

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Budidaya perikanan tidak terlepas dari pentingnya fitoplankton baik sebagai pakan alami maupun sebagai kontrol kualitas air. Sebagai produsen primer, ketersediaan fitoplankton dituntut untuk mampu menopang perputaran siklus produksi budidaya perairan karena dijadikan sebagai *starter* dalam budidaya zooplankton maupun larva ikan.

Fitoplankton yang dibudidayakan oleh petani beragam, salah satu diantaranya adalah *Nannochloropsis* sp. yang biasa dibudidaya secara massal maupun semimassal. *Nannochloropsis* sp memiliki kandungan nutrisi yang tinggi dibandingkan fitoplankton lain, meliputi; protein 52.11%, karbohidrat 16.00%, lemak 27.65%, EPA 30.50%, total \square 3 HUFAs 42.70%, vitamin C 0.85%, dan klorofil a 0.89%, (Riedel, 2009). Kandungan nutrisi yang tinggi menjadi salah satu alasan bagi petani untuk memilih *Nannochloropsis* sp sebagai pakan larva maupun kultivan dalam budidaya pakan alami.

Permasalahan dalam budidaya *Nannochloropsis* sp. adalah nutrisi yang berasal dari pupuk buatan (nutrisi yang disesuaikan untuk pertumbuhan fitoplankton) yang mahal sehingga memberikan beban biaya berlebih bagi petani. Oleh karena itu, dibutuhkan pupuk alternatif dengan harga ekonomis dan sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Asupan nutrisi dalam budidaya *Nannochloropsis* sp dominan berasal dari pupuk buatan. Pupuk buatan cenderung

memiliki unsur yang lebih kompleks dibanding pupuk alami karena mengandung hara makro dan mikro yang lebih tinggi. Kelebihan tersebut menyebabkan harga pupuk buatan, contohnya; *Conwy*, TMLR, Guillard dan beberapa jenis pupuk komersil lain, sangat mahal mencapai Rp.1.000.000,-/L (BBPBL, 2011).

Pupuk cair (*Trace Nutrient Fertilizer*) TNF merupakan salah satu produk pupuk cair alami yang tersusun atas unsur-unsur mikronutrien dan makronutrien kompleks yang berasal dari dekomposisi residu tumbuhan maupun residu hewani. Unsur dominan yang terkandung dalam makronutrien terdiri atas besi (Fe), Boron (B), Phospat (P), Nitrogen (N), Kalium (K), dan kalsium (Ca) disamping itu, terdapat juga unsur mikronutrien yang terdapat pupuk TNF yaitu, Zink (Zn), dan sulfur (S). Dalam dunia perikanan, aplikasi pupuk cair berupa pupuk cair alami belum terlalu populer sehingga penerapannya belum banyak dilakukan. Penelitian bertujuan mengkaji mengenai efektivitas pupuk cair TNF terhadap pertumbuhan mikroalga *Nannochloropsis* sp..

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian meliputi:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan pupuk cair TNF terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp dalam budidaya skala laboratorium.
2. Menentukan dosis optimum penggunaan pupuk cair TNF untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp dalam budidaya skala laboratorium.

1.3 Manfaat

Pemenuhan nutrisi *Nannochloropsis* sp pada umumnya membutuhkan biaya yang lebih banyak karena penambahan biaya untuk pemenuhan pupuk. Aplikasi pupuk buatan (nutrisi yang disesuaikan untuk pertumbuhan fitoplankton) menjadi sangat dominan meskipun harga pupuk tersebut mahal. Hal tersebut menjadi masalah baru terhadap penambahan biaya untuk pengadaan pupuk bagi fitoplankton. Penggunaan pupuk TNF diharapkan mampu menjadi pupuk alternatif untuk mengatasi permasalahan biaya pengadaan pupuk bagi fitoplankton.

Penentuan konsentrasi optimum penting untuk dikaji lebih dalam guna mengetahui konsentrasi ideal bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Penelitian yang dilakukan menekankan pada penambahan pupuk cair TNF dengan dosis berbeda sebagai pupuk bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Penelitian diharapkan dapat dijadikan referensi maupun studi literatur bagi penelitian selanjutnya mengenai pemenuhan nutrisi bagi *Nannochloropsis* sp..

1.4 Perumusan Masalah

Nannochloropsis merupakan salah satu dari banyak jenis fitoplankton yang menjadi *starter* budidaya pakan alami (zooplankton) yang sangat penting bagi larva ikan. Meskipun *Nannochloropsis* sp memiliki pertumbuhan cepat, namun ada beberapa kendala yang ditemukan. Salah satu permasalahan tersebut adalah ketersediaan pupuk dan harga yang mahal dalam membudidayakan fitoplankton. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penelitian untuk mencari pupuk alternatif baru yang lebih terjangkau oleh petani budidaya.

Alternatif untuk mengatasi masalah nutrisi bagi *Nannochloropsis* sp yaitu dengan menerapkan pupuk dengan harga murah dan dapat dimanfaatkan langsung oleh *Nannochloropsis* sp untuk tumbuh optimal. Pada umumnya, semua produk pupuk organik cair memiliki kandungan nutrisi yang lebih sedikit dibandingkan dengan pupuk buatan (nutrisi yang disesuaikan untuk pertumbuhan fitoplankton). Salah satu produk pupuk cair adalah pupuk TNF. Pupuk TNF memiliki kandungan nutrisi lebih sedikit dibandingkan *Conwy*, namun unsur-unsur didalamnya lebih mudah diserap oleh tumbuhan karena unsur mikro dan makro didalamnya telah tereduksi menjadi senyawa sederhana sehingga pertumbuhan *Nannochloropsis* sp lebih cepat karena kebutuhan unsur yang dibutuhkan dapat digunakan langsung untuk proses metabolisme. Kemungkinan pupuk cair TNF dapat menjadi alternatif untuk mengatasi permasalahan asupan nutrisi bagi fitoplankton khususnya *Nannochloropsis* sp.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian adalah :

Semakin tinggi/banyak penambahan pupuk cair TNF, semakin tinggi pula pengaruh pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Semakin tinggi/banyak penambahan pupuk cair TNF, tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

