

Produktivitas dan Serapan Nutrien Harian *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. (Productivity and Dayly Nutrients of *Spirogyra* sp. and *Hydrodictyon* sp.)

Niken Tunjung Murti Pratiwi¹, Inna Puspa Ayu¹, & Bayu Nugraha¹

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Email: niken_tmpratiwi@yahoo.com

Memasukkan: Agustus 2015, Diterima: Desember 2015

ABSTRACT

This research aimed to analyze the potency of primary productivity (PP) and daily nutrients uptake of *Spirogyra* sp. and *Hydrodictyon* sp. The research was conducted using Randomized Block Design and Completely Randomized Design. Randomized Block Design was used to determine the difference of PP of both filamentous microalgae in different time periods. Completely Randomized Design was used to determine the difference of daily net primary productivity and total amount of nutrients utilization by both filamentous microalgae in the same light intensity. The observations showed that *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. has same PP ($p>0,05$), both in total (daily) and time periods. The morning PP of two filamentous microalgae were different from the daylight ($p<0,05$), and the daylight has different value from the afternoon ($p<0,05$), but there were similar value of PP between morning and afternoon ($p>0,05$). *Spirogyra* sp. and *Hydrodictyon* sp. has similar capability in uptaking nutrients daily and in time periods observations ($p>0,05$).

Keywords: *Hydrodictyon* sp., nutrients, primary productivity, *Spirogyra* sp.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai produktivitas primer (PP) serta kemampuan serapan nutrien harian *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dan rancangan acak lengkap (RAL). RAK digunakan untuk menentukan pengaruh perlakuan jenis mikroalga (*Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp.) dan pengaruh pengelompokan penggal waktu terhadap nilai PP bersih. Selanjutnya, RAL digunakan untuk menguji pengaruh perbedaan jenis mikroalga terhadap nilai PP total (harian) dan pemanfaatan jumlah nutrien total (harian). Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. menghasilkan nilai PP bersih yang sama ($p>0,05$), baik secara total (harian) maupun pada setiap penggal waktu pengamatan, namun berbeda antar penggal waktu pengamatan. Nilai PP kedua jenis mikroalga pada penggal waktu pagi berbeda dari siang ($p<0,05$), penggal waktu siang berbeda dari sore ($p<0,05$), tetapi pada penggal waktu pagi sama dengan sore ($p>0,05$). Selanjutnya, *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. mempunyai kemampuan penyerapan nutrien yang sama, baik secara harian maupun pada setiap penggal waktu pengamatan ($p>0,05$).

Kata Kunci: *Hydrodictyon* sp., nutrien, produktivitas primer, *Spirogyra* sp.

PENDAHULUAN

Produktivitas primer (PP) merupakan laju penyimpanan energi radiasi melalui aktivitas fotosintesis dari produser primer dalam bentuk bahan organik (Odum 1993). Proses fotosintesis dipengaruhi oleh faktor konsentrasi klorofil a dan intensitas cahaya matahari (Barus *et al.* 2008) dengan spektrum cahaya pada panjang gelombang 380-700 nm atau sering disebut *Photosynthetically Active Radiation* (PAR) (Hermanto *et al.* 2011). Di perairan, salah satu produser primer, yang melakukan fotosintesis dan mempunyai pigmen fotosintetik tersebut adalah Chlorophyceae.

Chlorophyceae merupakan salah satu kelas fitoplankton yang melimpah di perairan tawar.

Spirogyra sp. dan *Hydrodictyon* sp. merupakan alga berfilamen yang termasuk ke dalam kelas ini. Dua jenis alga tersebut sering dijumpai pada kolam perairan tawar yang jernih, misalnya di kolam budidaya ikan, koleksi tumbuhan air atau danau,

Tinggi rendahnya intensitas cahaya dan ketersediaan nutrien akan berpengaruh terhadap nilai produktivitas primer. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian dengan menentukan nilai produktivitas primer (PP) dan serapan nutrien harian *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. Tingkat produktivitas primer *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. diketahui melalui hasil produktivitas primer bersih (P_N), produktivitas primer kotor (P_G) dan respirasi (R). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas

primer dan serapan nutrisi harian *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap persiapan, penelitian pendahuluan, dan penelitian utama. Tahap persiapan dan penelitian pendahuluan dilakukan pada bulan Juni dan September 2014. Penelitian utama dilakukan pada bulan September 2014, serta pengambilan data sekunder dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Dramaga Bogor pada bulan Januari 2015. Penelitian dilaksanakan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.

