

# KOMPOSISI DAN KELIMPAHAN FITOPLANKTON CHRYSOPHYTA (*Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp., DAN *Pavlova* sp.) PADA BERBAGAI TINGKAT KANDUNGAN UNSUR HARA NITROGEN, FOSFOR DAN SILIKAT

(Composition and Abundance of Chrysophyta Phytoplankton  
(*Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp., and *Pavlova* sp.) on Various Level of  
Nutrients Concentration (Nitrogen, Phosphorus and Silicate)

Kadarwan Soewardi<sup>1</sup>, Niken Pratiwi<sup>1</sup> dan Messenreng<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan untuk mengetahui perbandingan N:P yang terbaik untuk pertumbuhan diatom dan penelitian utama untuk mengetahui pengaruh penambahan Si pada perbandingan N:P yang menghasilkan pertumbuhan diatom yang optimum. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan, komposisi dan pola pertumbuhan fitoplankton Chrysophyta pada kandungan unsur hara makro (N dan P) dan unsur hara mikro (silika) yang berbeda. Bahan-bahan yang digunakan sebagai sumber N adalah pupuk urea (46% N), sumber P adalah TSP (32% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dan sumber Si (silika) adalah sodium meta silika (34% Si(OH)<sub>2</sub>). Dari hasil penelitian pendahuluan didapatkan hasil bahwa perbandingan N:P terbaik untuk pertumbuhan diatom adalah 30:1. Penelitian utama terdiri dari 5 perlakuan dan 1 kontrol, masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Penambahan unsur hara silikat berkisar 2-4 mg/l cukup untuk pertumbuhan algae. Unsur silikat menyebabkan perbedaan terhadap laju pertumbuhan spesifik, kepadatan populasi maksimum dan waktu untuk mencapainya. Laju pertumbuhan spesifik untuk jenis *Phaeodactylum* sp sebesar 0.362-0.489 ind/hari, *Chaetoceros* sp. sebesar 0.156-0.437 ind/hari dan *Pavlova* sp. sebesar 0.251-0.530 ind/hari dan untuk gabungan sebesar 0.229-0.376 ind/hari. Kepadatan maksimum (gabungan) yang dicapai sebesar 9.40 x 10<sup>6</sup> sampai 16.06 x 10<sup>6</sup> ind/ml yang dicapai dalam waktu 11 sampai 13 hari. Berdasarkan laju pertumbuhan spesifik, kepadatan maksimum dan waktu untuk mencapai kepadatan populasi maksimum adalah media dengan perlakuan N:P:Si = 30:1:4 (P<sub>3</sub>) yang terbaik untuk pertumbuhan algae *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp.

**Kata kunci:** fitoplankton, Chrysophyta, nisbah N/P, Si

## ABSTRACT

The research consists of two stages, *i.e.* preliminary study which was aimed to reveal the N/P ratio for the growth of diatom and the main study which was aimed to identify the effect of addition of Si on the growth of diatom at the respective N/P ratio. The aimed of the research was to reveal the composition, abundance, and growth pattern of Chrysophyta phytoplankton at various levels of macro nutrient (N and P) as well as micro nutrient (Si). The substance used for N, P and Si sources were urea, (46% N), TSP (32% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and sodium metasilica (34% Si(OH)<sub>2</sub>). The result of the preliminary study showed that N/P ratio for the optimum growth for the diatom was 30:1. The main study consists of 5 treatments and 1 control. Both each treatment and control had 3 replicates. The addition of Si caused discrepancy of specific growth rate, maximum population abundance and growing time. The specific growth rate of *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp., and *Pavlova* sp. were 0.362 - 0.489 ind/day, 0.156 - 0.437 ind/day, and 0.251 - 0.530 ind/day, respectively. The ranged of maximum abundance (combined data) were 9.40 x 10<sup>6</sup> - 16.06 x 10<sup>6</sup> ind/ml, which was attained in 11-13 days. Based on the specific growth rate, maximum abundance and the growing time, the best media for the growth of the three chrysophyta species should contain N, P, and Si with the ratio 30:1:4.

**Key word:** phytoplankton, Chrysophyta, N/P ratio, Si

## PENDAHULUAN

Fitoplankton adalah jasad nabati yang berukuran mikro yang terdiri dari satu sel atau be-

berapa sel yang mempunyai bentuk bervariasi yang dapat melakukan fotosintesis dengan memanfaatkan energi cahaya matahari untuk mengubah senyawa anorganik menjadi senyawa organik. Kehadiran fitoplankton di perairan sangat dibutuhkan, selain berperan dalam rantai makanan, fitoplankton juga dapat menjaga keseimbangan ekosistem perairan tersebut (tambak). Keberadaan fitoplankton di perairan sa-

<sup>1</sup> Bagian Produktifitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

<sup>2</sup> Alumni Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

ngat tergantung dari unsur hara yang tersedia, terutama N, P dan K serta silikat untuk diatom.

