyai sisi 1 mm dan menggunakan alat bantu *hand counter*.

Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan pada awal, tengah, dan akhir. Kualitas air yang diukur meliputi pH dan suhu.

Parameter yang diukur

1. *Kepadatan Sel/ml*

Jumlah sel mikrolaga dapat dihitung dengan rumus kelimpahan sel menurut Armanda (2013) sebagai berikut :

$$Jumlah\ (sel/ml) = \frac{Jumlah\ sel\ pada\ bidang\ pandang\ (n)}{Jumlah\ bidang\ pandang\ (5)}\ x\ 25\ x\ 10^4$$

2. Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik adalah kecepatan pertumbuhan pada populasi dalam satuan waktu tertentu, laju pertumbuhan spesifik dengan rumus (*Wood et al,* 2005).

$$\mu = \frac{Ln\ X2 - Ln\ X1}{t2 - t1}$$

Keterangan :

μ : Laju pertumbuhan spesifik (/ $hari^{-1}$)
X1 : Kepadatan sel awal (sel/ ml)
X2 : Kepadatan sel akhir (sel/ ml)
t1 : Waktu awal sampling (hari)
t2 : Waktu akhir sampling (hari)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan Sel dan Laju Pertumbuhan Spesifik Chlorella sp.

Data yang diperoleh selama penelitian terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kelimpahan *Chlorella* sp. Yang dikultur menggunakan pupuk limbah cair sagu dengan dosis berbeda

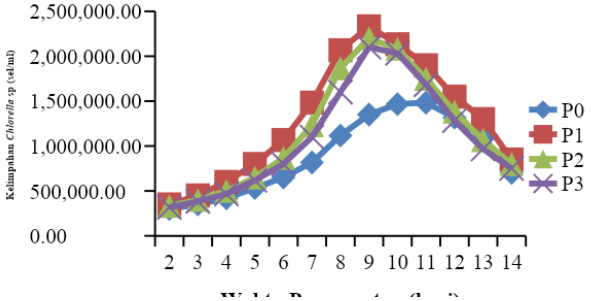
Waktu pengamatan (hari)	Kelimpahan *Chlorella* sp (sel/mL)			
	T0	T1	T2	T3
1	266.667±57.735	283.333±28.868	283.333±57.735	283.333±28.868

2	300.000±50.000	350.000±50.000	333.333±76.376	316.667±125.630
3	350.000±50.000	450.000±50.000	400.000±86.602	383.333±57.735
4	416.667±28.868	600.000±123.288	500.000±50.000	466.667±76.376
5	533.333±57.735[a]	800.000±50.000[c]	650.000±50.000[b]	616.667±28.868[ab]
6	650.000±50.000[a]	1.066.667±28.868[c]	866.667±125.830[b]	800.000±50.000[b]
7	816.667±76.376[a]	1.483.333±28.868[d]	1.233.333±104.083[c]	1.000.000±50.000[b]
8	1.116.667±76.376[a]	2.066.667±28.868[d]	1.866.667±76.376[c]	1.600.000±50.000[b]
9	1.350.000±50.000[a]	2.333.333±57.735[d]	2.200.000±50.000[c]	2.100.000±50.000[b]
10	1.466.667±104.083[a]	2.133.333±28.868[b]	2.083.333±28.868[b]	2.033.333±28.868[b]
11	1.483.333±76.376[a]	1.900.000±50.000[c]	1.750.000±50.000[b]	1.683.333±28.868[b]
12	1.316.667±28.868[a]	1.550.000±50.000[c]	1.373.000±28.868[b]	1.283.333±28.868[a]
13	1.100.000±86.603[a]	1.300.000±50.000[b]	1.066.667±76.376[a]	966.667±76.376[a]
14	700.000±50.000[a]	850.000±50.000[b]	800.000±50.000[ab]	750.000±50.000[ab]

Catatan : Nilai rataan pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05), sementara kolom yang sama diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata (P<0,05).

