

**PENDUGAAN KESUBURAN PERAIRAN BERDASARKAN SEBARAN  
NUTRIEN DAN KLOOROFIL-a DI TELUK KENDARI SULAWESI  
TENGGARA**

**Nur Irawati<sup>1</sup>**

**Ringkasan** *Eutrofication is an increase of nutrient supply (nitrogen and phosphor) to a very high concentration and above the limit that the nature can cope with. This recent research was aimed to predict the eutrofication of the waters based on the distribution of nutrients and chlorophyll-a and conducted on November 2012. The research was carried out by considering two main parameters which were main research parameters and supporting parameter over physical, chemical and biological variables. The main research parameters consisted of total N and P, chlorophyll-a and dissolved oxygen of which those variables were the main variables used in the TRIX index analysis (an index used to characterized the trophic status of a body of waters). The fertility status of Kendari Bay based on TRIX index was categorized as eutrophic having TRIX index of 5.12. It is confirmed that the level of nutrient (TN and TP), chlorophyll-a and water clarity determines the fertility status of a water body ranging from oligotrophic to hypertrophic.*

**Keywords** *eutrofication, total-N, total P, chlorophyll-a, disolved oxygen demand*

---

<sup>1</sup>)Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo, Jl.HAE Mokodompit Kampus Bumi Tridharma Anduonohu Kendari 93232 phone/Fax:+62401 393782  
E-mail: nur\_irawati78@yahoo.com

Received: 15 Juni 2014

Accepted: 8 Agustus 2014

**PENDAHULUAN**

Perairan pesisir merupakan perairan yang banyak menerima beban masukan bahan organik. Bahan ini berasal dari berbagai sumber seperti kegiatan pertambakan, pertanian dan limbah domestik yang akan masuk melalui aliran sungai dan limpasan dari daratan. Masuknya bahan organik ke pesisir ini cepat atau lambat akan mempengaruhi kualitas perairan, selanjutnya akan berpengaruh pada keberadaan organisme perairan khususnya plankton sebagai organisme yang pertama merespon perubahan kualitas perairan tersebut. Beban masukan yang nyata biasanya membawa partikel tersuspensi, nutrien, dan bahan organik terlarut yang akan mendukung terjadinya eutrofikasi dan bisa menyebabkan berkurangnya penetrasi cahaya pada kolom air [1]. Beban masukan bahan organik ini akan mengalami berbagai proses penguraian yang pada akhirnya akan memberikan suplai bahan anorganik atau unsur hara ke perairan. Unsur hara yang dihasilkan diantaranya adalah N dan P, dimana unsur ini dibutuhkan untuk pertumbuhan organisme akuatik yaitu fitoplankton.

