

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

## ANALISA STRUKTUR KOMUNITAS FITOPLANKTON DAN POTENSI PENGGUNAANNYA SEBAGAI BIOINDIKATOR LIMBAH ORGANIK DI TELUK LABUANGE, SULAWESI SELATAN

Mudian Paena<sup>\*)#</sup>, Rajuddin Syamsuddin<sup>\*)</sup>, Chair Rani<sup>\*)</sup>, dan Haryati Tandipayuk<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan  
Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 91512, Sulawesi Selatan

<sup>\*)</sup> Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin  
Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10, Tamalanrea Indah, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245

(Naskah diterima: 30 September 2019; Revisi final: 18 Mei 2020; Disetujui publikasi: 21 Mei 2020)

### ABSTRAK

Komunitas fitoplankton di perairan Teluk Labuange semakin dipengaruhi oleh limbah organik yang berasal dari tambak udang superintensif dan kegiatan antropogenik lainnya di sepanjang garis pantai. Akibatnya, struktur komunitas plankton di teluk tersebut telah mengalami perubahan besar yang dapat digunakan sebagai bio-indikator pencemaran limbah organik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan struktur komunitas plankton di perairan Teluk Labuange dan potensi penggunaannya sebagai bio-indikator pencemaran limbah organik. Survei lapangan dilakukan di enam stasiun pengambilan sampel yang didistribusikan di dalam teluk untuk mengumpulkan sampel air, untuk analisis fitoplankton. Ada 12 titik pengambilan sampel di setiap stasiun dari total 72 sampel air dikumpulkan. Jenis-jenis bioindikator yang diidentifikasi kemudian dianalisis menggunakan CCA (*Canonical Correlation Analysis*) yang tersedia dalam perangkat lunak PAST (*Statistik Paleontologis*) untuk menghitung kekuatan hubungan antara kualitas air (amonia, nitrat, fosfat, BOT, dan COD) dan indikator fitoplankton. Data kelimpahan spesies dan fitoplankton dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA untuk menentukan perbedaan jenis dan kelimpahan fitoplankton di setiap stasiun. Studi ini telah mengidentifikasi 48 spesies fitoplankton, di mana 18 spesies fitoplankton diidentifikasi sebagai berpotensi *HAB,s* (plankton berbahaya). Dari 18 spesies plankton, enam spesies dapat diklasifikasikan sebagai plankton bioindikator limbah organik, yaitu *Ceratium triops*, *Ceratium trichoceros*, *Lyngbya* sp., *Navicula pupula*, *Dinophysis caudata*, dan *Dinophysis* sp. Kehadiran enam jenis fitoplankton secara langsung berkaitan dengan tingginya konsentrasi amonia, nitrat, fosfat, BOT, dan COD di perairan. Indeks keanekaragaman fitoplankton yang dihitung dari penelitian ini menunjukkan bahwa Teluk Labuange diklasifikasikan sebagai perairan yang sangat tercemar. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi pasokan limbah organik ke dalam teluk sangat penting dilakukan untuk memastikan keberlanjutan akuakultur pantai di Teluk Labuange, seperti instalasi pengolahan limbah di tambak udang superintensif atau pengelolaan limbah yang efektif di daerah pemukiman pesisir.

**KATA KUNCI:** limbah organik; fitoplankton; bioindikator; Teluk Labuange

**ABSTRACT:** *Analysis of phytoplankton community structure and its potential use as organic waste bioindicators in Labuange Bay, South Sulawesi. By: Mudian Paena, Rajuddin Syamsuddin, Chair Rani, and Haryati Tandipayuk*

*Phytoplankton communities in the waters of Labuange Bay have been increasingly affected by organic waste released by superintensive shrimp farms and other anthropogenic activities along the coastline. As a result, the plankton community structure of the bay might have undergone a substantial change which could be used as a bio-indicator of organic waste pollution. The objective of this study was to determine the structure of the plankton community in the waters of Labuange Bay and assess its potential use as a bio-indicator of organic waste pollution. Field surveys were conducted in six sampling stations distributed within the bay to collect water samples for phytoplankton analysis. There were 12 sampling points in each station from which a total of 72 water samples were collected. The types of bio-*

# Korespondensi: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan. Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 91512, Sulawesi Selatan, Indonesia  
Tel. + 62 411 371544  
E-mail: [mudianpaena@yahoo.co.id](mailto:mudianpaena@yahoo.co.id)

indicators identified were analyzed using canonical correlation analysis (CCA) available in the paleontological statistics (PAST) software to calculate the strength of the relationship between water quality (ammonia, nitrate, phosphate, BOT, and COD) and phytoplankton indicators. Data on species and phytoplankton abundance were statistically analyzed using ANOVA to determine the differences in the type and abundance of phytoplankton in each station. This study had identified 48 phytoplankton species, of which 18 species of phytoplankton were identified as potentially HABS plankton (harmful algae blooms). From the 18 plankton species, six species could be classified as organic bio-indicator planktons, namely *Ceratium triops*, *Ceratium trichoceros*, *Lyngbya* sp., *Navicula pupula*, *Dinophysis caudata*, and *Dinophysis* sp. The presence of the six types of phytoplankton was directly related to the high concentration of ammonia, nitrate, phosphate, BOT, and COD in the waters. The calculated phytoplankton diversity index from this research indicated that Labuange Bay was classified as heavily polluted waters. Therefore, efforts to reduce organic waste loading in the bay are critical to ensure the sustainability of coastal aquaculture in Labuange Bay, such as waste treatment plants in superintensive shrimp farms or effective waste management in the coastal settlement areas.