Kelimpahan *Chlorella* sp. yang diberikan limbah cair sagu tertinggi terjadi pada hari ke-9, yaitu berkisar antara 210,00-233,33 x 10^4 sel/ml. Penambahan limbah cair sagu (LCS) sebanyak 150 ml menghasilkan kelimpahan tertinggi pada hari ke-9, yaitu 233,33x10^4 sel/ml. Sedangkan terendah pada konsentrasi LCS 250 ml, yaitu 210 x 10^4 sel/ml. Selanjutnya pada perlakuan kontrol, puncak populasi terjadi pada hari ke-11 dengan kelimpahan *Chlorella* sp sebesar 148,33 x 10^4 sel/ml. Berdasarkan uji analisis variansi (ANAVA) menunjukkan bahwa kelimpahan sel *Chlorella* sp. yang dikultur menggunakan pupuk organik limbah cair sagu (LCS) memberikan pengaruh nyata (p<0,05).

Pemberian pupuk organic seperti limbah cair sagu (LCS) mampu mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella* sp., yang ditandai dengan adanya peningkatan kelimpahan setiap harinya. Pemberian limbah cair sagu (LCS) mencapai puncak populasi pada hari ke-9. Sedangkan pada media kontrol puncak populasi terjadi pada hari ke-11. Lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kelimpahan sel *Chlorella* sp. dengan Konsentrasi Berbeda

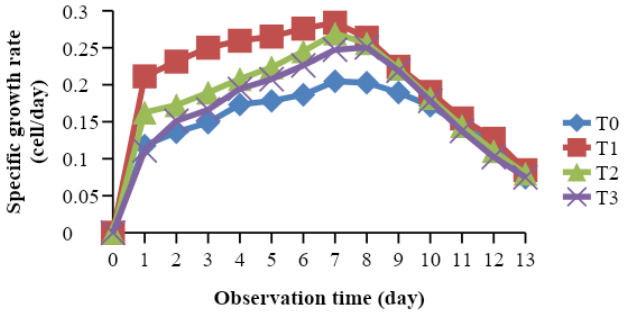
P1 (LCS 150 ml/L air) mampu menghasilkan kelimpahan sel *Chlorella* sp. tertinggi, yaitu 233,33 x 10^4 sel/ml. Hal ini disebabkan oleh limbah cair sagu (LCS) yang diberikan dalam jumlah yang cukup, sehingga *Chlorella* sp. dapat memanfaatkan nutrien dengan baik dan efektif. Sylvester *et al.* (2002) menyatakan bahwa nutrien yang berfungsi sebagai bahan baku akan diserap ke dalam sel dan dimanfaatkan melalui proses metabolism. Nutrient berfungsi sebagai bahan baku, tanpa adanya nutrien proses biosintesis tidak berjalan.

Pada konsentrasi limbah cair sagu (LCS) yang lebih tinggi, yaitu 200 ml (T2) dan 250 ml (T3), menghasilkan kelimpahan *Chlorella* sp. yang lebih rendah, yaitu 220,00 x10^4 sel/ml dan 210,00 x10^4 sel/ml. Hal ini diduga disebabkan karena konsentrasi limbah cair sagu (LCS) yang diberikan melebihi kebutuhan nutrisi sel, sehingga efektivitas pemanfaatan nutrisi semakin rendah dan menghambat pertumbuhan sel *Chlorella* sp. Menurut Hastuti & Handajani (2001), nutrient yang diberikan pada media kultur dalam jumlah berlebih, dapat

bersifat racun dan menghambat pertumbuhan. Munir *et al*. (2017) menyatakan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan tidak menambah laju pertumbuhan melainkan menghambat laju pertumbuhan mikroalga karena mengganggu penyerapan nutrisi yang menjadi racun bagi pertumbuhan *Chlorella* sp. mikroalga *Chlorella* sp. akan tumbuh dengan baik jika nutrisi yang diberikan memenuhi kebutuhan pertumbuhannya. Konsentrasi nutrisi akan mempengaruhi pertumbuhan sel, karena karena kelebihan nutrient dapat menjadi racun bagi organisme perairan (Indriana *et al.*, 2020).

