

**LAPORAN KEGIATAN
PENELITIAN HIBAH LUAR NEGERI**



**ANALISIS KUALITAS PERAIRAN UNTUK MITIGASI BENCANA
EKOLOGI *CIGUATERA FISH POISONING* (CFP) DAN MARAK
ALGA BERBAHAYA (MAB) DI GILI TRAWANGAN, LOMBOK,
NUSA TENGGARA BARAT**

Disusun Oleh :

Prof. Dr. Ir. Suhendar I. Sachoemar, M.Si (ITI, NIDK 8991020021)

Dibiayai oleh:

The North Pacific Marine Science Organization (PICES)
Nomor: 416/IA/ITI-PICES/III/2022, Tanggal 23 Maret 2022

**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Analisis Kualitas Perairan Untuk Mitigasi Bencana Ekologi Ciguatera Fish Poisoning (CFP) dan Marak Alga Berbahaya (MAB) di Gili Trawangan. Lombok, Nusa Tenggara Barat
2. Jenis Penelitian : Penelitian Hibah Luar Negeri
3. Bidang Penelitian : Agricultural and Environmental Sciences
4. Peneliti :
Nama : Prof. Dr. Suhendar I. Sachoemar, M.Si
NIDK : 8991020021
Program Studi : Teknologi Industri Pertanian (TIP)
Bidang Keahlian : Pengelolaan Sumber Daya Perikanan dan Lingkungan
Alamat-mail : suhendarsachoemar@yahoo.com
5. Mahasiswa :
Nama : Asre Jhonta Tarigan
NIM : 1322423001
Program Studi : Teknologi Industri Pertanian (TIP)
5. Institutsi lain yang terlibat : *North Pacific Marine Science Organization (PICES)*
6. Lama Kegiatan : 1 Tahun Usulan Riset Tahun ke-1
7. Biaya : Rp.25.000.000,-
8. Sumber Dana : North Pacific Marine Science Organization (PICES)

Tangerang Selatan, 15 Januari 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Industri
Pertanian



Shinta Leonita, S.TP., M.Si
NIDN : 0322089006

Peneliti

Prof. Dr. Suhendar I. Sachoemar, M.Si
NIDK : 8991020021

Mengetahui,

Kepala Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Institut Teknologi Indonesia



Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc
NIDN : 0301036303

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan sehingga dapat diselesaikannya laporan penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari rangkaian penelitian tentang Kajian *Ciguatera Fish Poisoning* dan Potensi Dampaknya Terhadap Masyarakat Pesisir Gili Matra dan Lombok. Penelitian ini terselenggara tidak lepas dari banyak pihak yang membantu baik moril maupun material. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Yth :

1. Direktorat Pendanaan Riset dan Inovasi BRIN atas dukungan pembiayaan penelitian ini melalui Program Riset Inovasi Indonesia Maju (RIIM) Ekspedisi-Eksplorasi,
2. Alexander Bychkov, Project Coordinator Building Local Warning Networks for the Detection and Human Dimension of Ciguatera Fish Poisoning in Indonesian Communities PICES (*North Pacific Marine Science Organization*) atas dukungan pendanaan kegiatan penelitian ini.
3. Dr. Ir. Marzan Aziz Iskandar, M.Sc, IPU, Asean, Eng, Rektor Institut Teknologi Indonesia (ITI), atas segala dukungannya dalam penelitian ini,
4. Dr. Andes Hamuraby Rozak, M.Sc, Kepala Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan BRIN atas segala dukungannya dalam penelitian ini,
5. Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc, Kepala Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Institut Teknologi Indonesia, beserta staf atas segala dukungannya dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.
6. Dr. Ario Betha Juanssilfero, M.Sc, Kepala Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, BRIN atas segala dukungannya dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.
7. Shinta Leonita, S.TP., M.Si, Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia (ITI) atas segala dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.
8. Dosen dan Staf Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia yang selalu memberi dukungannya untuk menyelesaikan laporan penelitian ini.

Laporan ini masih jauh dari kata sempurna, masukkan yang membangun untuk perbaikan laporan ini sangat diperlukan. Besar harapan saya laporan ini dapat bermanfaat untuk mereka yang membutuhkan.

Tangerang Selatan, 15 Januari 2025

Peneliti



Prof. Dr. Suhendar I. Sachoemar, M.Si
NIDK : 8991020021

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I PENDAHULUAN.....	1
II METODA PENELITIAN.....	2
2.1 Pengumpulan Data, Waktu dan Lokasi Penelitian.....	3
2.1.1 Data Biofisika Perairan.....	3
2.1.2 Data Kimia Perairan.....	3
2.2 Analisa Data.....	3
2.2.1 Analisa Data Biofisikakimia Lingkungan Perairan	3
2.2.2 Analisis Data TSI (Trophic State Index).....	3
III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	4
3.1 Kondisi Biofisika Perairan.....	4
3.1.1 Suhu Perairan.....	5
3.1.2 Kekeruhan, Kecerahan, TDS, TSS dan Klorofil-a.....	6
3.2 Kondisi Kimia Perairan.....	6
3.2.1 Salinitas, DO dan pH Perairan.....	6
3.2.2 Fosfat, Nitrat, Nitrit, Ammonia dan N/P Ratio	8
3.3 Eutrofikasi dan Indeks Status Tropik.....	10
IV KESIMPULAN.....	12
DAFTAR PUSTAKA	13

