

Komunitas fitoplankton di perairan Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh

Community of phytoplankton in Lake Laut Tawar, Aceh Tengah, Aceh Province

Nurfadillah^{1*}, Ario Damar², Enan M. Adiwilaga²

¹Jurusan Budidaya Perairan, Koordinator Kelautan dan Perikanan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111; ²Jurusan Manajemen Sumberdaya Perikanan, FPIK Institut Pertanian Bogor, Bogor; *Email korespondensi: fadilla_aceh@yahoo.com

Abstract. *The aims of the present study was to evaluate community structure and biomass of phytoplankton based on the depth stratification in the waters of Lake Laut Tawar. Sampling was conducted during March and April 2010. The results showed that 43 species of phytoplankton belonging to five classes were found in Lake Laut tawar. The most common class was Chlorophyceae with 20 genera, followed by Bacillariophyceae (diatoms) by 9 genera, Cyanophyceae (10 genera), Dinophyceae (2 genera), and Euglenophyceae (2 genera). The highest species composition was found at II with 15 m depth (24 genera), while the highest abundance of phytoplankton was occurred at station with 10 depth (155600 cells/l), while the lowest abundance was obtained at 15 depth (12745 cells/l). Overall the phytoplankton population in Lake Laut Tawar was dominated by Bacillariophyceae. In addition, the diversity index of phytoplankton was in moderate level (2.34), while the evenness index was ranged from 0.43 to 0.87, indicate the distribution of the individuals of each species was varied, however there was no predominant species detected.*

Keywords: *Phytoplankton, structure community, Laut Tawar Lake.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan dinamika struktur komunitas dan biomassa fitoplankton berdasarkan stratifikasi kedalaman di Perairan Danau Laut Tawar. Sampling dilakukan pada empat stasiun dengan masing-masing empat kedalaman, yaitu 0,2 m, 3 m, 10 m, dan 15 m. Pengambilan sampling air dilakukan sebanyak 4 kali dengan interval waktu 14 hari, yaitu selama bulan Maret sampai April 2010. Fitoplankton yang tersaring diamati dibawah mikroskop cahaya. Hasil penelitian mendapati sebanyak 43 jenis fitoplankton yang terbagi kedalam lima kelas, dimana klas yang paling dominan adalah kelas Chlorophyceae (20 genera), diikuti oleh Bacillariophyceae (diatom) sebanyak 9 genera, Cyanophyceae sebanyak 10 genera, kelas Dinophyceae (dinoflagellata) dan Euglenophyceae, masing-masing 2 genera. Komposisi jenis fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun II dengan kedalaman 15 m yaitu sebanyak 24 genera. Kelimpahan fitoplankton tertinggi diperoleh pada stasiun I dengan kedalaman 10 m (38900 sel/l), sedangkan kelimpahan terendah diperoleh pada stasiun III di kedalaman 15 m (3355 sel/l). Kelimpahan fitoplankton secara keseluruhan di dominasi oleh kelas Bacillariophyceae. Selain itu, nilai indeks keanekaragaman fitoplankton menunjukkan keanekaragaman yang relatif sedang 2,34. Nilai indeks keseragaman jenisnya bervariasi dan relatif sedang berkisar antara 0,43 - 0,87, ini menunjukkan bahwa penyebaran jumlah individu tiap jenis juga bervariasi namun tidak ada jenis yang mendominasi.

Kata kunci : Fitoplankton, struktur komunitas, Danau Laut Tawar

Pendahuluan

Danau Laut Tawar terletak di Kota Takengon Kabupaten Aceh Tengah pada ketinggian 1.250 m di atas permukaan laut. Danau ini memiliki luas 5.472 ha dan kedalaman rata-rata 51,13 meter. Aliran air permukaan atau sungai yang menuju ke danau Laut Tawar berjumlah 25 buah yang berasal dari 18 daerah hulu/kawasan tangkap dengan debit air bervariasi dari 11 sampai 2.554 liter per detik (Bappeda Aceh Tengah, 2004).