Teluk Kendari merupakan salah satu wilayah pesisir memiliki potensi sumberdaya

perairan dan fungsi pendukung kehidupan yang sangat penting. Sebagai sumberdaya perairan, Teluk Kendari merupakan habitat bagi sejumlah organisme yang hidup di dalamnya, antara lain ikan, organisme makrofit dan mikrofit, organisme dasar (bentos), hutan mangrove, maupun padang lamun. Berbagai kegiatan baik jasa kelautan seperti pelabuhan untuk pelayaran dan perikanan, maupun kegiatan-kegiatan lain di sekitar pantai seperti permukiman, perindustrian, pertambakan, dan sebagainya merupakan bagian dari faktor pendukung kehidupan manusia [2]. Kegiatan penduduk yang meningkat di sekitar teluk umumnya akan memberikan dampak pada penurunan kualitas perairan di teluk. Hal ini tercermin dari data konsentrasi nutrisi di perairan Teluk Kendari yang pernah dipublikasikan oleh beberapa peneliti sebelumnya. [3] memperoleh konsentrasi nitrat berkisar 0,021-0,283 mg/L dan [2] memperoleh konsentrasi nitrat dan ortofosfat pada bulan April-Juni 2008 berkisar 0,29-1,07 mg/L dan 0,02-0,15 mg/L. Peningkatan nutrisi yang berasal dari aktivitas manusia sangat berpotensi meningkatkan laju pertumbuhan alga dan mikrobiota perairan lainnya. Alga dapat tumbuh dengan pesat karena ukurannya yang mikroskopik dan siklus hidupnya yang lebih cepat dibandingkan dengan tumbuhan multiseluler lainnya. Pertumbuhan alga dan biomassa dalam skala kecil dapat meningkatkan produktivitas dan menyediakan rantai makanan bagi ekosistem perairan. Namun ketika pertumbuhan tersebut meningkat drastis dan melebihi carrying capacity ekosistem yang dikenal dengan algae bloom yaitu fenomena peledakan populasi fitoplankton di perairan secara cepat dan dalam jumlah yang sangat besar, sehingga akan terjadi gangguan kestabilan ekosistem. Algae bloom dapat merubah kondisi fisika-kimia perairan yang tentu akan berakibat pula pada biologi perairan, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi yang mempengaruhi potensi sumberdaya alam hayati perairan. Melihat fenomena-fenomena tersebut, maka diadakan penelitian mengenai Penduga



**Gambar 1** Peta lokasi penelitian di perairan Teluk Kendari [8] modifikasi

Kesuburan Perairan berdasarkan sebaran nutrisi dan klorofil-a di Teluk Kendari Sulawesi Tenggara.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Teluk Kendari yang secara geografis terletak pada  $3^{\circ}57'50'' - 3^{\circ}5'30''$  lintang selatan dan  $122^{\circ}31'50'' - 122^{\circ}36'30''$  bujur timur dengan luas  $\pm 18,75 \text{ km}^2$  dan panjang garis pantai  $\pm 35,85 \text{ km}$ . Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Nopember 2012 dengan jumlah stasiun sebanyak 25 (Gambar 1). Penentuan lokasi dan titik sampling penelitian dilakukan menggunakan transek yang ditempatkan secara membujur dan melintang di sepanjang perairan teluk, dengan jarak antara sampling baik membujur maupun melintang  $\pm 1.000 \text{ m}$ . Penempatan titik sampling dimulai dari muara Sungai Wanggu dan Kambu sampai muara Teluk Kendari.

Parameter yang diukur meliputi parameter fisika, kimia dan biologi yang dibagi menjadi parameter utama (total N, total P, klorofil-a dan oksigen terlarut) dan penunjang (suhu, salinitas, kecerahan dan pH).

### *Oksigen Saturasi*

Persentase saturasi oksigen terlarut dilakukan dengan perhitungan yaitu perbandingan antara nilai kadar oksigen yang terukur (aktual) dengan kadar oksigen teoritis pada suhu saat pengukuran, yaitu :

$$\text{Saturasi} = \frac{\text{oksigen terukur (ppm)}}{\text{oksigen teoritis (ppm)}} \times 100\% \quad (1)$$

### Analisis Nutrien

Sampel air laut dimasukkan ke dalam botol sampel berkapasitas 250 ml untuk keperluan analisis total Nitrogen (N) dan Fosfor (P). Botol sampel dimasukkan ke dalam kotak pendingin sebelum dianalisis. Sebelum dianalisis lanjutan di laboratorium, terlebih dahulu dilakukan filtrasi terhadap air sampel dengan membran filter berdiameter 47 mm yang berporositas 1,2  $\mu\text{m}$ . Selanjutnya analisis kandungan unsur-unsur hara tersebut dilakukan mengacu pada [4].

