

**KONDISI PERAIRAN TELUK BULI HALMAHERA TIMUR BERDASARKAN
KOMPOSISI JENIS, KELIMPAHAN, DAN INDEKS-INDEKS BIOLOGI
FITOPLANKTON**

**(THE CONDITION OF BULI BAY HALMAHERA TIMUR BASED ON
COMPOSITION, ABUNDANCE, AND BIOLOGY INDEXES OF
PHYTOPLANKTON)**

Yuliana^{*1)} dan Fasmi Ahmad^{*2)}

^{*1)}Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun, Ternate

^{*2)}Pusat Penelitian Oseanografi (P2O-LIPI), Jakarta

^{*1)}Email : yulianarecar@gmail.com

ABSTRACT

The condition of Buli Bay waters is very important to know and needed to support the utilization and management of coastal and marine resources in these waters. Until now, information about the condition of Buli Bay waters is still very limited so this research becomes important. This research aims to assess the condition of the Buli Bay waters East Halmahera based on species composition, abundance, and phytoplankton biological indexes. The research was conducted in December 2014 in the waters of Buli Bay of East Halmahera Regency of North Maluku Province in 5 (five) stations. Sampling phytoplankton using filtration method by making the plankton withdrawal horizontally for 5 minutes. The results obtained 19 genera from two classes of phytoplankton namely Bacillariophyceae (10 genera) and Dinophyceae (9 genera). During the research, the biological index values of phytoplankton were: diversity index (H') : 1.4942-2.0940, equitability index (E) : 0.7415 - 0.9284, and dominance index (D) : 0.1454-0.2893. Conditions of Buli Bay waters based on the value of phytoplankton diversity index included in the category of waters with moderate fertility

Key words : abundance, species composition, biology index, and Buli Bay.

PENDAHULUAN

Perairan pesisir memiliki potensi yang besar dari segi ekologi dan ekonomi. Perairan ini merupakan perpaduan dari ekosistem padang lamun, mangrove, dan terumbu karang. Dengan perpaduan dari ketiga ekosistem tersebut mengakibatkan perairan ini kaya akan berbagai jenis biota yang berasosiasi di dalamnya. Perairan pesisir yang berbatasan langsung dengan daratan, menyebabkan perairan ini banyak mendapat tekanan sebagai akibat dari berbagai aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat yang bermukim di sekitarnya. Tekanan yang diperoleh pesisir tersebut

berpengaruh langsung terhadap kondisi perairan bersangkutan.

Kondisi suatu perairan dapat dideteksi dari berbagai faktor lingkungan seperti parameter fisika-kimia dan biologi perairan, dalam penelitian ini lebih dikhususkan pada parameter biologi perairan. Salah satu parameter biologi yang dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk mengetahui kondisi suatu perairan adalah fitoplankton.

Fitoplankton merupakan organisme yang hidupnya melayang-layang di dalam perairan yang pergerakannya bergantung pada arus air. Organisme ini sangat erat kaitannya dengan faktor fisika-kimia

perairan. Terdapat hubungan positif antara kelimpahan fitoplankton dengan kesuburan perairan. Jika kelimpahan fitoplankton di suatu perairan tinggi, maka perairan tersebut cenderung memiliki kesuburan yang tinggi pula (Raymont, 1980). Tingkat kesuburan perairan merupakan gambaran kondisi perairan bersangkutan.