Saat ini Danau Laut Tawar telah dimanfaatkan antara lain sebagai lokasi penangkapan, budidaya karamba jaring apung dan pariwisata. Kegiatan-kegiatan tersebut telah mengindikasikan terjadinya degradasi sumberdaya, peningkatan unsur hara yang dapat meningkatkan kesuburan perairan, serta terjadinya penurunan kualitas sumberdaya perairan. Beban masukan dari kegiatan-kegiatan domestik, karamba jaring apung, kegiatan pertanian baik langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap keberadaan organisme perairan khususnya plankton sebagai organisme yang peka terhadap perubahan kualitas air. Beban masukan yang nyata biasanya akan membawa partikel tersuspensi, nutrisi serta bahan organik terlarut yang akan mendukung terjadinya eutrofikasi.

Perubahan yang terjadi pada ekosistem danau saat ini sangat cepat akibat pengaruh dari kegiatan-kegiatan tersebut, akibatnya danau mengalami penurunan fungsi dan perubahan status perairan. Keberadaan unsur hara di Danau Laut Tawar akan berpengaruh terhadap peningkatan biomassa fitoplankton dan kesuburan danau. Pada perairan danau yang dalam seperti Danau Laut Tawar kemungkinan terjadi pengadukan sampai dasar perairan sangat kecil sehingga adanya perbedaan keberadaan unsur hara serta perbedaan suhu yang mencolok antara lapisan dasar dan lapisan permukaan sehingga diduga adanya hubungan komponen biotik (struktur komunitas fitoplankton) dan abiotik (ketersediaan unsur hara) yang berbeda pada setiap stratifikasi kedalaman perairan danau. Sulawesty (2007) mengungkapkan bahwa kelimpahan fitoplankton tinggi pada lapisan permukaan dan menurun sesuai dengan semakin bertambahnya kedalaman dan semakin menurunnya daya tembus cahaya matahari. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan dinamika

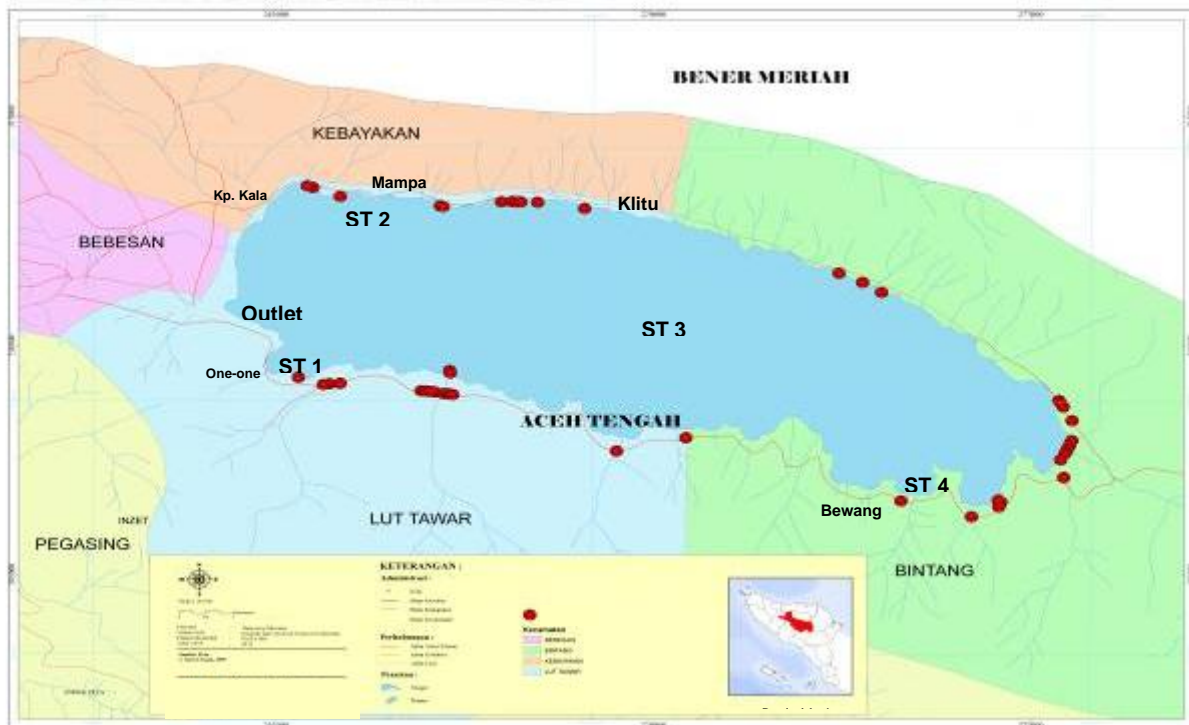
struktur komunitas dan biomassa fitoplankton berdasarkan stratifikasi kedalaman di Perairan Danau Laut Tawar.