II. TINJAUAN PUSTAKA

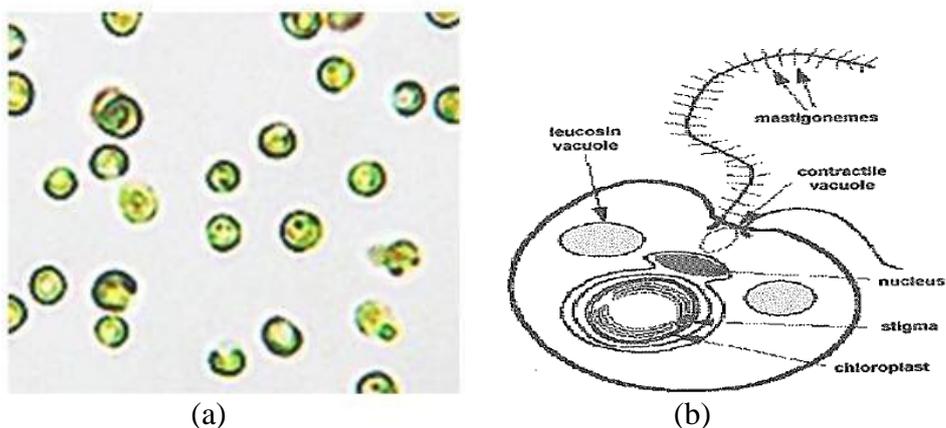
2.1 *Nannochloropsis* sp.

2.1.1. Taksonomi dan Morfologi

Fitoplankton *Nannochloropsis* sp. adalah salah satu jenis Eustigmatophyceae yang dapat melakukan fotosintesa. Klasifikasi *Nannochloropsis* sp. menurut Adehoog dan Simon, (2001) dalam Novrina, (2003), adalah sebagai berikut :

Kingdom : Protista
Super Divisi : Eukaryotes
Divisi : Chroniophyta
Kelas : Eustigmatophyceae
Genus : *Nannochloropsis*
Spesies : *Nannochloropsis* sp.

Morfologi *Nannochloropsis* sp. dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) *Nannochloropsis* sp (b) Struktur sel *Nannochloropsis* sp.

Sumber : Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung, 2007.

Sel *Nannochloropsis* sp berbentuk bulat memanjang dengan diameter sel berkisar 2 – 4 mikron. *Nannochloropsis* sp. hanya memiliki klorofil-a di dalam kloroplas (Overnell, 1976). DNA *Nannochloropsis* sp berada dalam sebuah nukleus. *Nannochloropsis* sp memiliki 2 flagella (heterokontus) dan salah satunya berambut tipis dan fungsinya untuk bergerak dan menangkap makanan. Dinding sel-nya sebagian besar berupa sellulosa. *Nannochloropsis* merupakan pakan yang populer untuk organisme *filter feeder* pada umumnya.

2.1.2. Reproduksi dan Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Perkembangbiakan *Nannochloropsis* sp. terjadi secara aseksual yaitu dengan pembelahan sel atau pemisahan autospora dari sel induknya. Reproduksi sel diawali dengan pertumbuhan sel yang membesar, selanjutnya terjadi peningkatan aktifitas sintesis untuk persiapan pembentukan sel anak, yang merupakan tingkat pemasakan awal. Tahap berikutnya terbentuk sel induk muda yang merupakan tingkat pemasakan akhir, yang akan disusul dengan pelepasan sel anak, (Fogg. 1975 dalam Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Pertumbuhan sel dalam budidaya fitoplankton akan mengikuti pola tertentu. Menurut Chan dan Kreig (1986) dalam Novrina, (2003), membagi pola pertumbuhan atau kurva pertumbuhan fitoplankton menjadi 5 fase pertumbuhan, yaitu :

1. Fase Lag

Fase lag disebut juga sebagai fase istirahat, pada fase lag inokulum yang dimasukkan melakukan metabolisme namun belum terjadi penambahan sel

sehingga kepadatannya belum meningkat. Pada fase lag fitoplankton aktif melakukan sintesa protein dan mulai menyerap nutrisi pada media budidaya.

2. Fase eksponensial

Fase eksponensial atau fase logaritmik merupakan fase dimana fitoplankton memiliki laju pertumbuhan tetap. Pada fase ini sel bereproduksi dengan cepat, dengan pertumbuhan populasi mencapai maksimal.

3. Fase pengurangan pertumbuhan

Fase pengurangan pertumbuhan ditandai dengan terjadinya penurunan pertumbuhan jika dibandingkan dengan fase eksponensial.

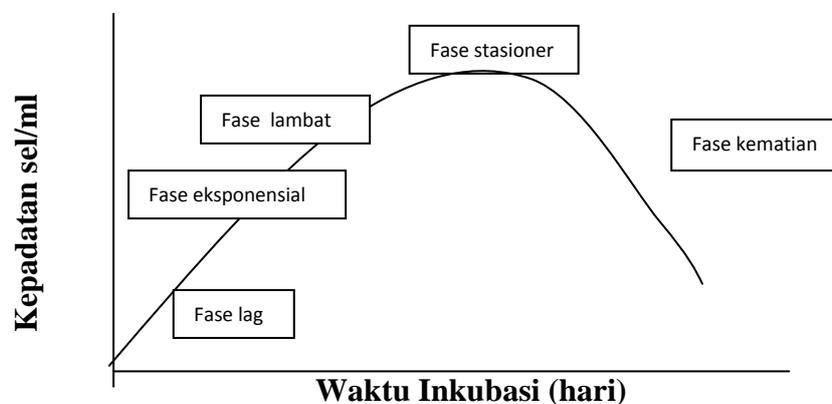
4. Fase stasioner

Fase stasioner merupakan fase dimana pertumbuhan mulai mengalami penurunan dibanding dengan fase logaritmik. Pada fase ini laju reproduksi seimbang dengan laju kematian, dengan demikian laju pertumbuhan fitoplankton tetap.

5. Fase kematian

Pada fase ini jumlah sel menurun karena disebabkan laju reproduksi lebih lambat daripada laju kematian.

Kurva pertumbuhan fitoplankton dapat dilihat dalam gambar 2.