Fitoplankton sebagai pakan alami, khususnya diatom sangat baik untuk larva, udang, ikan dan kerang karena mengandung asam lemak tak jenuh, vitamin serta asam-asam amino yang lengkap bila dibandingkan pakan buatan. Permasalahan-permasalahan yang dihadapi dalam budidaya udang windu antara lain sulitnya menumbuhkan fitoplankton yang disukai udang yang dibudidayakan. Oleh karena itu, penelitian yang bertujuan untuk memudahkan penumbuhan fitoplankton yang baik sangat diperlukan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan, komposisi dan pola pertumbuhan fitoplankton Chrysophyta: *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. pada kandungan unsur hara makro (N dan P) dan unsur hara mikro (silika) yang berbeda.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Bagian Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, pada bulan Maret-April 2000. Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui perbandingan N:P yang terbaik untuk pertumbuhan diatom. Sedangkan penelitian utama adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan Si pada perbandingan N:P yang menghasilkan pertumbuhan diatom yang optimum. Bahan-bahan yang digunakan sebagai sumber N adalah pupuk urea (46% N), sumber P adalah TSP (32% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dan sumber Si (silika) adalah sodium meta silika (34% Si(OH)<sub>2</sub>).

Dari hasil penelitian pendahuluan didapatkan hasil bahwa perbandingan N : P terbaik untuk pertumbuhan diatom adalah 30 : 1. Selanjutnya, dalam penelitian utama menggunakan 5 perlakuan dan 1 kontrol. Masing-masing perlakuan diulang 3 (tiga) kali. Penelitian utama ini dilakukan dengan membandingkan perlakuan Si yang berbeda-beda pada perbandingan N : P sama dengan 30 : 1. Perlakuan utama tersebut terdiri dari: Perlakuan 1 (P<sub>1</sub>), yaitu N : P : Si sama dengan 30 : 1 : 1; Perlakuan 2 (P<sub>2</sub>), yaitu N : P : Si sama dengan 30 : 1 : 2; Perlakuan 3 (P<sub>3</sub>), yaitu N : P : Si sama dengan 30 : 1 : 4; Perlakuan 4 (P<sub>4</sub>), yaitu N : P : Si sama dengan 30 : 1 : 8; dan

Perlakuan 5 (P<sub>5</sub>), yaitu N : P : Si sama dengan 30 : 1 : 20.

Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah botol tembus pandang sebanyak 21 buah dengan volume 2 800 ml, pipet tetes, pipet ukur, gelas ukur, gelas corong, Haemocytometer, mikroskop elektrik, pH meter, lux meter, dan gelas erlenmeyer. Semua alat dan bahan yang akan digunakan terlebih dahulu disterilisasi untuk menghindari kontaminasi dari organisme yang tidak diinginkan.

Persiapan penelitian meliputi sterilisasi alat dan bahan, penyediaan air laut, pembuatan media pupuk Urea, TSP dan silikat, penyusunan peralatan penelitian, dan penentuan kelimpahan fitoplankton dengan menggunakan hubungan

$$N = \frac{1}{6}(n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6) \times 1000 \times 16 \text{ ind./ml.}$$

## Analisa Data

Pola pertumbuhan populasi mikroalga dapat dilihat melalui kurva pertumbuhan yang diperoleh dari data hasil perhitungan kelimpahan mikroalga selama pengamatan. Penurunan kandungan unsur hara dihitung sebagai selisih antara unsur hara yang terukur pada saat kepadatan maksimum dengan unsur hara pada awal penelitian. Sedangkan untuk laju pertumbuhan digunakan hubungan  $N_t = N_0 e^{kt}$  dengan  $N_t$  adalah kepadatan mikroalga pada saat  $t$ ,  $N_0$  adalah kepadatan mikroalga pada saat  $t$  sama dengan 0,  $k$  adalah laju pertumbuhan dan  $t$  adalah waktu (hari) periode fase eksponensial.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan Si terhadap kelimpahan mikroalga dilakukan analisis statistik melalui uji sidik ragam terhadap laju pertumbuhan masing-masing jenis alga, kepadatan maksimum, dan waktu untuk mencapai kepadatan maksimum dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dan uji lanjutan Duncan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