Bahan dan Metode

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2010 berlokasi di Danau Laut Tawar Kabupaten Aceh Tengah. Kegiatan penelitian dibagi dalam dua tahap, yaitu kegiatan di lapangan dan di laboratorium. Kegiatan di lapangan meliputi pengambilan sampel air yang dilakukan sebanyak 4 kali sampling dengan selang waktu 14 hari. Penentuan titik sampling dilakukan secara horizontal dan vertikal. Secara horizontal terdiri dari 4 stasiun pengamatan. Stasiun I di daerah One-one (096°51'55,4"BT - 04°36'29,0" LS) yang mewakili daerah karamba jaring apung (KJA). Stasiun II di daerah Mampak (096°51'48,1"BT - 04°38'12,2" LS) yang mewakili daerah pusat kota serta kawasan pemukiman. Stasiun III merupakan daerah pertengahan danau (096°56'03,8" BT - 04°36'47,4" LS). Stasiun IV di daerah Bewang (096°58'28,4"BT - 04°35'37,1"LS) yaitu daerah yang aktivitas penduduknya sedikit.

Penentuan pengambilan sampel didasarkan pada kedalaman perairan di tiap stasiun pengamatan dengan mempertimbangkan pola umum stratifikasi suhu dan penetrasi cahaya pada lapisan perairan yaitu pada kedalaman 0,2 m, 3 m, 10 m, dan 15 m (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Danau Laut Tawar yang menunjukkan lokasi pengambilan sampel

Pengambilan data

Pengambilan sampel air pada berbagai strata kedalaman (0,2 m, 3 m, 10 m, dan 15 m) dengan menggunakan *Vandorn water sampler* volume 2 liter. Sampel air yang diambil sebanyak 20 liter, air tersebut kemudian disaring dengan menggunakan jaring plankton ukuran mata jaring 40 µm. Contoh air yang tersaring (100 ml) dimasukkan dalam botol koleksi yang berlabel kemudian diawetkan dengan lugol 2 % sebanyak 8 – 10 tetes, selanjutnya diamati di bawah mikroskop, dan diidentifikasi dengan menggunakan buku petunjuk Prescott (1970), Belcher and Swale (1979), dan Mizuno (1979). Selain itu juga diukur beberapa parameter kualitas air antara lain pH, oksigen terlarut, nitrat, nitrit, amonia, silika, orthofosfat dan total fosfat; sedangkan parameter biologi berupa kelimpahan fitoplankton.

Perhitungan kelimpahan plankton dilakukan dengan menggunakan metode sapuan *Sedgwick Rafter Counting Cell* dengan tiga kali ulangan. Rumus perhitungan kelimpahan plankton berdasarkan APHA (2005) yaitu sebagai berikut:

$$N = n \times \frac{a}{A} \times \frac{v}{vc} \times \frac{1}{V}$$

Dimana, N adalah kelimpahan plankton (sel/l), n jumlah plankton yang tercacah (sel), a luas gelas penutup (mm²), v volume air terkonsentrasi (ml), A luas satu lapangan pandang (mm²), vc volume air dibawah gelas penutup (ml) dan V volume air yang disaring (l).

Perhitungan indek biologi

Indeks keragaman

Indeks yang digunakan dalam mengetahui tingkat keragaman jenis yang ada dalam suatu komunitas yaitu menggunakan indeks keanekaragaman (Odum 1971).