Penelitian produktivitas primer dan serapan nutrisi harian *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. dibagi ke dalam tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Tahap persiapan bertujuan untuk mendapatkan biomassa, sedangkan tujuan penelitian pendahuluan adalah menentukan bobot basah *Spirogyra* sp. yang sesuai untuk ditempatkan pada botol contoh (botol BOD 250 mL), yang kemudian akan diterapkan pada penelitian utama. Penelitian utama bertujuan menentukan produktivitas primer dan serapan nutrisi harian *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp.

Bobot *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. yang akan digunakan dalam penelitian utama, ditentukan berdasarkan nilai produksi oksigen *Spirogyra* sp. Bobot yang diujikan dalam kegiatan ini adalah 0,5; 0,75; dan 1,0 gram. Ketiga perlakuan bobot tersebut dibuat dengan mengacu kepada penelitian Apriadi *et al.* (2014).

Ketiga perlakuan dipaparkan di bawah lampu selama tiga jam dengan nilai intensitas cahaya 500-750 ft-cd. Intensitas cahaya tersebut merupakan intensitas optimum untuk pertumbuhan Chlorophyta (Ryther 1956). Setelah tiga jam, dilakukan analisis kandungan oksigen terlarut untuk mendapatkan nilai produksi oksigen. Nilai produksi oksigen dari ketiga perlakuan (0,5; 0,75; dan 1,0 gram), masing-masing adalah sebesar 0,4741; 0,6124; dan 1,1260 mg O₂ L⁻¹. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa perlakuan bobot 1 gram menghasilkan oksigen paling tinggi.

Penentuan produktivitas primer dilakukan dengan menggunakan metode oksigen (botol BOD gelap-terang) yang diinkubasi di dalam

akuarium berukuran 60x30x30 cm³ yang telah diisi air sebanyak 18 liter. Penambahan alga *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. pada setiap botol inkubasi (botol BOD 250 mL) adalah sebesar 1 gram bobot basah (modifikasi Sulfahri *et al.* 2013; Brubaker *et al.* 2011; McKernan dan Juliano 2001). Inkubasi dilakukan di bawah cahaya matahari dengan penggal waktu 08.00-11.00 (pagi), 11.00-14.00 (siang), dan 14.00-18.00 (sore). Pada setiap akhir penggal waktu dilakukan pengambilan botol inkubasi untuk keperluan analisis produktivitas primer dan serapan nutrisi (amonia, nitrit, nitrat, dan ortofosfat). Pada penggal waktu inkubasi berikutnya, botol inkubasi yang baru dimasukkan ke dalam akuarium inkubasi. Demikian pula dengan penggal waktu inkubasi yang terakhir.

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan Rancangan Acak Lengkap (RAL). RAK digunakan untuk menentukan pengaruh perlakuan jenis mikroalga *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. dan pengaruh pengelompokan penggal waktu terhadap nilai PP bersih. Selanjutnya, RAL digunakan untuk menentukan jenis mikroalga yang berbeda terhadap nilai produktivitas primer bersih total (harian) dan pemanfaatan jumlah nutrisi total (harian).

Indikasi bahwa *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. dapat memanfaatkan nutrisi atau serapan nutrisi (N dan P) didasarkan pada hasil pengukuran kandungan amonia, nitrit, nitrat, dan ortofosfat dalam botol inkubasi pada ketiga penggal waktu inkubasi serta waktu inkubasi total (harian; 08.00-18.00). Metode analisis nutrisi dilakukan mengacu pada APHA (2012). Selanjutnya dilakukan pengukuran kondisi lingkungan media dalam akuarium inkubasi (suhu, pH, dan intensitas cahaya) setiap jam, dari pukul 06.00-18.00 WIB.

