

PERBANDINGAN BERBAGAI METODE PENENTUAN STATUS TROFIK DI SITU CIBUNTU, KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT

Saraswati Yola Nur Aisyah
16513003

ABSTRACT

Trophic states monitoring in Situ Cibuntu is an important thing in sustainable management. The purpose of this research is to analyze trophic states of Situ Cibuntu based on physical, chemical, and biological parameters as well as comparing the status of trophic method approach Trophic State Index (TSI), the method Trophic Index (TRIX), and the methods Water Quality Index (WQI) in Situ Cibuntu. The trophic states which occurred in the waters Situ Cibuntu influenced by the parameters of physics, chemistry, and biology, i.e. temperature, turbidity, TDS, brightness, pH, DO, nitrate, orthophosphate, TP, TN, and chlorophyll-a. Determination of trophic status in Situ Cibuntu by using the TSI, TRIX, and WQI index methods for each observation station was classified as hypertrophic, eutrophic, and very poor. Of the three methods, the TSI method was chosen to be the best method for determining trophic status in Situ Cibuntu.

Keywords: *Correlation Regression, Situ Cibuntu, Trophic Level.*

ABSTRAK

Pemantauan tingkat kesuburan perairan Situ Cibuntu merupakan hal yang penting dalam upaya pengelolaan perairan yang berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini menganalisis tingkat kesuburan perairan berdasarkan parameter kualitas air fisika, kimia dan biologi serta membandingkan status trofik dengan menggunakan pendekatan metode Trophic State Index (TSI), metode Trophic Index (TRIX), dan metode Water Quality Index (WQI) di perairan Situ Cibuntu. Tingkat kesuburan yang terjadi di perairan Situ Cibuntu dipengaruhi oleh parameter fisika, kimia, dan biologi, yaitu diantaranya ialah suhu, kekeruhan, TDS, kecerahan, pH, DO, nitrat, ortofosfat, TP, TN, dan klorofil-a. Penentuan status trofik di Situ Cibuntu dengan menggunakan metode indeks TSI, TRIX, dan WQI masing-masing seluruh stasiun pengamatan tergolong hipertrofik, eutrofik, dan sangat buruk. Dari ketiga metode tersebut, metode TSI dipilih menjadi metode terbaik untuk menentukan status trofik di Situ Cibuntu.

Kata kunci: *Korelasi Regresi, Situ Cibuntu, Tingkat Kesuburan.*

1. PENDAHULUAN

Situ Cibuntu merupakan salah satu situ yang terletak di dalam kawasan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Di sekitar Situ Cibuntu terdapat berbagai aktivitas antropogenik seperti aktivitas rumah tangga, industri, dan pertanian, yang juga secara tidak langsung berpotensi menyumbang masukan nutrisi atau unsur hara ke dalam perairan (Nugroho, 2002). Limbah-limbah hasil dari aktivitas di sekitar Situ tersebut terbawa masuk ke dalam Situ melalui aliran air Sungai Baru yang menyebabkan terjadinya penumpukan sedimen di daerah masuknya air. Hal tersebut tentunya akan menyebabkan kualitas air mengalami perubahan baik secara fisika, kimia, dan biologi serta dapat menyebabkan tingginya tingkat kesuburan atau status trofik pada perairan Situ Cibuntu.

Pada penelitian ini dipilih 3 pendekatan yang perlu dikaji mengenai perbandingan interpretasinya, yaitu pendekatan pertama menggunakan indeks *Trophic State Index* (TSI) yang mengkombinasikan informasi kimia, fisika, dan biologi. Pendekatan kedua menggunakan indeks *Trophic Index* (TRIX) yang menggunakan informasi kimia dan biologi. Pendekatan ketiga menggunakan *Water Quality Index* (WQI) yang menggambarkan kualitas perairan dengan mengumpulkan hasil pengukuran parameter kualitas perairan. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini ialah mengetahui kondisi fisika, kimia, dan biologi di perairan Situ Cibuntu serta membandingkan status trofik dengan menggunakan pendekatan metode *Trophic State Index* (TSI), metode *Trophic Index* (TRIX), dan metode *Water Quality Index* (WQI) di perairan Situ Cibuntu.