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Dimana, H' = iIndeks keanekaragaman jenis, p_i = suatu fungsi peluang untuk masing-masing bagian secara keseluruhan (n_i/N), n_i = Jumlah individu jenis ke- i , N = jumlah total individu. Kisaran nilai indeks keanekaragaman dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Legendre dan Legendre 1998):

- $H' < 2,3$ = keanekaragaman kecil dan kestabilan komunitas rendah
 $2,3 \leq H' \leq 6,9$ = keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang
 $H' > 6,9$ = keanekaragaman besar dan kestabilan komunitas tinggi

Indeks keseragaman

Indeks keseragaman ini digunakan untuk mengetahui berapa besar kesamaan penyebaran sejumlah individu setiap marga pada tingkat komunitas. Indeks keseragaman (*evenness index*) berdasarkan persamaan (Odum 1971) :

$$e = \frac{H'}{\ln S}$$

Dimana, e = indeks keseragaman, H' = indeks keanekaragaman, S = jumlah jenis. Odum (1971) menyatakan indeks keseragaman berkisar antara 0 – 1. Apabila nilai e mendekati 1 sebaran individu antar jenis merata. Nilai e mendekati 0 apabila sebaran individu antar jenis tidak merata atau ada sekelompok jenis tertentu yang dominan.

Indeks dominansi

Indeks dominansi diperoleh dengan menggunakan indeks Simpson (Odum 1971).

$$C = \sum_{i=1}^S (n_i / N)^2$$

Dimana, C = indeks dominansi Simpson, n_i = jumlah individu jenis ke- i , N = jumlah total individu. Nilai kisaran dominansi antara 0 – 1. Jika nilai C mendekati 0 tidak ada jenis yang dominan, dan biasanya diikuti dengan nilai e yang besar. Untuk nilai C yang mendekati 1 berarti terdapat jenis yang mendominasi dan nilai e semakin kecil (Odum 1971).

Hasil dan Pembahasan

Kondisi lingkungan

Nilai rata-rata kualitas air di semua stasiun pengamatan selama penelitian berfluktuatif. Pada umumnya kondisi perairan danau Laut Tawar masih dalam kisaran optimum bagi pertumbuhan fitoplankton.

Tabel 1. Nilai kisaran rata-rata kualitas air pada setiap stasiun dan kedalaman selama penelitian pada bulan Maret hingga April 2010.

Parameter	Stasiun			
	I	II	III	IV
Suhu °C	24,6 - 25,9	24,5 - 25,6	24,6 - 25,8	24,2 - 25,4
Kecerahan (cm)	320 - 500	360 - 630	390 - 650	475 - 645
Kedalaman (m)	19,36	18,80	75,55	55,20
pH	7,8 - 8,7	7,8 - 8,4	7,3 - 8,5	7,8 - 8,4
DO (mg/l)	3,09 - 6,54	4,06 - 6,48	4,98 - 6,43	4,75 - 6,38
Nitrat (mg/l)	0,045 - 0,279	0,246 - 0,393	0,028 - 0,342	0,008 - 0,283
Nitrit (mg/l)	0,002 - 0,003	0,0021 - 0,0023	0,0021 - 0,005	0,0018 - 0,0024
Amonia (mg/l)	0,045 - 0,054	0,043 - 0,056	0,042 - 0,052	0,046 - 0,064
Orthofosfat (mg/l)	0,013 - 0,042	0,009 - 0,018	0,010 - 0,027	0,015 - 0,025
Total Fosfat (mg/l)	0,037 - 0,105	0,042 - 0,047	0,038 - 0,056	0,040 - 0,047
Silika (mg/l)	12,22 - 13,64	10,99 - 13,02	12,70 - 13,12	12,33 - 12,74
Klorofil-a (µg/l)	1,531 - 3,744	0,933 - 3,148	1,867 - 4,993	1,093 - 8,131