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Kondisi biofisika lingkungan perairan Gili Trawangan Musim Kemarau (Agustus 2022)	4
2	Kondisi biofisika lingkungan perairan Gili Trawangan Musim Hujan (Desember 2022)	4
3	Kondisi kimia lingkungan perairan Gili Trawangan Musim Kemarau (Agustus 2024).....	7
4	Kondisi kimia lingkungan perairan Gili Trawangan Musim Hujan (Desember 2022).....	7
5	Skor status trofik Perairan TWP Gili Matra berdasarkan Indeks Status Tropik Carlson	11

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Lokasi penelitian dan stasiun pengambilan sampel air di Gili Trawangan, Lombok	2
2	Suhu udara di sekitar perairan Gili Trawangan, Lombok pada tahun 2022	5
3	Curah hujan di sekitar perairan Gili Trawangan, Lombok pada tahun 2022.....	8

I. PENDAHULUAN

Marak Alga Berbahaya (MAB), atau Harmful Algal Blooms (HABs), merupakan satu dari 10 Wabah dari Lautan (*Plagues of the Seas*) yang kehadirannya dapat mengancam keseimbangan ekosistem dan kehidupan masyarakat di kawasan pesisir (Duarte et al., 2014). Kemunculan fenomena MAB dapat memicu terjadinya deplesi oksigen, kematian massal ikan, dan juga kasus keracunan pada manusia (Hallegraeff, 2010). Kasus keracunan yang berkaitan dengan fenomena MAB beberapa spesies fitoplankton penghasil toksin (toxin-producers) terjadi bila manusia mengkonsumsi biota laut, terutama kerang-kerangan dan ikan yang telah mengakumulasi senyawa toksin (phytotoxin) yang dihasilkan spesies tersebut saat fenomena marak alga (*blooming*) berlangsung. Salah satu jenis keracunan fatal yang diakibatkan oleh spesies fitoplankton penghasil toksin adalah Ciguatera Fish Poisoning (CFP), yang merupakan keracunan pada manusia akibat mengkonsumsi ikan, terutama ikan-ikan karang, yang telah mengakumulasi senyawa ciguatoxin (CTX) yang dihasilkan beberapa jenis dinoflagellata bentik, seperti *Gambierdiscus toxicus* (de Sylva, 1994; Lehane & Lewis, 2000; Randall, 1958). Selain *G. toxicus*, terdapat beberapa jenis dinoflagellata bentik lain, seperti *Ostreopsis ovata*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum concavum*, *Prorocentrum mexicanum* (*rhathymum*), dan *Amphidinium carterae*, yang diketahui seringkali berasosiasi dengan *G. toxicus* dan menyebabkan terjadinya kasus CFP pada manusia (Burkholder, 1998; Lehane & Lewis, 2000).

Untuk mengantisipasi resiko terjadinya bencana ekologi CFP dan MAB, serta kerusakan lingkungan ekosistem perairan di Gili Trawang yang cukup tinggi potensi ekonomi wisata baharinya, maka perlu disiapkan mitigasi bencana ekologinya. Sejalan dengan pemikiran diatas, maka analisis kualitas perairan menjadi hal yang cukup penting dilakukan untuk mengetahui status kesehatan lingkungan perairan saat ini, pada masa lalu dan masa mendatang. Seperti diketahui Gili Trawangan merupakan salah satu pulau bagian dari Taman Wisata Perairan (TWP) Gili Matra yang merupakan salah satu dari 10 kawasan destinasi pariwisata nasional dan menjadi pusat wisata bahari dan kawasan konservasi laut yang terkenal di kawasan Nusa Tenggara Barat.