### Biomassa Fitoplankton (Klorofil a)

Penentuan biomassa fitoplankton ditentukan dengan kandungan klorofil-a. Pengambilan sampel air laut untuk analisis klorofil-a sebanyak 1 liter pada setiap kedalaman inkubasi dan dimasukan dalam botol sampel yang ditutup dengan plastik hitam, dan disimpan dalam kotak es yang bersuhu dingin, untuk kemudian dianalisis di laboratorium. Penghitungan konsentrasi klorofil-a dengan menggunakan persamaan menurut [4], yaitu :

$$\text{Klorofil - a } \text{mg/m}^3 = \frac{26,7(664_b - 665_a) \times V_1}{V_2 \times L} \quad (2)$$

dimana:

$V_1$  : Volume yang diekstrak (l),

$V_2$  : Volume sampel ( $\text{m}^3$ ),

L : panjang kuvet (cm),

$664_b$  : Absorben pada 664 nm-abs pada 750 nm, sebelum pengasaman,

$665_a$  : Absorben pada 665 nm-abs pada 750 nm, setelah pengasaman

### Analisis Data

Dalam mengkarakterisasi status trofik di perairan digunakan metode TRIx, mencakup didalamnya 4 variabel yang digunakan yaitu Klorofil-a, oksigen saturasi, total

N dan P [5]. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{TRIX} = [\log_{10}(\text{PO}_4 \times \text{TN} \times \text{Chla} \times \text{DO}_{\text{saturasi}}) + a] / b(3)$$

Dimana :

$\text{PO}_4$  : Total fosfat (microgram per liter),

TN : Total nitrogen (microgram per liter),

Chla : Konsentrasi klorofil-a (microgram per liter),

$\text{DO}_{\text{saturasi}}$  : persentase oksigen saturasi.

Variabel a : 1,5 dan b : 1,2 adalah skala koefisien [6].

Nilai TRIx diklasifikasikan antara 0 sampai 10.

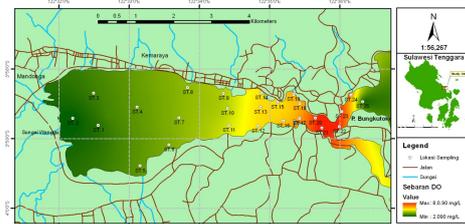
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Oksigen Terlarut

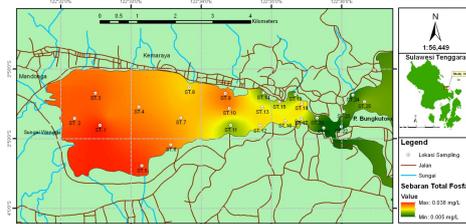
Nilai sebaran oksigen terlarut di perairan berkisar 2,09-8,09 mg/L (Gambar 2) dan nilai persentase saturasi oksigen terlarut berkisar 27,17-108,88%. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan terjadinya peningkatan oksigen terlarut yang mengarah ke laut. Hal ini disebabkan karena oleh adanya pengaruh masukan air tawar dari sungai-sungai yang bermuara ke teluk yang membawa bahan-bahan pencemaran baik dalam bentuk organik maupun organik. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai 0 (nol) atau anaerob [6]. Selain faktor tersebut kelarutan oksigen terlarut juga tergantung pada pencampuran (mixing) dan pergerakan (turbulence) massa air, aktivitas fotosintesis dan respirasi.

### Nutrien

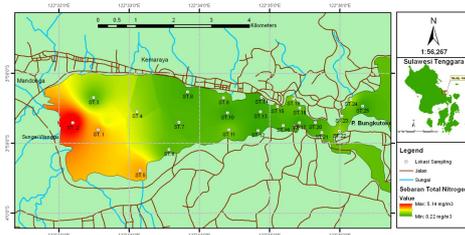
Nutrien Nitrogen total merupakan gabungan dari nitrogen anorganik (nitrat, nitrit dan ammonium) dan nitrogen organik yang



