

**PENGARUH PEMBERIAN AMONIA DENGAN DOSIS BERBEDA
TERHADAP PERTUMBUHAN FITOPLANKTON *Nannochloropsis* sp
SKALA LABORATORIUM**

***THE EFFECT OF AMMONIA WITH DIFFERENT CONCENTRATION
ON GROWTH RATE OF PHYTOPLANKTON *Nannochloropsis* sp
IN LABORATORY SCALE***

Rosti Omairah¹⁾, Gusti Diansyah^{2*)} dan Fitri Agustriani²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
Email: diansyah.gusti@gmail.com

²⁾ Jurusan Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia
Registrasi : 26 April 2017 ; Diterima setelah perbaikan : 24 Januari 2018
Disetujui terbit : 9 Maret 2018

ABSTRAK

Permasalahan lingkungan hidup salah satunya di sebabkan adanya limbah amonia dalam konsentrasi tinggi. Kandungan nitrogen pada amonia juga berpotensi sebagai sumber hara untuk pertumbuhan mikroalga. *Nannochloropsis* sp merupakan salah satu jenis mikroalga yang memiliki banyak manfaat dan juga bisa menyerap unsur N. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh pemberian amonia dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan (A-G) dan 3 kali pengulangan. Perlakuan A merupakan perlakuan tanpa pemberian amonium sulfat, perlakuan B memiliki dosis Amonium Sulfat 5 mg/l, dan perlakuan C-G berturut-turut memiliki dosis Amonium Sulfat 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, 40 mg/l, dan 50 mg/l dengan dosis TSP 10 mg/l untuk setiap perlakuan. Kepadatan populasi, laju pertumbuhan dan waktu generasi *Nannochloropsis* sp. dianalisis dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan pemberian amonia dengan dosis berbeda memberikan pengaruh terhadap kepadatan populasi, laju pertumbuhan dan waktu generasi. Kepadatan populasi *Nannochloropsis* sp tertinggi terdapat pada perlakuan G dengan nilai 4205,00 104 sel/ml pada hari ke 9. Laju pertumbuhan tertinggi didapat dari perlakuan G dengan nilai 0,47 sel/ml/hari. Waktu generasi tercepat didapat pada perlakuan G yaitu 1,48 jam. Konsentrasi yang semakin tinggi meningkatkan kepadatan populasi, laju pertumbuhan dan waktu generasi *Nannochloropsis* sp.

Kata Kunci : Amonia, kepadatan populasi, laju pertumbuhan, *Nannochloropsis* sp., waktu generasi

ABSTRACT

The enviromental problems could be proposed by high concentration of ammonia in the waters. Ammonia nitrogen has been potentially used by microalgae as a source of nutrient. Nannochloropsis sp is one of microalgae that has many benefits and can also absorb the elements of N. This research aimed to determine the influence of ammonia with different

concentration on the growth of *Nannochloropsis* sp. The methods was used Completely Random Design (CRD) with 7 treatments (A-G) and 3 repetitions. Treatment A was a treatment without the administration of ammonium sulfate, treatment B had a concentration of ammonium sulfate 5 mg/l, and the treatment of C-G respectively of 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, 40 mg/l, and 50 mg/l ammonium sulfate with a concentration of 10 mg/l TSP to each treatments. Population density, growth rate and generation time of *Nannochloropsis* sp were analyzed with Real Honest Difference (RHD) test at the 5% level. The results showed that distribution of ammonia with different concentration affected the population density, growth rate and generation time. The highest population density of *Nannochloropsis* sp was occurred with 4205,00 104 cells/ml on 9th day in G treatments, the highest growth rate was obtained with 0,47 cells/ml/day in G treatment, and the fastest of generation time was obtained of 1.48 hours in the G treatment. Higher concentration increased the population density, growth rate and generation time of *Nannochloropsis* sp.

KEYWORDS: Ammonia, generation time, growth rate, *Nannochloropsis* sp., population density

1. PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan hidup salah satunya mengenai adanya limbah hasil buangan industri dalam jumlah yang besar. Salah satu bahan kimia yang umum terkandung dalam buangan limbah industri di perairan yakni amonia. Kehadiran amonia yang tinggi di suatu perairan dapat berpengaruh terhadap kondisi lingkungan dan biota di sekitarnya karena kadar amonia yang tinggi dapat bersifat korosif.