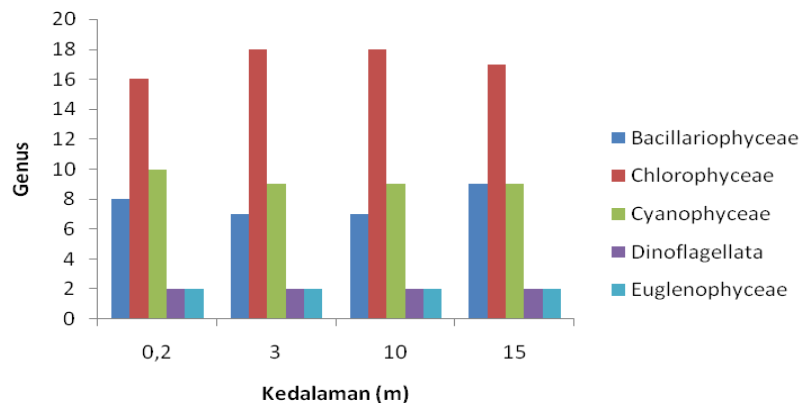
Ketengan: stasiun I= One one, stasiun II= Mampak, stasiun III= Tengah Danau , stasiun IV= Bewang

Secara umum terlihat bahwa unsur hara yang mempengaruhi kelimpahan fitoplankton adalah ortofosfat dan total fosfat, nitrat dan amonia. Ortofosfat, nitrat dan amonia merupakan unsur hara yang dapat langsung dimanfaatkan oleh fitoplankton. Sedangkan keamatan antara suhu dan pH merupakan komponen yang seiring meningkat satu sama lain, suhu semakin menurun dengan bertambahnya kedalaman, sama halnya dengan kondisi pH dan DO.

Struktur komunitas fitoplankton

Komposisi jenis

Komposisi fitoplankton yang ditemukan di perairan Danau Laut Tawar terdiri dari 43 jenis (genera), terdiri dari lima kelas yaitu kelas Bacillariophyceae (diatom) sebanyak 9 genera, kelas Chlorophyceae sebanyak 20 genera, kelas Cyanophyceae sebanyak 10 genera, kelas Dinophyceae (dinoflagellata) sebanyak 2 genera, dan Euglenophyceae sebanyak 2 genera. Komposisi fitoplankton yang ditemukan pada setiap kedalaman pengamatan menunjukkan kelas chlorophyceae yang paling banyak jenisnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Siege (2005) disitasi oleh Prabandani (2007) bahwa perairan tergenang yang eutrofik pada umumnya berlimpah fitoplankton dari kelas chlorophyceae. Komposisi kelas fitoplankton dari hasil pengamatan pada 4 stasiun dan 4 kali pengamatan di perairan Danau Laut Tawar disajikan pada Gambar 2.



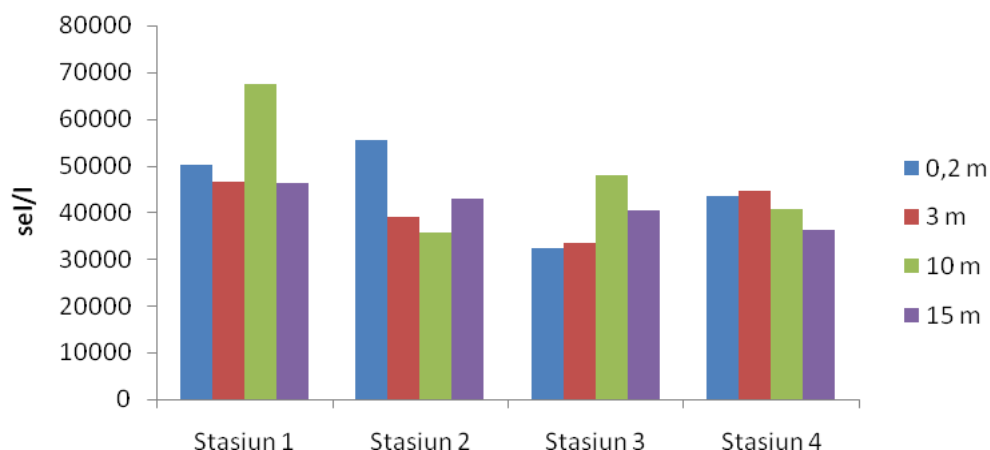
Gambar 2. Jumlah genera fitoplankton berdasarkan kelas yang ditemukan pada seluruh stasiun dan kedalaman pengamatan.