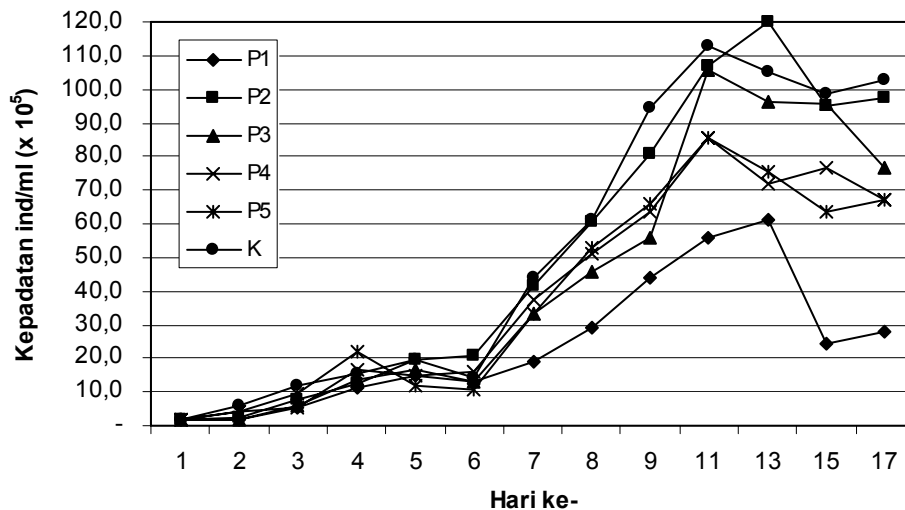
### Hasil

#### *Pertumbuhan Populasi Algae*

Dari hasil penelitian pendahuluan didapatkan tiga jenis algae yang selalu dominan pada setiap perlakuan, yaitu *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. Berdasarkan kepadatan maksimum yang dicapai media de-

ngan perbandingan N:P yang terbaik untuk pertumbuhan ketiga jenis algae tersebut adalah media dengan perbandingan N:P sama dengan 30:1. Kepadatan maksimum algae tersebut adalah  $644.8 \times 10^4 \text{ ind/ml}$  untuk *Phaeodactylum* sp.,  $86.4 \times 10^4 \text{ ind/ml}$  untuk *Chaetoceros* sp., dan  $176 \times 10^4 \text{ ind/ml}$  untuk *Pavlova* sp.

Pertumbuhan populasi algae *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. pada setiap perlakuan dengan perbandingan N, P, dan Si yang berbeda selama 17 hari memberikan respon yang berbeda. Pertumbuhan populasi algae *Phaeodactylum* sp. pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Pertumbuhan Harian Populasi Algae *Phaeodactylum* sp. pada Masing-masing Media Uji ( $\times 10^5 \text{ ind/ml}$ ). P<sub>1</sub> = N:P:Si = 30:1:1; P<sub>2</sub> = N:P:Si = 30:1:2; P<sub>3</sub> = N:P:Si = 30:1:4; P<sub>4</sub> = N:P:Si = 30:1:8; P<sub>5</sub> = N:P:Si = 30:1:20; K = Kontrol.

Berdasarkan Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan algae *Phaeodactylum* sp. diawali fase yang lambat (lag). Fase lag berlangsung selama 1 sampai 2 hari. Pada fase ini kenaikan kepadatan populasi *Phaeodactylum* sp. berkisar antara  $1.7-10.6 \times 10^4 \text{ ind/ml}$ . Selanjutnya populasi mengalami fase eksponensial, yaitu fase populasi yang pesat, yang dimulai pada hari ke-2 sampai hari ke-3. Algae *Phaeodactylum* sp. terlihat bahwa dari semua perlakuan, umur fase eksponensial tercepat terdapat pada media P<sub>4</sub> kemudian P<sub>5</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> dan P<sub>3</sub> dengan kenaikan populasi berkisar antara  $5.38-10.44 \times 10^6 \text{ ind/ml}$ .

Fase selanjutnya adalah fase penurunan laju pertumbuhan. Pada fase ini, untuk jenis *Phaeodactylum* sp. berlangsung antara hari ke-7 sampai hari ke-9 dan berakhir pada hari ke-13. Pada saat itu kenaikan populasi sebesar  $56-216 \times 10^4 \text{ ind/ml}$ .

Setelah fase penurunan laju pertumbuhan berakhir, tidak terjadi fase stasioner melainkan langsung menuju fase kematian. Pada algae *Phaeodactylum* sp. fase ini terjadi pada hari ke-11 sampai hari ke-17 dengan penurunan popula-

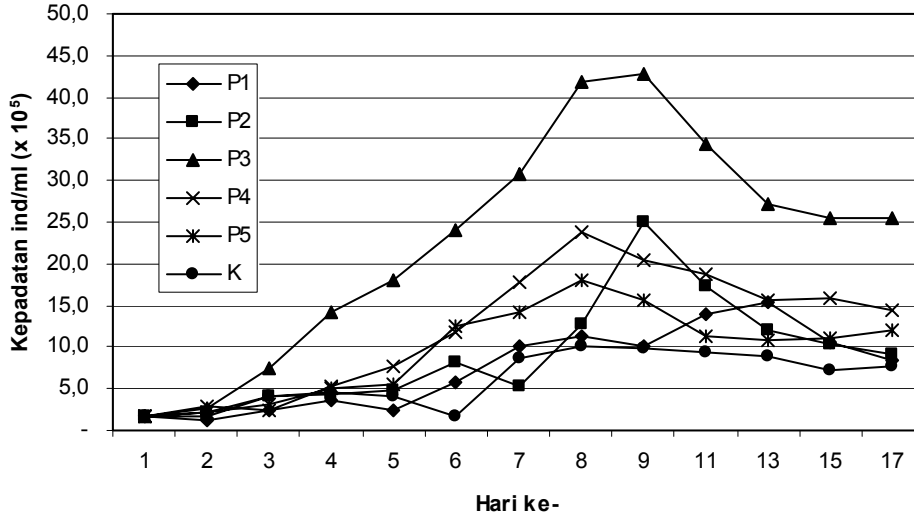
si berkisar antara  $36.6-8.4 \times 10^4 \text{ ind/ml}$ . Fase kematian ini berlanjut sampai penelitian berakhir.