Penentuan produktivitas primer *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. diketahui melalui hasil produktivitas primer bersih (P_N) yang didapat dari produktivitas primer kotor (P_G) dikurangi respirasi (R). Seluruhnya dalam bentuk oksigen terlarut dengan satuan mg/L. Hubungan di antara ketiganya, menurut Barus *et al.* (2008), dapat dinyatakan sebagai berikut.

P_g = oksigen akhir pada botol terang-oksigen akhir pada botol gelap

R = oksigen awal-oksigen akhir pada botol gelap

$$P_N = P_g - R$$

Keterangan:

P_g : Produktivitas primer kotor

R : Respirasi

P_N : Produktivitas primer bersih

Satuan mg/L O₂ dikonversi ke dalam satuan mg/m³C dengan dikalikan 375,36 (Barus *et al.* 2008).

Penelitian ini dirancang untuk menguji pengaruh perbedaan jenis mikroalga dan pengelompokan penggal waktu terhadap nilai produktivitas primer bersih (PP) pada intensitas cahaya yang sama. Untuk pengujian hal tersebut digunakan Anova Rancangan Acak Kelompok (RAK)). Selanjutnya, Anova Rancangan acak lengkap (RAL) digunakan untuk menguji pengaruh jenis mikroalga yang berbeda terhadap nilai P_N total (harian) dan jumlah serapan nutrien total (harian).

Uji beda nyata terkecil (BNT) merupakan pengujian yang dilakukan setelah uji hipotesis RAK atau RAL menyatakan H₀ ditolak dan H₁ diterima. Pengambilan keputusan pada pengujian BNT dilakukan dengan melihat dua nilai. Jika nilai $d \leq BNT$, maka keputusannya gagal tolak H₀, yang artinya bahwa perlakuan jenis mikroalga atau pengelompokan penggal waktu tidak memberikan pengaruh pada taraf 0,05. Jika nilai $d > BNT$, maka keputusan yang diambil adalah tolak H₀, yang artinya bahwa perbedaan jenis mikrolaga tersebut meberikan pengaruh pada taraf 0,05.

Dalam menentukan hubungan antara nutrien (N atau P) terhadap nilai PP diperlukan sebuah pengujian menggunakan regresi linier sederhana. Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini yang menjadi peubah bebas adalah penyerapan nutrien (NAT atau P), sedangkan yang menjadi peubah tak bebasnya adalah nilai dari produktivitas primer. Model untuk menentukan hubungan tersebut mengacu pada Mattjik & Sumertajaya 2006) sebagai berikut:

$$y = \alpha + \beta x$$

Keterangan:

y : peubah tak bebas (nilai PP)

x : peubah bebas (nitrogen anorganik total (NAT) dan fosfat (P))

α : intersep atau perpotongan dengan sumbu tegak

β : kemiringan atau gradien

HASIL

Produktivitas primer

Produktivitas primer (PP) merupakan sintesis bahan organik melalui proses fotosintesis yang dipengaruhi oleh keberadaan cahaya dan nutrien. Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh nilai dari produktivitas primer kotor, respirasi dan produktivitas primer bersih dari *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. selama satu hari (total) yang disajikan pada Tabel 1.

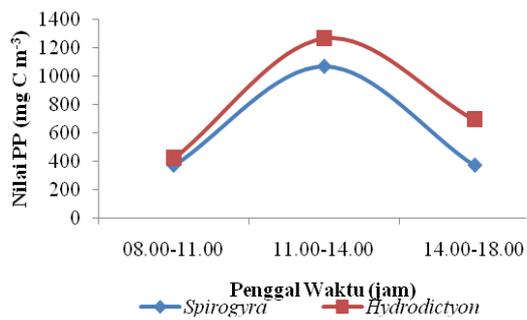
Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa *Hydrodictyon* sp. memiliki nilai PP bersih total (harian) lebih besar dari *Spirogyra* sp. Sebaliknya untuk nilai produktivitas primer kotor dan respirasi, *Spirogyra* sp. memiliki nilai lebih besar dari *Hydrodictyon* sp. Sidik ragam menunjukkan bahwa nilai PP bersih total *Spirogyra* sp. sama dengan PP bersih *Hydrodictyon* sp. ($p > 0,05$).