Pada media kontrol (T0) menghasilkan kelimpahan *Chlorella* sp sebesar 148,33 x 10^4 sel/ml lebih rendah dibanding perlakuan lainnya. Hal ini dikarenakan pemberian pupuk yang kurang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan *Chlorella* sp. Prihantini *in* Putra *et al.* (2023) menyatakan apabila pada media kultur mikroalga kekurangan nutrien maka akan mempengaruhi proses fotosintesis dan pertumbuhan sel. Selain itu juga mengakibatkan persaingan dalam memperoleh nutrient yang ada.

Chlorella sp. terdiri dari fase adaptasi, eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian. Setiap fase tersebut mempengaruhi nilai laju pertumbuhan sel *Chlorella* sp. Fase adaptasi pada penelitian ini rata-rata berlangsung dalam waktu 2 hari yaitu pengamatan hari ke-0 sampai ke-2 dan kepadatan sel terus meningkat (Gambar 2). Dahril *et al.* (2020), menyatakan bahwa lama waktu pada fase adaptasi bergantung pada jumlah dan umur inoculum, serta media yang digunakan. Kemampuan adaptasi mikroalga dipengaruhi oleh unsur hara pada media yang dapat menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan sel. Jika salah satu nutrisi tidak tersedia atau jumlahnya terlalu besar, maka dapat menghambat proses reduksi senyawa organik dan pertumbuhan mikroalga tersebut (Rini, 2012).



Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan spesifik *Chlorella* sp. pada masing-masing perlakuan selama 14 hari penelitian

Laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada hari ke-7, sejalan dengan penelitian Tamalonggehe *et al.* (2020), pertumbuhan mikroalga tertinggi terjadi pada hari ke-7. Menurut Balaira *et al.* (2017), fase pertumbuhan mikroalga tertinggi terjadi pada hari ke-9. Perbedaan fase pertumbuhan tertinggi dapat terjadi disebabkan oleh mikroalga mengalami penyesuaian yang bervariasi terhadap media tumbuhnya. Jeheskiel *et al.* (2022), pada proses adaptasi sel-sel memulihkan enzim dan konsentrasi substrat yang diperlukan untuk pertumbuhan, serta masuknya nutrient ke sel mikroalga melalui proses difusi sebagai akibat perbedaan konsentrasi media kultur dengan cairan tubuh.

Fase eksponensial merupakan fase pembelahan sel dimana pada fase ini dibuktikan dengan terjadinya pertumbuhan yang sangat cepat. Menurut Wibowo *et al.* (2017), fase eksponensial diawali dengan terjadinya pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang terjadi terus menerus, fase eksponesial terjadi sampai kepadatan sel mencapai kepadatan maksimal. Pada penelitian ini adanya peningkatan kepadatan sel pada hari ke-1 hingga puncak populasi pada hari ke-9, yang ditandai dengan perubahan warna media kultur menjadi berwarna hijau. Peningkatan nilai laju pertumbuhan dari fase adaptasi sampai fase eksponensial terjadi karena kepadatan sel terus bertambah dari hari ke hari. Pertumbuhan sel berbanding lurus dengan laju pertumbuhan spesifik, karena

pertumbuhan sel yang optimal akan menghasilkan laju pertumbuhan spesifik yang optimal (Sigalingging *et al.,* 2019).

Besarnya laju pertumbuhan pada perlakuan T1, diduga disebabkan karena dosis pemberian pupuk limbah cair sagu sesuai dengan kebutuhan, sehingga dapat dimanfaatkan secara efektif. Dianita *et al.* (2020) menyatakan bahwa awal pertumbuhan nilai laju pertumbuhan spesifik yang tinggi menunjukkan mikroalga memiliki daya adaptasi cepat dan singkat terhadap lingkungan kultur yang baru. Faktor lingkungan dapat menunjang pertumbuhan *Chlorella* sp. Unsur hara mempunyai fungsi khusus pada *Chlorella* dan dicerminkan pada pertumbuhannya tanpa mengabaikan pengaruh keadaan lingkungan (Nuraini *et al.,* 2020). Unsur hara yang terdapat pada pupuk limbah cair sagu di antaranya adalah N,P, dan K sangat penting dalam proses fotosintesis. Pada fase ini, terjadi peningkatan kepadatan sel yang tinggi karena senyawa-senyawa metabolit beserta enzim-enzim yang dibutuhkan sudah tersedia dan diserap secara optimal (Meria *et al.,* 2021).