Adapun untuk pertumbuhan populasi algae *Chaetoceros* sp. pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa pertumbuhan algae secara umum diawali fase yang lambat (lag). Fase lag berlangsung selama 1 sampai 2 hari. Pada fase ini terjadi kenaikan kepadatan populasi *Chaetoceros* sp. Selanjutnya populasi mengalami fase eksponensial, yaitu fase populasi yang pesat, yang dimulai pada hari ke-2 sampai hari ke-3. Pada algae jenis *Chaetoceros* sp. ini, terlihat bahwa umur fase eksponensial tercepat pada media P<sub>2</sub>, kemudian P<sub>5</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub> dan P<sub>4</sub> dengan kenaikan berkisar antara  $8.8-39.1 \times 10^5 \text{ ind/ml}$ . Fase selanjutnya adalah fase penurunan laju pertumbuhan. Pada *Chaetoceros* sp., fase ini terjadi antara hari ke-6 sampai hari ke-8 dan berakhir pada hari ke-13 dengan kenaikan populasi sebesar  $8.2-39.5 \times 10^4 \text{ ind/ml}$ .

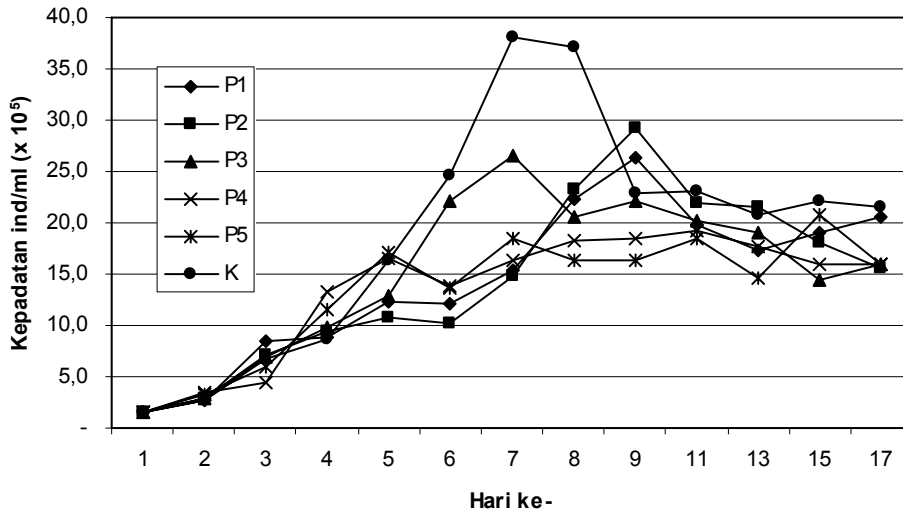
Setelah fase penurunan laju pertumbuhan berakhir, tidak terjadi fase stasioner melainkan langsung menuju fase kematian. Pada *Chaetoceros* sp. fase ini dimulai pada hari ke-11 sam-

pai hari ke-13 dengan penurunan populasi berkisar antara  $15.6-1.3 \times 10^5 \text{ ind/ml}$ . Fase kematian ini terus berlanjut sampai penelitian berakhir.

Pertumbuhan populasi algae *Pavlova* sp. pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Harian Populasi Algae *Chaetoceros* sp. pada Masing-masing Media Uji ( $\times 10^5 \text{ ind/ml}$ ).  $P_1 = N:P:Si = 30:1:1$ ;  $P_2 = N:P:Si = 30:1:2$ ;  $P_3 = N:P:Si = 30:1:4$ ;  $P_4 = N:P:Si = 30:1:8$ ;  $P_5 = N:P:Si = 30:1:20$ ; dan K = Kontrol.



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Harian Populasi Algae *Pavlova* sp. pada Masing-masing Media Uji ( $\times 10^5 \text{ ind/ml}$ ).  $P_1 = N:P:Si = 30:1:1$ ;  $P_2 = N:P:Si = 30:1:2$ ;  $P_3 = N:P:Si = 30:1:4$ ;  $P_4 = N:P:Si = 30:1:8$ ;  $P_5 = N:P:Si = 30:1:20$ ; dan K = Kontrol.