Nilai PP bersih *Hydrodictyon* sp. lebih tinggi dari pada *Spirogyra* sp. pada setiap penggal waktu pengamatan (Gambar 1). Kedua jenis mikroalga tersebut menghasilkan nilai PP bersih paling tinggi pada penggal waktu siang.

Berdasarkan hasil uji stastistik diketahui bahwa perbedaan jenis antara *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. menghasilkan nilai produktivitas primer yang sama ($p > 0,05$), sedangkan pengaruh pengelompokan penggal waktu terhadap nilai produktivitas primer menghasilkan keputusan

Tabel 1. Nilai produktivitas primer kotor (P_G), Respirasi (R) dan produktivitas primer bersih (P_N) dari *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. selama satu hari (total/harian)

Jenis Mikroalga	P _G (produktivitas primer kotor) mg C m ⁻³	R (Respirasi) mg C m ⁻³	P _N (Produksi primer bersih) mg C m ⁻³
<i>Spirogyra</i> sp.	6281,9769	4468,9863	1812,9906
<i>Hydrodictyon</i> sp.	5787,9448	3777,8966	2010,0482



Gambar 1. Nilai produktivitas primer (PP) selama penelitian

berbeda ($p < 0,05$). Hasil uji BNT atau uji lanjut, nilai PP bersih antar penggal waktu pagi berbeda dari siang ($p < 0,05$) dan penggal waktu siang berbeda dari sore ($p < 0,05$). Selanjutnya, PP bersih pada penggal waktu pagi sama dengan sore ($p > 0,05$).

Nutrien antar penggal waktu pengamatan

Nutrien yang dikaji meliputi amonium, nitrit, nitrat, dan ortofosfat, yang keseluruhannya merupakan nutrisi biologis (*biological available nutrients*), atau nutrisi yang dapat secara langsung dimanfaatkan oleh produsen primer untuk tumbuh. Nilai rata-rata kandungan keempat nutrisi selama penelitian disajikan pada Gambar 2.

Nilai kandungan amonium (Gambar 2A) dan

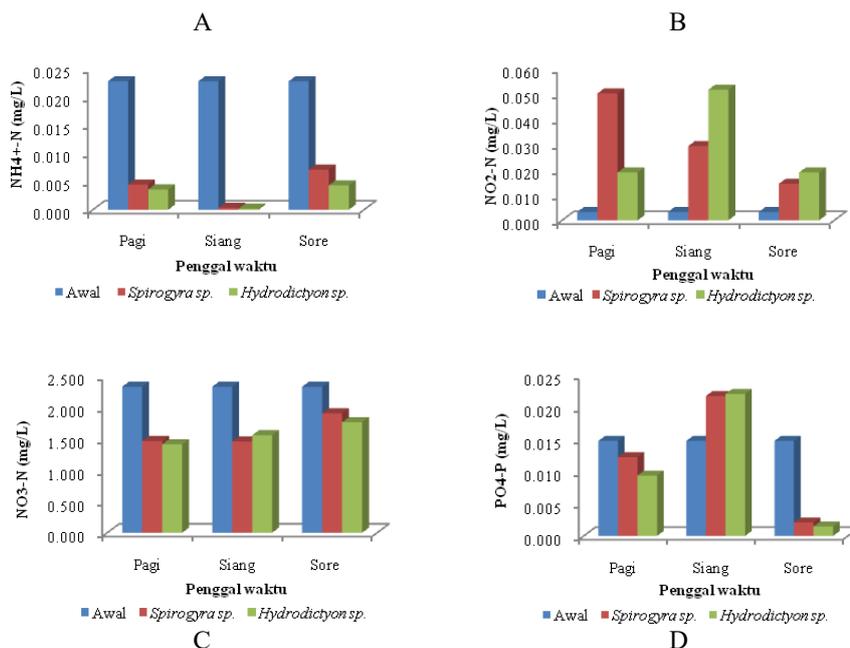
nitrat (Gambar 2C) selama pengamatan dalam media kedua alga memperlihatkan penurunan pada setiap penggal waktu siang. Penurunan nilai terbesar adalah pada penggal waktu siang sebesar 98% untuk jenis *Spirogyra* sp. dan 99% untuk jenis *Hydrodictyon* sp. Hasil uji statistik memperlihatkan bahwa kedua jenis mikroalga berfilamen tersebut mempunyai kemampuan yang sama dalam memanfaatkan amonium dan nitrat pada setiap penggal waktu ($p > 0,05$).