**Gambar 2** Peta sebaran oksigen terlarut (mg/L) di perairan Teluk Kendari



**Gambar 4** Peta sebaran total fosfat (mg/L) di perairan Teluk Kendari



**Gambar 3** Peta sebaran total nitrogen (mg/L) di perairan Teluk Kendari

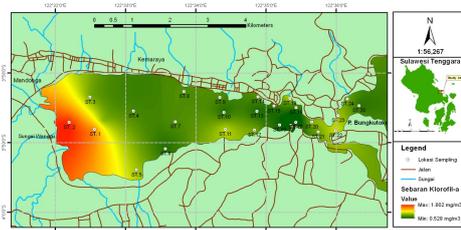
dalam perairan teluk, serta dijumpai nilai TP yang relatif tinggi pada daerah-daerah yang masih dipengaruhi daratan (sungai). Hal ini disebabkan beban masukan yang masuk dari daratan melalui aliran sungai-sungai yang bermuara ke teluk. Nilai TP yang diperoleh selama penelitian, hampir sama dengan nilai fosfat anorganik (orto-fosfat) yang diperoleh [2] pada lokasi yang sama yaitu 0,02-0,15 mg/L.

berupa partikulat yang tidak larut dalam air [6]. Sebaran nilai total nitrogen (TN) selama pengukuran berkisar 0,214-5,137 mg/L (Gambar 3). Nilai TN yang diperoleh menunjukkan peningkatan yang sangat besar bila dibandingkan dengan nilai nitrogen anorganik terlarut (DIN) pada penelitian [2] yaitu 0,54-0,83 mg/L. Berdasarkan Gambar 3 nilai konsentrasi TN relatif tinggi pada stasiun-stasiun yang berada di dalam teluk (depan muara sungai) dan mengalami penurunan ke arah laut, hal ini karena pada stasiun-stasiun yang berada di depan muara sungai banyak mendapatkan suplai unsur hara dari kegiatan-kegiatan di daratan, baik itu kegiatan pertanian, perikanan maupun aktivitas penduduk, yang masuk melalui sungai dan bermuara ke teluk.

Keberadaan fosfor di perairan merupakan unsur yang esensial baik tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga akuatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan [6]. Total fosfat (TP) yang diperoleh selama penelitian berkisar 0,005-0,038 mg/L (Gambar 4). Berdasarkan Gambar 4 sebaran TP yang diperoleh menunjukkan peningkatan ke arah

#### *Klorofil-a*

Sebaran klorofil-a di Perairan Teluk Kendari berkisar 0,528-1,802 mg/m<sup>3</sup> (Gambar 5). Nilai sebaran klorofil-a selama penelitian memperlihatkan nilai yang tidak terlalu bervariasi. Kondisi seperti ini berbeda dengan kondisi yang umum terjadi di perairan. Umumnya nilai klorofil-a tertinggi dijumpai pada daerah-daerah yang lebih kaya akan unsur hara. Hal ini berhubungan dengan ukuran sel dari fitoplankton, dimana ukuran sel fitoplankton pada daerah yang kaya akan unsur hara didominasi oleh ukuran sel yang besar, sehingga hal ini mempengaruhi jumlah klorofil-a yang dikandung masing-masing sel fitoplankton. Nilai sebaran konsentrasi klorofil-a selama penelitian menunjukkan pola yang sama dengan pola sebaran nutrisi TN dan TP. Pada penelitian ini nutrisi TN dan TP tertinggi dijumpai pada stasiun-stasiun yang berada di depan muara sungai wanggu dibandingkan stasiun-stasiun yang berada di depan muara teluk (ke arah laut), begitu pula pada sebaran klorofil-a. Nilai sebaran konsentrasi klorofil-a relatif tinggi di-



**Gambar 5** Peta sebaran klorofil ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) di perairan Teluk Kendari

jumpai pada stasiun yang berada di depan muara Sungai Wanggu dan Kambu.