**KEYWORDS:** organic waste; phytoplankton; bioindicator; Labuange Bay

## PENDAHULUAN

Salah satu kegiatan perikanan budidaya di wilayah pesisir adalah budidaya tambak udang superintensif. Tambak udang superintensif pertama dikembangkan di Sulawesi Selatan pada tahun 2012, tepatnya di Kabupaten Barru. Sumber air baku untuk kegiatan tambak udang superintensif tersebut dipasok dari perairan Teluk Labuange. Di sisi lain, limbah organik dari tambak udang superintensif tersebut juga terbuang ke perairan Teluk Labuange. Limbah organik yang terbuang tersebut dapat mencapai 3,89 ton/tahun yang terdiri atas limbah organik mengandung N sebesar 3,61 ton/tahun dan limbah organik mengandung P sebesar 0,28 ton/tahun (Paena, 2019). Zhang *et al.* (2016) menjelaskan bahwa meskipun perikanan budidaya telah membuktikan kontribusinya dalam ketahanan pangan dan pengentasan kemiskinan, namun demikian pencemaran lingkungan perairan global karena limbah organik yang dilepaskan juga menarik banyak perhatian publik.

Sukses plankton alami berhubungan dengan perubahan nutrisi dan beban organik (Biggs, 1989). Plankton dianggap sebagai petunjuk status trofik badan air karena ciri kualitatif dan kapasitasnya untuk bereproduksi dalam jumlah besar di bawah kondisi lingkungan yang menguntungkan (Vollenweider & Frei, 1953). Komunitas plankton sering digunakan sebagai bioindikator untuk memantau perubahan ekologis dalam sistem perairan (Reynolds 2006 dalam Aquino *et al.*, 2015; El-Kassas & Gharib, 2016; Paul *et al.*, 2016; Yassin & Mahmoud, 2016). Plankton dianggap sebagai bioindikator alami yang baik karena responsnya sangat cepat terhadap perubahan dan gangguan lingkungan (Amengual-Morro *et al.*, 2012; Rodrigues *et al.*, 2015). Beberapa jenis bioindikator plankton terhadap pencemaran lingkungan adalah *Ceratium trichoceros*, *Dinophysis caudata*, *Nitzschia* sp. (Taylor *et al.*, 2003), *Pseudonitzschia* sp., *Dinophysis caudata*, *Gymnodinium* sp., *Protoperdinium* (Hallegraeff, 2003). Dinamika

plankton akan berdampak pada variabilitas lingkungan dan perubahan ekologis (Hemraj *et al.*, 2017). Pertumbuhan fitoplankton berfluktuasi sangat tinggi di dalam perairan setelah mendapat *input* limbah organik (Makmur, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas plankton dan potensinya sebagai bioindikator pencemaran limbah organik di perairan Teluk Labuange, Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan.

## BAHAN DAN METODE

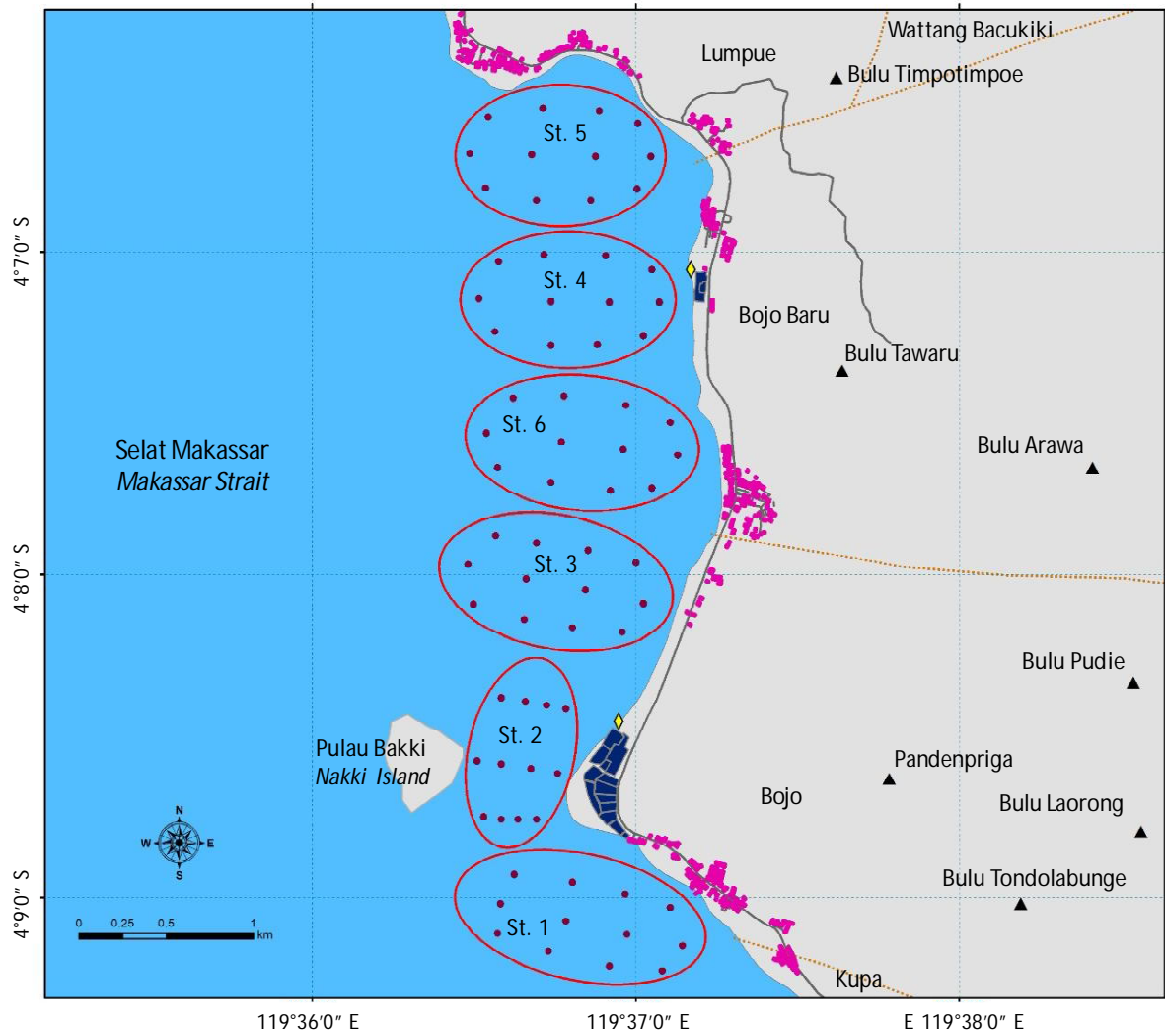
### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di perairan Teluk Labuange, Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 16-22 April 2018. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

### Pengumpulan Data

Pengambilan sampel air untuk dianalisis kondisi kualitas air dan plankton dilakukan pada enam stasiun (Gambar 1), setiap stasiun dilakukan 12 kali pengambilan sampel. Dua belas titik pengambilan sampel di setiap stasiun tersebut dibuat tiga titik sejajar pantai dan empat titik tegak lurus pantai.