Berdasarkan Gambar 2B, diketahui bahwa kandungan nitrit di dalam media kedua jenis mikroalga cenderung mengalami peningkatan pada setiap penggal waktu. Sebagaimana terhadap amonium dan nitrat, *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. mempunyai kemampuan yang sama dalam memanfaatkan nitrit pada setiap penggal waktu ($p > 0,05$).

Kandungan ortofosfat di dalam media kedua jenis mikroalga mengalami penurunan pada penggal waktu pagi dan sore, namun mengalami peningkatan pada penggal waktu siang (Gambar 2D), walaupun demikian *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp mempunyai kemampuan yang sama dalam memanfaatkan ortofosfat pada setiap penggal waktu ($p > 0,05$).

Nutrien harian

Nutrien harian merupakan nilai yang didapat dari pengukuran selama satu hari pengamatan



Gambar 2. Nilai rata-rata nutrisi (A, amonium; B, nitrit; C, nitrat; D, ortofosfat)

Tabel 2. Nilai nutrien harian pada media sp. dan *Hydrodictyon* sp.

Parameter	<i>Spirogyra</i> sp.		<i>Hydrodictyon</i> sp.	
	awal (08.00)	akhir (18.00)	awal (08.00)	akhir (18.00)
Amonium	0,0228	0,0119	0,0228	0,0081
Nitrit	0,0033	0,0844	0,0033	0,0799
Nitrat	2,3318	0,6316	2,3318	1,1125
Ortofosfat	0,0149	0,0225	0,0149	0,0269

(08.00-18.00 WIB). Nilai rata-rata nutrien harian disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa nilai amonium dan nitrat harian cenderung menurun, sedangkan nilai kandungan nitrit dan ortofosfat harian meningkat dari nilai awal. Sidik ragam menunjukkan bahwa *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. cenderung sama dalam memanfaatkan nutrien secara total ($p > 0,05$).

Hubungan antara nitrogen anorganik terlarut (NAT) dengan nilai produktivitas (PP) *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp.

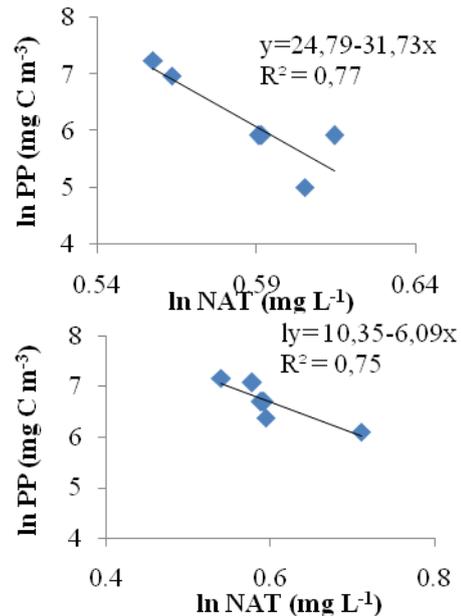
Nilai nitrogen anorganik terlarut (NAT) merupakan penjumlahan dari kandungan amonium (NH_4^+), nitrit (NO_2N), dan nitrat (NO_3N). NAT yang di gunakan pada analisis ini adalah nilai selisih antara nilai awal dikurangi nilai akhir. Model keterkaitan antara NAT dengan nilai PP bersih disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa nilai NAT dari kedua perlakuan (jenis mikroalga) memiliki keterkaitan dengan nilai PP bersih yang dihasilkan. Meskipun nutrien yang diserap rendah, tetapi PP yang dihasilkan relatif tinggi.