Parameter Penunjang Suhu perairan selama penelitian di perairan Teluk Kendari di seluruh kedalaman inkubasi pada stasiun dan substasiun penelitian berkisar  $29,1-31,2^\circ\text{C}$ , hal ini disebabkan oleh kondisi cuaca pada saat penelitian yang relatif tidak berbeda. Kisaran suhu pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya pada lokasi yang sama yaitu  $28,5-30,6^\circ\text{C}$  [2] dan  $28-32^\circ\text{C}$  [3]. Secara umum kisaran suhu selama penelitian masih dalam kisaran suhu yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Kisaran suhu yang optimum untuk pertumbuhan fitoplankton adalah  $20-30^\circ\text{C}$  [6].

Salinitas yang diperoleh selama penelitian berkisar  $27-33\text{‰}$ , dimana nilai salinitas terendah dijumpai pada stasiun-stasiun yang berada di dalam teluk (depan muara sungai). Perbedaan salinitas ini disebabkan karena oleh adanya pengaruh masukan air tawar dari sungai-sungai yang bermuara ke teluk maupun masukkan air laut dengan salinitas tinggi. Nilai salinitas yang diperoleh selama penelitian lebih tinggi bila dibandingkan dengan salinitas yang diperoleh pada penelitian [7] yaitu  $19,80-29,80\text{‰}$ , pada daerah depan muara sungai, hal ini lebih disebabkan pada saat pengukuran perairan Teluk Kendari dalam kondisi surut, sehingga ini berhubungan dengan faktor pengenceran oleh air laut dan air tawar.

Berdasarkan hasil pengukuran derajat keasaman selama penelitian di perairan Teluk Kendari berkisar  $6,5-7,5$ . Kisaran tersebut tidak jauh berbeda bila dibandingkan de-

ngan penelitian [7] di perairan yang sama, dimana pH perairan berkisar antara  $7,2-7,7$  dan  $7,02-7,74$ . Nilai pH yang diperoleh selama penelitian masih merupakan kisaran yang sesuai dengan kebutuhan fitoplankton yaitu  $7,0-8,5$  [6]. Sejalan dengan itu nilai pH tersebut merupakan kisaran pH perairan laut Indonesia yaitu  $6,0-8,5$ .

### Indeks TRIX

Indeks TRIX merupakan salah satu indeks yang sering digunakan dalam menilai trofik level suatu perairan dalam pemantauan kondisi eutrofikasi perairan. Komponen yang digunakan dalam metode ini adalah parameter yang terkait dengan proses eutrofikasi yaitu total nitrogen ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), total fosfat ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), oksigen saturasi (%), dan klorofil-a ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) [5]. Berdasarkan hasil perhitungan keempat parameter tersebut, maka selanjutnya dideskripsikan berdasarkan kriteria tingkat kesuburan. Hasil perhitungan tingkat kesuburan di perairan Teluk Kendari berdasarkan indeks TRIX berkisar  $5,644-7,113$ . Berdasarkan kriteria TRIX perairan Teluk Kendari digolongkan kedalam perairan eutrofik sampai hipertrofik [8] ; [9] dengan kesuburan tertinggi pada perairan depan muara Sungai Wanggu.

Dalam menentukan status trofik suatu perairan tergantung pada penyebaran dan konsentrasi klorofil-a, ketersediaan nutrien (nitrogen dan fosfor). Konsentrasi klorofil-a sendiri dapat dijadikan petunjuk dalam menentukan status trofik suatu perairan. Ketersediaan nutrien TN dan TP selama penelitian berkisar  $0,214-5,137\text{ mg}/\text{L}$  ( $214-5127\text{ mg}/\text{m}^3$ ) dan  $0,005-0,038\text{ mg}/\text{L}$  ( $5-38\text{ mg}/\text{m}^3$ ). Berdasarkan kriteria [5] maka nilai sebaran TN menunjukkan perairan Teluk Kendari tergolong mesotrofik sampai hipertrofik, sedang berdasarkan sebaran TP tergolong oligotrofik-eutrofik (Tabel 1). Sejalan dengan kriteria status trofik menurut [10], perairan teluk kendari berdasarkan nilai sebaran TN tergolong kesuburan sedang sampai tinggi dan sebaran TP tergolong kesuburan rendah sampai sedang (Tabel 1). Selama penelitian sebaran klorofil-a berkisar  $0,528-1,802\text{ mg}/\text{m}^3$  atau  $0,528-1,802$