Masing-masing stasiun memiliki karakter yang berbeda berdasarkan lokasi dan aktivitas yang ada di sekitarnya (Tabel 1). Sampel air diambil menggunakan ember volume 10 L, sebanyak 10 kali disaring dalam planktonet nomor 25 dan selanjutnya diawetkan dengan larutan lugol. Sampel air tersebut dikoleksi menggunakan *niskin bottle*. Koleksi sampel kualitas air digunakan untuk analisis konsentrasi amonia (NH<sub>3</sub>-N), nitrat (NO<sub>3</sub>-N), fosfat (PO<sub>4</sub>), bahan organik total (BOT), partikel tersuspensi total (TSS), dan *chemical oxygen demand* (COD). Prosedur penelitian dan alat yang digunakan untuk analisis kualitas air disajikan pada Tabel 2.



- ▲ Gunung/ Bukit (Mount/Hill)
- ◆ Outlet tambak super intensif  
Super-intensive shrimp ponds outlet
- Titik sampling (Sampling point)
- Jalan (Road)
- - - Batas desa (Village boundaries)
- Tambak super intensif  
Super-intensive shrimp ponds
- Pemukiman/Perumahan  
Settlements
- Daratan/Pulau (Land)



Sumber peta (Map source):  
 1. Basemap ArcGIS (ArcGIS Basemap)  
 2. Survei lapangan April 2018 (Field survey April 2018)  
 3. Survei lapangan Agustus 2018 (Field survey August 2018)

Gambar 1. Lokasi penelitian perairan Teluk Labuange Kabupaten Barru.  
 Figure 1. Sampling sites in Labuange Bay, Barru Regency.

Tabel 1. Profil masing-masing stasiun pengamatan  
 Table 1. Profile of each observation station

Stasiun (Station)	Profil (Profile)
1	Terdapat muara sungai dan aktivitas penduduk <i>Near a river mouth and local coastal settlement activities</i>
2	Terdapat kegiatan tambak superintensif kedua di mana terjadi pengambilan air baku dan pembuangan limbah kegiatan tambak superintensif tersebut <i>Close to second superintensive pond where seawater is pumped into and farm waste is discharged from the pond</i>
3	Daerah distribusi limbah organik yang bersumber dari outlet tambak superintensif kedua <i>Distribution area of organic waste originated from the second superintensive pond outlet</i>
4	Terdapat kegiatan tambak superintensif pertama dimana terjadi pengambilan air baku dan pembuangan limbah kegiatan tambak superintensif tersebut <i>The location of the first superintensive pond, where seawater was pumped into and organic waste discharged from the pond</i>
5	Daerah distribusi limbah organik yang bersumber dari outlet tambak superintensif pertama <i>Distribution area of organic waste originated from the first superintensive pond outlet</i>
6	Terdapat muara sungai dan aktivitas penduduk. Sungai tersebut, pada musim kemarau muaranya tertutup <i>Near a river mouth and local coastal settlement activities. The river dries up and inaccessible during dry season</i>

Tabel 2. Metode dan alat analisis kualitas air  
 Table 2. Methods and tools used in analyzing the collected water samples

Parameter Parameter	Metode/alat (Method/tool)	Batas deteksi Detection limits	Referensi Reference
NH <sub>3</sub> -N	Spectrophotometric. spectrophotometer uv-vis, Shimadzu, UV-2401 PC	8.2 x 10 <sup>-4</sup> μM	SNI (2003a)
NO <sub>3</sub> -N	Spectrophotometric. spectrophotometer uv-vis, Shimadzu, UV-2401 PC	n/a	SNI (2003b)
PO <sub>4</sub>	Spectrophotometric. spectrophotometer uv-vis, Shimadzu, UV-2401 PC	2.0 x 10 <sup>-5</sup> μM	SNI (2005)
BOT	Persulfate oxidation	n/a	Sharp (1973)
TSS	Gravimetric	n/a	SNI (2004)
COD	Titrimetric	n/a	Sutrisyani & Rohani (2009)

Keterangan (Note): n/a (not available) = tidak tersedia dalam manual alat yang diterbitkan oleh pabrik (not stated in the equipment manual issued by the manufacturer)

Sampel kualitas air dianalisis di Laboratorium Air Balai Riset Perikanan Budidaya dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAPPP) Maros. Sampel air untuk analisis fitoplankton dianalisis di Laboratorium Ekologi Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Identifikasi fitoplankton menggunakan buku identifikasi fitoplankton (Stafford, 1999).

Identifikasi fitoplankton yang berpotensi *harmful algal blooms* (HAB's) mengacu pada hasil-hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya (Praseno & Wiadnyana, 1996; Vila & Masó, 2005; Akselman *et al.*, 2008; Costello *et al.*, 2017; Anderson, 2017; Goma *et al.*, 2018).

**Analisis Data**

Kelimpahan plankton dihitung dengan rumus yang dikemukakan oleh APHA-AWWA (1989) sebagai berikut:

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

di mana:

- N = jumlah individu per liter
- O<sub>i</sub> = luas gelas penutup preparat (mm<sup>2</sup>)
- O<sub>p</sub> = luas satu lapangan pandang (mm<sup>2</sup>)
- V<sub>r</sub> = volume air tersaring (mL)
- V<sub>o</sub> = volume air yang diamati (mL)
- V<sub>s</sub> = volume air yang disaring (L)
- n = jumlah plankton pada seluruh lapangan pandang
- p = jumlah lapangan pandang yang teramati

Keanekaragaman fitoplankton dianalisis dengan indeks Shannon-Wiener (Brower *et al.*, 1990) dengan formula:

$$H' = - \sum p_i \cdot \log p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

di mana:

- H' = indeks keanekaragaman jenis
- n<sub>i</sub> = jumlah individu jenis
- N = jumlah total individu

Nilai keanekaragaman plankton yang diperoleh dari perhitungan selanjutnya dibandingkan dengan kategori tingkat pencemaran perairan yang dikemukakan oleh Zheng *et al.* (2007) (Tabel 3).