Laju pertumbuhan mengalami penurunan mulai pada hari ke ke-10 sampai pada hari ke-14. Hal ini disebabkan karena jumlah nutrien dalam media kultur sudah semakin berkurang, namun sel-sel *Chlorella* sp. masih dapat membelah, tetapi jumlahnya tidak sebanyak pada fase eksponensial. Menurut Mahdi *et al.* (2012), nutrien dalam media kultur mikroalga akan berkurang seiring dengan meningkatnya pertumbuhan mikroalga. Sebaliknya, konsentrasi nutrien yang terlalu tinggi dapat menjadi racun dalam media kultur, sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan hara yang rendah (Dianita *et al.,* 2020; Meria *et al.,* 2021).

Kepadatan populasi mengakibatkan peningkatan kompetisi sel atas nutrien yang telah menurun, hal itu menyebabkan laju pertumbuhan juga menurun (Ginting *et al.,* 2022). Selain itu, penurunan laju pertumbuhan selain karena sel mulai mengalami kekurangan nutrisi, juga diakibatkan adanya pembentukan bayangan dari sel mikroalga itu sendiri (*self-shading*). Pembentukan bayangan dari sel *Chlorella* sp berjalan seiring dengan meningkatnya kepadatan sel. Semakin padat jumlah sel menyebabkan penetrasi cahaya pada media kultur semakin terhalangi, mengakibatkan adanya bagian dari media kultur yang tidak menerima cukup cahaya (Nuraini *et al*., 2020). Sudhakar *et al.* (2011) meyatakan bahwa cahaya dibutuhkan oleh *Chlorella* sp dalam proses fotosintesis dan memiliki batas atau kisaran tertentu. Umumnya intensitas cahaya yang besar lebih efektif untuk melakukan proses fotosintesis, akan tetapi tingkat cahaya yang sangat tinggi dapat mengurangi laju proses fotosintesis tersebut. Biolita & Harmadi (2017) menambahkan apabila cahaya yang diserap oleh Chlorella sp. Berkurang menyebabkan fotosintesis berjalan lambat, sehingga mengakibatkan pertumbuhan sel menurun.

Fase selanjutnya adalah fase kematian ditandai dengan menurunnya jumlah kepadatan sel secara drastis. Fase kematian pada mikroalga biasa terjadi ketika umur kultur telah lebih dari seminggu (Novianti *et al.,* 2017). Kelimpahan sel *Chlorella* sp menurun terjadi karena tidak adanya penambahan nutrient baru dari luar media dan nutrient pada media kultur berkurang sampai pada masa tidak mampu mempertahankan pertumbuhan fitoplankton (Taradifa *et al.,* 2022). Menurut Meritasari *et al*. (2012), kematian sel dapat terjadi karena adanya perubahan kualitas air, kondisi lingkungan tidak menguntungkan, umur kultivasi yang lama, dan penurunan nutrisi dalam media kultur.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam proses kultur *Chlorella* sp. pada penelitian ini kualitas air diukur pada awal dan akhir penelitian. Parameter kualitas air yang diukur yaitu suhu dan pH. Data pengamatan parameter kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisaran Nilai Parameter Kualitas Air

No	Parameters	Treatment			
		T0	T1	T2	T3
1	Suhu (°C)	26 - 29	26 - 31	26-30	26-30
2	pH	6,2-8,0	6,5-7,8	6,6-7,7	6,4-7,6

Hasil pengukuran suhu pada media kultur *Chlorella* sp. berkisar antara 27– 31°C. Kisaran suhu ini masih dalam kisaran yang baik untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Kisaran suhu yang masih dapat ditoleransi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp yaitu 25 – 30°C (Mufidah *et al.,* 2017), 20-35°C (Mookiah *et al.,* 2020). Menurut Boroh *et al* . (2019) suhu mempengaruhi suatu stadium daur hidup organisme dan merupakan faktor pembatas penyebaran suatu spesies. Dalam mempertahankan keberlangsungan hidup dan reproduksi secara ekologis perubahan suhu menyebabkan perbedaan komposisi dan kelimpahan *Chlorella* sp.