Hubungan antara Ortofosfat dengan nilai produktivitas primer (PP) *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp.

Ortofosfat atau fosfat anorganik adalah satu bentuk fosfor (P) yang terlarut dalam air dan merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan langsung oleh mikroalga. Nilai ortofosfat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan nilai kandungan akhir yang ada dalam media. Keterkaitan antara ketersediaan ortofosfat dengan nilai PP bersih disajikan pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa nilai ortofosfat (PO_4P) dari kedua perlakuan jenis mikroalga memiliki keterkaitan dengan nilai produktivitas primer (PP) bersih yang dihasilkan.



Gambar 3. Hubungan antara nitrogen anorganik terlarut (NAT) dengan nilai produktivitas primer (PP): (Atas: *Spirogyra* sp., dan bawah: *Hydrodictyon* sp.)

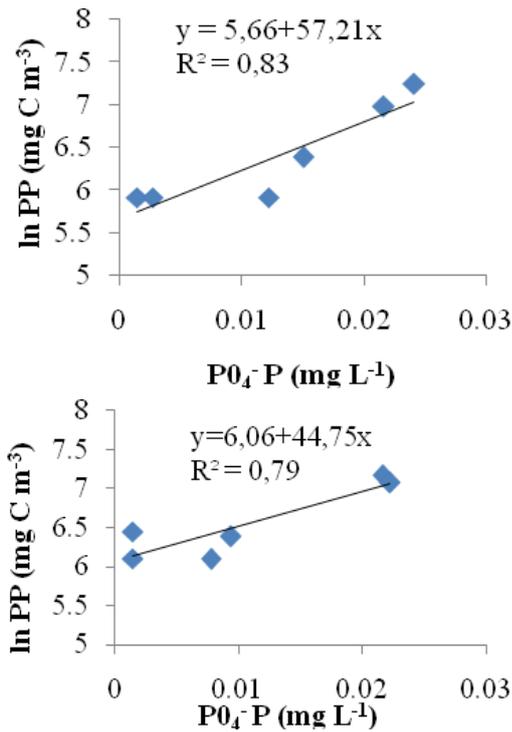
Terlihat bahwa keterkaitan P terhadap PP berkebalikan dari keterkaitan antara PP dengan NAT.

Kondisi lingkungan

Parameter kualitas air yang diukur selama pengamatan meliputi intensitas cahaya, suhu, dan pH. Keberadaan ketiga parameter tersebut disajikan pada Gambar 5. Terlihat bahwa kondisi ketiga parameter tersebut dapat mendukung proses produksi primer kedua jenis mikroalga.

PEMBAHASAN

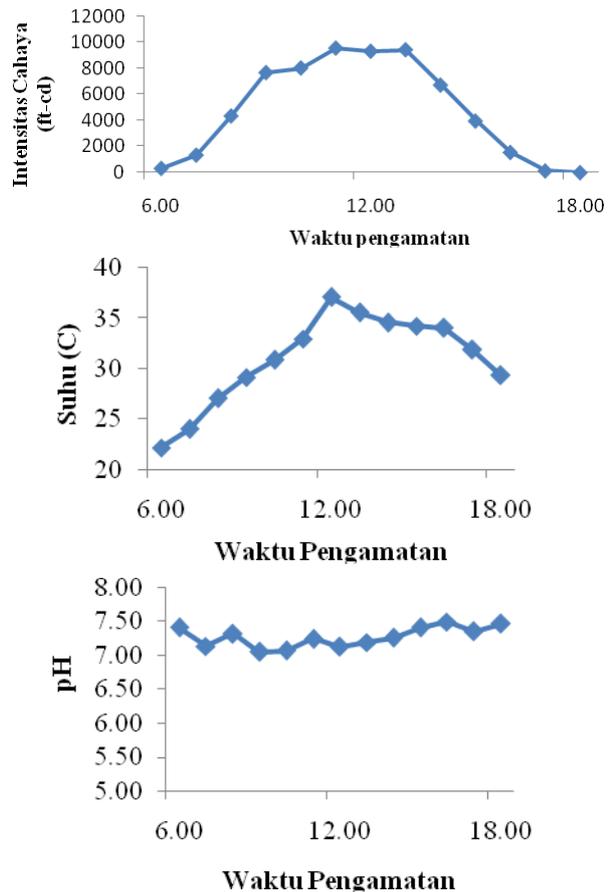
Nilai produktivitas primer (PP) bersih *Hydrodictyon* sp. lebih tinggi dibandingkan dengan *Spirogyra* sp., baik pada setiap penggal waktu maupun secara total (harian), meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Hal