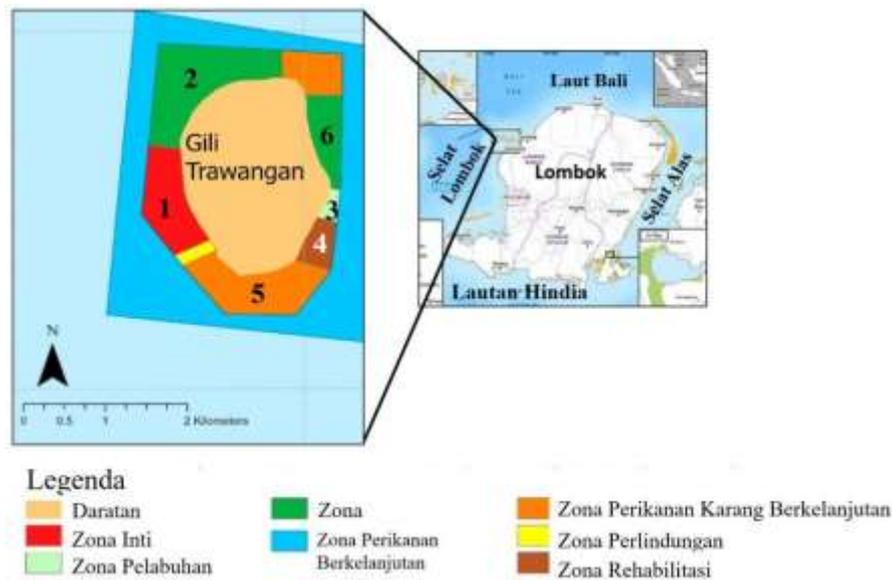
Gili Trawangan merupakan salah satu dari Tiga Gili yang ada di bagian barat laut Pulau Lombok, bersama dengan Gili Air dan Gili Meno atau yang juga disebut sebagai Pesona Gili Tramen (Trawangan, Meno, dan Air). Secara administrasi, Gili Trawangan berada di Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat. Jumlah penduduk Gili Trawangan adalah 2.089 orang dengan jumlah laki-laki sebesar 1.085 dan jumlah perempuan sebesar 1.004. Gili Trawangan menjadi salah satu daerah wisata yang populer di Indonesia. Salah satu daya tarik utama dari Gili Trawangan adalah aturan bebas polusinya, yaitu tidak ada kendaraan bermotor yang diizinkan untuk beroperasi di pulau ini. Alat transportasi yang dapat digunakan di pulau ini adalah sepeda atau cidomo. Gili Trawangan kini menjadi destinasi wisata yang populer, tetapi warisan sejarahnya tetap mengakar, mengingatkan kita akan peran pentingnya dalam sejarah pelayaran dan perdagangan di Indonesia.

II. METODA PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data primer kualitas perairan diperoleh melalui survey langsung dilapangan. Data sekunder terkait kondisi lingkungan perairan Gili Trawangan dikumpulkan dari berbagai instansi terkait seperti Balai Kawasan Konservasi Perairan Nasional (BKKPN) Kupang dan Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) dan instansi terkait lainnya.

2.1 Pengumpulan data, waktu dan tempat penelitian

Data kualitas perairan (fisika, kimia, biologi) dikumpulkan pada musim kemarau dan musim hujan masing-masing pada bulan Agustus dan Desember 2022. Sampling air diambil dari 6 Station masing-masing pada Zona Inti, Zona Pemanfaatan dan Zona Perikanan Karang Berkelanjutan di perairan Gili Trawangan (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian dan stasiun pengambilan sampel air di Gili Trawangan, Lombok

2.1.1 Data Biofisika Perairan

Data biofisika perairan temperatur, salinitas, DO, pH, kecerahan dan TDS diukur langsung di lokasi penelitian pada 6 stasiun pengamatan (Gambar 1) dengan menggunakan alat ukur kualitas air WQC Horiba U-5000. Kecerahan diukur dengan menurunkan cakram Secchi ke dalam kolom air hingga lempengan tidak terlihat. TSS diukur dengan menghitung selisih berat Kertas Saring Whatman 0,45 μm sebelum dan sesudah air disaring menurut SNI 06-6989.3-2004 dan klorofil-a dianalisa dengan menggunakan fluorometer.

2.1.2 Data Kimia Perairan

Sampel air permukaan diambil dengan menggunakan alat pengambil sampel air Van Dorn pada 6 stasiun untuk mengukur parameter kimia fosfat (PO_4), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3) dan amonia (NH_4). Sampel air disaring menggunakan Kertas Saring Whatman dengan diameter 47 mm dan ukuran pori 0,45 μm untuk mengukur fosfat (PO_4), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3) dan amonia (NH_4) dengan menggunakan spektrofotometer Hach DR 900.

2.2 Analisa Data

2.2.1 Analisa Data Biofisikakimia Lingkungan Perairan

Analisa data biofisika kimia lingkungan perairan Gili Trawangan dilakukan beberapa analisa antara lain :

- Untuk mengetahui kondisi kualitas perairan Gili Trawangan pada musim hujan dan musim kemarau, data biofisikakimia lingkungan perairan dianalisa berdasarkan perbedaan waktu sampling pada musim hujan dan musim kemarau.
- Untuk mengetahui faktor parameter kimia yang dominan terhadap klorofil-a digunakan analisis N/P Ratio.
- Untuk mengetahui status eutrofikasi perairan digunakan analisis multiparameter berdasarkan parameter fosfat total, klorofil-a dan kecerahan berdasarkan analisis data TSI (*Trophic State Index*) (Carlson,1997).

2.2.2 Analisis Data TSI (Trophic State Index)

Untuk mengetahui status trofik indeks atau tingkat kesuburan perairan Gili Trawangan, dilakukan analisis dengan menggunakan metoda perhitungan rata-rata Trophic State Index (TSI) menurut Carlson (1997) 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 = Total Fosfat (mg/l)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Biofisika Perairan

Kondisi biofisika lingkungan perairan (temperature, kekeruhan, kecerahan, TDS, TSS, dan klorofil-a) TWP Gili Matra pada musim kemarau (Agustus) dan musim hujan (Desember) 2022 terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Kondisi biofisika lingkungan perairan Gili Trawangan Musim Kemarau (Agustus 2022)