Kondisi perairan Teluk Buli sangat penting diketahui dan diperlukan untuk mendukung pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut perairan ini. Perairan Teluk Buli merupakan salah satu perairan yang potensial bagi sumberdaya pesisir dan lautan di kawasan Halmahera Timur. Perairan ini berpotensi sebagai lokasi budidaya laut (*marine culture*) dan daerah penangkapan ikan. Selain itu, wilayah di sekitar teluk ini kaya akan berbagai sumberdaya alam, baik di perairan maupun di daratan. Di sekitar Teluk Buli terdapat aktivitas pertambangan dan terdapat dermaga sebagai sarana pendukung aktivitas pertambangan tersebut. Kegiatan-kegiatan tersebut secara langsung dapat memengaruhi biota yang terdapat di Teluk Buli. Dalam upaya mendukung perairan ini sebagai penyedia sumberdaya perikanan yang lestari untuk

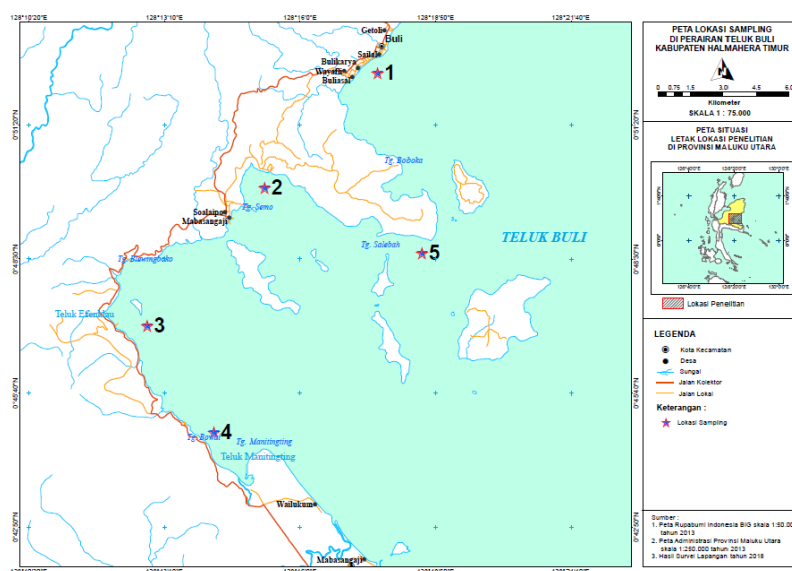
pengembangan budidaya laut, maka kesuburan perairan harus dijaga dan dipertahankan. Oleh sebab itu, untuk mendukung kelestarian sumberdaya di perairan ini penting untuk mengetahui kondisi perairan Teluk Buli. Sampai saat ini informasi tentang kondisi perairan Teluk Buli masih sangat terbatas, sehingga penelitian ini dirasa perlu untuk dilakukan

Penelitian ini akan memberikan kejelasan tentang akibat yang ditimbulkan oleh aktivitas di sekitar Teluk Buli sehingga menjadi informasi menarik dan terbaru, khususnya di perairan Teluk Buli. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi perairan Teluk Buli Halmahera Timur berdasarkan komposisi jenis, kelimpahan, dan indeks-indeks biologi fitoplankton.

METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2014 di perairan Teluk Buli Kabupaten Halmahera Timur Provinsi Maluku Utara pada 5 (lima) stasiun (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian di perairan Teluk Buli Halmahera Timur Maluku Utara.

Pencacahan Fitoplankton

Contoh air untuk spesimen fitoplankton diambil dengan metode penyaringan dengan cara melakukan pengambilan secara horizontal pada bagian permukaan laut (kedalaman 0,5 m) selama 5 menit. Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol volume 110 ml dan diawetkan dengan larutan formalin 4%. Selanjutnya sampel tersebut diidentifikasi di Laboratorium Plankton Pusat Penelitian Oseanografi Jakarta, dengan berpedoman pada buku identifikasi dari Davis (1955), Yamaji (1979), dan Tomas (1997).