Derajat keasaman (pH) memiliki peran penting terhadap pertumbuhan populasi sel *Chlorella* sp. pH air media berperan dalam membentuk konsentrasi oksigen dan keseimbangan antara bikarbonat dan karbonat. *Chlorella* sp. berfotosintesis pada kisaran pH 7 – 8 (Boroh *et al.,* 2019). Pada penelitian ini pH yang diperoleh berkisar antara 6,2 – 8. Kisaran pH ini masih dapat ditoleransi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Mookiah *et al.* (2020), *Chlorella* sp. dapat tumbuh pada media yang memiliki pH berkisar antara 4-8.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan limbah sagu sebagai media kultur dengan konsentrasi 150 mL mampu meningkatkan kelimpahan dan laju pertumbuhan spesifik *Chlorella* sp.

DAFTAR PUSTAKA

Abd El-Hack, M.E., Abdelnour, S., Alagawany, M., Abdo, M., Sakr, M.A., Khafaga, A.F., Mahgoub, S.A., Elnesr, S.S., Gebriel, M.G., 2019. Microalgae in modern cancer therapy: current knowledge. *Biomed. Pharmacother,* 111: 42–50.

Alagawany, M., Taha, A.E., Noreldin, A., El-Tarabily, K.A., Abd El-Hack M.E., 2021. Nutritional Applications of Spesies of *Spirulina* and *Chlorella* in Farmed Fish: A Review. *Aquaculture,* 542; 736841

Armanda, D.T., 2013. Pertumbuhan kultur mikroalga diatom *Skeletonema costatum* (Greville) *cleve* isolat jepara pada medium *f*/2 dan medium conway. *Bioma*. 2 (1): 49-63. Pekalongan. p 50.

Balaira, G., Kemer, K., Mantiri, D.M.H., 2017. Pemisahan pigmen pada mikroalga Dunaliella salina yang telah diberi senyawa timbal asetat. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis,* 5(1); 41-49.

Biolita, N.O., Harmadi., 2017. Perancangan Fotobioreaktor Mikroalga *Chlorella vulgaris* untuk Mengoptimalkan Kosentrasi Oksigen (O_2). *Jurnal Fisika Unand*, 6 (3): 296-305.

Boroh, R., Litaay, M., Umar, M.R., Ambeng., 2019. Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Beberapa Kombinasi Media Kultur. *Jurnal Biologi Makasar.* 4(2) : 129-137

Buwono, N.R., Mahmudi, M., Sabtaningsih, S.O., Lusiana, E., 2019. Analysis of Natural Feed Digestion in Koi Fish Larvae. *The Indonesian Green Technology Journal,* 8(1): 11-16. https://doi.org/10.21776/ub.igtj.2019.008.01.03

Canelli, G., Tarnutzer, C., Carpine, R., Neutsch, L., Bolten, C.J., Dionisi, F., Mathys, A., 2020. Biochemical and Nutritional Evaluation of *Chlorella* and *Auxenochlorella* Biomasses Relevant for Food Application. *Frontier in Nutrition,* 7:565996.

Dahril, T., Mulyadi, A., Eddiwan., 2020. A Prospect to Develop *Chlorella* sp. Industry in Riau Province, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 460;012042. https://doi.org/10.1088/1755-1315/460/1/012042.

Darosman, T.C., Muhammadar, A.A., Satria, S., 2019. Effect of Rotifera Enrichment (*Brachionus plicatilis*) with *Chlorella sp.* for Seabass Larvae (*Lates calcarifer*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah,* 4(2): 124-133

Dianita, I., Hasibuan, S., Syafriadiman., 2020. Pengaruh pupuk tauge kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) terhadap kepadatan dan kandungan karotenoid *Dunaliella salina. Jurnal Perikanan dan Kelautan,* 25(1): 18–26.

