

## Keragaman fitoplankton di perairan estuaria Kuala Gigieng Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh

### *The diversity of phytoplankton in Kuala Gigieng estuary Aceh Besar District, Aceh Province*

Fahni Sarinda<sup>1</sup>, Irma Dewiyanti<sup>2\*</sup>

Jurusan Ilmu Kelautan Koordinator Kelautan dan Perikanan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111.\*Email korespondensi: irma\_alfian@yahoo.com

**Abstract.** *The objective of the present study was to evaluate diversity of phytoplankton as bioindicator water quality viewed from abundance, diversity index, evenness index, and saprobic coefficient in Kuala Gigieng, Aceh Besar District, Aceh Province. Sampling was conducted on December 2011 to January 2012. This study applied purposive sampling method. The research obtained 4 families consisted of Crysopyceae (42 genera), Chlorophyceae (8 genera), Cyanophyceae (14 genera) and Euglenophyceae (4 genera). The highest abundance of phytoplankton was 1,362.89 ind/l at high tide on station 3 and the lowest was at low tide on station 1 (809,835 ind/l). The diversity index ( $H'$ ) was ranged from 3.14 to 4.75, the evenness index ( $E$ ) was ranged from 0.49 to 0.74, and saprobic coefficient was ranged from 0.331 to 0.887. Based on saprobic coefficient, pollution level and water quality was categorized light to moderate level. Furthermore, phase of saprobic were  $\beta$ -mesosaprobik,  $\beta$ -meso/Oligosaprobik dan  $\beta/\alpha$ -mesosaprobik.*

**Key words :** *phytoplankton, abundance, diversity index, saprobic coefficient.*

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan fitoplankton sebagai bioindikator kualitas perairan ditinjau dari kelimpahan, indeks keragaman, indeks keseragaman, dan koefisien saprobik di Kuala Gigieng Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Desember 2011 sampai Januari 2012. Penelitian ini menggunakan metode *purposive random sampling*. Hasil penelitian mendapatkan 4 family yang terdiri dari *Crysopyceae* (42 genera), *Chlorophyceae* (20 genera), *Cyanophyceae* (14 genera) dan *Euglenophyceae* (4 genera). Kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada saat pasang di stasiun 3 dengan jumlah 1.362,89 ind/l, dan terendah terdapat pada saat surut di stasiun 1 yaitu 809.835 ind/l. Indeks keragaman ( $H'$ ) yang diperoleh berkisar antara 3,14 - 4,75, indeks keseragaman ( $E$ ) berkisar antara 0,49 - 0,74, dan koefisien saprobik yang diperoleh berkisar antar 0,331 - 0,887. Berdasarkan koefisien saprobik, nilai ini menunjukkan perairan dalam kondisi tercemar ringan hingga sedang. Selanjutnya fase saprobik terdapat pada  $\beta$ -mesosaprobik,  $\beta$ -meso/Oligosaprobik dan  $\beta/\alpha$ -mesosaprobik.