Sehingga menyebabkan gangguan pada biota air seperti ikan, di samping itu amonia mengandung nutrisi berupa nitrogen yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber hara

bagi pertumbuhan mikroalga dalam kultur (Efendi, 2003). Amonia yang mengandung nutrisi berupa nitrogen ini dapat diterapkan dalam bentuk garam-garam amonium, seperti amonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dalam pertumbuhan mikroalga (Parnata, 2004).

Kehadiran mikroalga berupa fitoplankton yang potensial seperti *Nannochloropsis* sp yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar nabati (Biofuel), karena kandungan minyak sebesar 68%, sebagai pakan larva dan juvenil ikan laut, karena kandungan vitamin B12,

Eicosapentaenic (EPA) sebesar 30,5% serta dapat menyerap dan memanfaatkan senyawa amonia (NH_3) untuk sumber hara nitrogen dalam media pertumbuhannya ini menjadi dasar adanya kultur mikroalga yang berfungsi untuk menyediakan fitoplankton dalam jumlah yang banyak (Fulks and Main, 1991 dalam BBPBL, 2007).

Kajian tersebut dapat menjadi dasar asumsi bahwa laju pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. akan dipengaruhi oleh tingginya unsur nitrogen pada medium kulturnya. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan unsur hara (Amonium Sulfat dan TSP) sebagai medium kultur dengan konsentrasi Amonium sulfat yang berbeda. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat potensi *Nannochloropsis* sp dalam pemanfaatan medium tumbuhnya berupa amonium sulfat dengan konsentrasi yang berbeda, sehingga dapat dimanfaatkan dalam mengurangi kadar amonia berlebih di suatu perairan.

2. BAHAN dan METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Juli 2016, di Laboratorium Zooplankton Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut (BBPBL), Desa Hanura,

Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

$$G = \frac{t}{3,3 (\log Nt - \log No)}$$

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dengan menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang terdiri dari 7 perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga terdapat 21 satuan percobaan. Masing-masing perlakuan :

- A (kontrol) : 0 mg/l Amonium Sulfat; 10 mg/l TSP
- B : 5 mg/l Amonium Sulfat; 10 mg/l TSP
- C : 10 mg/l Amonium Sulfat; 10 mg/l TSP
- D : 20 mg/l Amonium Sulfat; 10 mg/l TSP
- E : 30 mg/l Amonium Sulfat; 10 mg/l TSP
- F : 40 mg/l Amonium Sulfat; 10 mg/l TSP
- G : 50 mg/l Amonium Sulfat; 10 mg/l TSP

Perlakuan A dipilih sebagai kontrol dalam mengetahui pengaruh pemberian amonia terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Pemberian amonia dilakukan dengan dosis yang berbeda berdasarkan masing - masing perlakuan pada proses kultur *Nannochloropsis* sp.

Pengamatan kepadatan *Nannochloropsis* sp. dilakukan setiap hari yaitu 1 kali selama 24 jam dimulai dari hari ke-0 hingga pertumbuhan mengalami penurunan. Kepadatan sel dihitung dengan $N \times 10^4$ sel/ml, di mana N adalah jumlah *Nannochloropsis* sp. yang tercacah di bawah mikroskop. Laju pertumbuhan harian dihitung dengan persamaan yang digunakan oleh Kurniastuty dan Julinasari (1995) :

$$g = \frac{\ln Nt - \ln No}{\Delta t}$$

Keterangan :

- g = laju pertumbuhan harian(sel/ml/hari)
- Δt = waktu (hari) atau waktu dari No ke Nt
- No = kepadatan awal (sel/ml)
- Nt = kepadatan akhir (sel/ml)

Waktu generasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Hadioetomo *et al.* (1986):

Keterangan :

- G = waktu generasi atau waktu penggandaan (jam)
- t = waktu dari No ke Nt (hari)
- Nt = kepadatan atau jumlah sel pada waktu t (sel/ml)
- No = kepadatan atau jumlah sel awal (sel/ml)

Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang digunakan sesuai dengan Hanafiah (1991) :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon$$

Keterangan :

- Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = nilai rata-rata umum ε = pengaruh galat percobaan pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

Analisis data penelitian menggunakan Uji Barlett yang dilanjutkan dengan Analysis of Variance satu arah (*anova one way*) dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% untuk untuk mengetahui signifikansi pengaruh perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lain atau dengan kata lain sebagai pembandingan dari pengaruh perlakuan dengan jumlah yang besar.

