

**PENGARUH PEMBERIAN AMONIAK 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 Diansyah²⁾, dan Fitri Agustriani²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

²⁾Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

Email: Rostiomairah@gmail.com

Registrasi: 1 April 2018; Diterima setelah perbaikan: 14 Juli 2018;

Disetujui terbit : 26 September 2018

ABSTRAK

Permasalahan lingkungan hidup salah satunya di sebabkan adanya limbah amoniak dalam konsentrasi tinggi. Kandungan nitrogen pada amoniak 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 amoniak 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 amoniak 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 : Amoniak, 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 amoniak. Kehadiran amoniak yang tinggi di suatu perairan dapat berpengaruh terhadap kondisi lingkungan dan biota di sekitarnya karena kadar amoniak yang tinggi dapat bersifat korosif.

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

pertumbuhan mikroalga dalam kultur (Efendi, 2003). Amoniak yang mengandung nutrisi berupa nitrogen ini dapat diterapkan dalam bentuk garam-garam amonium, seperti amonium sulfat (NH₄)₂SO₄ 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,

Eicosapentaenoic (EPA) sebesar 30,5% serta dapat menyerap dan memanfaatkan senyawa amoniak (NH₃) 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 amoniak berlebih di suatu perairan.

2. BAHAN DAN METODE

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. 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 yaitu 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) dan G (50 mg/l Amonium Sulfat; 10 mg/l TSP). Perlakuan A dipilih sebagai kontrol dalam mengetahui pengaruh pemberian amoniak terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Pemberian amoniak 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):

$$g = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{\Delta t}$$

Keterangan :

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

Δt = waktu (hari) atau waktu dari N_0 ke N_t

N_0 = kepadatan awal (sel/ml)

N_t = kepadatan akhir (sel/ml)

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

$$G = \frac{t}{3,3 (\log N_t - \log N_0)}$$

Keterangan :

G = waktu generasi atau waktu penggandaan (jam)

t = waktu dari N_0 ke N_t (hari)

N_t = kepadatan atau jumlah sel pada waktu t (sel/ml)

N_0 = 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 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 amoniak dalam bentuk amonium dengan 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 2140,00 x 10⁴sel/ml untuk perlakuan A, 2811,67 x 10⁴sel/ml untuk perlakuan B, 3156,67 x

10⁴sel/ml untuk perlakuan C, 3538,33 x 10⁴sel/ml untuk perlakuan D, dan 3881,67 x 10⁴sel/ml untuk perlakuan E. Kepadatan maksimum perlakuan F dan G didapat pada hari ke-7 dengan kepadatan maksimum rata-rata sebesar 4085,00 x 10⁴sel/ml untuk perlakuan F, dan 4205,00 x 10⁴sel/ml untuk perlakuan G.

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

Perbedaan jumlah kandungan amoniak sebagai nutrisi berupa nitrogen ini memiliki pengaruh besar terhadap kepadatan sel yang didapat, 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. Ketersediaan nutrisi yang cukup akan menghasilkan pertumbuhan dan nilai kepadatan yang tinggi (Shiharan *et al.*, 1990 dalam Widianingsih *et al.*, 2008).

Tabel 2. Pengaruh Pemberian Dosis Amoniak 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%

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.

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 amoniak terbaik untuk pencapaian laju pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp tertinggi. Perbedaan laju pertumbuhan harian *Nannochloropsis* sp ini dikarenakan kemampuan sel saat menyerap unsur nutrisi yang terdapat di dalam media kultur.

Tabel 3. Pengaruh Pemberian Amoniak 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

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

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

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

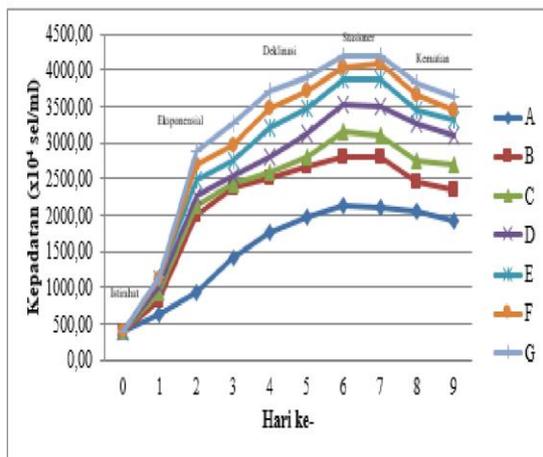
Hasil penelitian pada Tabel 4 menunjukkan nilai waktu generasi (jam) tercepat adalah perlakuan G dengan nilai 1,48 jam, sedangkan yang terlama ditunjukkan oleh perlakuan A (tanpa pemberian amoniak) dengan nilai 1,86 jam. Tabel 4 menunjukkan bahwa setiap perlakuan menunjukkan pengaruh yang saling berbeda 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 amoniak 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.