Paremeter kualitas air yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium selanjutnya dianalisis secara deskriptif dengan penerapan statistik sederhana. Jenis plankton hasil identifikasi selanjutnya dibandingkan dengan literatur untuk menentukan jenis plankton yang selama ini dijadikan sebagai indikator pencemaran limbah organik. Jenis bioindikator yang teridentifikasi

selanjutnya dianalisis dengan *canonical correlation analysis* (CCA) menggunakan perangkat lunak *paleontological statistics* (PAST) untuk menghitung kekuatan hubungan antara kualitas air dengan plankton indikator. Hasil analisis CCA dalam penelitian ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antara parameter kualitas air dengan kehadiran jenis fitoplankton tertentu. Selanjutnya data spesies dan kelimpahan plankton dianalisis dengan ANOVA untuk melihat perbedaan setiap stasiun.

**HASIL DAN BAHASAN**

**Kondisi Kualitas Perairan**

Hasil analisis kualitas air menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan rerata konsentrasi nitrat, fosfat, BOT, dan COD perairan di Teluk Labuange (Tabel 4). Konsentrasi rerata nitrat, fosfat, BOT, dan COD di semua stasiun telah berada di atas ambang perairan alami. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi degradasi kualitas air di perairan Teluk Labuange. Degradasi kualitas air tersebut dapat memberikan pengaruh dan potensi kehadiran jenis fitoplankton beracun pada perairan tersebut. Dalu *et al.* (2020) mengatakan bahwa masalah kualitas air adalah salah satu tantangan terbesar pengelola air berkelanjutan, karena urbanisasi yang cepat, perubahan penggunaan lahan, kegiatan pertanian dan perikanan telah mencemari ekosistem perairan yang berdampak merusak lingkungan. Dengan demikian, kehadiran fitoplankton khususnya diatom dan flagellata berperan penting, untuk evaluasi kondisi ekosistem perairan.

**Komunitas Fitoplankton Perairan**

Jenis fitoplankton yang teridentifikasi di Teluk Labuange sebanyak 47 jenis (Tabel 5). Kelas Bacillariophyceae merupakan kelas yang mendominasi jumlah jenis di setiap stasiun, secara berturut-turut 51%, 47%, 43%, 59%, 54%, dan 54% (Tabel 6). Dominasi kelas Bacillariophyceae di wilayah pesisir dapat mencapai 95% (Khasanah *et al.*, 2013). Dunstanet *et al.*

Tabel 3. Kategori tingkat pencemaran perairan berdasarkan indeks keanekaragaman (H') menurut Zheng *et al.* (2007)

Table 3. Categories of water pollution levels based on diversity index (H'), according to Zheng *et al.* (2007)

Indeks keanekaragaman Diversity index (H')	Kategori Category
> 4.5	Perairan alami (Natural waters)
3-4.5	Pencemaran rendah (Low pollution)
2-3	Pencemaran sedang (Medium pollution)
1-2	Pencemaran tinggi (High pollution)
< 1	Pencemaran sangat tinggi (Very high pollution)

Tabel 4. Rerata konsentrasi kualitas air perairan Teluk Labuange  
 Table 4. Average concentrations of chemical properties of water quality in Labuange Bay waters

Parameter Parameters	Stasiun (Station)						Standar Standard	Rujukan Reference
	1	2	3	4	5	6		
Amonia (mg/L)	0.04 ± 0.03	0.21 ± 0.24	0.11 ± 0.07	0.07 ± 0.05	0.1 ± 0.04	0.09 ± 0.05	0.3	Kepmen KLH (2004)
TSS (mg/L)	48.27 ± 25.19	39.77 ± 20.61	30.27 ± 26.04	27.52 ± 20.32	21 ± 14.56	35 ± 22.72	400	Alabaster & Liloyd (1982)
Fosfat Phosphate (mg/L)	0.11 ± 0.05*	0.07 ± 0.05*	0.05 ± 0.03*	0.07 ± 0.02*	0.09 ± 0.03*	0.07 ± 0.02*	0.02	Kepmen KLH (2004)
Nitrat Nitrate (mg/L)	0.10 ± 0.05*	0.09 ± 0.04*	0.21 ± 0.17*	0.10 ± 0.05*	0.07 ± 0.04*	0.12 ± 0.04*	0.01	Kepmen KLH (2004)
BOT (mg/L)	55.40 ± 10.17*	50.77 ± 10.87*	58.30 ± 8.74*	58.15 ± 7.24*	60.27 ± 5.97*	58.28 ± 5.60*	25	Rakhman (1999)
COD (mg/L)	500.82 ± 94.69*	523.85 ± 68.22*	569.36 ± 98.42*	524.00 ± 14.44*	566.67 ± 60.15*	507.50 ± 64.13*	200	UNESCO. WHO (1992)

Keteramgam (Note): \*Rerata nilai telah berada di atas standar perairan alami (tercemar)

Tabel 5. Spesies fitoplankton pada setiap kelas yang teridentifikasi di Teluk Labuange, Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan

Table 5. Phytoplankton species in each class identified in Labuange Bay, Barru Regency South Sulawesi Province