Pengukuran kualitas media kultur seperti suhu, salinitas, intensitas cahaya, pH (derajat keasaman) dan kadar oksigen terlarut (DO) dilakukan setiap 3 hari sekali dimulai saat awal kultur hingga akhir penelitian yang sesuai dengan kondisi normal lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan *Nannochloropsis* sp

Hasil penelitian yang diperoleh setelah dilakukan kultur *Nannochloropsis* sp. selama 9 hari dengan perlakuan menggunakan amonia dalam bentuk amonium dengan

Rosti Omairah *et al.*
 Pengaruh Pemberian Amoniak Dengan Dosis Berbeda
 Terhadap Pertumbuhan Fitoplankton *Nannochloropsis* sp
 Skala Laboratorium

dosis yang berbeda, menghasilkan kepadatan sel *Nannochloropsis* sp tertinggi pada hari yang berbeda. Kepadatan puncak untuk masing-masing perlakuan A,B,C,D dan E dicapai pada hari ke-6 dengan kepadatan maksimum rata - rata 2140,00x10⁴ sel/ml untuk perlakuan A, 2811,67x10⁴ sel/ml untuk perlakuan B, 3156,67x10⁴ sel/ml untuk perlakuan C, 3538,33x10⁴ sel/ml untuk perlakuan D, dan 3881,67x10⁴ sel/ml untuk perlakuan E. Kepadatan maksimum perlakuan F dan G didapat pada hari ke-7 dengan kepadatan maksimum rata-rata sebesar

4085,00x10⁴ sel/ml untuk perlakuan F, dan 4205,00x10⁴ sel/ml untuk perlakuan G. (Tabel 1).

Perbedaan jumlah kandungan amonia sebagai nutrisi berupa nitrogen ini memiliki pengaruh besar terhadap kepadatan sel yang didapat (Tabel 2), sehingga semakin besar nutrisi yang diberikan, maka kepadatan sel *Nannochloropsis* sp nya pun akan semakin meningkat. Nutrien pada media pemeliharaan merupakan komponen yang paling penting dalam pertumbuhan mikroalga.

Tabel 1. Kepadatan rata-rata populasi *Nannochloropsis* sp (x 10⁴ sel/ml) pada masing-masing perlakuan selama 9 hari

Hari	Perlakuan (x 10 ⁴ sel / ml)						
	A	B	C	D	E	F	G
0	400	400	400	400	400	400	400
1	625,00	820,00	926,67	1021,67	1111,67	1125,00	1146,67
2	920,00	2005,00	2123,33	2275,00	2475,00	2686,67	2885,00
3	1415,00	2385,00	2435,00	2548,33	2756,67	2976,67	3251,67
4	1770,00	2518,33	2596,67	2793,33	3213,33	3471,67	3715,67
5	1980,67	2673,33	2816,67	3131,67	3476,67	3711,67	3910,00
6	2140,00	2811,67	3156,67	3538,33	3881,67	4036,67	4186,67
7	2112,33	2803,33	3093,33	3503,33	3866,67	4085,00	4205,00
8	2076,67	2451,67	2758,33	3253,33	3453,33	3666,67	3826,67
9	1921,67	2361,67	2690,00	3088,33	3310,00	3440,00	3640,00

*Angka tebal menunjukkan kepadatan maksimum populasi *Nannochloropsis* sp

Ketersediaan nutrisi yang cukup akan menghasilkan pertumbuhan dan nilai kepadatan yang tinggi (Shiharan *et al.*,1990 dalam Widianingsih *et al.*, 2008).

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan yang diikuti oleh huruf yang

berbeda tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Sedangkan pada hasil di atas tidak menunjukkan terlihat bahwa huruf yang didapat sama dengan huruf dari setiap perlakuan, oleh karena itu dapat dikatakan bahwa masing-masing perlakuan memberikan pengaruh nyata

terhadap kepadatan maksimum *Nannochloropsis* sp.

Tabel 2. Pengaruh Pemberian Dosis Amonia yang Berbeda dengan Kepadatan Maksimum *Nannochloropsis* sp.