**Kata kunci :** fitoplankton, kelimpahan, indeks keragaman, koefisien saprobik

## Pendahuluan

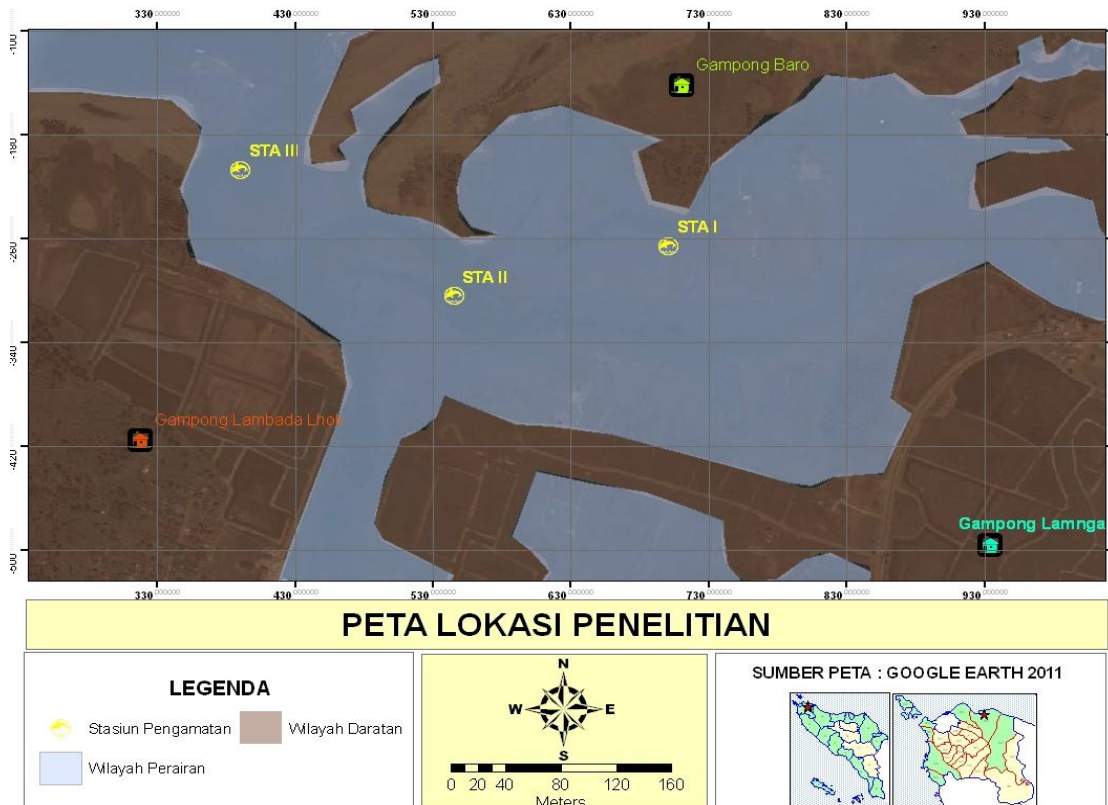
Kuala Gigieng adalah salah satu kawasan estuaria di Provinsi Aceh yang berada di Kabupaten Aceh Besar. Perairan ini memiliki potensi perikanan antara lain perikanan laut, tambak dan sungai. Daerah estuaria memiliki unsur hara yang tinggi bagi organisme perairan untuk mendukung perkembangan berbagai organisme termasuk fitoplankton. Aktivitas manusia yang berhubungan dengan perairan Kuala Gigieng tergolong tinggi, antara lain aktivitas rumah tangga, sampah yang dibuang ke perairan, budidaya perikanan, dan perhubungan yang berpotensi memberikan dampak negatif terhadap perairan. Akibatnya secara langsung dan tidak langsung akan menyebabkan terjadinya gangguan dan perubahan kualitas fisik, kimia dan biologi pada perairan dan akhirnya dapat menimbulkan pencemaran. Rudiyanti (2009) menyebutkan bahwa, degradasi kualitas air dapat terjadi akibat adanya perubahan parameter kualitas air.

Fitoplankton memegang peranan yang sangat penting dalam suatu perairan, fungsi ekologi sebagai produsen primer dan awal mata rantai dalam jaring makanan menyebabkan fitoplankton sering dijadikan ukuran kesuburan suatu perairan (Handayani *et al.*, 2005). Penelitian ini penting dilakukan sebagai upaya penyediaan data awal kondisi perairan Kuala Gigieng dan selanjutnya dapat digunakan untuk kegiatan monitoring kondisi perairan di Kuala Gigieng.