Kelas/spesies (Class/species)	Kelas/spesies (Class/species)
<b>Bacillariophyceae</b>	<b>Dinophyceae</b>
<i>Amphiprora</i> sp.	<i>Ceratium furca</i>
<i>Asterionellopsis</i> sp.	<i>Ceratium fusus</i>
<i>Bacteriastrium</i>	<i>Ceratium triops</i>
<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Ceratium trichoceros</i>
<i>Climacodium</i>	<i>Dinophysis</i> sp.
<i>Cocconeis</i>	<i>Dinophysis caudata</i>
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Gymnodinium</i> sp.
<i>Cylindrotheca closterium</i>	<i>Protoperidinium</i>
<i>Cymbella minuta</i>	<b>Cyanophyceae</b>
<i>Cymbella</i> sp.	<i>Pseudanabaena</i> sp.
<i>Flagillaria</i> sp.	<i>Spirulina</i> sp.
<i>Licmophora</i> sp.	<i>Lyngbya</i> sp.
<i>Navicula pupula</i>	<i>Arthrospira</i> sp.
<i>Navicula</i> sp.	<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Nitzschia</i> sp.	Coscinodiscophyceae
<i>Plagiotropis</i>	<i>Cyclotella</i> sp.
<i>Synedra fulgens</i>	<i>Ditylum</i> sp.
<i>Gyrosigma hippocampus</i>	<i>Guinardia striata</i>
<i>Melosira</i> sp.	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
<i>Synedra fulgens</i>	<i>Rhizosolenia setigera</i>
<i>Pleurosigma</i>	<i>Rhizosolenia</i> sp.
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	<b>Mediophyceae</b>
<i>Surirella</i> sp.	<i>Biddulphia pulchella</i>
<i>Thalassionema</i> sp.	<i>Biddulphia sinensis</i>
<i>Thalassiosira</i>	<i>Hemiaulus proteus</i>
	<i>Lauderia annulata</i>

Tabel 6. Komposisi fitoplankton di setiap stasiun berdasarkan kelas plankton di perairan Teluk Labuange

Table 6. Composition of phytoplankton at each station based on plankton class in Labuange Bay

Stasiun/kelas <i>Station/class</i>	Komposisi fitoplankton ( <i>Phytoplankton competition</i> ) (%)					
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
Bacillariophyceae	51	47	43	59	54	54
Dinophyceae	18	16	17	14	17	18
Cyanophyceae	8	16	17	3	6	5
Coccinodiscophyceae	13	12	14	16	14	15
Mediophyceae	10	9	9	8	9	8

(1993) mengatakan bahwa kelas Bacillariophyceae merupakan mikroalga yang umum dijumpai di perairan laut dan sangat penting dalam jaring makanan di laut karena mengandung asam lemak tak jenuh. Nurcahyani *et al.* (2016) mengatakan bahwa kelas Bacillariophyceae mampu menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan sekitarnya, sehingga kehadirannya di alam akan dapat mendominasi.

Di perairan Teluk Labuange teridentifikasi 18 spesies fitoplankton berpotensi HAB's dari total 47 spesies fitoplankton yang teridentifikasi (Tabel 7).

Jenis-jenis fitoplankton tersebut ditemukan di semua stasiun dengan jumlah dan jenis yang berbeda. Hal ini menjadi petunjuk bahwa perairan Teluk Labuange telah terdapat dan berkembang fitoplankton berpotensi HAB's. Banyaknya fitoplankton berpotensi HAB's terutama ditemukan pada muara sungai dan perairan yang banyak mengandung limbah organik. Dari 18 jenis fitoplankton beracun terdapat 17 jenis pada stasiun-1; 15 jenis pada stasiun-2; 14 jenis pada stasiun-3; 13 jenis pada stasiun-4; 14 jenis pada stasiun-5; dan 15 jenis pada stasiun-6. Jenis *Pseudonitzschia* sp. mendominasi kelimpahan jenis pada stasiun-1 sebesar

Tabel 7. Hasil identifikasi jenis plankton di perairan Teluk Labuange sebagai bioindikator pencemaran limbah organik

Table 7. Results of identification of plankton species in Labuange Bay waters as bioindicators of organic waste pollution

Kelas/spesies ( <i>Class/species</i> )	Referensi ( <i>Reference</i> )
<b>Bacillariophyceae</b>	
<i>Navicula pupula</i>	Vila, & Masó (2005)
<i>Navicula</i> sp.	Akselman <i>et al.</i> (2008)
<i>Nitzschia</i> sp.	Anderson (2017)
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	Honsell (1993)
<b>Dinophyceae</b>	
<i>Ceratium furca</i>	Edwards & Richardson (2004)
<i>Ceratium fusus</i>	Edwards & Richardson (2004)
<i>Ceratium triops</i>	Praseno & Wiadnyana (1996)
<i>Ceratium trichoceros</i>	Goma <i>et al.</i> (2018)
<i>Dinophysis</i> sp.	Narale & Anil (2017)
<i>Dinophysis caudata</i>	Anderson (2017)
<i>Gymnodinium</i> sp.	Honsell (1993)
<i>Protoperdinium</i>	Vila & Masó (2005)
<b>Cyanophyceae</b>	
<i>Oscillatoria</i> sp.	Akselman <i>et al.</i> (2008)
<i>Pseudanabaena</i> sp.	Vila & Masó (2005)
<i>Lyngbya</i> sp.	Gómez (2005)
<b>Coccinodiscophyceae</b>	
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	Costello <i>et al.</i> (2017)
<i>Rhizosolenia setigera</i>	Honsell (1993)
<i>Rhizosolenia</i> sp.	Gómez (2005)