Perlakuan	Kepadatan maksimum (x 10 ⁴ sel/ml)	Notasi
A	2112,33	a
B	2803,33	b
C	3093,33	c
D	3503,33	d
E	3866,67	e
F	4085,00	f
G	4205,00	g

*Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Laju Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp

Laju pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp disajikan pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa perlakuan G memiliki laju pertumbuhan harian tertinggi yaitu 0,47 sel/ml/hari, sedangkan perlakuan A memiliki laju pertumbuhan terendah yaitu dengan nilai 0,33 sel/ml/hari. Dengan demikian, perlakuan G merupakan komposisi amonia terbaik untuk pencapaian laju pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp tertinggi. Perbedaan laju pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp ini

Tabel 4. Pengaruh Pemberian Amonia dengan dosis berbeda terhadap waktu generasi (jam) *Nannochloropsis* sp pada saat maksimum populasi

dikarenakan kemampuan sel saat menyerap unsur nutrisi yang terdapat di dalam media kultur.

Nutrisi nitrogen dipilih pada penelitian ini karena perannya bagi pertumbuhan dan pembentukan kandungan essensial yang sangat penting. Selain itu, pemanfaatan nutrisi nitrogen pada limbah berupa amonia akan mengalami penurunan karena adanya konsumsi oleh alga sebagai sumber nutrisi, dimana penurunan tersebut akan dimanfaatkan sebagai pengolahan atau treatment pada pengolahan limbah domestic sehingga limbah tersebut memenuhi nilai ambang batas atau baku mutu yang aman bagi lingkungan hidup.

Tabel 3. Pengaruh Pemberian Amonia dengan dosis berbeda terhadap laju pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp pada saat maksimum populasi

Perlakuan	Laju Pertumbuhan Harian (sel/ml/hari)	Notasi
A	0,33	a
B	0,39	b
C	0,41	c
D	0,43	d
E	0,45	ef
F	0,46	fg
G	0,47	g

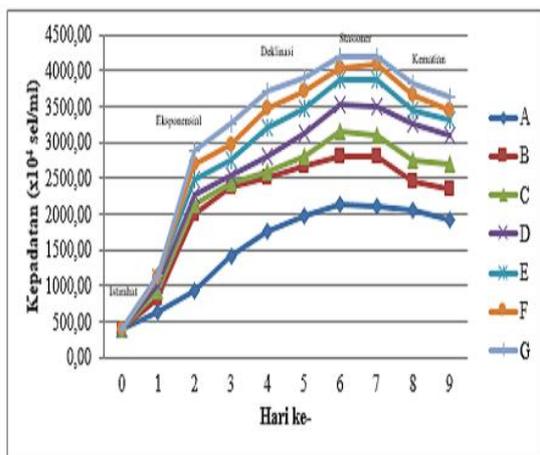
Perlakuan	Waktu generasi (jam)	Notasi
A	2,10	g
B	1,79	f
C	1,71	e
D	1,61	d
E	1,54	c
F	1,50	b
G	1,48	ab

Hasil penelitian pada Tabel 4 menunjukkan nilai waktu generasi (jam) tercepat adalah perlakuan G dengan nilai 1,48 jam, sedangkan yang terlama ditunjukkan oleh perlakuan A (tanpa pemberian amonia) dengan nilai 1,86 jam. Tabel 4 menunjukkan bahwa setiap perlakuan menunjukkan pengaruh yang saling berbeda nyata dengan tidak diikuti oleh huruf yang sama antar perlakuan. Pertumbuhan jumlah populasi dengan waktu generasi yang lebih rendah menghasilkan populasi yang lebih cepat karena waktu yang diperlukan untuk pembelahan sel menjadi lebih singkat, sehingga pencapaian kepadatan maksimumnya pun menjadi lebih cepat. Oleh karena itu perlakuan G dengan dosis amonia 50 mg/l dipilih sebagai perlakuan terbaik karena memiliki waktu generasi yang paling cepat dibanding perlakuan yang lainnya. Pencapaian waktu generasi yang cepat memerlukan laju pertumbuhan yang lebih tinggi juga.

Fase Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp

Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp mengalami beberapa tahap atau fase seperti terlihat pada Gambar 1.

Nitrogen sangat berperan sebagai penyusun senyawa protein dalam sel dan merupakan bagian penting dari klorofil (Corsini and Kardys, 1990 dalam Purwitasari *et al.*, 2012).