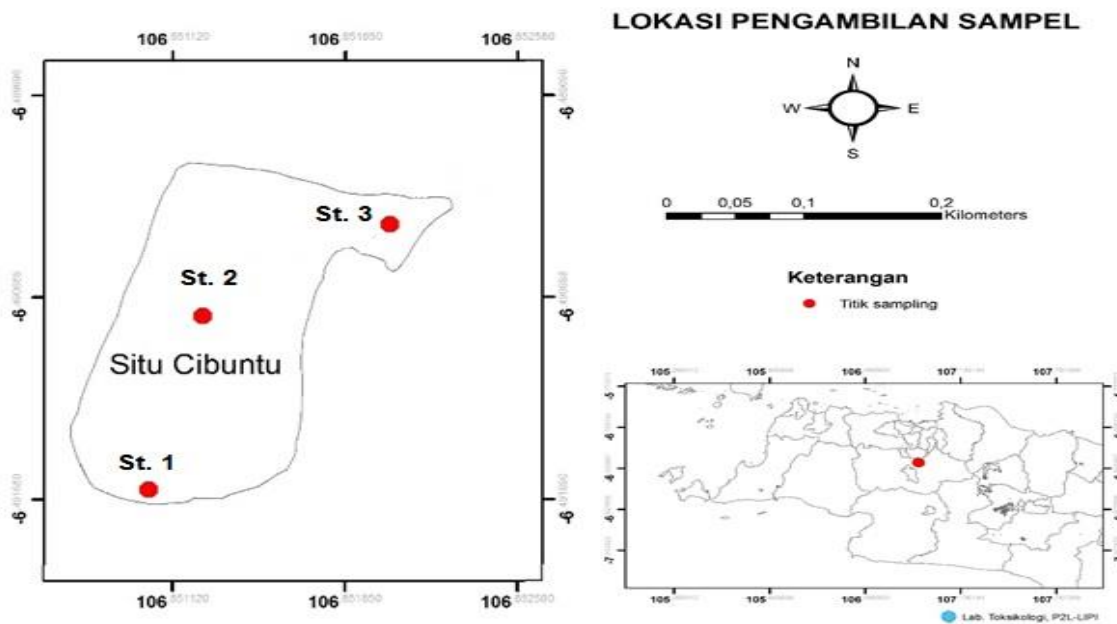
Dalam penelitian sebelumnya, sebuah penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi *et al.*, (2013), dalam penelitian yang dilakukan di Danau Lido, Kabupaten Bogor, Jawa Barat menggunakan tiga metode pendekatan yaitu, indeks TSI, TRIX, dan Nygaard. Sedangkan metode yang diteliti penulis menggunakan tiga metode pendekatan yaitu, indeks TSI, TRIX, dan WQI dengan menggunakan uji statistik untuk mengetahui metode terbaik yang bisa diterapkan. Hal serupa juga dilakukan oleh peneliti El-Serehy *et al.*, (2018), dalam penelitian yang dilakukan di Danau Timsah, Kota Ismailia, Mesir menggunakan tiga metode pendekatan berbeda untuk diterapkan dalam penilaian kualitas air yaitu TSI, TLI dan WQI. Sedangkan metode yang diteliti penulis menggunakan tiga metode pendekatan yaitu, indeks TSI, TRIX, dan WQI dengan menggunakan uji statistik untuk mengetahui metode terbaik yang bisa diterapkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air Situ Cibuntu mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang metoda pengambilan contoh air permukaan. Pengambilan sampel air dilakukan 3 kali pengambilan

dengan waktu yang pertama 29 Januari 2019; kedua 31 Januari 2019; dan ketiga 4 Februari 2019. Lokasi stasiun pengamatan dan pengambilan contoh pada stasiun pertama (*inlet*) terletak pada koordinat S06°29.499' E106°51.045'. Stasiun kedua (*center*) terletak pada koordinat S06°29.463' E106°51.074'. Dan stasiun ketiga (*outlet*) terletak pada koordinat S06°29.430' E106°51.118'. Lokasi pengambilan sampel air secara rinci terlihat pada Gambar 1. Alat yang digunakan pada saat pengambilan samper air yaitu gelas beaker plastik 1,5 L dan botol HDPE.



Gambar 1. Lokasi Titik Pengambilan Sampel Air

2.2. Pengukuran Debit

Pengukuran debit air dengan metoda apung, metoda ini menggunakan alat bantu suatu benda ringan (terapung) untuk mengetahui kecepatan air yang diukur dalam satu aliran terbuka. Pengukuran dilakukan di *inlet* dan *outlet* dengan cara menghanyutkan benda terapung dari suatu titik tertentu (*start*) kemudian dibiarkan mengalir mengikuti kecepatan aliran sampai batas titik tertentu (*finish*). Untuk menentukan debit digunakan rumus:

$Q = A \times V$ dengan Q = debit aliran (m³/s); A = luas penampang saluran (m²); V = kecepatan aliran air (m/s).