27%. *Oscillatoria* sp. mendominasi kelimpahan spesies pada stasiun-2 (24%), stasiun-3 (23%), stasiun-4 (37%), stasiun-5 (36%); dan stasiun-6 (34%). Dari 18 jenis plankton beracun seperti genus *Ceratium*, *Protoperidinium*, dan *Dinophysis* memiliki implikasi penting untuk pemantauan dan studi HAB's (Edwards & Richardson, 2004), juga terdapat jenis *Oscillatoria* sp., *Dinophysis caudata*, *Dinophysis* sp., dan *Gymnodinium* sp. (Honsell, 1993), *Protoperidinium* sp. (Narale & Anil, 2017), dan jenis lainnya (Gómez, 2005). Jenis-jenis fitoplankton tersebut ditemukan di semua stasiun dengan jumlah dan jenis yang berbeda. Hal ini menjadi petunjuk bahwa perairan Teluk Labuange telah terdapat dan berkembang fitoplankton berpotensi HAB's. Selain plankton beracun juga teridentifikasi jenis plankton lain yang menjadi bioindikator pencemaran limbah organik seperti *Cyclotella* sp., *Cocconeis* sp., *Cymbella minuta*, dan *Melosira* sp. (Wu, 1999), dan *Chaetoceros* sp. (Begum *et al.*, 2015). Banyaknya fitoplankton berpotensi HAB's pada stasiun-1 dan 6 disebabkan pada kedua stasiun ini terdapat muara sungai yang banyak membawa limbah organik. Pada stasiun-2 dan 4; di mana terdapat *outlet* tambak superintensif kehadiran bioindikator masing-masing sebanyak 15 dan 13 jenis. Selanjutnya setiap jenis fitoplankton beracun yang hadir di perairan Teluk Labuange dipicu oleh fluktuasi konsentrasi parameter kualitas air yang secara langsung terjadi karena adanya *input* unsur hara masuk dalam perairan. Menurut Suharno & Lantang (2012), bahwa tingginya unsur hara bahkan polutan dapat mengakibatkan tingginya populasi jenis plankton tertentu, yang mengakibatkan fenomena spesifik, misalnya terjadi HAB's.

Indeks keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun-6 sebesar 1,36 dan terendah pada stasiun-1 sebesar 1,05 (Gambar 2). Tingkat pencemaran perairan berdasarkan nilai indeks

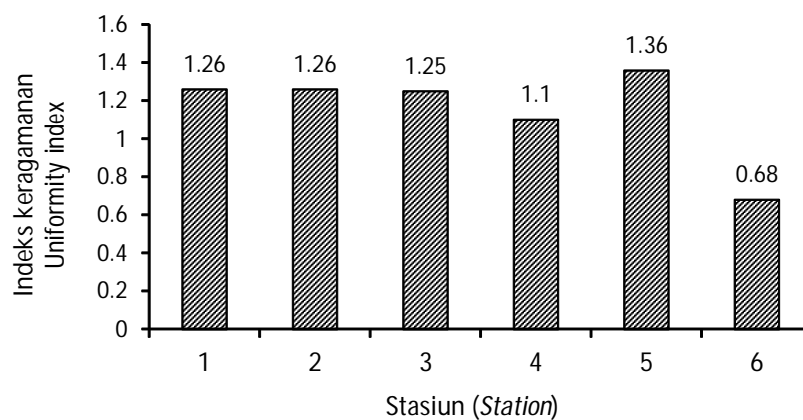
keanekaragaman ( $H'$ ) menurut Zheng *et al.* (2007), menunjukkan bahwa perairan Teluk Labuange untuk semua stasiun kondisinya tercemar berat.

#### Analisis ANOVA Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan total fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun-1 dengan kelimpahan mencapai 164.417 ind./L. Sedangkan total kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada stasiun-6 dengan kelimpahan mencapai 56.852 ind./L (Tabel 8). Kelimpahan fitoplankton tertinggi diperoleh pada stasiun-1 tetapi tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan kelimpahan rata-rata fitoplankton di stasiun-2, 4, dan 5. Sebaliknya, kelimpahan rata-rata fitoplankton terendah ditemukan pada stasiun-3 dan 6 yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan yang diperoleh di stasiun-1. Namun demikian, kelimpahan fitoplankton di stasiun-3 dan 6 tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan di stasiun-2, 4, dan 5. (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik stasiun sangat menentukan kelimpahan dan jenis fitoplankton.

#### Analisis Canonical Correspondence Analysis

Hasil *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) menunjukkan bahwa terdapat 12 spesies fitoplankton beracun tidak berasosiasi dengan konsentrasi amonia, nitrat, BOT, fosfat, dan COD yaitu *Pseudanabaena* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Pseudonitzschia* sp., *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Dinophysis caudata*, *Gymnodinium* sp., *Protoperidinium* sp., *Oscillatoria* sp., *Rhizosolenia imbricate*, *Rhizosolenia setigera*, *Rhizosolenia* sp. Namun demikian terdapat enam spesies berasosiasi dengan kualitas air, masing-masing tiga spesies dengan konsentrasi BOT dan nitrat, dan tiga spesies dengan fosfat amonia, dan COD yang tinggi yaitu *Ceratium triops*, *Ceratium trichoceros*, *Lyngbya* sp., *Navicula pupula*, *Dinophysis caudata*, dan *Dinophysis* sp. Menurut



Gambar 2. Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) fitoplankton pada setiap stasiun *sampling* di Teluk Labuange.

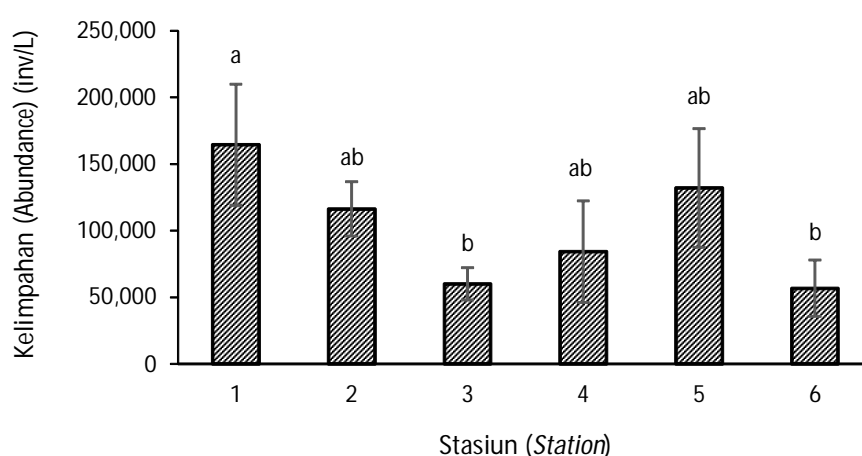
Figure 2. *Phytoplankton diversity index ( $H'$ ) at each sampling station in Labuange Bay.*



Tabel 8. Distribusi total kelimpahan fitoplankton pada setiap stasiun pengamatan di Teluk Labuange

Table 8. Distribution of total phytoplankton abundance at each observation station in Labuange Bay

Stasiun Station	Rerata kelimpahan Average abundance (ind./L)	Standar deviasi Standard deviation (ind./L)
1	164.417	45.530
2	116.278	20.368
3	60.185	12.172
4	84.259	38.056
5	132.074	44.385
6	56.852	21.067



Gambar 3. Kelimpahan total fitoplankton pada setiap stasiun pengamatan di Teluk Labuange. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) pada taraf kepercayaan 95%.