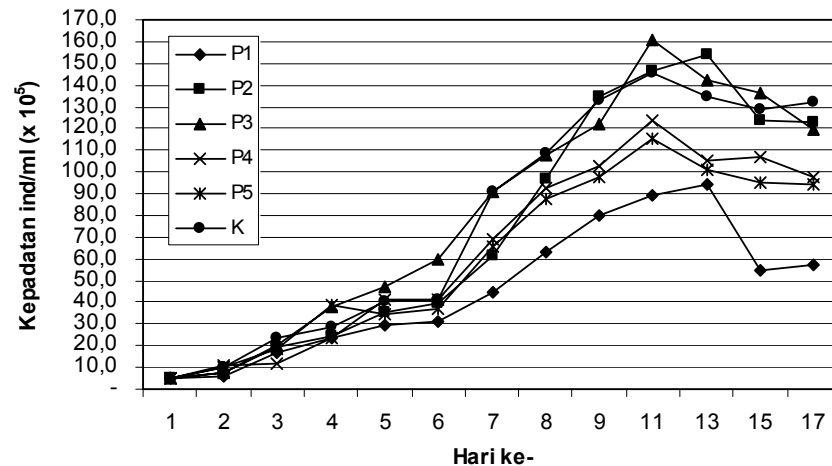
Berdasarkan Gambar 3 juga terlihat bahwa pertumbuhan algae diawali fase yang lambat (*lag*). Fase *lag* berlangsung selama 1-2 hari. Pada fase ini kenaikan kepadatan populasi *Pavlova* sp berkisar antara  $10.8-19.2 \times 10^4 \text{ ind/ml}$ . Selanjutnya populasi mengalami fase eksponensial, yaitu fase populasi yang pesat, dimulai pada hari ke-2 sampai hari ke-3. Pada jenis *Pavlova* sp. terlihat bahwa dari semua perlakuan, umur

fase eksponensial tercepat terdapat pada media  $P_3$  kemudian  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_5$  dan  $P_4$  dengan kenaikan populasi berkisar antara  $16.7-20.4 \times 10^5 \text{ ind/ml}$ .

Fase selanjutnya adalah fase penurunan laju pertumbuhan. Pada *Pavlova* sp. fase ini terjadi pada hari ke-4 sampai hari ke-5 dan berakhir pada hari ke-9 dengan kenaikan populasi sebesar  $13.2-59.7 \times 10^4 \text{ ind/ml}$ .

Setelah fase penurunan laju pertumbuhan berakhir, tidak terjadi fase stasioner melainkan langsung fase kematian. Pada *Pavlova* sp. penurunan populasi berkisar antara  $74-0.8 \times 10^4 \text{ ind/ml}$ .

Fase kematian ini berlanjut sampai penelitian berakhir. Untuk gabungan semua perlakuan, pertumbuhan populasi fitoplankton pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pertumbuhan Algae/Fitoplankton Gabungan pada Masing-masing Media Uji ( $\times 10^5 \text{ ind/ml}$ ).  $P_1 = \text{N:P:Si} = 30:1:1$ ;  $P_2 = \text{N:P:Si} = 30:1:2$ ;  $P_3 = \text{N:P:Si} = 30:1:4$ ;  $P_4 = \text{N:P:Si} = 30:1:8$ ;  $P_5 = \text{N:P:Si} = 30:1:20$ ; dan K = Kontrol.

### Fisika Kimia Media Kultur

Hasil pengamatan suhu, pH dan salinitas menunjukkan kondisi media yang relatif stabil (Tabel 1). Suhu media berkisar antara  $20-23^\circ\text{C}$ , salinitas antara  $27-29 \text{ ppt}$ , dan pH berkisar antara  $7.9-8.3$  dengan kecenderungan meningkat dari awal sampai akhir penelitian.

Tabel 1. Nilai pH dan Salinitas Media Selama Penelitian.

Peng- amat- an	pH					Salinitas						
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	Kon- trol	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	Kon- trol
0	7.9	8.0	7.9	7.9	8.0	8.2	27	27	27	27	27	27
4	8.0	8.1	7.9	7.9	8.3	8.2	27	27	27	27	27	27
8	8.0	8.1	8.1	8.2	8.3	8,3	27	28	27	28	27	28
12	8.3	8.2	8.0	8.2	8.2	8.3	28	28	28	28	28	28
16	8.3	8.2	8.1	8.1	8.3	8.3	28	28	29	28	28	28

Keterangan:  $P_1 = \text{N:P:Si} = 30:1:1$ ;  $P_2 = \text{N:P:Si} = 30:1:2$ ;  $P_3 = \text{N:P:Si} = 30:1:4$ ;  $P_4 = \text{N:P:Si} = 30:1:8$ ;  $P_5 = \text{N:P:Si} = 30:1:20$ ; dan K = Kontrol