2.3. Pengukuran Parameter

Parameter dan metode pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu suhu berdasarkan SNI 06-6989.23-2005; DO berdasarkan SNI 06-6989.14-2004; kekeruhan berdasarkan SNI 06-6989.25.2005; pH berdasarkan SNI 06-6989.11-2004; nitrat dan TN

berdasarkan SNI 06-2480-1991; ortofosfat dan TP berdasarkan APHA Edisi 22 Tahun 2012, No.4500-P; dan yang terakhir klorofil-a berdasarkan Penghancuran (Aseton) Richard & Thompson 1952.

Alat yang digunakan dalam pengukuran parameter perairan yaitu diantaranya *Water quality monitor HORIBA* untuk mengukur Suhu, pH, kekeruhan serta TDS di perairan; *secchi disk* untuk mengukur kecerahan; *Pro-DO* untuk mengukur konsentrasi kadar DO; pelampung, *stop watch* dan meteran untuk mengukur debit air; spektrofotometer untuk menganalisis nitrat, TN, ortofosfat, TP dan klorofil-a; alat penggerus mortar, *filter holder* dan *centrifuge 54-30* digunakan dalam pengujian klorofil-a; *vortex mixer* digunakan dalam pengujian nitrat, TN, ortofosfat dan TP; timbangan analitik digunakan dalam pengujian nitrat, TN, ortofosfat, TP dan klorofil-a; peralatan *glass* (tabung reaksi, pipet, *valcon tube* dan lain-lain) digunakan dalam pengujian nitrat, TN, ortofosfat, TP dan klorofil-a. Sedangkan bahan yang digunakan dalam pengujian parameter ialah diantaranya kertas saring whatman 0,45 μm dan aseton 90% digunakan untuk pengujian klorofil-a; aquades digunakan dalam pengujian nitrat, TN, ortofosfat, TP dan klorofil-a; brucine digunakan sebagai pencampuran dalam pengujian nitrat; H_2SO_4 (pekat) atau asam sulfat digunakan sebagai pencampuran dalam pengujian nitrat dan fosfat; *antimony potassium tartrate solution*, *ammonium molybdate solution*, *ascorbic acid*, *stock phosphate solution* dan *standard phosphate solution* digunakan sebagai reagen dalam pengujian fosfat; aluminium foil digunakan untuk membungkus botol sampel.

2.4. Analisis Data

a) *Trophic State Index* (TSI)

Tingkat kesuburan perairan situ yang dihitung berdasarkan perhitungan *Trophic State Index* (TSI) Carlson (1977) merupakan gabungan antara nilai TSI pada kedalaman Secchi disc (TSI-SD), TSI klorofil-a (TSI-Chl-a), dan TSI fosfat total (TSI-TP). Perhitungan rata-rata *Trophic State Index* (TSI) menurut Carlson (1997) adalah sebagai berikut:

$$\text{TSI (SD)} = 60 - 14,41 \ln (\text{SD})$$

$$\text{TSI (CHL)} = 30,6 + 9,81 \ln (\text{CHL})$$

$$\text{TSI (TP)} = 4,15 + 14,42 \ln (\text{TP})$$

$$\text{Rata - rata TSI} = \frac{\text{TSI (SD)} + \text{TSI (CHL)} + \text{TSI (TP)}}{3}$$

Keterangan:

SD = Secchi disk (m)

CHL = Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)

TP = Fosfat total ($\mu\text{g/l}$)

b) *Trophic Index* (TRIX)

Tingkat kesuburan situ dapat diformulasikan dengan Trophic Index (TRIX) yang didasarkan pada keberadaan klorofil-a, persentase oksigen terlarut jenuh (%DO) dan nutrient (N dan P). Formula TRIX indeks disajikan sebagai berikut:

$$TRIX = \frac{k}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(\log M - \log L)}{(\log U - \log L)}$$

Keterangan:

- k = Scalling factor (10)
- n = Jumlah parameter (4)
- U = Batas atas (rataan + 2Sd)
- L = Batas bawah (rataan - 2Sd)
- M = Nilai rataan parameter

c) *Water Quality Index* (WQI)

$$WQI = \frac{C_{TP} + C_{TN} + C_{DO} + C_{TURB} + C_{Nitrat} + C_{Ortofosfat}}{6}$$

2.5. Penentuan Metode Status Trofik Terbaik

Dalam penentuan metode status trofik yang terbaik dilakukan analisis terhadap beberapa kriteria atau faktor penentu yaitu kebutuhan dan analisis data, standar deviasi dan standar error serta kedekatan antar metode linear sederhana. Skor yang diberikan ialah nilai 1,2 dan 3. Skor 1 menunjukkan kondisi yang terbaik, sebaliknya skor 3 menunjukkan kondisi yang kurang baik. Dari pemberian skor pada beberapa kriteria tersebut, kemudian hasilnya diakumulasikan sehingga terlihat metode mana yang memiliki skor terendah. Metode yang memiliki skor terendah itulah yang merupakan metode terbaik untuk menentukan status trofik di Situ Cibuntu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Keadaan Umum Situ Cibuntu, Cibinong, Bogor, Jawa Barat

Situ Cibuntu merupakan situ buatan yang memiliki bentuk tidak beraturan dengan luas area sebesar 15.285 m² (± 1,5 ha) dan kedalaman rata-rata 0,88 m (Sulawesty et al., 2000). Fahrudiani (1997) menyatakan bahwa menurut keterangan penduduk, pada tahun 1980 rata-rata kedalaman perairan Situ Cibuntu mencapai 2 m dan luas perairan sekitar 3 ha. Lokasi stasiun pengamatan pada stasiun pertama yaitu daerah dekat dengan pemasukan (*inlet*) air dari Sungai Baru yang terletak pada titik koordinat S06°29.499' E106°51.045', kondisi pada daerah *inlet* terdapat banyak tumpukan sedimen berupa tanah dan lumpur yang terlarut dalam air dan mengalami pendangkalan. Lokasi pengamatan pada stasiun kedua merupakan perairan

tengah (*center*) yang terletak pada titik koordinat S06°29.463' E106°51.074', kondisi pada daerah *center* juga telah ditumbuhi oleh vegetasi air dengan jumlah yang tidak sedikit. Selanjutnya lokasi pengamatan pada stasiun ketiga terletak pada titik koordinat S06°29.430' E106°51.118' merupakan daerah dekat dengan pengeluaran (*outlet*) air Situ Cibuntu dan juga tak jarang dijadikan sebagai tempat pemancingan oleh masyarakat sekitar.

Dari hasil pengukuran diperoleh nilai debit rata-ratanya sebesar 0,16 m³/s. Situ Cibuntu memiliki nilai *retention time* kurang lebih 1 hari atau 23,52 jam. Semakin lama waktu *retention time* maka semakin besar kesempatan padatan tersuspensi, bahan organik maupun nutrient untuk mengendap di dasar perairan. Jika semakin banyak padatan tersuspensi yang mengendap maka laju pendangkalan akan semakin cepat (Wardiatno *et al.*, 2003)

3.2. Pengukuran Kualitas Air

Hasil Pengamatan di Situ Cibuntu terdiri dari kualitas air Situ Cibuntu (fisika-kimia perairan) dan biologi perairan (komposisi dan tingkat kesuburan). Nilai dari hasil rata-rata pengukuran parameter fisika, kimia, dan biologi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Hasil Pengukuran Parameter

No.	Parameter	Stasiun		
		Inlet	Center	Outlet
1	Kedalaman (cm)	56	148,33	143
2	Kecerahan (cm)	56	103,33	108
3	Suhu (°C)	26,92	28,43	28,63
4	DO (mg/L)	4,34	7,14	6,84
5	TDS (mg/L)	39,66	23,33	22,33
6	Kekeruhan (NTU)	123,26	35,4	17,73
7	pH	6,41	6,38	6,56
8	TN (mg/L)	0,8377	0,6227	0,9102
9	TP (mg/L)	0,1045	0,0083	0,0197
10	Nitrat (mg/L)	0,4202	0,1766	0,1705
11	Ortofosfat (mg/L)	0,3622	0,1147	0,1280
12	Klorofil-a (mg/m ³)	0,2448	0,3102	0,4218

3.3. Perbandingan Metode Penentuan Status Trofik

3.3.1 Kebutuhan dan Hasil Analisis Data Status Trofik

Tingkat kesuburan kelompok stasiun *inlet*, *center*, dan *outlet* dianalisis dengan menggunakan indeks metode pendekatan TSI, TRIX, dan WQI (Tabel 2). Nilai masing-masing metode indeks di setiap kelompok stasiun menunjukkan besaran nilai yang berbeda-beda.