Figure 3. Total phytoplankton abundance at each sampling station in Labuange Bay. Different letters show significant differences ( $P < 0.05$ ) at 95% confidence level.

Tungka *et al.* (2017), bahwa terdapat pengaruh nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton HAB's. Menurut Mujib *et al.* (2015), bahwa *Ceratium sp.* dan *Protoperdinium sp.* merupakan dua jenis dinoflagelata yang predominan di perairan Makassar. Selanjutnya dikatakan bahwa dua jenis tersebut selalu mendominasi perairan tropis dikarenakan memiliki toleransi yang luas terhadap kondisi nutrisi.

### Perspektif Terhadap Kegiatan Akuakultur di Lokasi Penelitian

Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan telah lama dikenal sebagai sentra produksi perikanan budidaya, seperti udang windu, dan ikan bandeng. Seiring dengan meningkatnya permintaan produksi perikanan nasional dan dunia, serta perkembangan teknologi perikanan budidaya yang semakin maju

menyebabkan terjadinya peningkatan upaya produksi perikanan budidaya terutama budidaya udang vaname di tambak superintensif. Tambak superintensif di Kabupaten Barru saat ini lebih banyak dikembangkan di Kecamatan Mallusetasi di mana perairan Teluk Labuange dijadikan sebagai pemasok sumber air baku kegiatan budidaya perikanan termasuk pembenihan. Tingginya buangan limbah organik yang tidak terkendali di perairan Teluk Labuange dapat menyebabkan pengkayaan nutrisi dan menjadi pemicu hadirnya fitoplankton beracun yang berakibat pada penurunan kualitas air baku bagi kegiatan perikanan budidaya. Upaya pengendalian limbah organik dengan menerapkan penggunaan Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL) menjadi sangat penting untuk menjamin kelangsungan kegiatan perikanan budidaya di sekitar perairan Teluk Labuange.

## KESIMPULAN

Limbah organik yang selama ini berasal dari tambak udang superintensif dan kegiatan antropogenik telah menyebabkan perubahan kualitas perairan Teluk Labuange bahkan beberapa parameter kualitas air telah berada di atas ambang yang disyaratkan bagi biota laut. Degradasi kualitas air tersebut telah memicu potensi hadirnya fitoplankton beracun di perairan Teluk Labuange. Kondisi perairan yang demikian akan berdampak pada menurunnya produksi perikanan budidaya yang berada di sekitar perairan Teluk Labuange.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Muhammad Chaidir Undu, S.Pi., M.Si., Rezki Antoni Suhaimi, S.Kel., dan Laode Hafis yang telah memberikan bantuannya sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan baik. Penelitian ini dibiayai oleh DIPA tahun 2018.

## DAFTAR ACUAN

- Akselman, R., Reguera, B., & Lion, M. (2008). HAB-MAPS of toxic marine microalgae in coastal and shelf waters of South America. *In Proceedings of the 12th International Conference on Harmful Algae*. p. 243-245.
- Amengual-Morro, C., Niell, G.M., & Martínez-Taberner, A. (2012). Phytoplankton as bioindicator for waste stabilization ponds. *Journal of Environmental Management*, 95, S71-S76.
- Anderson, D.M. (2017). Harmful algal blooms. Harmful algal blooms (HABs) and Desalination: *A Guide to Impacts, Monitoring, and Management*, 17 pp.
- APHA-AWWA. (1989). Standard methods for the examination of water and waste-water. In: Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Greenberg, A.E. (Eds.), Washington, D.C.
- Aquino, E.P., Borges, G.C., Honorato-da-Silva, M., Passavante, J.Z.O., & Silva-Cunha, M.G. (2015). Phytoplankton in a tropical estuary, Northeast Brazil: composition and life forms. *Check List*, 11(3), 1633 pp.
- Begum, M., Sahu, B.K., Das, A.K., Vinithkumar, N.V., & Kirubakaran, R. (2015). Extensive *Chaetoceros curvisetus* bloom in relation to water quality in Port Blair Bay, Andaman Islands. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187, 1-14.
- Biggs, B.J. (1989). Biomonitoring of organic pollution using periphyton, South Branch, Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 23(2), 263-274.

- Brower, J.E., Zar, J.H., & van Ende, C.N. (1990). Field and laboratory methods for general ecology. Third edition. WMC. Dubuque, Indiana, USA: Brown Publisher, 237 pp.
- Costello, M.J., Basher, Z., McLeod, L., Asaad, I., Claus, S., Vandepitte, L., & Enevoldsen, H. (2017). Methods for the study of marine biodiversity. In *The GEO handbook on biodiversity observation networks* (p. 129-163). Springer, Cham.
- Dalu, T., Lemley, D.A., Snow, G.C., & Wu, N. (2020). Linking phytoplankton community structure to aquatic ecosystem functioning: A mini-review of the current status and future directions. In *Handbook of Algal Science, Technology and Medicine* (p. 291-302). Academic Press.
- Dunstanet, G.A., Volkman, J.K., Barrett, S.M., Leroi, J.M., & Jeffrey, S.W. (1993). Essential polyunsaturated fatty acids from 14 species of diatom (Bacillariophyceae). *Phytochemistry*, 35(1), 155-161.
- Edwards, M. & Richardson, A.J. (2004). Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature*, 430(7002), 881 pp.
- El-Kassas, H.Y. & Gharib, S.M. (2016). Phytoplankton abundance and structure as indicator of water quality in the drainage system of the Burullus Lagoon, southern Mediterranean coast, Egypt. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(9), 530 pp.
- Goma, M.N., Hannachic, I., Carmichael, W.W., Al-Hazmie, M.A., Abouwardac, A.M., Mostafac, E.A., & Mullag, D.J. (2018). Low diversity triggers harmful algae bloom (HAB) occurrence adjacent to desalination plants along the Red Sea. *Desalination and Water Treatment*, 114, 1-12.
- Gómez. (2005). A list of free-living dinoflagellate species in the world's oceans. *Acta Botanica Croatica*, 64(1), 129-212.
- Hallegraeff, G.M. (2003). Harmful algal blooms: A global overview. *Manual on Harmful Marine Microalgae*, 33, 1-22.
- Hemraj, D.A., Hossain, M.A., Ye, Q., Qin, J.G., & Leterme, S.C. (2017). Plankton bioindicators of environmental conditions in coastal lagoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 184, 102-114.
- Honsell, G. (1993). First report of *Alexandrium minutum* in Northern Adriatic waters (Mediterranean Sea). In: Dmayda, T.J. & Shmitzu, Y. (Eds.), *Toxic phytoplankton blooms in the sea* (p. 127-132). Amsterdam: Elsevier, 383 pp.
- Khasanah, R.I., Sartimbul, A., Herawati, E.Y., Veteran, J., & Veteran, J. (2013). Kelimpahan dan keanekaragaman plankton di perairan Selat Bali. *Ilmu Kelautan*, 18(4), 193-202.