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

2.1.3. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Beberapa penelitian telah menunjukkan adanya beberapa faktor pembatas bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.. Faktor pembatas tersebut meliputi :

a. pH

Efendi (2003) menyatakan derajat keasaman atau pH digambarkan sebagai keberadaan ion hidrogen. pH akan mempengaruhi toksisitas semua senyawa kimia. Variasi pH dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan fitoplankton dalam beberapa hal, antara lain mengubah keseimbangan dari karbon organik, mengubah ketersediaan nutrisi, dan dapat mempengaruhi fisiologis sel. Kisaran pH yang optimum pada budidaya *Nannochloropsis* sp. antara 7 sampai 9.

b. Salinitas

Kisaran salinitas yang berubah-ubah dapat mempengaruhi dan menghambat pertumbuhan dari mikroalga (Efendi, 2003). Beberapa mikroalga dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang tinggi tetapi ada juga mikroalga yang dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang rendah. Namun, hampir semua jenis fitoplankton dapat tumbuh optimal pada salinitas sedikit dibawah habitat asal. Kisaran salinitas yang dibutuhkan oleh *Nannochloropsis* sp. antara 32–36 ppt, salinitas optimum untuk pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. adalah 33-35 ppt.

c. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses kimia, biologi dan fisika, peningkatan suhu dapat menurunkan suatu kelarutan bahan serta dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton. Peningkatan suhu dapat mempercepat

metabolisme dan respirasi fitoplankton diperairan sehingga energi yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk tumbuh, digunakan untuk proses adaptasi. Suhu optimal dalam budidaya mikroalga *Nannochloropsis* sp. secara umum antara 20-24°C. di atas dari 36°C akan menyebabkan kematian pada jenis fitoplankton tertentu, sedangkan apabila suhu kurang dari 16°C akan menyebabkan kecepatan dari pertumbuhan fitoplanton menurun. Fitoplankton tidak tahan terhadap suhu yang tinggi (Taw,1990).

d. Cahaya

Cahaya merupakan sumber energi dalam proses fotosintetis yang berguna untuk pembentukan senyawa karbon organik. Kebutuhan akan cahaya bervariasi tergantung kedalaman budidaya dan kepadatannya. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menyebabkan fotoinhibisi dan pemanasan. Intensitas cahaya 1000 lux cocok untuk budidaya dalam Erlenmeyer, sedangkan intensitas 5000-10000 lux untuk volume yang lebih besar. Coutteau (1996) menyatakan Intensitas cahaya sangat menentukan pertumbuhan fitoplankton yaitu dilihat dari lama penyinaran dan panjang gelombang yang digunakan untuk fotosintesis.

e. Nutrisi

Pertumbuhan dan perkembangbiakan *Nannochloropsis* sp. memerlukan berbagai nutrisi yang diadsorpsi dari luar media. Media yang baik sangat diperlukan untuk pertumbuhan serta perkembangan *Nannochloropsis* sp (Basmi, 1999). Media budidaya harus mengandung semua nutrisi yang diperlukan untuk perkembangan dan pertumbuhan. Penggunaan pupuk yang tepat, menentukan hasil pertumbuhan fitoplankton yang optimal. Berdasarkan keterangan tersebut, penambahan unsur

hara makro dan mikro dalam media tumbuh mutlak diperlukan karena dalam media air laut jumlahnya terbatas. Menurut Chen dan Sheety, (1991), makro nutrisi yang diperlukan oleh *Nannochloropsis* sp. untuk tumbuh adalah N, P, Fe, K, Mg, S dan Ca sedangkan unsur mikro yang dibutuhkan yaitu B, Mn, Zn, Co, Mo dan Cu.

Makronutrisi umumnya dibutuhkan oleh *Nannochloropsis* untuk proses pertumbuhan dan perkembangan sel. Makronutrisi seperti Mg merupakan komponen penyusun klorofil, ribosom dan kromosom dalam mikroalga. Mg berperan dalam reaksi enzimatik (Metzler, 1977 *dalam* Permana, 2002). Unsur K berperan sebagai kation dalam sitoplasma (Krauss, 1979 *dalam* Permana, 2002). Cl membantu reaksi fotosintesis didalam kloroplas (Critchley, 1982 *dalam* Permana, 2002); O₂ dibutuhkan oleh mikroalga untuk proses respirasi. O₂ diperoleh mikroalga dari proses fotosintesa dimana produksi O₂ lebih banyak dibanding yang digunakan (Round, 1981 *dalam* Permana, 2002). N berperan dalam pembelahan sel dalam proses reproduksi serta pembentukan dinding sel (Prasetya, *et.al*, 2009) dan P digunakan oleh mikroalga untuk proses reproduksi.

Mikronutrisi umumnya lebih banyak berperan dalam reaksi enzimatik. Unsur Fe berperan dalam reaksi redoks sebagai enzim Fe-protein. Unsur Zn sebagai koenzim karbonik anhidrase yang berfungsi sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis CO₂ (Imamura, 1981 *dalam* Permana, 2002). Unsur Cu yang berperan sebagai koenzim sitokrom anhidrase dan superoksida dismutase (Takahasi, 1973 *dalam* Permana, 2002).

f. Aerasi

Aerasi dalam budidaya mikroalga diperlukan untuk proses pengadukan medium budidaya. Taw, (1990), menyatakan pengadukan penting dilakukan yang bertujuan untuk mencegah pengendapan sel, pengendapan nutrisi, mencegah stratifikasi suhu, dan meningkatkan pertukaran gas dari udara ke medium.

2.2 Pupuk

Pupuk merupakan unsur penting dalam dunia perikanan khususnya dalam budidaya pakan alami. Kandungan unsur hara, ketersediaan pupuk serta efisiensi pupuk merupakan faktor utama untuk mengawali proses budidaya fitoplankton. Eksistensi pupuk dalam dunia perikanan terkait pada budidaya fitoplankton yang dijadikan sebagai kultivan pada budidaya pakan alami (zooplankton). Pupuk juga dibutuhkan untuk menjaga kualitas air pada kolam atau tambak dengan menyetabilkan pertumbuhan fitoplankton.

Pupuk yang biasa digunakan dalam budidaya mikroalga adalah pupuk cair. Selain lebih mudah diserap oleh fitoplankton, pupuk cair juga tidak merusak wadah media budidaya sehingga aman untuk digunakan. Pupuk cair TNF (*Trace Nutrient Fertilizer*) merupakan produk pupuk organik yang mengandung nutrisi kompleks bagi tumbuhan, yaitu; Mn. 5,20 %, Cu. 0,65 %, Zn. 0,65 % dan Mo. 0,2%. Pemupukan fitoplankton di tambak biasa dilakukan sebelum penebaran benih udang dan setelah penebaran benih udang. Dosis yang diberikan yaitu 5 L pupuk TNF untuk tambak seluas ± 3000 ha (± 120.000 benur. (Anonim, 1998).