## Bahan dan Metode

### Lokasi dan waktu penelitian

Pengambilan sampel dilaksanakan pada bulan Desember 2011 sampai Januari 2012. Sampling dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 3 minggu. Penelitian ini menggunakan metode *purposive random sampling* untuk menentukan stasiun pengamatan. Kriteria-kriteria dalam penetapan lokasi sampling sebagai stasiun pengamatan yaitu berdasarkan zonasi pasang surut dan letak stasiun yang dipengaruhi oleh salinitas yaitu daerah dekat darat (Stasiun 1), daerah tengah perairan (Stasiun 2) dan daerah dekat laut (Stasiun 3). Pada setiap stasiun ditetapkan 3 sub stasiun pada waktu pasang dan pada waktu surut (Gambar 1). Parameter fisika kimia, dan biologi diukur sebanyak 3 kali ulangan di setiap titik pengambilan sampel pada setiap kali sampling.



Gambar 1. Peta Kuala Gigieng yang menunjukkan lokasi penelitian

### Pengambilan dan identifikasi fitoplankton

Sampling fitoplankton dilakukan saat pasang pada titik stasiun pengamatan dengan menggunakan *plankton net* nomor 25. *Plankton net* tersebut dilengkapi dengan botol penampung untuk menampung sampel yang tersaring. Pada setiap titik pengamatan dilakukan penyaringan air sebanyak 100 liter melalui jaring *plankton net* dengan menggunakan ember plastik volume 10 liter sebanyak 10 kali pengambilan, sehingga dihasilkan air sampel yang tertampung di dalam botol sampel (botol film) volume 25 mL. Sampel tersebut diawetkan dengan menggunakan larutan formalin 4%. Botol sampel yang berisi sampel fitoplankton digoyang secara perlahan-lahan hingga homogen, kemudian sampel diambil dengan menggunakan pipet tetes dan ditetaskan ke dalam ruang kaca benda. Kaca benda diletakkan di bawah mikroskop kemudian dilakukan pencacahan serta identifikasi dengan metode lapang pandang. Fitoplankton yang diperoleh diidentifikasi dengan menggunakan buku identifikasi *Marine Plankton* (Newell & Newell, 1977), dan *The Fresh Water Algae* (Prescott, 1970).

### Perhitungan indeks biologis

#### Kelimpahan

Kelimpahan jenis fitoplankton dihitung berdasarkan persamaan menurut APHA (1989) sebagai berikut :

$$N = \frac{O_i}{O_p} \times \frac{V_r}{V_o} \times \frac{1}{V_s} \times \frac{n}{p}$$

Dimana: N= Jumlah individu per liter (ind/l),  $O_i$ = Luas gelas penutup preparat (324 mm<sup>2</sup>),  $O_p$ =Luas satu lapangan pandang (1,036 mm<sup>2</sup>),  $V_r$  = Volume air tersaring (30 ml) $V_o$ = Volume satu tetes air contoh (0,05 ml),  $V_s$  = Volume air yang disaring oleh jaring plankton (100 L), N = Jumlah plankton pada seluruh lapangan pandang, p = Jumlah lapangan pandang yang teramati.

#### Indeks keragaman ( $H'$ )

Analisis ini digunakan untuk mengetahui keragaman jenis biota perairan. Persamaan yang dilakukan untuk menghitung indeks ini adalah persamaan Shannon-Wiener (Kreb, 1985).

$$H' = -\sum_{i=1}^S (n_i / N) \ln_2 (n_i / N) = -\sum_{i=1}^S p_i \ln_2 p_i$$

Dimana :  $H'$  = Indeks diversitas Shannon Wiener,  $p_i = \sum n_i / N$  (Perbandingan jumlah individu ke-i terhadap jumlah total individu), N = Jumlah total individu, indeks keragaman ( $H'$ ) menurut persamaan Shannon-Wiener (Krebs, 1978) dikategorikan sebagai berikut :

- 0 <  $H'$  < 2,302 = Keragaman rendah
- 2,302 <  $H'$  < 6,907 = Keragaman sedang
- $H'$  > 6,907 = Keragaman tinggi

*Indeks keseragaman (E)*

Indeks ini menunjukkan pola sebaran biota yaitu merata atau tidak. Jika Indeks kemerataan relatif tinggi maka keberadaan setiap jenis biota di perairan dalam kondisi merata. Untuk menghitung indeks ini dengan persamaan (Brower dan Zar, 1977):