- Makmur, M. (2013). Pemodelan input pencemar organik terhadap pertumbuhan fitoplankton di Teluk Jakarta. *Buletin Limbah*, 13(1).
- Mujib, A.S., Damar, A., & Wardiatno, Y. (2015). Distribusi spasial dinoflagelata planktonik di perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2), 479-492.
- Narale, D.D. & Anil, A.C. (2017). Spatial distribution of dinoflagellates from the tropical coastal waters of the South Andaman, India: Implications for coastal pollution monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 115(1), 498-506.
- Nurchayani, E.A., Hutabarat, S., & Sulardiono, B. (2016). Distribusi dan kelimpahan fitoplankton yang berpotensi menyebabkan HAB's (*harmful algal blooms*) di Muarasungai Banjir Kanal Timur, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4), 275-284.
- Paena, M. (2019). *Distribusi dan dampak limbah organik budidaya tambak udang superintensif di perairan Teluk Labuange, Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar, 221 hlm.
- Paul, S., Wooldridge, T., & Perissinotto, R. (2016). Evaluation of abiotic stresses of temperate estuaries by using resident zooplankton: A community vs. population approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 170, 102-111.
- Praseno, D.P. & Wiadnyana, N.N. (1996). HAB organisms in Indonesian waters. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, p. 69-75.
- Rodrigues, L.C., Simões, N.R., Bovo-Scomparin, V.M., Jati, S., Santana, N.F., Roberto, M.C., & Train, S. (2015). Phytoplankton alpha diversity as an indicator of environmental changes in a neotropical floodplain. *Ecological Indicators*, 48, 334-341.
- Stafford, C. (1999). Guide to phytoplankton of aquaculture ponds. Dept. of Primary Industries, Queensland.
- Standar Nasional Indonesia [SNI] (2003a), SNI 19-6964.3-2003, Cara Uji Amonia dalam Air dengan Biru Indofenol Secara Spektrofotometri. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia, 10 hlm.
- Standar Nasional Indonesia [SNI] (2003b), SNI 19-6964.7-2003, Cara Uji Nitrat dengan Reduksi Kadmium Secara Spektrofotometri. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia, 12 hlm.
- Standar Nasional Indonesia [SNI] (2004), SNI 06-6989.3-2004, Cara Uji Padatan Tersuspensi total (TSS) Secara Grafimetri. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia, 6 hlm.
- Standar Nasional Indonesia [SNI] (2005), SNI 06-6989.3-2005, Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia, 6 hlm.
- Suharno, S. & Lantang, D. (2012). Status kesuburan perairan laut ditinjau dari keragaman plankton di Kawasan Kepala Burung, Papua Barat. *Jurnal Biologi Papua*, 4(2), 75-82.
- Sutrisyani & Rohani, S. (2009). Panduan praktis analisa kualitas air payau. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta, 43 hlm.
- Taylor, F.J.R., Fukuyo, Y., Larsen, J., & Hallegraeff, G.M. (2003). Taxonomy of harmful dinoflagellates.
- Tungka, A.W., Haeruddin, H., & Ain, C. (2017). Konsentrasi nitrat dan ortofosfat di muara sungai Banjir Kanal Barat dan kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton *harmful alga blooms* (HABs). Concentration of nitrate and orthophosphate at Banjir Kanal Barat estuary and their relationship with the abundance of harmful algae blooms. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(1), 40-46.
- Vila, M. & Masó, M. (2005). Phytoplankton functional groups and harmful algae species in anthropogenically impacted waters of the NW Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 69(1), 31-45.
- Vollenweider, R.A. & Frei, M. (1953). Vertikale und zeitliche Verteilung der Leitfähigkeit in einem eutrophen Gewässer während der Sommerstagnation. *Aquatic Sciences-Research Across Boundaries*, 15(1), 158-167.
- Wu, J.T. (1999). A generic index of diatom assemblages as bioindicator of pollution in the Keelung River of Taiwan. *Hydrobiologia*, 397, 79-87.
- Yassin, E.K.H. & Mahmoud, G.S. (2016). Studies on soatio-temporal dynamics of phytoplankton in Brullus Lagoon, Southern Mediterranean Coast, Egypt. *The Egyptian Journal Of Experimental Biology (Botany)*, 12(2), 255-266.
- Zhang, J., Kitazawa, D., & Yang, C. (2016). A numerical modeling approach to support decision-making on design of integrated multitrophic aquaculture for efficiently mitigating aquatic waste. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 21(8), 1247-1261.
- Zheng, B.H., Tian, Z.Q., Zhang, L., & Zheng, F.D. (2007). The characteristics of the hydrobios' distribution and the analysis of water quality along the west shore of Taihu Lake. *Acta Ecologica Sinica*, 27, 4214-4223.