No.	Parameter	Unit	Stasiun						Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	
1	Temperatur	°C	28,5	28,3	28,8	28,5	28,6	29,5	28,7
2	Kekeruhan	NTU	0	0	0	0	0	0	0
3	Kecerahan	%	100	100	100	100	100	100	100
4	TDS	ppm	28,2	28,4	27,6	28,1	28,2	27,8	28,1
5	TSS	mg/l	2,6	2,9	2,7	3,1	2,7	3,1	2,9
6	Klorofil-a	µg/l	0,16	0,32	0,31	0,46	0,29	0,29	0,30

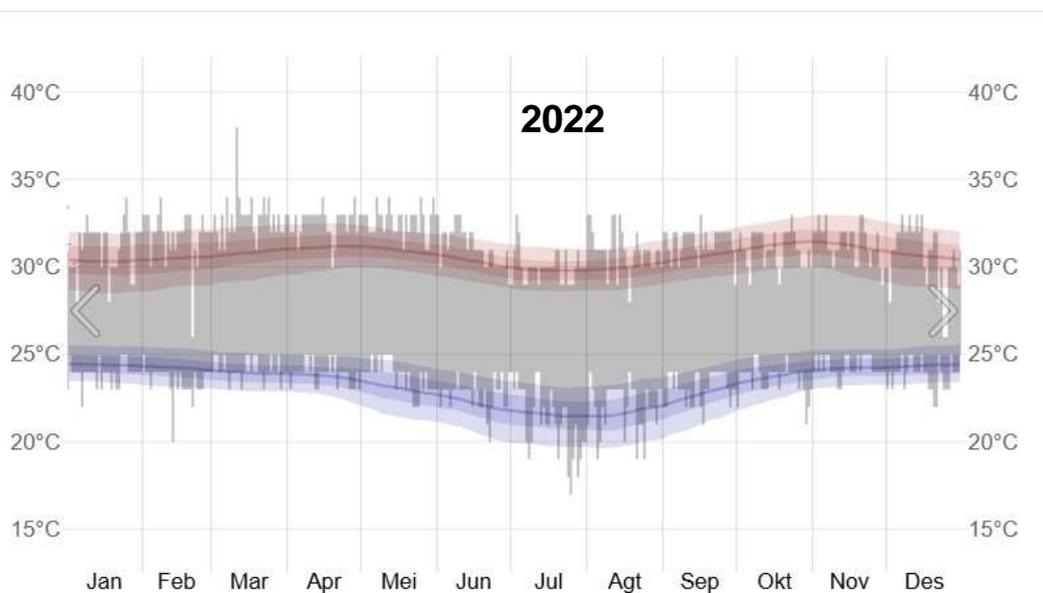
Tabel 2. Kondisi biofisika lingkungan perairan Gili Trawangan Musim Hujan (Desember 2022)

No.	Parameter	Unit	Stasiun						Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	
1	Temperatur	°C	29,9	29,8	30,3	29,6	29,9	30,3	30,0
2	Kekeruhan	NTU	0	0	0	0	0	0	0
3	Kecerahan	%	100	100	100	100	100	100	100
4	TDS	ppm	28,0	28,0	27,6	28,1	28,1	27,8	27,9
5	TSS	mg/l	14,2	14,8	17,0	16,8	15,8	14,8	15,6
6	Klorofil-a	µg/l	0,48	0,53	0,87	0,85	0,64	0,64	0,67

3.1.1 Suhu Perairan

Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di perairan, Suhu merupakan salah satu faktor eksternal yang paling mudah untuk diteliti dan ditentukan, Aktivitas metabolisme serta penyebaran organisme air banyak dipengaruhi oleh suhu air (Nontji, 2005), Suhu juga sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air, suhu pada badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air, Suhu perairan berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan, Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003), Kenaikan suhu dapat menyebabkan stratifikasi atau pelapisan air, stratifikasi air ini dapat berpengaruh terhadap pengadukan air dan diperlukan dalam rangka penyebaran oksigen sehingga dengan adanya pelapisan air tersebut di lapisan dasar tidak menjadi anaerob.

Berdasarkan data suhu permukaan laut di perairan Gili Trawangan pada musim kemarau bulan Agustus 2022 dan musim hujan bulan Desember 2022, diketahui temperature perairan pada musim kemarau bulan Agustus 2022 berkisar antara 28,3-29,5 °C dengan rata-rata 28,7 °C (Tabel 1), sedikit lebih rendah dari musim hujan bulan Desember 2022 yang berkisar antara 29,6-30,3 °C dengan rata-rata 30,0 °C (Tabel 2), Suhu air permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi diantaranya suhu udara dimana suhu udara pada musim kemarau bulan Agustus 2022 sedikit lebih rendah dibandingkan dengan suhu udara pada musim hujan bulan Desember 2022 seperti terlihat pada Gambar 2 (Weatherspark, 2022 dan 2024), Suhu udara telah mempengaruhi kondisi perairan TWP Gili Matra, Kenaikkan suhu udara pada musim hujan bulan Desember tahun 2022 telah menaikkan suhu dari rata-rata 28,7 °C menjadi 30,0 °C, Hal ini didukung oleh hasil penelitian Syaifullah (2015) tentang Suhu Permukaan Laut Perairan Indonesia dan Hubungannya Dengan Pemanasan Global.