Panjaitan, E (2005) menyatakan TNF sangat membantu pertumbuhan tumbuhan tingkat tinggi (kopi), meliputi; pertumbuhan tinggi pohon, lebar batang, jumlah

ranting dan jumlah daun dengan rentang waktu 22 Minggu Setelah Tanam (MST). Laju pertumbuhan tanaman tersebut diasumsikan karena unsur hara mikro dan makro yang terkandung didalam pupuk TNF mudah diserap tanaman sehingga, apabila pupuk TNF diaplikasikan kepada fitoplankton, diperkirakan dapat menunjukkan laju pertumbuhan yang tinggi.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Mei 2012 bertempat di Laboratorium Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Materi Penelitian

3.2.1. Biota Uji

Biota uji yang digunakan dalam penelitian adalah *Nannochloropsis* sp. yang dibudidayakan pada skala laboratorium di Balai Basar Pengembangan Budidaya Laut Lampung (BBPBL) dengan kepadatan awal berkisar 3×10^6 sel/ml.

3.2.2. Media Uji

Media yang digunakan dalam budidaya *Nannochloropsis* sp. adalah air laut steril serta penambahan pupuk sebagai sumber nutrisi. Pupuk yang digunakan dalam penelitian adalah TNF.

3.2.3. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi: perlengkapan aerasi, toples ukuran 3 L, pipet tetes, haemocytometer, mikroskop, lampu TL 40 watt, indikator pH, DO meter, dan termometer. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi: air laut steril, pupuk *Conwy* dan pupuk cair TNF.

3.3. Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) model tetap yang terdiri atas perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Rincian perlakuan tersebut adalah sebagai berikut :

Perlakuan A : Penambahan pupuk *Conwy* 1 ml/L kedalam Air laut untuk budidaya *Nannochloropsis* sp.

Perlakuan B : Penambahan pupuk TNF 1 ml/L kedalam Air laut untuk budidaya *Nannochloropsis* sp.

Perlakuan C : Penambahan pupuk TNF 5 ml/L kedalam Air laut untuk budidaya *Nannochloropsis* sp.

Perlakuan D : Penambahan pupuk TNF 10 ml/L kedalam Air laut untuk budidaya *Nannochloropsis* sp.

Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

Keterangan : Y_{ij} = Data pengamatan Perlakuan ke-i, ulangan ke-j
 μ = Nilai tengah umum
 τ_i = Pengaruh pemberian pupuk TNF ke-i
 ϵ_{ij} = Galat percobaan Perlakuan ke-i, ulangan ke-j
 i = perlakuan A, B, C dan D
 j = 1, 2, 3

3.4. Prosedur Penelitian

Langkah yang dilakukan terbagi atas tahap-tahap sebagai berikut:

3.4.1. Sterilisasi

Sterilisasi terbagi atas 2 proses, yaitu:

1. Sterilisasi alat

Tahap awal dilakukan dengan menyiapkan dan melakukan sterilisasi pada perangkat alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian. Sterilisasi peralatan dan bahan yang akan digunakan dapat dilakukan dengan cara:

1. Perendaman dalam larutan kaporit/chlorine 150 ppm.
2. Autoklaf pada temperatur 121° C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit.

2. Sterilisasi media (Air)

Sterilisasi air laut dilakukan melalui 3 tahapan, fisik, mekanik kemudian kimiawi. Sterilisasi pertama secara fisik dengan menyaring air laut dengan filter air (pasir silica, arang dan zeolit), dilanjutkan secara mekanik dengan menampung air pada bak yang dilengkapi dengan perangkat ultraviolet (UV), kemudian dilanjutkan dengan filter kimiawi dengan penebaran larutan Chlorine 60 ppm kemudian dinetralkan dengan Natrium Thiosulfat 20 ppm.

3.4.2. Persiapan wadah dan media penelitian

Penelitian dilakukan di dalam laboratorium Budidaya Perairan Universitas Lampung. Wadah yang digunakan adalah toples dengan volume 3 L. Persiapan diawali dengan sterilisasi kemudian pengisian wadah dengan air laut dengan salinitas 34 ppt, kemudian dilanjutkan dengan penebaran pupuk. Setelah persiapan media selesai, media kemudian diaerasi selama 24 jam. Fungsi aerasi untuk

menghomogenkan pupuk dengan air sehingga tercampur sempurna. Setelah aerasi 24 jam, dilakukan penebaran *Nannochloropsis* sp.. Kondisi media penelitian dijaga tetap optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp hingga fase kematian.

3.5. Parameter yang diamati

Penelitian dilakukan selama 7 hari dengan fotoperiodisme terang : gelap = 12:12 jam dibawah penerangan lampu TL 40 watt dan Kepadatan Awal Inokulum (KAI) 3×10^6 sel/ml. Berikut adalah parameter pertumbuhan yang akan diamati:

3.5.1. Perhitungan kepadatan plankton

Pengamatan dan perhitungan kepadatan *Nannochloropsis* sp diulang sebanyak 3 kali tiap Aplikasi dan dilakukan setiap 6 jam sekali. Metode penghitungan kepadatan *Nannochloropsis* sp. adalah sebagai berikut:

1. Diambil sampel media sebanyak 1 ml dengan pipet tetes
2. Sampel media diteteskan pada Haemocytometer, kemudian diamati menggunakan mikroskop
3. Dihitung populasi dengan cara mengambil 5 titik sampel, dirata-ratakan kemudian dikalikan dengan 25 kotak dikalikan 10^4 .

Perhitungan jumlah *Nannochloropsis* sp. menggunakan mikroskop dengan pembesaran 10x10 dengan menggunakan rumus:

$$\frac{K1+K2+K3+K4+K5}{5} \times 25 \cdot 10^4$$

K1-K5 = jumlah *Nannochloropsis* sp. dalam kotak hitungan ke 1 s/d 5

Selain kepadatan sel, dihitung pula kecepatan laju pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. dengan persamaan:

$$K = \frac{\ln K_t - \ln K_0}{T_t - T_0}$$

Keterangan:

- K = Kecepatan Laju Pertumbuhan
- K_t = Kepadatan sel waktu ke t
- K_0 = Kepadatan sel waktu ke 0
- T_t = Waktu pengamatan ke t
- T_0 = Waktu pengamatan ke 0

3.5.2. Diameter Sel *Nannochloropsis* sp.

Diameter tubuh *Nannochloropsis* sp. diamati setiap 6 jam bersamaan dengan pengamatan kepadatan, pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pupuk TNF terhadap pertumbuhan diameter tubuh *Nannochloropsis* sp.. Diameter tubuh *Nannochloropsis* sp. diukur menggunakan mikrometer. Metode perhitungan diameter sel adalah sebagai berikut:

1. Diambil 1 ml dengan pipet tetes
2. Sampel ditetaskan pada preparat dan diukur dengan bantuan mikrometer yang diamati menggunakan mikroskop pada perbesaran 400 x.
3. Dihitung diameter sel *Nannochloropsis* sp menggunakan mikrometer sebanyak 5 sampel setiap aplikasi, kemudian dirata-ratakan.