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

Nitrogen sangat berperan sebagai penyusun senyawa protein dalam sel dan merupakan bagian penting dari klorofil (Corsini and Kardys, 1990 dalam Purwitasari *et al.*, 2012). Perlakuan A sebagai control mengalami fase eksponensial yang relatif cepat, sedangkan pada perlakuan G dengan dosis amoniak 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, nutrien, 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

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 faktor 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.

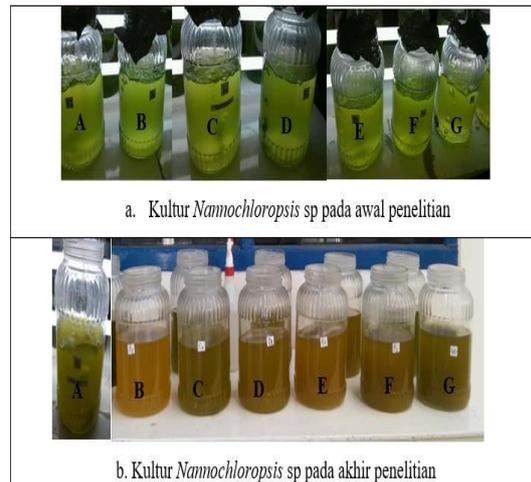
Oksigen terlarut merupakan faktor yang sangat penting di dalam ekosistem perairan, terutama sangat dibutuhkan fitoplankton dalam proses respirasinya. Sumber utama oksigen dalam air laut adalah dari udara melalui proses difusi dan proses fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya pada siang hari.

pH atau derajat keasaman dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga serta dapat mengubah ketersediaan nutrisi dan mempengaruhi fisiologi selnya. pH atau derajat keasaman ini dapat menggambarkan jumlah ion hidrogen 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 10a).



Gambar 2. Kultur Awal dan Akhir Penelitian

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 10b) warna hijau pada setiap perlakuan semakin memudar. Memudarnya hasil akhir dari penelitian ini disebabkan oleh berkurangnya kepadatan *Nannochloropsis* sp. pada akhir pengkulturan. Othreani *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).

4. KESIMPULAN

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

1. Kepadatan maksimum sel *Nannochloropsis* sp didapatkan pada perlakuan G dengan dosis amoniak 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 amoniak 50 mg/l yaitu sebesar 0,47 sel/ml/hari.
2. Pemberian amoniak dengan dosis yang berbeda ini memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan dan kepadatan sel maksimum *Nannochloropsis* sp. 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 TM, Martins AA, Caetona NS. 2010. *Microalgae for Biodiesel Production and Other Applications : A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14: 217-232.

Octhreeani AM, Supriharyono, Soedarsono P. 2014. *Pengaruh Perbedaan Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan Nannochloropsis sp. Dilihat dari Kepadatan Sel dan Klorofil α pada Skala Semi Massal . Diponegoro Journal Of Maquares*. 3(2):102-108.

Parnata AS. 2004. *Pupuk Organik Cair. Aplikasi dan Manfaatnya*. Depok: Agromedia Pustaka.

Purwitasari AT, Alamsjah MA, Rahardja BS. 2012. *Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (Asam-2,4 Diklorofenoksiasetat) Terhadap Nannochloropsis oculata. Journal of Marine and Coastal Science*. 1(2): 61 – 70.

Romimohtarto K, Juwana S. 2001. *Biologi Laut*. Jakarta: Penerbit Djambatan. 36-39

Widianingsih, Ridho A, Hartati R, Harmoko. 2008. *Kandungan Nutrisi Spirulina platensis yang Dikultur pada Media yang Berbeda. Ilmu Kelautan*. 13(3):167 – 170.