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Dimana: E = Indeks keseragaman, H' = Indeks keanekaragaman, H maks =  $\text{Log}_2 S = 3,3219 \log S$

S = Jumlah taksa/spesies. Indeks keseragaman jenis suatu populasi berkisar antara 0-1. Selanjutnya indeks keseragaman berdasarkan Krebs (1978) dikategorikan sebagai berikut :

0 < E ≤ 0,5 : Komunitas tertekan

0,5 < E ≤ 0,75 : Komunitas labil

0,75 ≤ E ≤ 1 : Komunitas stabil

*Koefisien saprobik*

Sistem saprobitas hanya untuk melihat kelompok organisme yang dominan saja dan banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran dengan persamaan Dresscher dan Van Der Mark (1976) dalam basmi (2000) :

$$X = \frac{C+3D-B-3A}{A+B+C+D}$$

Dimana: X = Koefisien Saprobik (berkisar antara -3,0 sampai dengan 3,0), A = Jumlah spesies dari Cyanophyta, B = Jumlah spesies dari Euglenophyta, C = Jumlah spesies dari Chrysophyta, D = Jumlah spesies dari Chlorophyta.

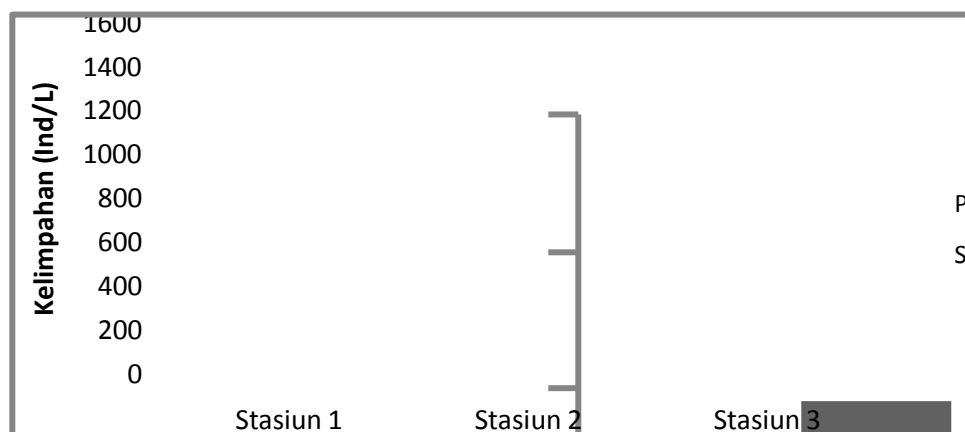
**Hasil dan Pembahasan**

**Komposisi dan kelimpahan fitoplankton**

Fitoplankton yang ditemukan diperairan Kuala Gigieng Kabupaten Aceh Besar terdiri dari 4 divisi yaitu Crysophyta dari kelas *Crysohyceae* (42 spesies), divisi Chlorophyta dari kelas *Chlorophyceae* (20 spesies), divisi Cyanophyta dari kelas *Cyanophyceae* (14 spesies) dan divisi Euglenophyta dari kelas *Euglenophyceae* (4 spesies). Jumlah kelas fitoplankton yang diperoleh di lokasi penelitian sama dengan jumlah kelas yang diperoleh oleh Rudiyantri (2009) di sungai Banger-Pekalongan, yaitu 4 kelas yang terdiri dari Bacillariophyceae (15genera), Chlorophyceae (14 genera), Euglenophyceae (2 genera), dan Cyanophyceae (7 genera).