Gambar 2. Suhu udara di sekitar perairan Gili Trawangan, Lombok pada tahun 2022 (Weatherspark, 2022)

3.1.2 Kekeruhan, Kecerahan, TDS, TSS dan Klorofil-a

Hasil pengamatan kekeruhan dan kecerahan di perairan Gili Trawangan menunjukkan kesaamaan pada musim kemarau bulan Agustus 2022 dan musim hujan bulan Desember 2022, dimana kekeruhan nilainya 0 NTU untuk semua stasiun pengamatan dan kecerahan nilainya 100 %, artinya kondisi perairan Gili Trawangan musim kemarau bulan Agustus 2022 dan musim hujan bulan Desember 2022 dalam keadaan jernih. Namun demikian nilai TDS dan TSS serta klorofil-a tidak bernilai 0. TDS pada musim kemarau bulan Agustus 2022 berkisar antara 27,8-28,4 ppm dengan rata-rata 28,1 ppm, sedikit lebih tinggi 0,2 ppm dibandingkan dengan musim hujan bulan Desember tahun 2022 yang berkisar antara 27,6-28,1 ppm dengan rata-rata 27,9 ppm. TSS pada musim kemarau bulan Agustus 2022 berkisar antara 2,6-3,1 mg/l dengan rata-rata 2,9 mg/l, lebih rendah 12,7 mg/l dibandingkan dengan musim hujan bulan Desember tahun 2022 yang berkisar antara 14,2-17,0 mg/l dengan rata-rata 15,6 mg/l. Klorofil-a pada musim kemarau bulan Agustus 2022 berkisar antara 0,16-0,46 $\mu\text{g/l}$ dengan rata-rata 0,30 $\mu\text{g/l}$, lebih rendah 0,37 $\mu\text{g/l}$ dibandingkan dengan musim hujan bulan Desember tahun 2022 yang berkisar antara 0,48-0,87 $\mu\text{g/l}$ dengan rata-rata 0,67 $\mu\text{g/l}$.

Sementara TDS, TSS dan Klorofil-a juga telah mengalami perubahan, TDS telah mengalami penurunan sebesar 0,2 ppm dari rata-rata 28,1 ppm pada musim kemarau bulan Agustus 2022 menjadi 27,9 ppm pada musim hujan bulan Desember tahun 2022. Sebaliknya dengan klorofil-a yang mengalami kenaikan sebesar 0,37 $\mu\text{g/l}$, dari rata-rata 0,30 $\mu\text{g/l}$ pada musim kemarau bulan Agustus 2022 menjadi 0,67 $\mu\text{g/l}$ pada musim kemarau bulan Agustus 2022. Demikian halnya dengan TSS yang mengalami kenaikan sebesar 12,7 mg/l, yaitu dari rata-rata 2,9 mg/l pada musim kemarau bulan Agustus 2022 menjadi 15,6 mg/l pada musim hujan bulan Desember 2022. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Ariebowo *et al.*, (2020) tentang analisis kandungan padatan tersuspensi total berdasarkan karakteristik hujan di daerah aliran Sungai Ciliwung, Octavianna (2023) tentang Analisa Hubungan Intensitas Curah Hujan Terhadap Parameter Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut (SPL) di Perairan Utara Jawa Tahun 2007-2021 dan Yolanda *et al* (2023) tentang Hubungan Antara Suhu, Salinitas, pH, dan TDS di Sungai Brang Biji Sumbawa.

3.2. Kondisi Kimia Perairan

Kondisi kimia lingkungan perairan Gili Trawangan yang dianalisa terdiri dari parameter Salinitas, DO, pH, Fosfat, Nitrat, Nitrit dan Ammonia pada musim kemarau bulan Agustus 2022 dan musim hujan bulan Desember 2022, terlihat pada Tabel 3 dan 4.

3.2.1. Salinitas, DO dan pH Perairan

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya (Gufran dan Baso, 2007 dalam Widiadmoko, 2013). Perbedaan salinitas perairan dapat terjadi karena adanya perbedaan penguapan dan presipitasi. Berdasarkan data kimia lingkungan perairan pada Tabel 3 dan Tabel 4 diketahui salinitas permukaan laut di Gili Trawangan pada musim kemarau bulan

Agustus 2022 berkisar antara 29,3-30,2 ppt dengan rata-rata 29,8 ppt (Tabel 3). Sementara salinitas pada musim hujan bulan Desember 2022 berkisar antara 29,3-29,9 ppt dengan rata-rata 29,8 ppt (Tabel 4). Salinitas perairan laut dipengaruhi kondisi meteorologi, diantaranya adalah curah hujan yang pada musim hujan bulan Desember 2022 probabilitasnya lebih rendah dibandingkan dengan musim kemarau bulan Agustus 2022 seperti terlihat pada Gambar 3 (Weatherspark, 2022). Hal ini disampaikan Suhanda dan Putra (2021) dalam penelitiannya tentang Pengaruh Musim Terhadap Distribusi Temperatur, Salinitas dan Densitas Perairan di Laut Halmahera.