3.5.3. Kualitas air (Salinitas, pH, Suhu dan DO)

Data kualitas air yang akan diamati meliputi; salinitas, pH, suhu dan DO media budidaya. Adapun alat yang digunakan yaitu: refraktometer sebagai pengukur salinitas, Indikator pH sebagai pengukur pH, thermometer sebagai pengukur suhu

dan DO meter sebagai pengukur DO. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap 24 jam sekali setelah biota uji ditebar kedalam media budidaya sampai fase kematian.

3.6. Analisis Data

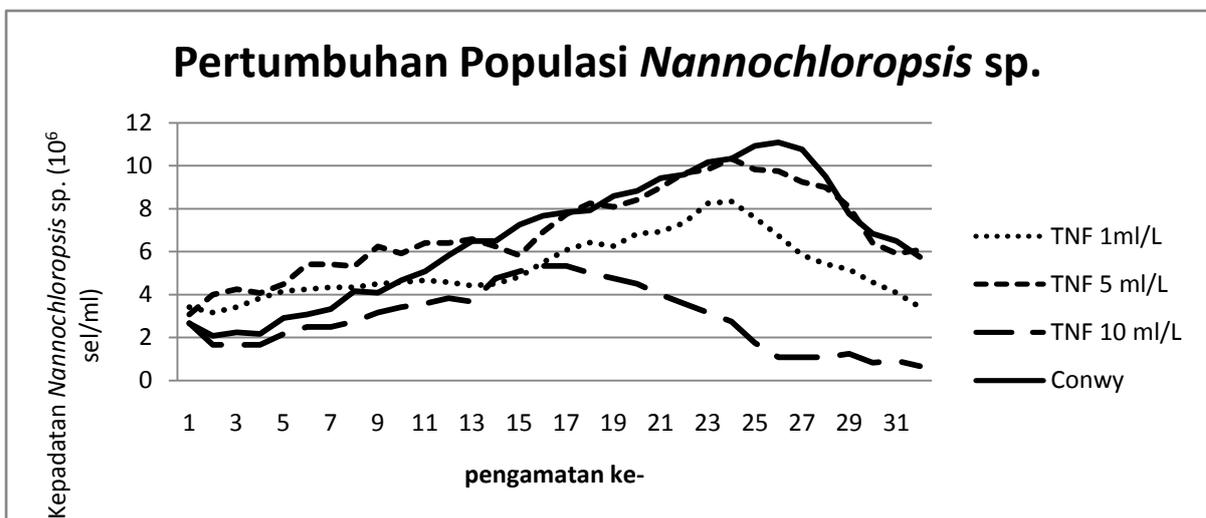
Perbedaan laju pertumbuhan antar aplikasi dianalisis dengan sidik ragam dan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) pada selang kepercayaan 95%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

1. Pertumbuhan Populasi *Nannochloropsis* sp.

Pertumbuhan populasi *Nannochloropsis* sp. dalam media yang ditambahkan pupuk *Conwy* 1ml/L, pupuk organik cair TNF sebanyak 1ml/L, 5 ml/L, dan 10ml/L selama pengamatan menunjukkan pola pertumbuhan *sigmoid*. Pertumbuhan populasi *Nannochloropsis* sp. selama budidaya disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. selama pemeliharaan

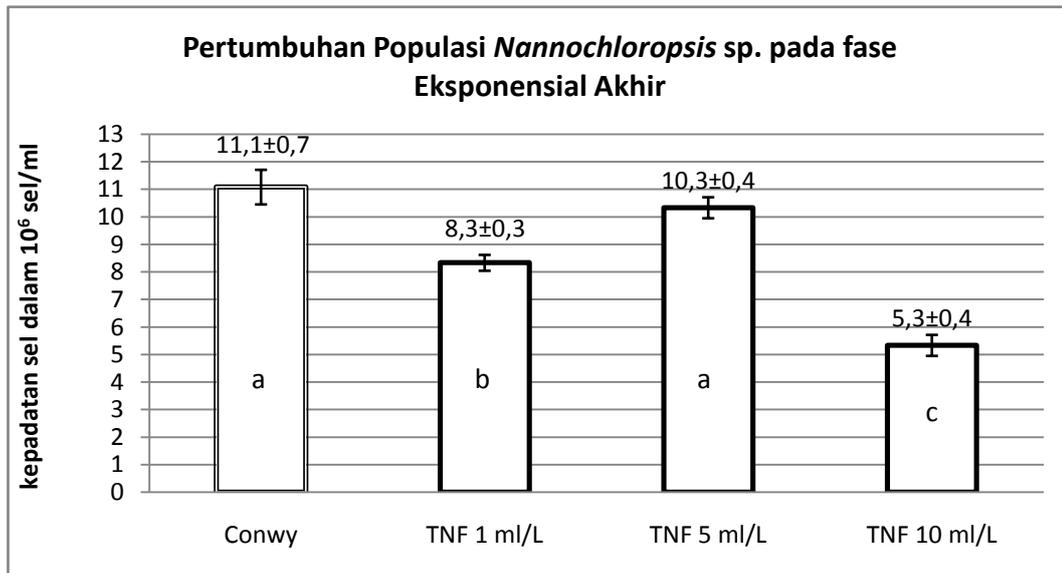
Tabel 2. Fase Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

No	Perlakuan	Fase Pertumbuhan (Jam ke-)		
		Lag	Eksponensial Awal	Eksponensial Akhir
1	Conwy 1 ml/L	0-24	30-144	150
2	TNF 1 ml/L	0-18	24-130	136
3	TNF 5 ml/L	0-24	30-130	136
4	TNF 10 ml/L	0-42	46-84	90

Hasil pertumbuhan populasi sel *Nannochloropsis* sp. yang didapat selama pengamatan berdasarkan gambar 3 adalah sebagai berikut:

1. Media dengan penambahan pupuk Conwy 1ml/L, fase lag berlangsung pada jam ke 0-24, dilanjutkan dengan eksponensial yang berlangsung pada jam ke- 30-144, dan mengalami fase stasioner pada jam ke 150 dengan kepadatan sel sebesar $11,08 \times 10^6$ sel/ml dengan laju pertumbuhan sebesar 16,13 sel/ml/jam.
2. Dalam media dengan penambahan pupuk TNF 1ml/L, fase lag berlangsung pada jam ke-0-18, dilanjutkan dengan fase eksponensial yang berlangsung pada jam ke-24-130 dan mengalami fase puncak pada jam ke 138 dengan kepadatan berkisar $8,3 \times 10^6$ sel/ml dengan laju pertumbuhan sebesar 15,83 sel/ml/jam.
3. Dalam media dengan penambahan pupuk TNF 5 ml/L, fase lag berlangsung pada jam ke 0-24, dilanjutkan dengan fase eksponensial yang berlangsung pada jam ke 30-130 dan mengalami fase stasioner pada jam ke 136 dengan kepadatan berkisar $10,3 \times 10^6$ sel/ml dengan laju pertumbuhan sebesar 16,04 sel/ml/jam.

4. Dalam media dengan penambahan pupuk TNF 10 ml/L, fase lag berlangsung pada jam ke 0-42, dilanjutkan dengan fase eksponensial yang berlangsung pada jam ke 46-84 dan mengalami fase stasioner pada jam ke 90 dengan kepadatan berkisar $5,3 \times 10^6$ sel/ml dengan laju pertumbuhan sel sebesar 15,32 sel/ml/jam.



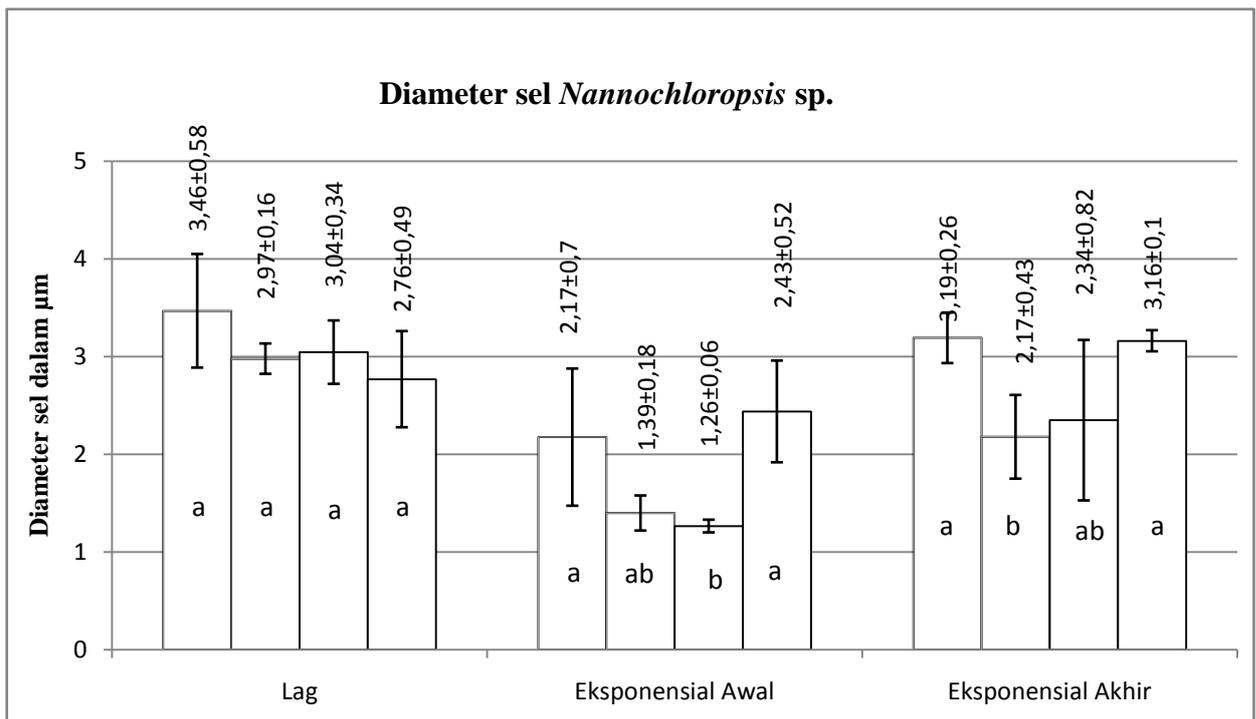
Gambar 4. Pertumbuhan eksponensial akhir/puncak *Nannochloropsis* sp.

*Huruf yang sama menunjukkan aplikasi pupuk tidak berbeda nyata pada masing-masing perlakuan.

Berdasarkan hasil analisis ragam dalam lampiran 3, pada fase eksponensial akhir pupuk TNF dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan populasi *Nannochloropsis* sp.. Berdasarkan uji anova, hanya Aplikasi TNF 5 ml/L terhadap kontrol yang tidak berbeda nyata sedangkan aplikasi yang lain berbeda nyata. Sehingga secara umum aplikasi TNF berbeda nyata terhadap *Conwy*.

2. Diameter Sel *Nannochloropsis* sp.

Pengukuran diameter sel *Nannochloropsis* sp. dalam media yang ditambahkan pupuk *Conwy* 1 ml/L, pupuk organik cair TNF sebanyak 1 ml/L, 5 ml/L, dan 10 ml/L selama pengamatan menunjukkan hasil yang berbeda. Pengamatan diambil pada fase lag, eksponensial awal dan fase eksponensial akhir/puncak. Adapun hasil pengukuran diameter sel *Nannochloropsis* sp. disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Diameter Sel *Nannochloropsis* sp.

*Huruf yang sama menunjukkan aplikasi pupuk tidak berbeda nyata pada masing-masing perlakuan.

Berdasarkan Gambar 5, terlihat tidak ada perbedaan ukuran diameter sel *Nannochloropsis* sp pada fase lag pada pemberian pupuk TNF 1ml/L, 5 ml/L dan 10 ml/L dengan pupuk *Conwy*. Diameter sel pada fase lag berkisar $2,76 \pm 0,49$ - $3,46 \pm 0,58$ μm .