Kelimpahan jenis fitoplankton dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$K = n \times 1/f \times 1/v$$

dengan :

K = Nilai kelimpahan plankton (sel/liter)

n = Jumlah jenis plankton hasil pencacahan (sel)

v = Volume air tersaring (liter)

f = Volume sampel yang diamati

Indeks Shannon-Wiener digunakan untuk menghitung indeks keanekaragaman (*diversity index*) jenis, indeks keseragaman, dan indeks dominansi dihitung menurut Odum (1998) dengan rumus sebagai berikut :

1. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener :

$$H' = - \sum_{i=1}^s (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

2. Indeks keseragaman :

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

3. Indeks dominansi :

$$D = \sum_{i=1}^s [n_i/N]^2$$

dengan :

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

E = Indeks keseragaman

D = Indeks dominansi Simpson

n_i = Jumlah individu genus ke-i

N = Jumlah total individu seluruh genera

$H_{\max}$ = Indeks keanekaragaman maksimum (= $\ln S$, dimana S = Jumlah jenis)

Sebagai data penunjang dilakukan pengukuran beberapa parameter fisika-kimia perairan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Sampel air untuk analisis parameter kimia diambil dengan menggunakan Van Dorn volume 2 liter, pengambilan sampel dilakukan pada bagian permukaan (kedalaman 0,5 m). Pada masing-masing stasiun, diambil sebanyak 1 liter air untuk keperluan analisis nutrisi jenis N, P, dan Si, sampel air tersebut diawetkan dengan menggunakan asam sulfat agar tidak terjadi perubahan. Selanjutnya sampel-sampel tersebut dianalisis di Laboratorium Kualitas Air Pusat Penelitian Oseanografi Jakarta. Sedangkan pengukuran parameter fisika-kimia seperti suhu, salinitas, kecerahan, kecepatan arus, dan pH dilakukan secara *insitu* (APHA, 2005).

Analisis Data

Data-data yang diperoleh dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, dan khusus kelompok data penunjang akan dianalisis secara deskriptif. Untuk memudahkan perhitungan dalam analisis digunakan Excel Stat Pro 5.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

❖ Komposisi Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton

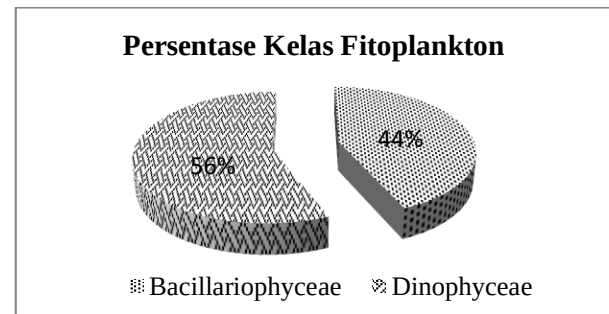
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan 19 genera dari dua kelas fitoplankton yaitu Bacillariophyceae (10 genera) dan Dinophyceae (9 genera). Jumlah genus Bacillariophyceae yang lebih banyak dibandingkan dengan Dinophyceae mengindikasikan bahwa di perairan ini Bacillariophyceae lebih dominan daripada *Dinophyceae*. Dominansi

Bacillariophyceae juga ditemukan oleh Yuliana (2006) di Teluk Kao, Yuliana (2008) di Perairan Maitara, Yuliana (2009) di Kepulauan Guraici, Andriani (2009) di perairan Bojo, Yuliana *et al.* (2012) di Teluk Jakarta, dan Yuliana (2015) di perairan Jailolo. Kondisi serupa telah dilaporkan oleh Nybakken (1992) dan Susilo (1999) bahwa komposisi fitoplankton di laut didominasi oleh *Bacillariophyceae*.

Chaetoceros sp. merupakan jenis yang paling banyak ditemukan dari kelas *Bacillariophyceae*, jenis ini terdapat pada semua lokasi pengamatan. Hal ini sesuai dengan penelitian Isnaini *dkk.* (2014) di perairan sekitar Pulau Maspari bahwa jenis *Chaetoceros* di temukan pada semua stasiun pengamatan. Sedangkan genus yang paling sedikit ditemukan selama penelitian adalah *Coscinodiscus* sp., jenis ini hanya ditemukan di stasiun 3. Sementara itu, dari kelas *Dinophyceae*, jenis yang paling banyak ditemukan adalah *Ceratium* sp. dan yang paling sedikit ditemukan adalah *Gonyaulax* sp.