### Pembahasan

#### Pertumbuhan Populasi

Pada penelitian pendahuluan perlakuan dengan perbandingan  $\text{N:P}=30:1$  yang terbaik ditinjau dari segi kepadatan maksimum yang dicapai bila dibandingkan dengan perlakuan yang

lain. Hal ini diduga karena pada rasio tersebut lebih sesuai dengan ketiga jenis algae tersebut, sesuai dengan pernyataan Cook (1976) in Andarias (1990) bahwa kultur algae di laboratorium nisbah antara nitrogen dan fosfor sama dengan  $30:1$  lebih sesuai untuk diatom. Selanjutnya Garci dan Garcia (1985) menyatakan bahwa diatom akan tumbuh lebih cepat dari plankton yang lainnya apabila di dalam air tersebut terdapat unsur hara N dan P dengan perbandingan antara  $20:1-30:1$ .

Dari hasil yang diperoleh pada penelitian pendahuluan ini dapat dilihat bahwa dari setiap perlakuan algae yang sering dominan adalah jenis *Phaeodactylum* sp. Bila dibandingkan kedua jenis yang lain, yaitu *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. Hal tersebut dapat diduga karena *Phaeodactylum* sp. mempunyai keperluan gizi yang sangat sederhana, tidak memerlukan vitamin, dan hanya memerlukan sedikit silika, serta dapat menggunakan ammonia, nitrat, urea dan bahan organik lainnya sebagai sumber protein (Borowitzka dan Volcani, 1978 in Borowitzka, 1986). Bila dibandingkan dengan kedua jenis tersebut, untuk *Chaetoceros* sp. lebih banyak membutuhkan silika untuk pembentukan setae (duri) dan untuk *Pavlova* sp. diduga karena kandungan unsur hara mikro serta vitamin yang terlarut tidak mencukupi pertumbuhannya.

Pada penelitian utama, pola pertumbuhan populasi *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. dalam media Urea, TSP, dan silika menunjukkan pola yang hampir sama, bila dilihat dari fase-fase yang dijumpai. Namun melihat perbedaan dosis silikat yang diberikan menyebabkan perbedaan dalam waktu terjadinya suatu fase pertumbuhan, laju pertumbuhan spesifik ( $k$ ) dan kepadatan populasi maksimum.

Pada perlakuan dosis urea dan TSP serta silikat yang berbeda pada algae *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. fase lag berlangsung selama 1-2 hari, ada beberapa kemungkinan yang menyebabkan timbulnya hal tersebut adalah kepadatan populasi awal inokulan yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan banyaknya media kultur, serta dari bibit yang umumnya berbeda. Dugaan lain adalah kandungan unsur hara yang terdapat pada awal penelitian lebih rendah bila dibandingkan dengan media kontrol, dalam hal ini kandungan nitrat dan fosfat.

Fase eksponensial pada setiap perlakuan berkisar pada hari ke-2 sampai hari ke-3. Terdapat kecenderungan bahwa fase eksponensial lebih awal terjadi pada perlakuan  $P_4$  (dengan kandungan Si sebesar 8 ppm) yang terjadi pada hari ke-2. Hal ini berkaitan dengan unsur hara yang tersedia pada saat timbulnya fase eksponensial tersebut.

Fase eksponensial pada setiap perlakuan berlangsung 6-9 hari. Menurut Fogg (1975) berlangsungnya fase eksponensial dalam kultur algae dipengaruhi oleh kandungan unsur hara, perubahan kondisi media, adanya penurunan intensitas cahaya (*self-shading*), dan faktor penghambat dari algae itu sendiri (*auto-inhibitor*).

### Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik menggambarkan kecepatan pertambahan individu algae per-satuan waktu. Dari hasil penelitian didapat nilai laju pertumbuhan pada *Phaeodactylum* sp. berkisar 0.325-0.498 ind/hari, *Chaetoceros* sp. berkisar antara 0.156-0.347 ind/hari, dan *Pavlova* sp. berkisar antara 0.251-0.530 ind/hari, sedangkan gabungan berkisar antara 0.299-0.376 ind/hari. Rendahnya laju pertumbuhan spesifik yang diperoleh, diduga karena kandungan fosfat, nitrat yang terlarut dalam media perlakuan tidak mencukupi untuk pertumbuhannya, dan

karena adanya *self-shading* dan *auto-inhibitor* dari algae itu sendiri sehingga laju pertumbuhannya terhambat.

### Kepadatan Populasi Maksimum

Kepadatan populasi maksimum setiap perlakuan dicapai pada fase penurunan laju pertumbuhan dengan waktu yang bervariasi. Analisis statistik melalui uji sidik ragam, kepadatan maksimum *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kepadatan maksimum populasi antar perlakuan, tetapi tidak berbeda nyata terhadap waktu untuk mencapai kepadatan maksimum kecuali pada *Chaetoceros* sp. pada perlakuan gabungan kepadatan maksimum perlakuan N:P:Si = 30:1:4 ( $P_3$ ) dan N:P:Si = 30:1:2 ( $P_2$ ) lebih tinggi dari perlakuan lainnya, termasuk media pembanding (kontrol). Kepadatan populasi maksimum yang dicapai oleh kedua perlakuan tersebut menunjukkan nilai yang hampir sama, sehingga dapat dikatakan bahwa dengan penambahan silikat antara 2-4 ppm dapat memberikan kepadatan algae yang sama.