Secara umum, perbedaan ukuran diameter sel *Nannochloropsis* sp. pada fase eksponensial awal, hanya terjadi pada pupuk *Conwy* dengan aplikasi pupuk TNF 5

ml/L. Sedangkan perbedaan diameter sel antar perlakuan, terjadi antara aplikasi TNF 10 ml/L dengan aplikasi TNF 1 ml/L dan 5 ml/L. Diameter sel *Nannochloropsis* sp. pada fase eksponensial awal berkisar $1,26 \pm 0,06$ - $2,43 \pm 0,52$ μm .

Secara umum, fase puncak/eksponensial akhir pada aplikasi TNF dengan dosis yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap ukuran diameter sel *Nannochloropsis* sp.. Namun berdasarkan selang kelas, aplikasi yang berbeda nyata terjadi pada Aplikasi TNF 1 ml/L terhadap *Conwy* dan TNF 1ml/L terhadap TNF 10 ml/L.

3. Kualitas Air

Pengamatan kualitas air dilakukan setiap 6 jam atau bersamaan dengan pengamatan pertumbuhan populasi. Kualitas air diukur mulai media siap untuk budidaya *Nannochloropsis* sp.. Data kualitas air dalam budidaya *Nannochloropsis* sp. disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kualitas air selama budidaya *Nannochloropsis* sp.

Parameter Kualitas Air	Pupuk yang ditebar				Optimum
	<i>Conwy</i>	TNF 1 ml/L	TNF 5 ml/L	TNF 10 ml/L	
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	27 – 28	27 – 28	27 – 28	27 - 28	26 – 32
Salinitas (ppt)	32 - 33,5	32 - 33,5	32 - 33,5	32 - 33,5	33 – 35
pH	6 – 8	6 – 8	6 – 8	6 - 8	7 – 9

*Sumber: Efendi, 2003.

Kualitas air dijaga tetap dalam kisaran optimum sehingga tidak menjadi faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. selama penelitian dan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. diasumsikan sepenuhnya disebabkan oleh aplikasi pupuk.

B. PEMBAHASAN

Pola pertumbuhan fitoplankton pada umumnya sigmoid yang terdiri dari 5 fase dalam 1 (satu) siklus pertumbuhan. Pola pertumbuhan dalam penelitian terjadi sebanyak 4 fase (Lag, eksponensial awal, eksponensial akhir/puncak dan deklinasi/kematian) dan didapatkan pola sigmoid dengan laju pertumbuhan yang beragam. Faktor eksternal seperti kualitas air dijaga dalam kisaran optimum dengan fluktuasi yang tidak signifikan sehingga tidak mempengaruhi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp.

Aplikasi pupuk *Conwy* dalam budidaya fitoplankton menjadi pilihan utama pembudidaya karena pupuk *Conwy* memiliki kandungan nutrisi yang disesuaikan dengan kebutuhan fitoplankton. Dalam penelitian ini, aplikasi pupuk *Conwy* 1 ml/L digunakan dalam kultur *Nannochloropsis* sp. skala lab.

Kandungan mikro dan makro nutrisi pupuk organik cair TNF lebih sedikit dibandingkan dengan *Conwy*, sehingga aplikasi pupuk cair TNF untuk budidaya *Nannochloropsis* sp. dalam penelitian lebih besar dibandingkan dengan penggunaan pupuk *Conwy*. Kandungan pupuk *Conwy* dan TNF disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Pupuk *Conwy* dan TNF

Parameter	Satuan	Pupuk <i>Conwy</i>	Pupuk TNF
Besi (Fe)	gr/L	0,45	0,015
Boron (B)	gr/L	5,88	<0,01
Phospat (P)	gr/L	5,16	0,046
Nitrogen (N)	gr/L	16,48	9,6
Kalium (K)	gr/L	-	17
Kalsium (Ca)	gr/L	-	0,085
Zink (Zn)	gr/L	1,01	2
Cobalt (Co)	gr/L	0,91	-
Cuprum (Cu)	gr/L	0,8	-
Sulfur (S)	gr/L	-	<0,01

Media dengan pupuk TNF cenderung lebih mudah digunakan oleh *Nannochloropsis* sp. untuk tumbuh dibandingkan pupuk *Conwy*, terlihat fase puncak/eksponensial akhir berlangsung lebih cepat (Gambar 4), terjadi pada budidaya *Nannochloropsis* sp. yang ditambahkan TNF 1 ml/L, 5 ml/L dan 10 ml/L. Nutrien yang terkandung didalam media lebih mudah dimanfaatkan oleh *Nannochloropsis* sp. sehingga pertumbuhan mencapai fase puncak lebih cepat. Pupuk yang berasal dari dekomposisi sisa organisme cenderung lebih mudah diserap oleh tanaman baik mikroskopik maupun makroskopik karena terdapat unsur humik yang membantu proses penyerapan unsur hara oleh tanaman (Goenadi dan Sudharama *dalam* Puspita, 2012).

Hasil analisis ragam pertumbuhan populasi *Nannochloropsis* sp. pada fase puncak/eksponensial akhir menunjukkan perbedaan yang nyata antara aplikasi TNF 5 ml/L dengan TNF 1ml/L dan 10 ml/L. Prasetya, *et.al*, (2009), menjelaskan unsur N berperan dalam pembelahan sel dalam proses reproduksi serta pembentukan dinding sel. Kemungkinan dalam aplikasi TNF 1 ml/L, unsur N jumlahnya sedikit atau telah habis untuk pertumbuhan sel *Nannochloropsis* sp. sehingga fase eksponensial akhir kurang optimum atau masih dibawah pupuk TNF 5 ml/L dan *Conwy*. Pada aplikasi TNF 10 ml/L, pertumbuhan populasi cenderung lebih rendah dari aplikasi pupuk TNF 5 ml/L dan 1 ml/l, hal tersebut disebabkan adanya sel *Nannochloropsis* sp. yang menempel pada wadah media. Prasetya, *et.al*, (2009), menjelaskan unsur P digunakan oleh mikroalga untuk proses reproduksi. Kemungkinan di dalam pupuk TNF unsur P belum mencukupi atau jumlahnya sedikit yang terlihat pada kepadatan sel pada aplikasi TNF 1 ml/L, TNF 5 ml/L, dan TNF 10ml/L yang masih dibawah dari jumlah pupuk kontrol.