Tabel 2. Indeks Kesuburan Situ Cibuntu

Indeks	Stasiun								
	Inlet			Center			Outlet		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TSI	86.5057	87.9114	84.5105	59.4715	60.5248	66.8220	63.7008	72.8653	73.0998
TRIX	4.2496	4.2496	4.2496	6.1781	6.1781	6.1781	5.1847	5.1847	5.1847
WQI	21.5547	21.5547	21.5547	7.2437	7.2437	7.2437	4.3003	4.3003	4.3003

Status trofik di perairan Situ Cibuntu berdasarkan metode TSI pada stasiun *inlet* termasuk dalam kategori hipertrofik dengan rata-rata nilai TSI 87,9, sedangkan pada daerah stasiun *center* dan *outlet* termasuk dalam kategori eutrofik berat dengan rata-rata nilai TSI masing-masing 62,3 dan 69,9. Apabila dibandingkan dengan status trofik dengan menggunakan indeks metode TSI, status trofik yang dihasilkan dari indeks metode TRIX memberikan gambaran status trofik yang lebih baik. Analisis dengan indeks metode TRIX menunjukkan status trofik termasuk dalam kategori eutrofik pada setiap daerah stasiunnya (*inlet*, *center* dan *outlet*). Sedangkan berdasarkan indeks metode WQI menggambarkan status trofik di perairan Situ Cibuntu termasuk dalam kategori sangat buruk pada setiap daerah stasiunnya (*inlet*, *center* dan *outlet*).

Perbedaan klasifikasi status trofik dengan ketiga indeks metode tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan sistem penilaian atau perbedaan parameter yang digunakan untuk mengukur status trofik pada ketiga indeks metode tersebut. Status trofik perairan dapat ditentukan melalui beberapa pendekatan, antara lain yaitu pendekatan fisik, kimia, maupun biologi. Masing-masing dari pendekatan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Jika hanya menggunakan parameter fisika dan kimia, nilai yang diperoleh akan tidak stabil hal itu disebabkan karena parameter fisika dan kimia di perairan dapat cepat berubah karena terjadi perubahan musim atau cuaca setiap waktu, sedangkan untuk parameter biologi akan relatif stabil. Namun seringkali antar

pendekatan satu dan lainnya memberikan hasil yang berbeda (Sitorus, 2018). Seperti yang terjadi pada penelitian ini, untuk indeks metode TSI menggunakan kombinasi dari ketiga pendekatan (fisika, kimia dan biologi) hal tersebut diduga akan memberikan hasil yang lebih representatif dibandingkan dengan indeks metode lainnya yaitu TRIX dan WQI yang hanya menggunakan dua pendekatan (fisika dan kimia).

3.3.2 Analisis Standar Deviasi dan Standar Error

Analisis data keakurasian pada penelitian ini menggunakan uji statistika yaitu dengan standar deviasi dan standar error yang disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan perhitungan yang telah diperoleh dapat dilihat bahwa metode TRIX memiliki standar deviasi dan standar error yang paling kecil dibandingkan dengan metode TSI dan WQI. Menurut Thompson dan Wesolowski (2018), standar error yang semakin kecil, menunjukkan semakin akurat estimasi yang dihasilkan.

Tabel 3. Analisis Standar Deviasi dan Standar Error

Index	N	Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata Standar Error
TSI	9	72.82353955	11.18193772	3.727312574
TRIX	9	5.20410901	0.835205218	0.278401739
WQI	9	11.03288062	7.993591027	2.664530342

3.3.3 Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis data hubungan atau korelasi antara metode satu dengan yang lainnya menggunakan regresi linear. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka korelasi antara regresi dari masing-masing metode dapat tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Korelasi Antara Regresi Linear Sederhana

Metode	TSI	TRIX	WQI	Kedekatan
TSI	1	0.8597	0.7156	0.78765
TRIX	0.8597	1	0.5838	0.72175
WQI	0.7156	0.5838	1	0.6497

Hubungan antar tiap indeks metode dianalisis dengan persamaan regresi linear menghasilkan nilai r^2 dan r . Dari hasil analisis tersebut diketahui yang memiliki kedekatan tertinggi ialah indeks metode TSI, hal tersebut disebabkan karena Indeks metode TSI

memiliki nilai rata-rata r^2 dan r terbesar dibandingkan dengan indeks metode TRIX dan WQI.