Gambar 4 Hubungan antara Ortofosfat dengan nilai produktivitas primer (PP) dari mikroalga jenis *Spirogyra* sp. (atas) dan *Hydrodictyon* sp. (bawah)

tersebut diduga terjadi karena *Hydrodictyon* sp. mampu memanfaatkan nutrisi secara optimum untuk pertumbuhan. Hal ini didukung oleh pernyataan Cambra dan Aboal (1992), bahwa mikroalga jenis *Hydrodictyon* sp. mengalami pertumbuhan biomassa tiga kali lipat lebih cepat daripada mikroalga jenis *Spirogyra* sp., *Cladophora* sp., dan jenis lainnya.

Perbedaan besarnya intensitas cahaya yang masuk ke perairan pada setiap penggal waktu, menyebabkan PP bersih tertinggi terjadi pada siang hari, yaitu sebesar 9418,96-9548,68 ft-cd. Intensitas cahaya pada siang hari memiliki nilai maksimum, yaitu 8000-10000 ft-cd (Ryther 1956). Tingginya nilai PP disebabkan oleh intensitas cahaya pada periode siang hari yang dimanfaatkan secara maksimal (Yuliana 2006). Dengan demikian, *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. mencapai produktivitas primer maksimum pada kisaran waktu dan intensitas cahaya tersebut. Intensitas cahaya yang diterima oleh perairan dapat mempengaruhi suhu perairan. Suhu perairan masih sesuai untuk pertumbuhan *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. (O’Neal *et al.* 1995, Hawes & Smith 1993). Suhu perairan



Gambar 5 Nilai rata-rata kualitas air (Atas: intensitas cahaya; tengah: suhu dan bawah, pH)

dipengaruhi juga suhu udara. Berdasarkan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Dramaga, Bogor bahwa suhu udara rata-rata sebesar 26,1 °C. Selain suhu perairan dan udara, nilai pH selama penelitian juga sesuai untuk pertumbuhan *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. (Schulet 2007).

Serapan nutrisi harian digambarkan melalui pemanfaatan nutrisi NAT dan Ortofosfat. NAT mempunyai korelasi dengan nilai PP bersih pada setiap penggal waktu, demikian juga halnya dengan nilai ortofosfat. Hasil penelitian menunjukkan serapan NAT dan P yang rendah, namun PP yang dihasilkan tinggi. Tingginya nilai PP bersih yang dihasilkan, tidak selalu dikarenakan serapan N dan P yang tinggi pula (Roman *et al.* 2011).

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rasio N:P pada setiap penggal waktu. Rasio N:P untuk jenis *Spirogyra* sp. masing-masing penggal waktu adalah 63:1; 35:1; dan 468:1, sedangkan untuk jenis *Hydrodictyon* sp. masing-masing adalah 78:1; 37:1;

dan 621:1. Sementara rasio N:P harian untuk *Spirogyra* sp. sebesar 16:1, sedangkan jenis *Hydrodictyon* sp. sebesar 31:1. Menurut Mason (1993) di perairan alami, jika rasio N:P lebih besar dari 16:1, maka fosfor menjadi faktor pembatas. Sebaliknya, jika rasio N:P lebih kecil dari 16:1, maka nitrogen menjadi faktor pembatas. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini fosfor mejadi faktor pembatas pada kedua jenis mikroalga tersebut.