Gambar 1. Grafik kepadatan sel *Nannochloropsis* sp selama 9 hari

Perlakuan A sebagai kontrol mengalami fase eksponensial yang relatif cepat, sedangkan pada perlakuan G dengan dosis amonia yang tinggi mengalami fase eksponensial yang relatif lama, hal ini dikarenakan semakin besar nutrisi yang dipakai mikroalga untuk pertumbuhannya.

Kualitas Air Media Kultur *Nannochloropsis* sp

Mata *et al.* (2010) menjelaskan bahwa ada beberapa faktor abiotik dan biotik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Pengaruh faktor abiotik antara lain cahaya (kualitas dan kuantitas), suhu, nutrisi, oksigen (O₂), karbondioksida (CO₂), pH dan salinitas. Hasil pengukuran kualitas air kultur *Nannochloropsis* sp dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil rata-rata pengukuran kualitas air kultur *Nannochloropsis* sp

Variabel				
Suhu (°C)	Salinitas (‰)	DO (mg/l)	pH	Intensitas cahaya (Lux)
26,32	25	5,32	7,9	1.550
25,8	26	5,54	7,9	1.690
25,52	27	5,44	8	1.820
25,18	28	5,34	8	1.950
25-32 °C	25-35 ‰	>5 mg/l	7,8- 8,3	Intensitas cahaya
Suriawiria (1985)	BBPBL (2007)	(BBPBL,2007)	(Kimball, 1994)	500-10.000 lux
dalam BBPBL (2007)			BBPBL, 2007)	(Barus, 2004)

Romimohtarto dan Juwana (2001) mengungkapkan bahwa suhu akan mempengaruhi daya larut gas gas yang diperlukan untuk fotosintesis seperti CO₂. Gas ini mudah larut pada suhu rendah dibandingkan suhu yang tinggi, akibatnya kecepatan fotosintesis ditingkatkan oleh suhu rendah. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) *Nannochloropsis* sp merupakan organisme yang hidup di dalam air, salinitas menjadi factor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan *Nannochloropsis* sp. Apabila salinitasnya terlalu tinggi ataupun terlalu rendah akan menyebabkan tekanan osmosis di dalam sel menjadi lebih rendah atau lebih tinggi sehingga aktivitas sel dapat terganggu.

Oksigen terlarut merupakan faktor yang sangat penting di dalam ekosistem perairan,

terutama sangat dibutuhkan fitoplankton dalam proses respirasinya. Sumber utama oksigen dalam air laut adalah dari udara melalui proses difusi dan proses fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya pada siang hari. pH atau derajat keasaman dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga serta dapat mengubah ketersediaan nutrient dan mempengaruhi fisiologi selnya. pH atau derajat keasaman ini dapat menggambarkan jumlah ion hydrogen dalam suatu media kultur.

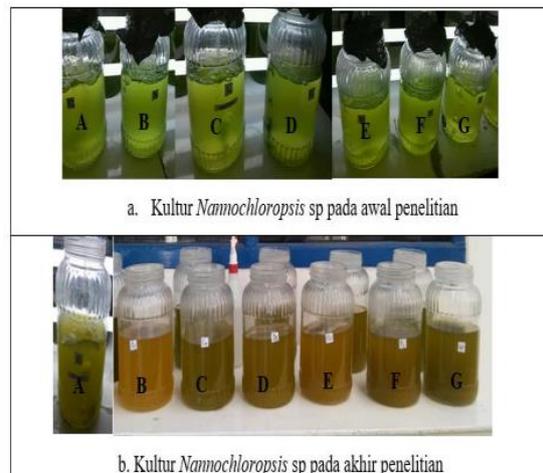
BBPBL (2007) menjelaskan bahwa fitoplankton merupakan organisme autotrof yang mampu membentuk senyawa organik dari senyawa-senyawa anorganik melalui proses fotosintesis, dengan demikian cahaya mutlak diperlukan sebagai sumber energinya.

Berdasarkan hasil pengukuran, rata-rata kisaran suhu, salinitas, ph, DO dan intensitas cahaya dari media kultur pada penelitian ini masih layak dan baik untuk mendukung proses metabolisme sel *Nannochloropsis* sp selama kultur. Secara visual, terdapat perbedaan warna dari *Nannochloropsis* sp pada awal penelitian dan akhir penelitian. Pada awal penelitian setiap perlakuan memiliki warna yang hijau sesuai kelas *Nannochloropsis* sp yaitu kelas Chlorophyceae (Gambar 2).