**Tabel 1** Kriteria status trofik pada perairan laut [5]

Status Trofik	TN (mg m <sup>-3</sup> )	TP (mg m <sup>-3</sup> )	Chl-a (µg L <sup>-1</sup> )	Secchi Depth (m)
Oligotrophic	<260	<10	<1	>6
Mesotrophic	≥260-350	≥10-30	≥1-3	3-≤6
Eutrophic	≥350-400	≥30-40	≥3-5	1.5-≤3
Hypereutrophic	>400	>40	>5	<1.5

**Tabel 2** Klasifikasi status trofik berdasarkan nutrisi dan klorofil-a (indeks NOAA) [11]

Tingkat Eutrofikasi	TN (mg m <sup>-3</sup> )	TP (mg m <sup>-3</sup> )	Chl-a (µg L <sup>-1</sup> )
Rendah	0 - ≤0.1	0 - ≤0.01	0 - ≤ 5
Sedang	> 0.1 - ≤ 1	> 0.01 - ≤ 0.1	> 5 - ≤ 20
Tinggi	> 1	> 0.1	> 20 - ≤ 60
Eutrofik	-	-	>60

µg/L, menurut kriteria [5] perairan Teluk Kendari tergolong oligotrofik sampai mesotrofik (Tabel 1), sedang berdasarkan indeks NOAA perairan Teluk Kendari tergolong perairan dengan kesuburan rendah (Tabel 2).

Status trofik yang ditunjukkan berdasarkan nutrisi (TN dan TP) serta konsentrasi klorofil-a memberikan status trofik yang berbeda dengan nilai indeks TRIX yang diperoleh, kecuali pada sebaran nutrisi total nitrogen, yang memperlihatkan nilai yang sudah sangat tinggi sehingga status trofik perairan Teluk Kendari tergolong hipertrofik. Keberadaan TN yang tinggi dijumpai pada stasiun-stasiun di depan muara sungai Wanggu dan Kambu (Stasiun 1, 2, 3, 4 dan 5). Hal ini diperkirakan tingginya masukan bahan organik dari daratan yang mengandung unsur N. Menurut [8] umumnya beban masukan yang banyak mengandung unsur N berasal dari limbah rumah tangga, pertanian dan peternakan. Selain itu kondisi konsentrasi klorofil-a yang rendah sehingga perairan teluk Kendari tergolong oligotrofik-mesotrofik, menunjukkan bahwa tinggi-rendahnya konsentrasi klorofil-a tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan nutrisi yang tinggi, namun juga oleh kecerahan yang tinggi. Hal ini berhubungan dengan proses fotosintesis fitoplankton sebagai penyusun biomassa fitoplankton (klorofil-a), dimana kecerahan tinggi (kekeruhan rendah) akan mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang merupakan sumber ener-

gi bagi fitoplankton untuk berfotosintesis. Hal ini sejalan dengan penelitian [7] bahwa hubungan produktivitas primer fitoplankton dengan cahaya dan nutrisi di perairan Teluk Kendari menunjukkan bahwa lebih banyak dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari selain keberadaan nutrisi di perairan.