KESIMPULAN

Spirogyra sp. dan *Hydrodictyon* sp. menghasilkan nilai produktivitas primer (PP) bersih sama, baik secara harian maupun pada setiap penggal waktu pengamatan.

Nilai PP bersih *Spirogyra* sp. dan *Hydrodictyon* sp. pada penggal waktu pagi berbeda dari siang; penggal waktu siang berbeda dari sore; tetapi pada penggal waktu pagi sama dengan sore.

Spirogyra sp. dan *Hydrodictyon* sp. memanfaatkan nutrien sama, baik secara harian maupun pada setiap penggal waktu pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA (American Public Health Assosiation) 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water* New York (US): APHA.
- Apriadi T., NTM. Pratiwi, & S. Hariyadi. 2014. Fitoremediasi limbah budidaya sidat menggunakan filamentus algae (*Spirogyra* sp.). *Depik*. 3(1):46-55 hlm.
- Barus TA., SS. Sinaga, & R, Tarigan. 2008. Produktivitas Primer Fitoplankton dan Hubungannya dengan Faktor Fisik-Kimia Air Di Perairan Parapat, Danau Toba. *Biologi Sumatera*. 3(1): 11-16.
- Brubaker L., C. Maier, & K. Skelly. 2011. Effect of Varying Levels of Nitrogen on *Spirogyra* sp. Growth. Scientific Poster. Texas (US): Baylor University.
- Cambra J. & M. Aboal. 1992. Filamentous green algae of Spain: Distribution and ecology. *Limnetica*. 8:213-220.
- Hawes I. & R. Smith. 1993. Influence of Environmental The Growth In Culture of A New Zealand Strain of The Fast-Spreading Alga *Hydrodictyon reticulum* (water net). *Journal of Applied Phycology*. 5: 437-445.
- Hermanto MB, Sumardi, LC. Hawa, & SM. Fiqtinovri. 2011. Perencanaan Bioreaktor untuk Pembudidayaan Mikroalga. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 12(2): 153-162 .
- Mason CF. 1993. Biology of freshwater pollution. 2nd edition. Longman scientific and technical, New York. 351p.
- Mattjik SA. & MI. Sumertajaya. 2006. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan MINITAB*. Bogor (ID): IPB Pr.
- McKernan P., & S. Juliano. 2001. Effect of Nutrient on the Growth of the Green Alga *Spirogyra* in Conesus Lake, N.Y. *Journal of Science and Mathematics*. 2(1):19-25.
- Odum EP. 1993. Dasar-dasar Ekologi. (Samingan T, penerjemah; Srigandono B, editor. Ed ke-3. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University)
- O'Neal SW., & Ca. Lembi. 1995. Temperatures and irradiance effects on growth of Pithophora oedogonia (Chlorophyceae) and *Spirogyra* sp. (Charophyceae). *Journal of Phycology*. 31: 720-726.
- Roman M., S. Nguyen, & V. Manon. 2011. Nitrogen and Phosphorus Effects on Algal Growth in Various Locations. Scientific Poster. Texas (US): Baylor University.
- Ryther JH. 1956. Photosynthesis in the ocean as a Function of Light Intensity. *Wood Hole Oceanographic Institution*. 1(1): 61.
- Schulet J., S. Townsend, M. Douglas, I. Webster, S. Skinner & M. Casanova. 2007. Recommendations For Nutrient Resource Condition Targets For The Daly River. Darwin (AU): Charles Darwin University.
- Sulfahri & YS. Wulanmanuhara. 2013. Effect of Salinity and Gandasil-D on *Spirogyra hyalina* Biomass in Non-Aerated Culture. *Journal of Applied Phytotechnology in Environmental Sanitation*. 2(2):53-58.
- Yuliana. 2006. Produktivitas Primer Fitoplankton Pada Berbagai Periode Cahaya Di Perairan Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Perikanan*. 8(2): 215-222