Berdasarkan hasil pengamatan pada keempat stasiun dan keempat kedalaman terlihat jenis *Nitzschia* sp, *Eunotia* sp, *Cosmarium* sp, *Staurastrum* sp, *Spirulina* sp, *Anaebaena* sp dan *Peridinium* sp keberadaannya selalu ada pada setiap pengamatan dan merupakan penyusun utama komunitas fitoplankton di setiap lapisan kedalaman perairan.

Komposisi jenis fitoplankton tertinggi terdapat di stasiun II pada kedalaman 15 m yaitu sebanyak 24 genera. Hal ini terkait dengan kondisi perairan dimana letak stasiun ini berada di sekitar pemukiman penduduk sehingga unsur hara yang tersedia relatif tinggi sehingga mendukung pertumbuhan dan perkembangan jenis fitoplankton.

Kelimpahan

Kelimpahan fitoplankton yang ditemukan di perairan Danau Laut Tawar pada setiap stasiun pengamatan dan kedalaman 0,2 m, 3 m, 10 m, dan 15 m memperlihatkan perbedaan yang bervariasi. Kelimpahan rata-rata fitoplankton di perairan Danau Laut Tawar berkisar antara 3355 – 38900 sel/l, dengan kelimpahan fitoplankton yang didominasi oleh kelas Bacillariophyceae yaitu berkisar antara 53,75 – 56,02 %. Kelimpahan rata-rata fitoplankton berdasarkan stasiun disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Kelimpahan rata-rata fitoplankton berdasarkan stasiun pengamatan di perairan Danau Laut Tawar

Kelimpahan fitoplankton tertinggi diperoleh pada stasiun I kedalaman 10 m yaitu 38900 sel/l. Hal ini terkait dengan kondisi perairan yang berada di kawasan karamba jaring apung dimana ketersediaan unsur hara tinggi khususnya kadar nitrat yang mencapai 0,4 mg/l, sehingga pertumbuhan fitoplankton juga optimal. Dalam perkembangan fitoplankton untuk tumbuh ada beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah kekeruhan, proses fotosintesis serta ketersediaan

unsur hara yang cukup. Kelimpahan terendah diperoleh pada stasiun III di kedalaman 15 m yaitu sebesar 3355 sel/l, hal ini diduga karena rendahnya unsur hara pada stasiun ini seperti kadar nitrat 0,0067 mg/l. Kelimpahan fitoplankton menunjukkan perbedaan fluktuasi pada setiap waktu pengamatan yaitu selama 14 hari sekali. Hal ini sesuai dengan penelitian Umar (2003) yang menyatakan bahwa fluktuasi kelimpahan fitoplankton berkaitan dengan siklus hidup dari fitoplankton di perairan yaitu sekitar 15 – 21 hari. Goldman dan Horne (1983) menyatakan bahwa fitoplankton merespon perubahan fisika dan kimia lingkungan secara fluktuasi populasi. Perubahan variasi fitoplankton di daerah tropis dapat terjadi karena adanya pengaruh musim yaitu musim hujan dan musim kemarau.