Kisaran oksigen terlarut (DO) selama penelitian yaitu 2,09-8,09 mg/L, nilai DO yang diperoleh menunjukkan peningkatan ke arah laut (muara teluk). Hal ini lebih disebabkan karena pada stasiun-stasiun depan muara sungai Wanggu mendapatkan banyaknya limbah organik yang dibawa oleh sungai tersebut ke perairan teluk sehingga dapat mempengaruhi ekosistem perairan tersebut. Kisaran kadar oksigen terlarut selama penelitian termasuk dalam perairan dengan kondisi tercemar sedang sampai belum tercemar. Menurut [12] bahwa kadar oksigen terlarut 2,4-4,4 mg/L tergolong tercemar sedang, 4,5-6,5 mg/L tercemar ringan dan > 6,5 mg/L belum tercemar.

Berdasarkan Gambar 2, kondisi perairan tercemar sedang pada stasiun-stasiun yang memiliki kadar oksigen terlarut rendah yaitu 2,09-4,20 mg/L, dijumpai pada stasiun yang berada di depan muara sungai Wanggu dan Kambu. Hal ini menunjukkan peranan sungai Wanggu dan Kambu sebagai penghasil bahan-bahan antropogenik baik dari hasil buangan rumah tangga, maupun hasil dari limbah pertanian serta tingginya kekeruhan pada stasiun-stasiun terse-

but, sehingga hal ini menyebabkan penurunan nilai oksigen terlarut di stasiun tersebut. Nilai kekeruhan yang tinggi terlihat dari rendahnya nilai kecerahan di stasiun-stasiun depan muara sungai Wanggu dan Kambu yaitu < 1,5 meter. Menurut [5] kecerahan di bawah 3 meter tergolong perairan eutrofik.

## SIMPULAN

Status kesuburan perairan Teluk Kendari berdasarkan nilai indeks TRIX yaitu eutrofik, dengan nilai TRIX berkisar 5,644-7,113. Keberadaan nilai nutrisi (TN dan TP), klorofil-a dan kecerahan menunjukkan status kesuburan perairan dari oligotrofik sampai hipertrofik.

## Pustaka

1. Cervetto, G., Mesones, C., Calliari, D. 2002. Phytoplankton Biomass and its Relationship to Environmental Variables in a Disturbed Coastal Area of The Rio De La Plata Uruguay, before the New Sewage Collector System. *Atlantica Rio Grande* 24(1) : 45 – 54.
2. Irawati, N., E.M. Adiwilaga dan N.T.M. Pratiwi. 2013 Hubungan produktivitas primer fitoplankton dengan ketersediaan unsur hara dan intensitas cahaya di perairan Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 13(2), 195-206.
3. Asriyana. 2004. Distribusi dan Makanan Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata* Val.) di Perairan Teluk Kendari. Tesis (Tidak Dipublikasikan). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
4. American Public Health Association (APHA). 2005. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*. 21st Edition. American Public Health Association. Washington.
5. Vollenweider, R.A., F. Giovanardi, G. Montanari, and 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 Environmental*. 9(1): 329-357.
6. Giovanardi, F., & Vollenweider, R. A. (2004). Trophic conditions of marine coastal waters: Experience in applying the trophic index TRIX to two areas of the Adriatic and Tyrrhenian seas. *Journal of Limnology*, 63(2), 199-218.
7. Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
8. Irawati, N. 2011. Hubungan produktivitas primer fitoplankton dengan ketersediaan unsur hara pada berbagai tingkat kecerahan di perairan Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. Tesis (Tidak Dipublikasikan). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
9. Damar, A. 2003. *Effects of Enrichment on Nutrient Dynamics, Phytoplankton Dynamics and Productivity in Indonesian Tropical Water: A Comparison Between Jakarta Bay, Lampung Bay and Semangka Bay*. Ph.D Dissertation Christian Albrechts University. Kiel. Germany.
10. Pettine, M., Casentini, B., Fazi, S., Giovanardi, F., and Pagnotta, R. (2007). A revisitation of TRIX for trophic status assessment in the light of the European water framework directive: Application to Italian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 54,1413–1426.
11. Bricker, S.B., J.G. Ferreira and T. Simas. 2003. An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. *Ecol. Mod.* 169: 39-60.