Tabel 3. Kondisi kimia lingkungan perairan Gili Trawangan Musim Kemarau (Agustus 2024)

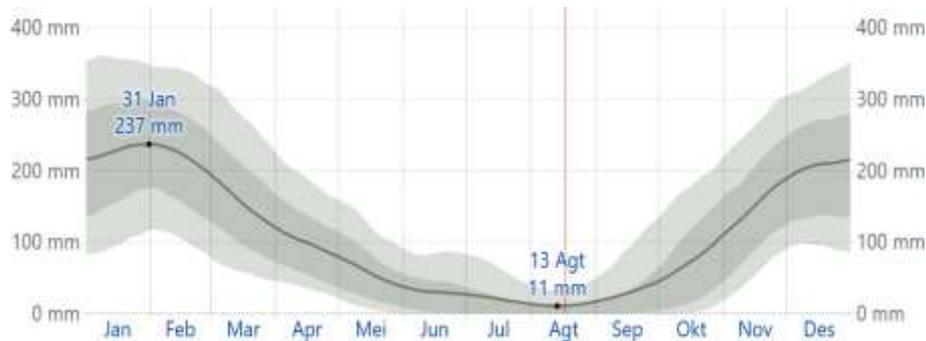
No,	Parameter	Unit	Stasiun						Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	
1	Salinitas	ppt	30,0	30,2	29,3	29,8	30,0	29,6	29,8
2	DO	mg/l	4,9	5,5	5,2	4,9	4,8	5,9	5,2
3	pH	mg/l	7,8	7,8	7,7	7,7	7,8	7,7	7,8
4	Fosfat	mg/l	0,03	0,28	0,05	0,14	0,13	0,01	0,10
5	Nitrite	mg/l	0,005	0,006	0,016	0,004	0,008	0,005	0,007
6	Nitrate	mg/l	1,9	1,2	2,8	0,9	1,2	1,5	1,6
7	Amonia	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,01	0,05
8	N/P Ratio		65,2	4,5	57,3	6,8	9,8	151,5	49,2

Tabel 4. Kondisi kimia lingkungan perairan Gili Trawangan Musim Hujan (Desember 2022)

No.	Parameter	Unit	Stasiun						Rata-rata
			1	2	3	4	5	6	
1	Salinitas	ppt	29,8	29,8	29,3	29,9	29,9	29,6	29,7
2	DO	mg/l	4,7	5,1	4,7	4,7	5,0	4,5	4,8
3	pH	mg/l	8,3	8,1	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
4	Fosfat	mg/l	0,08	0,09	0,02	0,10	0,09	0,04	0,07
5	Nitrite	mg/l	0,007	0,004	0,003	0,003	0,002	0,004	0,004
6	Nitrate	mg/l	2,7	2,9	4,5	4,6	4,5	3,7	3,8
7	Amonia	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8	N/P Ratio		34,0	32,4	225,7	46,1	50,1	92,9	80,2

DO pada musim hujan bulan Desember 2022 berkisar antara 4,5-5,1 mg/l dengan rata-rata 4,8 mg/l. Sementara pada musim kemarau bulan Agustus 2022, DO berkisar antara 4,9-5,9 mg/l dengan rata-rata 5,2 mg/l, lebih tinggi 0,4 mg/l dibandingkan dengan musim hujan bulan Desember 2022. Tingginya DO pada musim hujan bulan Desember 2022, nampaknya dipengaruhi oleh tingginya laju proses fotosintesis dalam perairan yang ditunjukkan dengan tingginya klorofil-a pada musim hujan bulan Desember 2022, Kelimpahan fitoplankton yang direpresentasikan dengan klorofil-a merupakan salah satu

faktor yang mempengaruhi tingginya DO selain difusi udara bebas dari atmosfer dan pergerakan air permukaan (Tahir, 2016; Susanti *et al*, 2018).



Gambar 3. Curah hujan di sekitar perairan Gili Trawangan, Lombok pada tahun 2022 (Weatherspark, 2022)

pH pada musim hujan bulan Desember tahun 2022 berkisar antara 8,1-8,4 dengan rata-rata 8,4 lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau bulan Agustus 2022 yang berkisar antara 7,7-7,8 dengan rata-rata 7,8. Kesuburan merupakan salah satu komponen utama yang mempengaruhi naik dan turunnya pH air. Kesuburan mengacu pada jumlah dan jenis mineral yang terkandung dalam air. Mineral yang terkandung dalam air akan mempengaruhi pH air, karena beberapa mineral bisa meningkatkan jumlah ion hidrogen dalam air, yang dapat menurunkan pH air. Faktor lainnya yang mempengaruhi pH air adalah proses biologis (Patty *et al*, 2015). Beberapa organisme laut seperti krustasea dan fitoplankton dapat mempengaruhi kadar karbon dioksida dalam air, yang dapat meningkatkan atau menurunkan pH air. Proses biologi lainnya yang dapat mempengaruhi pH air adalah dekomposisi organik. Faktor lain yang mempengaruhi naik dan turunnya pH air adalah temperature (Westlab, 2016; Fisher, 2020; Savitri, 2023), Saat temperatur air naik, reaksi kimia yang terjadi di air juga meningkat. Ini dapat menyebabkan pH air turun, Juga, saat temperatur air turun, konsentrasi bahan kimia dalam air dapat meningkat, yang juga dapat menurunkan pH air. Hasil survey menunjukkan telah terjadi kenaikan suhu perairan rata-rata dari 28,7 °C pada musim kemarau bulan Agustus 2022 menjadi 30,0 °C pada musim hujan bulan Desember 2022 yang diiringi dengan kenaikan pH dari 7,8 menjadi 8,4.