Fernandiaz, R., Harahap, S., Budijono., 2017. The Effectiveness of Sago Liquid Waste as Nutrient of *Chlorella* sp. Culture in the Peat Water Media. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau,* 4(1): 1-9

Ginting, A.N., Hasan, U., Siswoyo, B.H., 2022. Pemanfaatan kotoran burung puyuh dan pupuk organik cair Azolla pinnata terhadap populasi serta kepadatan sel Spirulina sp. *Jurnal Aquaculture Indonesia,*1(2), 120–130.

Hastuti, D.S., Handajani, H., 2001. *Budidaya Pakan Alami*. Fakultas Peternakan-Perikanan UMM. Malang.

Hendra, N., 2019. *Pengaruh Perbedaan Fotopriode pada Kultur Chlorella sp. dengan Sistem Fotobioreaktor Kontinu. Skripsi.* Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau, Pekanbaru. 24 p.

Indriana, N., Idris, M., Ruslaini., Abidin, L.O.B., Aslan, L.O.M., 2020. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik Cair Lemna (*Lemna minor*) yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan.* 5(1) : 1-12

Jeheskiel, A.V., Kemer, K., Mantiri, D.M.H., Paulus, J., Rompas, R.M., Khreekhoff, R., 2022. Effect of Lead Acetat ($Pb(CH_3COO)_2$ on the Growth of Marine Microalgaes Chlorella vulgaris (Beijerink, 1890). *Jurnal Ilmiah Platax,* 10(2): 363-370.

Lestari, S., 2013. *Profil Pertumbuhan dan Analisis Kandungan Karbohidrat, Protein dan Lipid Mikroalga Hijau-Biru pada Medium Af-6 dengan Penambahan Substrat Limbah Ampas Sagu*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.

Mahdi, M.Z., Titisari, Y.N., Hadiyanto, H., 2012. Evaluasi Pertumbuhan Mikroalga dalam Medium Pome: Variasi Jenis Mikroalga, Medium, dan Waktu Penambahan Nutrient. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1): 312-319

Meria, R., Widya, P., Ilham Z., 2021. Teknik kultur Nannochloropsis sp. skala laboratorium di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Ujung Batee, Aceh Besar. *Kenanga (Journal of Biological and Applied Biology),* 1(1): 1–9.

Meritasari, D., Mubarok, A.S., Sulmartiwi, L., Masithah, E.D., 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Limbah Ikan Lemuru (*Sardinella* sp.) dengan Dosis yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 1 (4)*

Mookiah, V.P., Kasimani, R., Pandian, S., Asokan, T., 2020. Study on the Effects of Initial pH, Temperature, and Agitation Speed on Lipid Production by *Yarrowia lipolytica* and *Chlorella vulgaris* using Sago Wastewater as a Substrate. *Tierärztliche Praxis,* 40: 692-703

Mufidah, A., Agustono., Sudarno., Nindarwi, D.D., 2017. Teknik Kultur *Chlorella* Sp. Skala Laboratorium dan Intermediet di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health.* 7(2) : 50-56.

Munir, F., Hariyati, R., Wiryani, E., 2017. Pengaruh Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Chick dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Biologi*, 6(2): 84-92.

Novianti, T., Zainuri, M., Widowati, I., 2017. Studi tentang Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris* yang Dikultivasi Berdasarkan Sumber Cahaya yang Berbeda. *Mangifera Edu: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi,* 1(2): 1-8

Nugraha, S., Ekasari, J., Junior, M.Z., Widanarni., 2020. Digestive System and Growth Performance of African Catfish Larvae *Clarias gariepinus,* (Burchell, 1822) Maintained with Biofloc Technology with the Addition of *Chlorella* sp. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 20(3): 297-306.