Dengan uji statistik dalam menggunakan rancangan acak lengkap, uji Duncan membuktikan bahwa kepadatan populasi maksimum pada perlakuan  $P_2$  tidak berbeda nyata dengan perlakuan  $P_3$ . Namun bila dilihat dari waktu untuk mencapai kepadatan tersebut, perlakuan  $P_3$  membutuhkan waktu yang lebih singkat, yaitu hari ke-1, sedangkan  $P_2$  membutuhkan waktu yang lebih lama, yaitu hari ke-13. Dengan demikian perlakuan N:P:Si = 30:1:4 ( $P_3$ ) merupakan media yang terbaik untuk pertumbuhan algae *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. dibandingkan dengan perlakuan lainnya dalam percobaan ini. Hal ini diduga bahwa dengan kandungan silikat 2-4 mg/l, sudah mencukupi kebutuhan algae untuk pertumbuhannya, dimana unsur silikat dapat menjadi faktor penghambat bagi pertumbuhan algae karena dengan tingginya kandungan silikat pada cangkang (*frustule*) dapat menghambat pembelahan sel algae tersebut.

Dari bentuk kurva sebagaimana yang umum dijumpai dalam pertumbuhan biota, maka pola pertumbuhan tersebut berbentuk sigmoid. Oleh karena itu, dilakukan pengujian dengan tidak menyertakan kelimpahan setelah mencapai puncak populasi. Berdasarkan penyesuaian mo-

del kurva didapatkan kurva eksponensial dengan persamaan umum  $Y = ae^{kt}$  dengan k sebagai koefisien laju pertumbuhan. Nilai yang terbesar pada perlakuan P<sub>3</sub> untuk *Phaeodactylum* sp. (0.489 ind/hari), perlakuan P<sub>4</sub> untuk *Chaetoceros* sp. (0.437 ind/hari), dan perlakuan kontrol untuk *Pavlova* sp. (0.530 ind/hari) sedangkan untuk gabungan didapatkan pada perlakuan P<sub>3</sub> sebesar 0.376 ind/hari.

Berdasarkan uraian tersebut tampak bahwa perlakuan N:P:Si = 30:1:4 yang terbaik karena waktu untuk mencapai kepadatan maksimum relatif lebih cepat (11 hari) dengan kepadatan maksimum/tertinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lain, serta tidak ditemukan fase lag pada awal pertumbuhan.

### Fisika Kimia Media Kultur

Selama penelitian suhu media kultur berkisar antara 20-23°C, kecuali pada hari ke-5 suhu naik menjadi 26°C. Kisaran suhu tersebut masih layak untuk pertumbuhan algae, hal ini didasarkan pernyataan Fogg (1975) bahwa suhu

optimal untuk kelayakan pertumbuhan algae berkisar dari 20-25°C. Nilai pH media kultur berkisar antara 7.9-8.3. Kisaran pH tersebut masih dapat ditolerir oleh algae, hal ini berdasarkan pernyataan Chapman and Chapman (1973), bahwa kebanyakan algae dapat mentolerir pH dari 6.8-9.6. Kenaikan nilai pH ini diduga disebabkan kandungan CO<sub>2</sub> rendah karena dimanfaatkan oleh algae untuk fotosintesis. Sedangkan salinitas meningkat bila dibandingkan awal penelitian, hal ini terjadi karena adanya pengumpulan sehingga kadar garam yang terdapat dalam media menjadi pekat.

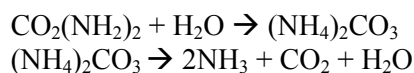
Kandungan fosfat, nitrat dan silikat dalam media kultur mengalami penurunan, sedangkan amonia dan nitrit mengalami peningkatan di akhir penelitian. Penurunan kandungan fosfat, nitrat dan silikat di akhir penelitian diduga terjadi karena adanya pemanfaatan fosfat, nitrat dan silikat oleh algae untuk pertumbuhan, pembentukan protein, frustule, serta sintesis DNA. Secara ringkas, nilai kandungan fosfat, nitrat dan silikat pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kandungan Fosfat, Nitrat dan Silikat (mg/l) pada Setiap Perlakuan Selama Penelitian.**