Secara umum, kelimpahan fitoplankton yang diperoleh selama penelitian yang tertinggi dijumpai saat pasang, dan terendah dijumpai pada saat surut. Kelimpahan fitoplankton tertinggi dijumpai di stasiun 3 pada saat pasang, dengan jumlah total 1.362,89 Ind/l, diikuti oleh stasiun 2 yaitu 981.526 Ind/l, dan stasiun 1 yaitu 885.866 Ind/l. (Gambar 2). Tingginya kelimpahan fitoplankton di stasiun 3 pada saat pasang disebabkan karena letak stasiun 3 yang berada pada daerah dekat laut sehingga pada saat pasang terjadi arus naik, arus ini membawa massa air yang lebih banyak dari laut ke dalam perairan sehingga kelimpahan fitoplankton tinggi. Saat terjadinya pasang, *nutrient* atau zat hara yang menumpuk dan mengendap di dasar perairan terangkat sehingga menyebabkan penyuburan perairan. Hal ini didukung oleh Nontji (1993) bahwa fitoplankton yang subur umumnya terdapat di perairan dekat pantai dimana terjadi arus naik (*upwelling*) sehingga terjadi proses penyuburan karena masuknya zat-zat hara ke dalam lingkungan perairan.

Kelimpahan fitoplankton di stasiun 3 tinggi diduga karena waktu sampling pada saat siang hari, sedangkan di stasiun 1 dan 2 waktu sampling pada saat sore, dimana pada saat siang hari cahaya matahari telah mencapai maksimum sehingga dapat merangsang pertumbuhan sel-sel fitoplankton. Ruttner (1973) menyatakan bahwa ketersediaan cahaya dalam jumlah yang lebih banyak menyebabkan fitoplankton lebih aktif melakukan proses fotosintesis demikian juga sebaliknya, laju produksi bergantung pada besarnya cahaya yang masuk dalam suatu perairan.



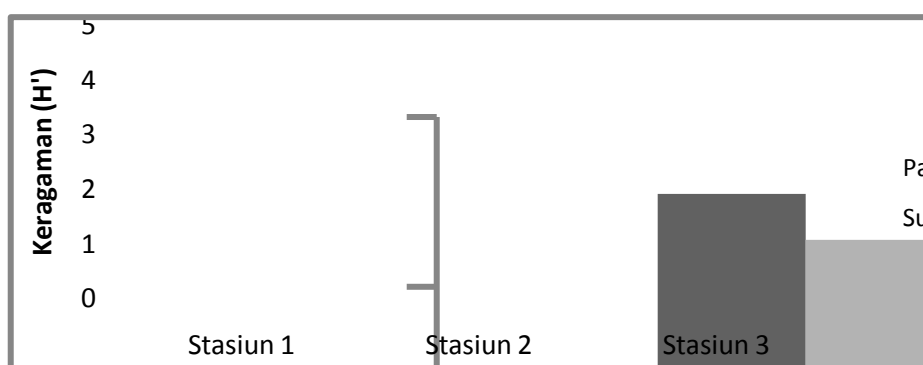
Gambar 2. Kelimpahan fitoplankton pada lokasi penelitian

Kelimpahan fitoplankton yang terendah terdapat di stasiun 1 pada saat surut dengan kelimpahan 809.835 ind/l. Rendahnya kelimpahan pada stasiun ini diduga pada saat sampling di stasiun 1, perairan terlihat keruh sehingga

menghambat cahaya matahari masuk ke dalam kolom perairan. Kekeruhan sangat erat kaitannya dengan penetrasi cahaya. Hal ini didukung oleh Nybakken (1992) bahwa interaksi antara kekeruhan dan kecerahan perairan akan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari, sehingga dapat mempengaruhi kecerahan suatu perairan. Selain itu, rendahnya kelimpahan fitoplankton di stasiun 1 diduga karena letak stasiun 1 yang dekat dengan pemukiman penduduk sehingga memungkinkan adanya limbah rumah tangga yang masuk ke perairan yang dapat mengganggu kelimpahan fitoplankton di stasiun 1. Menurut Astirin dan Setyawan (2000) bahwa pembuangan jenis limbah secara langsung yang berasal dari permukiman (domestik), pertanian, industri dan limbah lain yang dibuang ke dalam perairan tanpa terlebih dahulu diolah dalam instalasi pengolahan limbah, berakibat buruk terhadap kehidupan organisme di dalam perairan terutama fitoplankton, karena memanfaatkan langsung bahan organik yang masuk ke dalam perairan.