Gambar 2 memperlihatkan perbedaan warna pada setiap perlakuan, dimana semakin tinggi dosis amonium sulfat yang diberikan maka akan menyebabkan semakin tingginya kepadatan sel *Nannochloropsis* sp sehingga menghasilkan warna hijau yang lebih pekat.

Pada akhir penelitian (Gambar 2b) warna hijau pada setiap perlakuan semakin memudar. Memudarnya hasil akhir dari penelitian ini disebabkan oleh berkurangnya kepadatan *Nannochloropsis* sp pada akhir pengkulturan. Octhreeani et al. (2014) menjelaskan bahwa kandungan pigmen yang berwarna hijau yang sangat pekat, menunjukkan bahwa *Nannochloropsis* sp memiliki jumlah klorofil yang tinggi disertai kepadatannya dalam waktu sangat cepat dan tinggi.

Tinggi rendahnya kandungan klorofil fitoplankton ini ditentukan oleh banyak sedikitnya sel fitoplankton yang mempunyai bagian bagian dinding sel yang berklorofil, sehingga kandungan klorofil akan meningkat atau berkurang seiring dengan meningkatnya dan berkurangnya kepadatan fitoplankton dalam kultur tersebut (Sutomo, 1991 dalam Octhreeani et al. 2014).



Gambar 2. Kultur Awal dan Akhir Penelitian

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai kultur *Nannochloropsis* sp dengan pemberian dosis amonia yang berbeda ini yakni sebagai berikut :

1. Kepadatan maksimum sel *Nannochloropsis* sp didapatkan pada perlakuan G dengan dosis amonia 50 mg/l pada hari ke-7 sebesar $4205,00 \times 10^4$ sel/ml, sedangkan laju pertumbuhan harian tertinggi diberikan oleh perlakuan G dengan dosis amonia 50 mg/l yaitu sebesar 0,47 sel/ml/hari.
2. Pemberian amonia dengan dosis yang berbeda ini memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan dan kepadatan sel maksimum *Nannochloropsis* sp.
3. Konsentrasi optimum pada perlakuan G menunjukkan hasil kepadatan tertinggi dan laju pertumbuhan tercepat selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [BBPBL] Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. 2007. Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton. Lampung : Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius
- Hadieotomo, Imas RS, Tjittrosomo TSS, Angka SL. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi I. Jakarta : UI-Press.
- Hanafiah, M.s. 1991. Rancangan percobaan. Teori dan aplikasi. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Isnansetyo A, Kurniastuty.1995. Teknik Kultur Fitoplankton dan Zooplankton. Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Kurniastuty, Julinasari D. 1995. Kepadatan Populasi Alga *Dunaliella* sp pada Media Kultur yang Berbeda. Lampung : Balai Budidaya Laut. Buletin Budidaya Laut No 9.
- Mata, T.M., A.A Martins dan N.S Caetona. 2010. Microalgae for Biodiesel Production and Other Applications : A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 14: 217-232.
- Octhreeani, A.M, Supriharyono, Prijadi Soedarsono. 2014. Pengaruh Perbedaan Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Dilihat dari Kepadatan Sel dan Klorofil α pada Skala Semi Massal . Diponegoro Journal Of Maquares. Vol 3 (2) : hlm 102-108.
- Parnata AS. 2004. Pupuk Organik Cair. Aplikasi dan Manfaatnya. Depok : Agromedia Pustaka.
- Purwitasari, A.T, Moch. Amin Alamsjah, Boedi Setya Rahardja. 2012. Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (Asam-2,4 Diklorofenoksiasetat) Terhadap *Nannochloropsis* oculata. Journal of Marine and Coastal Science. Vol 1(2). Hlm 61 – 70.
- Romimohtarto K, Juwana S. 2001. Biologi Laut. Jakarta: Penerbit Djambatan. Hlm 36-39
- Widianingsih, Ali Ridho, Retno Hartati, Harmoko. 2008. Kandungan Nutrisi *Spirulina platensis* yang Dikultur pada Media yang Berbeda. Ilmu Kelautan. Vol. 13 (3) : 167 – 170.