3.2.2 Fosfat, Nitrat, Nitrit, Ammonia dan N/P Ratio

Fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) merupakan salah satu unsur esensial bagi metabolisme dan pembentukan protein. Fosfat yang merupakan salah satu senyawa nutrisi yang sangat penting di laut. Di perairan laut, fosfat berada dalam bentuk anorganik dan organik terlarut serta partikulat fosfat (Moriber, 1974 dalam Affan, 2010). Fosfat merupakan zat hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton dan organisme laut lainnya dalam menentukan kesuburan perairan, kondisinya tidak stabil karena mudah mengalami proses pengikisan, pelapukan dan pengenceran, Distribusi fosfat dari daerah

lepas pantai ke daerah pantai menunjukkan konsentrasi yang semakin tinggi menuju ke arah pantai. Fosfor menjadi faktor pembatas yang sangat penting di perairan produktif dan tidak produktif, fosfor memainkan peranan penting dalam determinasi jumlah fitoplankton. Fosfat (PO_4) di perairan Gili Trawangan pada musim hujan bulan Desember 2022 berkisar antara 0,04-0,10 mg/l dengan rata-rata 0,07 mg/l, lebih rendah dibandingkan dengan musim kemarau bulan Agustus 2022 yang berkisar antara 0,05-0,28 mg/l dengan rata-rata 0,10 mg/l.

Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami, Nitrat merupakan salah satu nutrient senyawa yang penting dalam sintesa protein hewan dan tumbuhan. Konsentrasi nitrat yang tinggi di perairan dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan apabila didukung oleh ketersediaan nutrient. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi ammonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri nitrosomonas, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh nitrobacter (Effendi, 2003) Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) pada musim hujan bulan Desember 2022 berkisar antara 2,7-4,6 mg/l dengan rata-rata 3,8 mg/l lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau bulan Agustus 2022 yang berkisar antara 1,2-2,8 mg/l dengan rata-rata 1,6 mg/l.

Nitrit adalah senyawa kimia yang terdiri dari nitrogen dan oksigen, Nitrit (NO_2) pada musim hujan bulan Desember 2022 berkisar antara 0,002-0,007 mg/l dengan rata-rata 0,004 mg/l dan pada musim kemarau bulan Agustus 2022 berkisar antara 0,004-0,016 mg/l dengan rata-rata 0,007 mg/l.

Amonia merupakan senyawa kimia yang memiliki peranan penting dalam berbagai bidang kehidupan manusia. Amonia juga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan jika dibuang secara sembarangan. Jika amonia masuk ke dalam perairan, dapat menyebabkan polusi air dan membahayakan kehidupan organisme air. Limbah merupakan salah satu masalah yang harus ditangani dengan baik karena limbah dapat mengandung bahan kimia yang berbahaya dan beracun. Salah satu bahan kimia yang umum terkandung dalam limbah adalah amonia (NH_3). Kadar ammonia dalam air laut sangat bervariasi dan dapat berubah secara cepat. Ammonia dapat bersifat toksik bagi biota jika kadarnya melebihi ambang batas maksimum. Ammonia (NH_3) pada musim hujan bulan Desember 2022 dengan rata-rata 0,01 mg/l dan pada musim kemarau bulan Agustus 2022 berkisar antara 0,01-0,06 mg/l dengan rata-rata tidak mengalami perubahan yaitu 0,05 mg/l.

Redfield Ratio (N/P) digunakan secara luas sebagai komposisi biokimia dalam analisis ekosistem laut (Taguchi, 2016), *Rasio Redfield* nitrogen anorganik terhadap fosfor di perairan laut dalam kira-kira 16:1, N/P Ratio Gili Trawangan pada musim hujan bulan Desember 2022 berkisar antara 34,0-225,7 dengan rata-rata 80,2 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau bulan Agustus 2022 berkisar antara 9,8-151,5 dengan rata-rata 49,2. Artinya baik pada musim hujan bulan Desember 2022, maupun musim kemarau bulan Agustus 2022, fosfat menjadi faktor pembatas kesuburan perairan karena N/P Rasionya lebih besar dari 16, kecuali di stasiun 2, 4 dan 5 pada musim kemarau

bulan Agustus 2022, nitrogen menjadi faktor pembatas kesuburan perairan karena N/P Rationya lebih kecil dari 16.