#### Indeks keragaman ( $H'$ )

Indeks keragaman ini menyatakan kekayaan spesies dalam komunitas yang memperlihatkan keseimbangan dalam pembagian individu per spesies. Nilai keragaman ini akan meningkat jika jumlah jenis yang ditemukan semakin banyak dan proporsi masing-masing jenis semakin merata (Krebs, 1978). Secara umum nilai  $H'$  tertinggi terdapat pada saat pasang dan terendah terdapat pada saat surut.



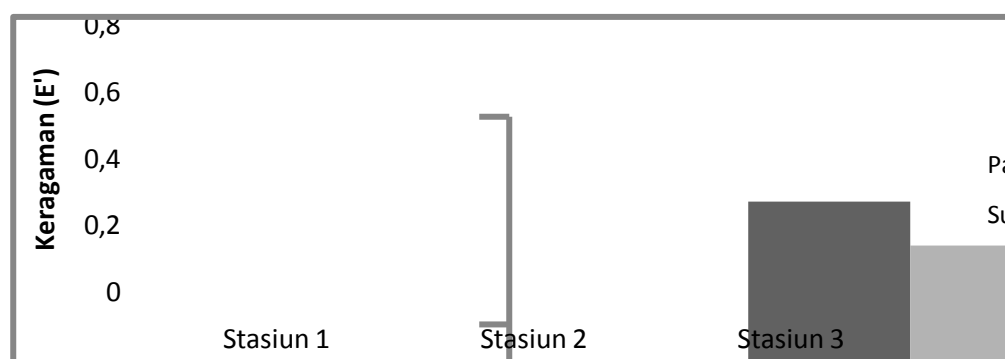
Gambar 3. Keragaman fitoplankton pada lokasi penelitian

Nilai  $H'$  yang diperoleh pada setiap stasiun pengamatan dalam kategori sedang. Nilai  $H'$  tertinggi diperoleh di stasiun 1 pada saat pasang yaitu 4,75, diikuti di stasiun 3 yaitu 4,72 dan stasiun 2 yaitu 4,52 (Gambar 3). Mengacu pada persamaan Shannon-Wiener dimana jika nilai  $H'$  yaitu  $2,302 < 6,907$  maka nilai keragaman fitoplankton dalam kategori sedang. Tingginya nilai indeks keragaman di stasiun 3 menunjukkan di stasiun 3 merupakan daerah yang cocok untuk pertumbuhan fitoplankton. Hal ini dapat dilihat dari keragaman jenis yang ditemukan di stasiun 3 lebih banyak yaitu sebanyak 138 spesies, diikuti di stasiun 1 yaitu 107 spesies, dan stasiun 2 yaitu 102 spesies sehingga keragaman di stasiun 3 lebih tinggi. Hasil penelitian menunjukkan pada saat pasang di stasiun 3 fitoplankton banyak ditemukan dari divisi *Crysoophyta*, spesies dari *Caetoceros*. Menurut Sze (1993) fitoplankton dari divisi *Crysoophyta* mendominasi hampir diseluruh perairan laut, tawar hingga perairan payau. Divisi *Chrysoophyta* ini memiliki dinding silica, sehingga mampu bertahan ketika keadaan kualitas air berubah drastis. Keragaman fitoplankton terendah terdapat di stasiun 2 pada saat surut yaitu 3,14, diikuti oleh stasiun 3 yaitu 3,69, dan stasiun 1 yaitu 4,69. Keragaman fitoplankton rendah pada saat surut di stasiun 1 mungkin terjadi karena faktor seperti oksigen terlarut (DO) yang diperoleh pada saat surut lebih rendah dibandingkan pada saat pasang. Oksigen terlarut yang diperoleh pada saat surut berkisar antara 2,3-2,4 mg/L.