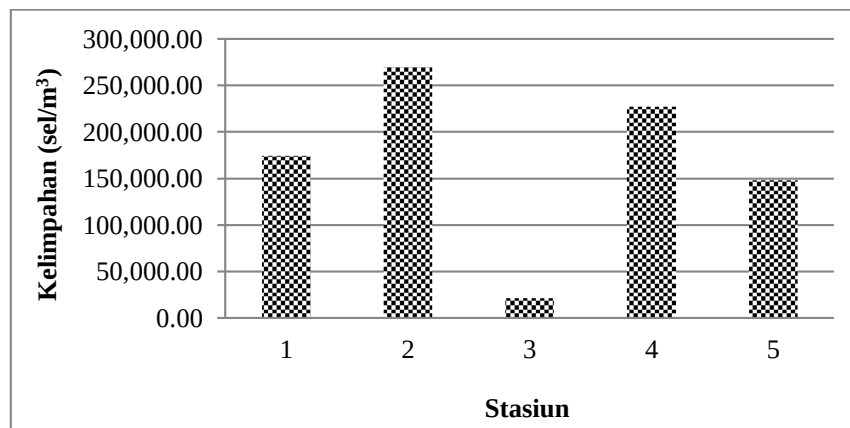
Persentase kelas fitoplankton yang ditemukan di perairan Teluk Buli memiliki nilai yang tidak terlalu jauh berbeda antara kelas *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*. Pada perairan ini ditemukan persentase kelas dari *Dinophyceae* sebesar 56% dan *Bacillariophyceae* adalah 44% (Gambar 2). Hal ini mengindikasikan bahwa kelas *Dinophyceae* lebih *survive* dan dapat

menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan perairan Teluk Buli.



Gambar 2. Persentase kelas fitoplankton selama penelitian di Perairan Teluk Buli Halmahera Timur.

Kelimpahan fitoplankton di perairan Teluk Buli selama penelitian memiliki kisaran antara 21.164-269.841 sel/m³ (Gambar 3). Kisaran nilai kelimpahan yang diperoleh ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Isnaini *dkk.* (2014) di Pulau Maspari dengan kelimpahan 57-399 sel/l. Akan tetapi lebih rendah dari penelitian Yuliana (2009) di Kepulauan Guraici dengan kelimpahan 78.454-912.538 sel/l, Yuliana *dkk.* (2012) di perairan Teluk Jakarta dengan kelimpahan yang berkisar antara 194.000-20132.143 sel/l, serta Yuliana (2015) di Perairan Jailolo dengan kelimpahan antara 269.388-957.143 sel/m³. Kelimpahan tertinggi (269.841 sel/m³) didapatkan pada stasiun 2 dan terendah (21.164 sel/m³) pada stasiun 3 (Gambar 3).



Gambar 3. Kelimpahan fitoplankton selama penelitian di Perairan Teluk Buli Halmahera Timur.

Kelimpahan tertinggi pada stasiun 2 disebabkan parameter fisika-kimia perairan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton berada pada kondisi yang sesuai. Faktor utama yang mempengaruhi fitoplankton dalam melakukan aktivitas fotosintesis adalah intensitas cahaya matahari dan nutrisi. Pada stasiun ini ditemukan nilai kecerahan perairan yaitu 13 meter, dengan kecerahan yang tinggi tersebut memungkinkan fitoplankton dapat melakukan aktivitas fotosintesis secara maksimal. Demikian pula, kandungan nutrisi seperti nitrat, fosfat, dan silika pada lokasi berada pada kisaran yang sesuai bagi fitoplankton. Konsentrasi masing-masing nutrisi adalah nitrat : 1,24 $\mu\text{g}.\text{NO}_3\text{-N/l}$, fosfat : 0,05 $\mu\text{g}.\text{at PO}_4\text{-P/l}$, dan silika : 6,66 $\mu\text{g}.\text{SiO}_3\text{-N/l}$.