3.4. Metode Penilaian Status Trofik

Penyampaian informasi hasil penilaian tingkat kesuburan suatu perairan atau status trofik menjadi penting dipertimbangkan agar mudah dipahami dan dapat digunakan untuk menilai metode mana yang terbaik dan lebih efisien dalam menilai status trofik di perairan Situ Cibuntu. Pada penelitian ini faktor-faktor penentu yang digunakan dalam melakukan penilaian terhadap metode TSI, TRIX dan WQI disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Penilaian Status Trofik

Faktor Penentu Penilaian	Skor		
	TSI	TRIX	WQI
Kebutuhan dan analisis data	1	3	2
Standar deviasi dan standar error	3	1	2
Kedekatan antar metode linear sederhana	1	2	3
	5	6	7

Berdasarkan hasil penilaian beberapa kriteria di atas, maka metode yang memiliki skor terendah adalah metode TSI dengan nilai skor 5. Dengan demikian pada penelitian status trofik di perairan Situ Cibuntu ini, metode TSI merupakan metode yang dinilai terbaik dalam menentukan status trofik di perairan Situ Cibuntu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Situ Cibuntu Kabupaten Bogor, Jawa Barat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: 1) Tingkat kesuburan yang terjadi di perairan Situ Cibuntu dipengaruhi oleh parameter fisika, kimia, dan biologi, yaitu diantaranya ialah suhu, kekeruhan, TDS, kecerahan, pH, DO, nitrat, ortofosfat, TP, TN, dan klorofil-a. 2) Penentuan status trofik di Situ Cibuntu dengan menggunakan metode indeks TSI, TRIX, dan WQI masing-masing seluruh stasiun pengamatan tergolong hipertrofik, eutrofik, dan sangat buruk. Dari ketiga metode tersebut, metode TSI dipilih menjadi metode terbaik untuk menentukan status trofik di Situ Cibuntu.

5. DAFTAR PUSTAKA

Carlson, R.E.1997. A Trophic State Index for Lakes. *Limnology and Oceanography*. 22(2):361-369.

El-Serehy, H.A., Abdallah, H.S., Al-Misned, F.A., Al-Farraj, S.A., and Al-Rasheid, K.A. 2018. Assessing Water Quality and Classifying Trophic Status for Scientifically Based Managing the Water Resources of the Lake Timsah, the Lake with Salinity Stratification Along the Suez Canal. *Saudi Journal of Biological Sciences*, pp, 1247-1256.

Fahrudiani Y. 1997. Tumbuhan Air Yang Potensial Menjadi Gulma di Situ Cibuntu, Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor. Laporan Praktek Lapang. Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 47 hal.

Ghozali, Imam. 2012. Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS. Yogyakarta: Universitas Diponegoro.

Noviasari, Pramunita Putri. 2018. Tingkat Eutrofikasi Ekosistem Perairan Dengan Menggunakan Metod Terophic State Index (TSI) Di Waduk Sengguruh Kabupaten Malang Jawa Timur. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.

Nugroho, N. 2002. Analisis beberapa aspek limnologis Situ Cibuntu, Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Skripsi Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Bogor : IPB.

Pratiwi, TM.P., Hariyadi, S., Ayu, I.P., Iswantari, A, dan Amalian, F.J. 2013. Komposisi Fitoplankton dan Status Kesuburan Perairan Danau Lido, Bogor – Jawa Barat Melalui Beberapa Pendekatan. *Jurnal Biologi Indonesia* 9(1):111-120.

Sulawesty F., Sulastri dan N.S. Sulung. 2000. Keanekaragaman fitoplankton di Situ Cibuntu setelah rehabilitasi. Hal 486-496 dalam Laporan Teknis Proyek Penelitian, Pengembangan dan Pendayagunaan Biota darat. Puslitbang Limnologi LIPI Bogor.

Thompson, D dan Wesolowski, B. 2018. The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation, Thousand Oaks : SAGE Publications.

Wardiatno Y, Anggraeni I, Ubaidillah R, Maryanto I. 2003. Profil dan Permasalahan Situ, Rawa dan Danau. Pusat Penelitian Biologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.