#### Indeks keseragaman (E)

Indeks keseragaman fitoplankton ( $E'$ ) menunjukkan pemerataan sebaran fitoplankton, nilai ini berkisar antara 0-1. Secara umum nilai  $E'$  tertinggi terdapat pada saat pasang dan terendah terdapat pada saat surut. Nilai  $E'$  tertinggi terdapat di stasiun 2 pada saat pasang yaitu 0,75, diikuti stasiun 3 yaitu 0,73, dan stasiun 1 yaitu 0,71. Nilai  $E'$  terendah terdapat di stasiun 2 pada saat surut yaitu 0,49 diikuti di stasiun 3 yaitu 0,68, dan stasiun 1 yaitu 0,74 (Gambar 4). Nilai  $E$  yang di peroleh pada saat pasang di stasiun 3 dalam nilai kategori labil. Hal ini sesuai pendapat Krebs (1978) yang menyatakan komunitas labil, jika nilai  $E$  berkisar  $0,5 < E \leq 0,75$ .

Nilai keseragaman ( $E$ ) yang tidak merata, artinya ada beberapa spesies yang mendominasi. Hal ini disebabkan karena perubahan kondisi ekosistem perairan sehingga hanya beberapa genus saja yang dapat beradaptasi dengan kondisi tersebut. Jika ditinjau dari rata-rata perspesies yang diteliti, maka didominasi oleh fitoplankton dari divisi *Crysoophyta* yang terbanyak yaitu *Caetoceros*. Hal ini terjadi karena jenis tersebut mampu bertahan dalam kondisi yang ekstrim, sesuai menurut Basmi (2000) menyatakan jenis-jenis fitoplankton dari divisi *Crysoophyta* paling umum di jumpai di perairan khususnya di perairan laut. Fitoplankton dari jenis *Crysoophyta* memiliki sifat yang mudah beradaptasi dengan lingkungan, bersifat kosmopolit, tahan terhadap kondisi yang ekstrim dan mempunyai daya reproduksi yang tinggi.



Gambar 4. Indeks keseragaman fitoplankton pada lokasi penelitian

### Koefisien Saprobik

Perbedaan kandungan organik dalam perairan akan dicirikan oleh kehadiran spesies tertentu di dalam perairan. Tingkat pencemaran yang terjadi dalam suatu perairan dapat dilihat dari nilai koefisien saprobik, yaitu dengan menggunakan parameter biologi seperti fitoplankton (Parsons dan De-Pauw 1979). Nilai saprobitas perairan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata koefisien saprobik Perairan Kuala Gigieng

Stasiun	Waktu	Koefisien Saprobik di lokasi pengamatan	Tingkat Pencemaran	Fase Saprobik	Koefisien Saprobik
1	Pasang	0,741	Ringan	$\beta$ -mesosaprobik	0,5 – 1,0
	Surut	0,331	Sedang	$\beta/\alpha$ -mesosaprobik	0 - 0,5
2	Pasang	0,631	Ringan	$\beta$ -mesosaprobik	0 - 0,5
	Surut	0,837	Ringan	$\beta$ -mesosaprobik	0,5 - 1,0
3	Pasang	0,727	Ringan	$\beta$ -mesosaprobik	0,5 - 1,0
	Surut	0,887	Ringan	$\beta$ -mesosaprobik	0,5 - 1,0

Berdasarkan Tabel 1. Nilai koefisien saprobitas perairan Kuala Gigieng diketahui dalam kondisi tercemar ringan sampai sedang. Kisaran rata-rata koefisien saprobik pada saat pasang yaitu 0,631 - 0,741. Sedangkan pada saat surut rata-rata koefisien saprobik berkisar antara 0,331 - 0,887. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada saat surut tingkat pencemaran lebih tinggi dibandingkan pada waktu pasang. Tingkat pencemaran yang lebih tinggi terdapat pada saat surut di stasiun 1 yaitu daerah dekat darat sebesar 0,331, mengindikasikan bahwa parameter-parameter pencemaran berasal dari kegiatan-kegiatan di darat, seperti pembuangan sampah ke perairan, dan limbah rumah tangga dari kegiatan masyarakat sekitar perairan.