Kelimpahan terendah pada stasiun 3 disebabkan oleh kecepatan arus. Pada stasiun ini kecepatan arus yang terukur selama penelitian adalah 54,7 cm/det, nilai tersebut lebih tinggi daripada lokasi-lokasi yang lain. Hal ini mengindikasikan bahwa kelimpahan fitoplankton sangat bergantung pada kondisi arus. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Yuliana (2012) bahwa arus sangat menentukan distribusi fitoplankton. Selain itu, kelimpahan fitoplankton yang rendah pada stasiun ini disebabkan oleh nilai pH yang rendah yaitu 3,65. Sebagaimana dijelaskan oleh Effendi (2004) bahwa pada $\text{pH} < 4$ sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah. Faktor lain penyebab rendahnya kelimpahan fitoplankton pada stasiun 3 adalah terjadinya pemangsaan (*grazing*) oleh zooplankton. Pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton sangat signifikan mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Sebagaimana dikemukakan oleh Nurruhwati (2003) bahwa rata-rata nilai pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton per hari adalah 14,16%.

Indeks-indeks Biologi Fitoplankton

Indeks-indeks biologi memperlihatkan kekayaan jenis dalam

suatu komunitas serta keseimbangan jumlah individu tiap jenis. Indeks-indeks biologi yang diamati pada penelitian ini adalah indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (D). Hasil perhitungan indeks-indeks biologi fitoplankton selengkapnya tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks-indeks biologi fitoplankton di perairan Buli Halmahera Timur

Stasiun	Indeks-indeks Biologi		
	H'	E	D
1	1,5538	0,7985	0,2580
2	1,9325	0,8393	0,1817
3	1,4942	0,9284	0,2500
4	1,6293	0,7415	0,2893
5	2,0940	0,9094	0,1454

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman,

E = Indeks Keseragaman,

D = Indeks Dominansi

Selama penelitian didapatkan nilai indeks keanekaragaman yang berkisar antara 1,4942-2,0940 (Tabel 1). Kisaran nilai tersebut termasuk dalam kategori sedang. Hal ini sesuai dengan kriteria yang dikemukakan oleh Wilhm dan Dorris (1968 dalam Masson, 1981) bahwa nilai indeks keanekaragaman yang berada di antara 1-3 menunjukkan keanekaragaman sedang. Apabila tingkat kesuburan perairan dilihat berdasarkan indeks keanekaragaman fitoplankton tersebut, maka dapat dijelaskan bahwa perairan Teluk Buli termasuk dalam kategori dengan tingkat kesuburan sedang. Indeks keanekaragaman tertinggi terdapat pada stasiun 5 (2,0940) dan terendah pada stasiun 3 (1,4942). Tingginya nilai indeks keanekaragaman (H') antara lain disebabkan oleh kualitas lingkungan perairan yang lebih baik pada stasiun ini dibandingkan dengan stasiun yang lain. Sementara itu, nilai indeks keanekaragaman (H') yang rendah pada stasiun 3 disebabkan oleh komunitas fitoplankton yang terdapat pada lokasi ini sedang mengalami gangguan faktor

lingkungan atau parameter-parameter lingkungan mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton berada pada kondisi yang tidak sesuai.

Indeks keseragaman fitoplankton yang diperoleh di perairan Teluk Buli berkisar antara 0,7415-0,9284 (Tabel 1), dengan nilai tertinggi terdapat pada stasiun 3 (0,9284) dan terendah pada stasiun 4 (0,7415). Hal ini berarti bahwa kondisi komunitas fitoplankton yang ada berdasarkan kriteria Daget (1976) berada pada kondisi labil hingga stabil. Bila ditelusuri lebih jauh terlihat bahwa hanya pada stasiun 4 komunitas fitoplankton berada pada kondisi labil, sedangkan stasiun yang lain komunitas fitoplankton berada pada kondisi yang stabil.