Pada fase eksponensial akhir, pertumbuhan populasi sel *Nannochloropsis* sp. dengan aplikasi pupuk TNF terlihat perbedaan yang nyata. Pupuk TNF 5 ml/L menghasilkan populasi tertinggi yaitu sebesar $\pm 10,33 \times 10^6$ sel/ml sedangkan pada aplikasi TNF 1 ml/L dan 10 ml/L menghasilkan populasi sebesar $\pm 8,33 \times 10^6$ sel/ml dan $5,33 \times 10^6$ sel/ml. Hal tersebut berarti ketersediaan makro dan mikro nutrien berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *Nannochloropsis* sp. Perbandingan unsur N:P pada pupuk TNF juga mempengaruhi pertumbuhan populasi sel karena pada aplikasi *Conwy* populasi sel sebesar $11,083 \times 10^6$ sel/ml atau persentase populasi *Nannochloropsis* sp. dengan pupuk kontrol lebih besar dari pupuk TNF sebesar 25%.

Secara umum, ukuran diameter sel *Nannochloropsis* sp. tidak dipengaruhi oleh aplikasi pupuk cair TNF. Pertumbuhan diameter sel *Nannochloropsis* sp. pada fase eksponensial awal pada pelakuan TNF terlihat nyata. Aplikasi dengan konsentrasi TNF 10 ml/L terlihat lebih besar dengan diameter sel sebesar 2,44 μm sedangkan pada Aplikasi TNF 1 ml/L sebesar 1,4 μm dan pada Aplikasi TNF 5 ml/L sebesar 1,26 μm . Hal tersebut diasumsikan karena ketersediaan unsur mikronutrien dan makronutrient (N, P, K, B, Fe) pada masing-masing Aplikasi berbeda dengan perbandingan 1:5:10. Perbandingan N:P bukan menjadi permasalahan bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. karena pada fase puncak/eksponensial akhir besarnya diameter pada masing-masing aplikasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Perbandingan N:P pada pupuk *Conwy* sebesar $\pm 3:1$ sedangkan TNF sebesar $\pm 21:1$.

Selama penelitian, pada aplikasi pupuk TNF ditemukan adanya busa ketika aerasi dihidupkan yang menyebabkan sel *Nannochloropsis* sp. menempel pada

dinding media. Semakin tinggi aplikasi TNF semakin banyak pula busa yang dihasilkan dalam media. Fenomena tersebut terjadi kemungkinan karena tingginya bahan organik surfaktan yang terlarut dalam pupuk cair TNF. Tingginya bahan organik dapat mengakibatkan tegangan permukaan pada media menjadi lebih rendah sehingga terbentuk emulsi yang dapat mendispersi *Nannochloropsis* sp., akibatnya sel terangkat keluar yang kemudian menempel dalam wadah. Sehingga semakin tinggi konsentrasi TNF (>5ml/L), maka tingkat surfaktan juga semakin besar. Hal tersebut terlihat dalam aplikasi TNF 10 ml/L dalam Gambar 6.



(A)



(B)

Gambar 6. A. Fenomena busa pada pupuk TNF

B. Penempelan sel *Nannochloropsis* sp. pada wadah budidaya

Kualitas air selama penelitian mulai dari awal tebar hingga fase kematian cenderung stabil. Dalam Tabel 4, disebutkan kisaran suhu selama penelitian yaitu sebesar 27-28 C, dengan suhu optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp adalah 26-32 C. Ini berarti suhu bukan menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. selama penelitian. Parameter selanjutnya yaitu salinitas, dimana kisaran salinitas selama penelitian sebesar 33-34,5 ppt, sedangkan salinitas optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp sebesar 33-35 ppt. Ini berarti salinitas media dalam penelitian pun masih dalam kondisi

optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Untuk kisaran pH media dalam penelitian sedikit asam, yaitu sebesar 6-9 dimana kondisi optimum bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp sebesar 7-9.

Dibandingkan dengan *Conwy*, aplikasi pupuk TNF dapat menekan biaya produksi dimana dalam produksi 1 Liter *Nannochloropsis* sp. dengan kepadatan maksimum $10 \times 10^6 \pm 0,75 \times 10^6$ sel/ml dan dengan diameter maksimum 3,28 μm , dibutuhkan biaya sebesar Rp.300,- (dengan konsentrasi pupuk TNF 5 ml/L) dan perkiraan biaya untuk 1 ton *Nannochloropsis* sp. diperlukan biaya sebesar Rp.300.000,-. Sedangkan *Conwy*, untuk produksi 1 L *Nannochloropsis* sp. dengan kepadatan $11,08 \times 10^6$ sel/ml, dibutuhkan biaya sebesar Rp.1.000,- dan perkiraan biaya produksi 1 ton *Nannochloropsis* sp. dibutuhkan biaya sebesar Rp.1.000.000,-. Aplikasi pupuk TNF untuk budidaya *Nannochloropsis* sp. dapat menekan biaya produksi sebesar 70 % atau senilai Rp.700.000,- jika dibandingkan dengan pupuk *Conwy*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data dari pengamatan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi pupuk TNF dalam budidaya *Nannochloropsis* sp. berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi, kepadatan tertinggi sebesar $10,3 \times 10^6$ sel/ml dicapai pada aplikasi pupuk TNF sebanyak 5 ml/L.
2. Aplikasi pupuk TNF tidak berpengaruh nyata terhadap diameter sel *Nannochloropsis* sp..
3. Aplikasi pupuk TNF untuk budidaya *Nannochloropsis* sp mampu menekan biaya produksi sebesar 70% dibanding pupuk *Conwy*, namun persentase hasil kepadatan tertinggi yang didapat selama penelitian lebih sedikit 6,8% dibandingkan pupuk *Conwy*.

5.2. Saran

Aplikasi pupuk cair TNF untuk budidaya fitoplankton khususnya *Nannochloropsis* sp. sebaiknya ditambahkan unsur yang menghambat terjadinya busa (anti-surfaktan) untuk menahan agar sel *Nannochloropsis* sp. tetap tersuspensi dalam media budidaya. Aplikasi TNF 5 ml/L merupakan aplikasi yang menghasilkan populasi tertinggi pada kultur skala laboratorium, sehingga untuk kultur *Nannochloropsis* sp. selanjutnya disarankan menggunakan konsentrasi

tersebut. Rasio N:P belum efektif bagi pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. sehingga disarankan untuk merubah perbandingan rasio didalam pupuk TNF sehingga unsur N (Nitrogen) tidak terlalu besar dibandingkan unsur P (fosfor).