Kelimpahan fitoplankton berdasarkan kedalaman menunjukkan kelas Bacillariophyceae melimpah di setiap kedalaman dan stasiun pengamatan. Kelimpahan tertinggi yaitu pada kedalaman 10 m. Hal ini terkait dengan intensitas cahaya relatif berkurang pada kedalaman 10 m, dimana beberapa fitoplankton tidak menyukai cahaya matahari dan menempati lapisan kedalaman ini, terutama dari kelas Bacillariophyceae dan Dinophyceae. Tingginya kelimpahan dari kelas Bacillariophyceae diduga karena tingginya kadar silika, selain itu kelas Bacillariophyceae merupakan jenis diatom yang paling toleran terhadap kondisi perairan seperti suhu dan mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan perairannya sehingga dapat berkembang biak dengan cepat dan memanfaatkan kandungan nutrisi dengan baik. Kemampuan reproduksi dari diatom lebih besar dibandingkan dengan kelompok fitoplankton lainnya. Pada saat terjadi peningkatan konsentrasi zat hara, diatom mampu melakukan pembelahan mitosis sebanyak tiga kali dalam 24 jam. Dinoflagellata hanya mampu melakukannya satu kali dalam 24 jam pada kondisi zat hara yang sama (Praseno dan Sugestingsih 2000).

Indek biologi

Rata-rata indeks keanekaragaman fitoplankton di stasiun I berkisar antara 1,66 – 1,99, pada stasiun II berkisar antara 1,77 – 2,00. Indeks keanekaragaman di stasiun III dan IV masing-masing berkisar antara 1,70 – 1,99 dan 1,68 – 1,87. Berdasarkan kriteria nilai indeks keanekaragaman dari Odum (1971) menunjukkan bahwa keanekaragaman dan kestabilan komunitas fitoplankton di perairan Danau Laut Tawar tergolong sedang (moderat). Keanekaragaman fitoplankton antar kedalaman juga menunjukkan hal yang sama bahwa keanekaragaman jenis fitoplankton di kedalaman permukaan, 3 m, 10 m, dan 15 m memiliki keanekaragaman sedang. Hal ini terlihat dari komposisi genera fitoplankton yang relatif tinggi. Indeks pemerataan secara keseluruhan di setiap stasiun pengamatan dan kedalaman berkisar antara 0,62 – 0,73. Basmi (2000) menjelaskan bahwa nilai indeks pemerataan jenis berkisar antara 0-1. Berdasarkan nilai indeks tersebut terlihat bahwa perairan Danau Laut Tawar memiliki pemerataan fitoplankton yang tinggi.

Kisaran indeks dominansi pada setiap stasiun dan kedalaman secara keseluruhan adalah 0,19 – 0,29. Berdasarkan nilai tersebut terlihat bahwa indeks dominansi di perairan Danau Laut Tawar tergolong rendah. Hal ini menunjukkan bahwa relatif tidak ada jenis plankton yang mendominasi perairan tersebut. Menurut Basmi (2000) nilai indeks dominansi plankton berkisar antara 0 – 1, bila indeks dominansi mendekati 0, berarti di dalam struktur komunitas biota yang kita amati tidak terdapat jenis yang secara menyolok mendominasi jenis lainnya.

Secara umum struktur komunitas fitoplankton di perairan Danau Laut Tawar menggambarkan kondisi yang relatif stabil namun dapat berubah sewaktu-waktu dengan adanya perubahan kondisi lingkungan, hal ini dindikasikan dengan indeks keanekaragaman fitoplankton yang tergolong sedang, indeks keseragaman yang relatif merata dan indeks dominansi yang relatif rendah. Hal ini terlihat dari komposisi genera fitoplankton yang relatif tinggi pada setiap waktu pengamatan. Adanya beberapa jenis fitoplankton yang keberadaannya selalu hadir di setiap kedalaman dan stasiun pengamatan pada empat kali waktu pengamatan seperti jenis *Nitzschia* sp, *Eunotia* sp, *Cosmarium* sp, *Staurastrum* sp, *Spirulina* sp, *Anabaena* sp dan *Peridinium* sp. Sehingga tidak adanya perubahan yang nyata terhadap jenis fitoplankton yang muncul di empat kali pengamatan. Beberapa faktor dapat menjadi pertimbangan untuk menjelaskan fenomena perkembangan komunitas fitoplankton ini, antara lain faktor lingkungan, waktu sampling, keberadaan unsur hara yang relatif tidak berbeda antar waktu pengamatan.