Indeks dominansi fitoplankton selama penelitian berkisar antara 0,1454-0,2893 (Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa di dalam struktur komunitas

fitoplankton yang sedang diamati tidak terdapat spesies yang secara ekstrim mendominasi spesies lainnya, parameter-parameter fisika-kimia air berada pada kisaran yang sesuai sehingga tidak terjadi kompetisi, semua spesies memiliki peluang yang sama untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi struktur komunitas dalam keadaan stabil, kondisi lingkungan cukup prima, dan tidak terjadi tekanan ekologis (*stress*) terhadap biota pada habitat bersangkutan.

Parameter Fisika-Kimia Perairan

Secara umum, nilai parameter fisika-kimia perairan di Teluk Buli berada pada kondisi yang sesuai bagi fitoplankton. Nilai parameter fisika-kimia perairan yang ditemukan di perairan Teluk Buli selama penelitian selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia selama penelitian di perairan Teluk Buli Halmahera Timur

Parameter	Hasil Pengukuran				
	Stasiun				
	1	2	3	4	5
Suhu (°C)	29,49	28,68	29,09	29,15	29
Salinitas	34,9	35,8	35,0	35,6	35,5
pH	8,19	8,07	3,65	8,68	8,77
Kecerahan (m)	7	13	9	14	14
TDS	31,8	32,4	32,7	115,8	32,1
Kecepatan Arus (cm/det)	52,9	54,1	54,7	53,9	53,6
Nitrat ($\mu\text{g}.\text{NO}_3\text{-N/l}$)	1,45	1,24	1,27	1,29	1,45
Fosfat ($\mu\text{g}.\text{at PO}_4\text{-P/l}$)	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05
Silika ($\mu\text{g}.\text{SiO}_3\text{-N/l}$)	6,66	6,66	7,19	6,79	7,99

Selama penelitian didapatkan bahwa kisaran nilai masing-masing parameter fisika-kimia perairan suhu : 28,68 - 29,49°C, salinitas : 34,9 - 35,8, pH : 3,65 - 8,77, kecerahan : 7 - 14 m, TDS : 31,8 - 115,8, kecepatan arus : 52,9 - 54,7 cm/det, nitrat : 1,24 - 1,45 $\mu\text{g}.\text{NO}_3\text{-N/l}$, fosfat : 0,03 - 0,05 $\mu\text{g}.\text{at PO}_4\text{-P/l}$, dan silika : 6,66 - 7,99 $\mu\text{g}.\text{SiO}_3\text{-N/l}$ (Tabel 2). Nilai masing-masing parameter fisika kimia tersebut

pada umumnya berada pada kisaran yang sesuai bagi pertumbuhan fitoplankton. Kecuali nilai pH yang terdapat nilai yang sangat rendah yaitu pada stasiun 3 dengan nilai 3,65. Nilai pH tersebut tidak sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton, bahkan dapat mengakibatkan kematian.

Salinitas meskipun memiliki nilai yang tinggi pada semua stasiun, namun

masih berada pada kisaran yang bisa ditolerir oleh fitoplankton dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Hal ini didukung oleh pernyataan Sachlan (1982) bahwa salinitas yang sesuai bagi fitoplankton laut adalah lebih besar dari 20 yang memungkinkan dapat hidup dan memperbanyak diri disamping aktif melakukan proses fotosintesis.

Kondisi Perairan Teluk Buli

Kondisi suatu perairan dapat ditelaah dari beberapa parameter kualitas lingkungan perairan. Parameter kualitas air yang dapat digunakan untuk melihat tingkat kesuburan perairan adalah kandungan nutrisi dan biologi. Namun, pada penelitian ini kondisi perairan Teluk Buli ditelaah berdasarkan kandungan parameter biologi yaitu fitoplankton.