Perlakuan	Fosfat (mg/l)					Nitrat (mg/l)					Silikat (mg/l)				
	Waktu Pengamatan					Waktu Pengamatan					Waktu Pengamatan				
	0	4	8	12	16	0	4	8	12	16	0	4	8	12	16
P <sub>1</sub>	0.233	0.037	0.012	0.010	0.065	0.389	0.389	0.724	0.393	0.354	1.248	1.050	1.170	0.228	0.333
P <sub>2</sub>	0.182	0.212	0.027	0.015	0.026	0.438	0.438	0.474	0.403	0.417	1.355	1.173	0.927	1.044	0.271
P <sub>3</sub>	0.267	0.088	0.026	0.040	0.025	0.463	0.463	0.437	0.408	0.409	1.853	1.576	1.073	0.370	0.466
P <sub>4</sub>	0.154	0.079	0.028	0.010	0.032	0.440	0.440	0.401	0.360	0.404	2.477	1.934	1.739	0.435	0.676
P <sub>5</sub>	0.207	0.090	0.057	0.032	0.079	0.422	0.422	0.458	0.392	0.527	5.578	4.226	3.478	1.420	1.562
Kontrol	0.707	0.583	0.400	0.027	0.026	2.025	2.025	0.437	0.425	0.312	1.332	1.192	0.620	0.176	0.237

**Keterangan:** P<sub>1</sub> = N:P:Si = 30:1:1; P<sub>2</sub> = N:P:Si = 30:1:2; P<sub>3</sub> = N:P:Si = 30:1:4; P<sub>4</sub> = N:P:Si = 30:1:8; P<sub>5</sub> = N:P:Si = 30:1:20; dan K = Kontrol.

Perubahan urea (CO<sub>2</sub>(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) di dalam air terjadi melalui proses hidrolisa menjadi bentuk (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (amonium karbonat), NH<sub>3</sub> (amoniam) dan CO<sub>2</sub> (karbohidrat) dengan persamaan:



Perubahan ammonium karbonat menjadi ammonia biasanya memerlukan waktu 2-3 hari, selanjutnya akan terbentuk nitrit dan nitrat melalui proses nitrifikasi (Hakim *et al.*, 1986 in Kamaluddin, 1991). Dalam penelitian ini perubahan urea menjadi ammonia masih berlangsung hingga akhir penelitian, dan adanya kematian algae sehingga kandungan ammonia dan nitrit yang

terukur selama penelitian terus meningkat. Adanya peningkatan kandungan ammonia total dan nitrit diduga karena laju pemanfaatan ammonia yang dilakukan oleh algae lebih rendah dari laju perubahan urea menjadi ammonia, kehadiran bakteri pengurai dan adanya kematian algae setelah mencapai puncak populasi.

### KESIMPULAN

Pada penelitian pendahuluan perbandingan N/P yang terbaik untuk pertumbuhan algae *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp. adalah perlakuan N:P = 30:1, berdasarkan kepadatan maksimum yang dicapai yaitu

644.8 x 10<sup>4</sup> ind/ml untuk *Phaeodactylum* sp., 86.4 x 10<sup>4</sup> ind/ml untuk *Chaetoceros* sp. dan 176 x 10<sup>4</sup> ind/ml untuk *Pavlova* sp. Penambahan unsur hara silikat berkisar 2-4 mg/l cukup untuk pertumbuhan algae. Unsur silikat menyebabkan perbedaan terhadap laju pertumbuhan spesifik, kepadatan populasi maksimum dan waktu untuk mencapainya. Laju pertumbuhan spesifik untuk jenis *Phaeodactylum* sp sebesar 0.362-0.489 ind/hari, *Chaetoceros* sp. sebesar 0.156-0.437 ind/hari dan *Pavlova* sp. sebesar 0.251-0.530 ind/hari dan untuk gabungan sebesar 0.229-0.376 ind/hari. Kepadatan maksimum (gabungan) yang dicapai sebesar 9.40 x 10<sup>6</sup> sampai 16.06 x 10<sup>6</sup> ind/ml yang dicapai dalam waktu 11 sampai 13 hari. Berdasarkan laju pertumbuhan spesifik, kepadatan maksimum dan waktu untuk mencapai kepadatan populasi maksimum adalah media dengan perlakuan N:

P:Si sama dengan 30:1:4 (P<sub>3</sub>) yang terbaik untuk pertumbuhan algae *Phaeodactylum* sp., *Chaetoceros* sp. dan *Pavlova* sp.

## PUSTAKA

- Borowitzka, A. M. dan I. B. Leslay. 1986. **Micro-algae Biotechnology**. Cambridge University Press. Cambridge. 447p.
- Chapman, V. S. dan D. I. Chapman. 1973. **The Algae**. The University Press. Glasgow London dan Basingstoke.
- Fogg, G. E. 1975. **Algae Culture and Phytoplankton Ecology**. Second Edition. The University of Wisconsin Press. Medison, Wisconsin. 175p.
- Garcia, W. U. dan G. Rosario. 1885. **Prawn Farming made simple with Fertilex**. First Edition. Manila.
- Reynolds, C. S. 1990. **The Ecology of Freshwater Phytoplankton**. Cambridge University Press. Cambridge. 384p.