Fase saprobik di stasiun 1, 2 dan 3 pada saat pasang tergolong dalam kelompok  $\beta$ -mesosaprobik berarti kondisi perairan tersebut tercemar ringan sampai sedang. Sedangkan kisaran fase saprobik pada saat surut di stasiun 1 dalam fase  $\beta/\alpha$ -mesosaprobik berarti kondisi perairan di stasiun 1 dalam kondisi tercemar sedang. Menurut Anggoro (2004) menyatakan bahwa nilai koefisien saprobik berkisar antara 0,5-1,5 tergolong dalam kelompok  $\beta$ -mesosaprobik yang berarti perairan tercemar ringan-sedang dan koefisien saprobik berkisar antara 0-0,5 tergolong dalam fase  $\beta/\alpha$ -mesosaprobik yang berarti perairan tercemar sedang.

### Kesimpulan

Hasil penelitian fitoplankton ditemukan dari 4 kelas yaitu: *Cryptophyceae* (42 genera), *Chlorophyceae* (20 genera), *Cyanophyceae* (14 genera) dan *Euglenophyceae* (4 genera). Kelimpahan fitoplankton pada saat pasang dan surut berkisar antara 809.835 – 1.362,89 ind/l. Nilai Keragaman ( $H'$ ) pada saat pasang dan surut berkisar antara 3,14 - 4,75 dalam kategori sedang. Nilai Indeks keseragaman (E) pada saat pasang maupun saat dengan kisaran 0,49 – 0,74, tergolong dalam kategori labil. Berdasarkan nilai koefisien saprobik, toleransi saprobik terdapat pada fase  $\beta$ -mesosaprobik,  $\beta$ -meso/Oligosaprobik dan  $\beta/\alpha$ -mesosaprobik. Tingkat pencemaran perairan Kuala Gigieng pada kondisi ringan hingga sedang.

### Daftar Pustaka

- Anggoro, H. 2004. Pencemaran beberapa unsur logam berat di Sungai Cisadane. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Astirin, O. P., A.D. Setyawan. 2000. Biodiversitas plankton di waduk penampungan banjir Jabung, Kabupaten Lamongan dan Tuban. Biodiversitas, (1): 65-71.
- APHA. 1989. Standard methods for the examination of water and waste water. Apha, WWA, WPCF, Washington.

- Basmi, J. 2000. Plankton sebagai bioindikator kualitas perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Brower, J.E., J.H. Zar. 1977. Field and laboratory method for general ecology. Wm.C Brown Publ. Dubuque, Iowa.
- Handayani, M., H. Haeruman, L.C. Sitepu. 2005. Komunitas fitoplankton sebagai bio-indikator kualitas perairan teluk Jakarta. Seminar Nasional MIPA, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Krebs, C. J. 1978. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row Publisher, New York.
- Newel, G. E., R.C. Newel. 1977. Marine plankton. Fifth Editions. Hutchinsons & Co Ltd. 3 Fitzroy Square, London.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi laut suatu pendekatan ekologis. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Nontji, A. 1993. Laut nusantara. Edisi kedua. Djambatan, Jakarta.
- Parsons, G., N. De Pauw. 1979. System of biological indicator for water quality assessment biological aspects of freshwater pollution. Pergamon Press, Oxford.
- Prescott, G. W. 1970. How to know freshwaters algae. M.W.C. Brown Company Publishers. Iowa.
- Rudiyanti, S. 2009. Kualitas perairan sungai banger pekalongan berdasarkan indikator biologis. Jurnal Saintek Perikanan, 4 (2): 46-52.
- Ruttner, F. 1973. Fundamental of limnology. 3<sup>rd</sup> edition. University of Toronto Press, Toronto Canada.
- Sze, P. 1993. Algae. Second Edition. WCB Publisher, Iowa.