Kesimpulan

Komposisi fitoplankton yang ditemukan di perairan Danau Laut Tawar terdiri dari 43 jenis (genera) fitoplankton. Kelimpahan fitoplankton tertinggi diperoleh pada stasiun I kedalaman 10 m yaitu sebesar 38900 sel/l. Kelimpahan terendah diperoleh pada stasiun III di kedalaman 15 m yaitu sebesar 3355 sel/l. Kelimpahan fitoplankton secara keseluruhan di dominasi oleh kelas Bacillariophyceae yaitu berkisar antara 53,75 – 56,02 % dengan jenis yang melimpah yaitu *Nitzschia* sp. Secara umum struktur komunitas fitoplankton Danau Laut tawar menunjukkan keanekaragaman yang relatif sedang, dengan nilai indeks keanekaragaman plankton tertinggi ditemukan di stasiun I kedalaman 15 meter (2,34). Nilai indeks keseragaman jenisnya bervariasi dan relatif sedang berkisar antara 0,43 - 0,87, ini menunjukkan bahwa penyebaran jumlah individu tiap jenis juga bervariasi namun tidak ada jenis yang mendominasi dan ini terlihat dari indeks dominansinya yang relatif rendah yaitu berkisar antara 0,12 – 0,55. Beberapa jenis fitoplankton yang keberadaannya selalu hadir di setiap kedalaman dan stasiun pengamatan pada empat kali waktu pengamatan sehingga tidak adanya perubahan yang nyata terhadap jenis fitoplankton yang muncul di empat kali pengamatan.

Daftar Pustaka

- American Public Health Association. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th edition. Washington: APHA, AWWA (American Waters Works Association) and WPCF (Water Pollution Control Federation). Hal 3 – 42.
- Amalia, F.J. 2010. Pendugaan status kesuburan perairan Danau Lido, Bogor, Jawa Barat, melalui beberapa pendekatan [skripsi]. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Bogor : Institut Pertanian Bogor. 82 hal.

- Bappeda Kabupaten Aceh Tengah. 2004. Laut Tawar selayang pandang (karateristik Danau Laut Tawar). *Brosur*. Takengon. 9 hal.
- Basmi, J.H. 2000. Planktonologi: Plankton sebagai bioindikator kualitas perairan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor. 59 hal.
- Belcher, H., E. Swale. 1979. An Illustrated guide to river phytoplankton. London: Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge. 64 p.
- Bengen, D.G. 2000. Teknik pengambilan contoh dan analisa data biofisik sumberdaya pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan-IPB. Bogor. 88 hal.
- Damar, A. 2003. Effects of enrichment on nutrien dynamics, phytoplankton dynamics and primary production in Indonesian tropical waters : a comparison between Jakarta Bay, Lampung Bay and Semangka Bay. *Forschung-und Technologiezentrum Westkueste Publ. Ser No. 199*: 196 p.
- Kartamihardja, E.S., H. Satria, A.S. Sarnita. 1995. Limnologi dan potensi produksi ikan Danau Laut Tawar, Aceh Tengah. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 1(3): 11-25.
- Mizuno, T. 1979. Illustration of the freshwater plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co. Ltd., Osaka. 353 p.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of ecology. Third Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 574 p.
- Prabandani, D. Diah, B.S. Setiani, A. Sabar. 2007. Komposisi plankton di perairan Waduk Saguling, Jawa Barat. *Lingkungan tropis edisi khusus Agustus 2007*. IATPI. Bandung, Indonesia.
- Prescott, G.W. 1970. How to know the freshwater algae. WMC Brown Company Publisher, IOWA. 384 p.
- Sulawesty, F., Yustiawati. 1999. Distribusi vertikal fitoplankton di Danau Kerinci. *Jurnal Limnotek*, 6 (2): 13 – 21.
- Sulawesty, F. 2007. Distribusi vertikal fitoplankton di Danau Singkarak. *Jurnal Limnotek*, 14 (1): 37 – 46.
- Vollenweider, R.A., F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Journal Environmetric*, 9 (1): 329 – 357.
- Wetzel, R.G., G.E. Likens. 1991. *Limnological analyses*, 2nd. Springer-Verlag, New York.