Berdasarkan hasil analisis indeks-indeks biologi fitoplankton, lebih spesifik terhadap nilai indeks keanekaragaman, maka dapat dijelaskan bahwa perairan Teluk Buli termasuk dalam perairan dengan kategori tingkat kesuburan sedang. Demikian pula, apabila dikaitkan dengan tingkat pencemaran, maka perairan ini masih belum tercemar dan masih aman untuk kehidupan dan kelangsungan hidup biota perairan.

Dengan demikian, kawasan perairan Teluk Buli berdasarkan nilai indeks biologi fitoplankton berpeluang untuk dijadikan sebagai kawasan budidaya laut (*marine culture*).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan Teluk Buli Halmahera Timur berdasarkan komposisi jenis, kelimpahan, dan indeks-indeks biologi fitoplankton termasuk dalam kategori perairan dengan tingkat kesuburan sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani. 2009. *Pemetaan Produktivitas Perairan sebagai Basis Data untuk Perencanaan Pengelolaan Wilayah Pesisir yang Berkelanjutan di Perairan Bojo Kabupaten Barru Sulawesi Selatan*. Lutjanus Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. 14 (1) : 16 – 24.
- [APHA] 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).
- Daget, J. 1976. *Les Modeles Mathematiques en Ecologie*. Collection de Ecologic Masson, Paris.
- Davis, G.C. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press, USA.
- Effendi, H. 2004. *Telaahan Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Isnaini, H. Surbakti, dan Aryawati, R. 2014. *Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Sekitar Pulau Maspari, Ogan Komering Ilir*. Maspari Journal. 6 (1) : 39-45.
- Masson, C.F. 1981. *Biology of Fresh Water Pollution*. Longman. Inc, New York.
- Nurruhwati, I. 2003. *Pengaruh Penambahan Nutrien dan Pemangsaan terhadap Laju Pertumbuhan Fitoplankton dari Perairan Teluk Jakarta*. Tesis

- (tidak dipublikasi). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan dari Marine Biology : An Ecological Approach. Alih Bahasa : M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen dan M. Hutomo. Gramedia, Jakarta.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi : Terjemahan dari Fundamentals of Ecology*. Alih Bahasa Samingan, T. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Raymont, J.E.G. 1980. *Plankton and Productivity in the Ocean*. New York : Mc. Millan Co.
- Susilo, S.B. 1999. *Konsentrasi Klorofil-a sebagai Penduga Produktivitas Primer Perairan*. Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia. IV (2) : 73-82.
- Tomas, C.R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press Harcourt & Company, San Diego-New York-Boston-London-Sydney-Tokyo-Toronto.
- Yamaji, C.S. 1979. *Illustration of the Marine Plankton of Japan*. Hoikiska Publ. Co. Ltd., Japan.
- Yuliana. 2006. *Produktivitas Primer Fitoplankton pada Berbagai Periode Cahaya di Perairan Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara*. Jurnal Perikanan (J. Fish. SCi). VIII (2) : 215-222. Akreditasi Nomor: 23a/DIKTI/Kep/2004. Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yuliana. 2008. *Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Maitara, Kota Tidore Kepulauan*. Journal of Fisheries Sciences. 10 (2) : 232 – 241.
- Yuliana. 2009. *Komposisi dan Kelimpahan Plankton di Kepulauan Guraici Kabupaten Halmahera Selatan, Maluku Utara*. Lutjanus, Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan, Politeknik Pertanian Negeri Pangkep. 14 (1) : 49 - 53.
- Yuliana, E.M. Adiwilaga., E. Harris, dan N. T. M. Pratiwi. 2012. *Hubungan antara Kelimpahan Firoplankton dengan Parameter Fisik-Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta*. Jurnal Akuatika. III (2) : 169 - 179.
- Yuliana. 2012. *Implikasi Perubahan Ketersediaan Nutrien terhadap Perkembangan Pesat (Blooming) Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta*. Disertasi (tidak dipublikasi). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yuliana. 2015. *Sebaran dan Komposisi Jenis Fitoplankton di Perairan Jailolo, Halmahera Barat*. Jurnal Akuatika. VI (1) : 41 - 48.