Nuraini., Sukendi., Simanjuntak, L.M., 2020. The Effect of use of Liquid Organic Fertilizer of Turi Putih (*Sesbania grandiflora*) Leaves with Different Doses of Population Density and Growth Rate of Chlorella sp. *Berkala Perikanan Terubuk,* 48(3): 1-8

Priyadi, A., Kusrini, E., Megawati, T., 2010. Perlakuan Berbagai Jenis Pakan Alami untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Sintasan Larva Ikan Upside Down Catfish (*Synodontis nigriventris*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, 2010. Jakarta. 749-754 p.

Putra, S.K., Marten, T.W., Yuniarti, E., Handayuni, L., 2023. Potentia of Chlorella sp as a Bioremediation Agent in Tofu Liquid Waste: Literature Review. *Jurnal Biologi Tropis,* 23(1): 140-146.

Restuhadi, F., Zalfiatri, Y., Pringgondani, D.A., 2017. Symbiotic Mutualism of Starbact and Microalgae Chlorella sp. in Reducing Pollution from Sago Milling Effluent. *Jurnal Imu Lingkungan,* 11(2): 140-153

Rini, I.S., 2012. *Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan dan Kadar Lipid Chlorella sp.* Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.

Rosyadi., Agusnimar., Melati, H., 2019. Pemberian POC dengan Rentang Waktu Berbeda terhadap Kelimpahan *Chlorella* sp. *Jurnal Dinamika Pertanian,* 27(3): 171-178.

Septian, H., Hasan, H., Farida., 2017. Natural Feeding Artemia sp, Chlorella sp, and Tubifex sp to Growth and Survival Larvae Fish Comet (*Carassius auratus*). *Jurnal Ruaya,* 5(2): 21-27.

Sergejevova, M., Masojidek, J., 2012. Chlorella biomass as feed supplement for freshwater fish: sterlet, Acipenser ruthenus. *Aquac. Res.* 44: 157–159.

Sigalingging FA., Padil., Muria, S.R., 2019. Kultivasi Mikroalga Menggunakan Media Af6 Berdasarkan Perbedaan Volume Solution A Media Af6. *Jom FTEKNIK.* 6(1) : 1-5.

Sudhakar, K., Suresh, S., Premalatha, M., 2011. An Overview of CO_2 Mitigation using Algae Cultivation Technology. *International Journal of Chemical Research,* 3(3): 110-117.

Susilaningsih, D., Lestari, S., Kusnadi., Hidayat, T., Susanti, H., 2014. Sago Waste Eficacy as Nutrition Rich Substrate for Microalgae LIPI11-2-AL002 Isolate. *Berita Biologi,* 13 (3): 301-307

Sylvester, B.D., Nelvy, D., Sudjiharno., 2002. *Persyaratan budidaya fitoplankton. Budidaya Fitoplankton & Zooplankton.* Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Departemen Kelautan dan Perikanan, 10:24-36.

Tamalonggehe, J., Kemer, K., Paransa, D.S.A.J., Mantiri, D.M.H., Kawung, N.J.,Undap, S.L., 2020. Efek Senyawa Timbal Asetat Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Pigmen Klorofil Mikroalga Dunaliella sp. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis,* 8(2): 1-10.

Taradifa, S., Hasibuan, S., Syafriadiman., 2022. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair *Azolla* Sp. Terhadap Kepadatan Sel *Chlorella* sp. *Jurnal Riset Akuakultur.* 17(2) : 85-93

Wibowo A.L., Mutiara D., Anggraini I.Y., 2017. Penggunaan Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi dari *Azolla Pinnata* Terhadap Kepadatan Sel *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan,* 12(1): 56-65.

Wood, A.M., Everroad, R.C., Wingard, L.M., 2005. *Measuring Growth Rates in Microalgal Cultures.* Algal Culturing Techniques. pp 269-285. https://dx.doi.org/10.1016/B978-012088426-1/50019-6

Zahran, E., Risha, E., 2014. Modulatory role of dietary *Chlorella vulgaris* powder against arsenic-induced immunotoxicity and oxidative stress in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Shellfish Immunol.* 41: 654–666.