3.3. Eutrofikasi dan Indeks Status Tropik

Status trofik merupakan indikator tingkat kesuburan suatu perairan yang dapat diukur dari nutrien dan tingkat kecerahan serta aktifitas biologi lainnya yang terjadi di suatu badan air (Zulfia dan Aisyah, 2013), Status trofik didefinisikan sebagai berat total organik yang hidup (biomassa) dalam suatu perairan di lokasi dan waktu tertentu (Noviasari, 2018), Status trofik dipahami sebagai respon biologis terhadap penambahan nutrien, Status trofik sering digunakan untuk mengklasifikasikan ekosistem perairan berdasarkan produktivitas biologinya, Kegiatan manusia yang merubah kandungan unsur hara dan masuknya cahaya matahari ke dalam ekosistem perairan sangat mempengaruhi status trofik suatu perairan (Husnah, 2012), Menurut Soeprbowati dan Suedy (2010), status trofik perairan dapat diindikasikan sebagai kesuburan perairan yang berhubungan sangat erat dengan kandungan klorofil fitoplankton, Semakin tinggi pasokan nutrien akan meningkatkan kesuburan perairan, Gambaran status trofik suatu perairan dapat diperoleh salah satunya dengan menghitung konsentrasi total fosfor (zat penting bagi pertumbuhan alga), konsentrasi klorofil-a (gambaran jumlah kehadiran alga di perairan) serta tingkat kecerahan air,

Indeks Status Trofik atau *Trophic State Index* (TSI) merupakan dasar penentuan status trofik (kesuburan perairan) dengan menggunakan biomassa alga (Carlson, 1997), TSI adalah indeks yang sederhana karena membutuhkan data yang sedikit dan umumnya mudah dipahami, Pendugaan biomassa alga juga dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tiga parameter, yaitu klorofil-a, kedalaman secchi, dan total fosfat, Nilai TSI berkisar dari 0-100 (Carlson, 1997), Penggandaan biomassa alga ditunjukkan dengan pengurangan nilai kedalaman *Secchi*, total fosfat juga akan mempengaruhi nilai kedalaman *Secchi*, Peningkatan total fosfat akan mempengaruhi pertumbuhan biomassa alga, Pendugaan biomassa alga dapat dilihat dari kandungan klorofil-a (Carlson, 1997),

Berdasarkan hasil analisa Indeks Status Trofik atau *Trophic State Index* (TSI) seperti terlihat pada Tabel 6, diketahui kondisi perairan di TWP Gili Matra pada musim hujan bulan Desember 2022 dan bulan Maret 2024, masing-masing berstatus Ultraoligotrofik, Skor TSI pada musim hujan bulan Desember 2022 berkisar antara 15,3-17,5 (<30) dengan Skor TSI Zona Inti 17,5, Zona Pemanfaatan 15,3 dan Zona Perikanan Karang Berkelanjutan 15,6, Kondisi perairan seperti ini termasuk kategori perairan yang kesuburannya sangat rendah, air jernih konsentrasi oksigen terlarut tinggi sepanjang tahun dan mencapai zona hypolimnion, Demikian halnya pada musim hujan bulan Maret 2024, Status Trofik TWP Gili Matra termasuk kategori Ultraoligotrofik dengan Skore TSI berkisar antara 12,9-19,4 (<30), Skor TSI Zona Inti 12,9 Zona Pemanfaatan dan Zona Perikanan Karang Berkelanjutan masing-masing 14,2 dan 19,4, Posisi TWP Gili Matra yang merupakan perairan terbuka dan berada di jalur Selat Lombok yang merupakan jalur Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) atau *Indonesian Through Flow (ITF)* dengan aliran arus yang kuat baik yang berasal dari Samudra Pasifik maupun Samudra Hindia (Gordon *et al.*, 2010), Perairan seperti ini memiliki sirkulasi air yang sangat baik, sehingga proses

pembilasan atau pembersihan (*flushing out*) pencemar perairan dapat berjalan dengan baik.

Tabel 5. Skor status trofik Perairan TWP Gili Matra berdasarkan Indeks Status Tropik Carlson

Lokasi	Skor	Status Trofik	Keterangan
Musim Kemarau Agustus 2022			
Zona Inti	12,9	Ultraoligotrofik	Kesuburan perairan sangat rendah, air jernih, konsentrasi oksigen terlarut tinggi sepanjang tahun dan mencapai zona <i>hypolimnion</i> .
Zona Pemanfaatan	14,2		
Zona Perikanan Karang Berkelanjutan	19,4		
Musim Hujan Desember 2022			
Zona Inti	17,5	Ultraoligotrofik	Kesuburan perairan sangat rendah, air jernih, konsentrasi oksigen terlarut tinggi sepanjang tahun dan mencapai zona <i>hypolimnion</i> .
Zona Pemanfaatan	15,3		
Zona Perikanan Karang Berkelanjutan	15,6		

IV. KESIMPULAN

Kondisi biofisikakimia lingkungan perairan Gili Trwangan berdasarkan hasil evaluasi pada musim kemarau bulan Agustus 2022 dan musim hujan bulan Desember 2022 berada dalam keadaan sangat baik dengan skor *Trophic State Index* (TSI) 12,9-19,4 (<30), tingkat kecerahan 100 %, kadar fosfat (PO₄) rata-rata 0,10 mg/l dan 0,07 mg/l, serta klorofil-a rata-rata 0,30 µg/l dan 0,67 µg/l. Kondisi ini menggambarkan kesuburan perairannya sangat rendah, perairannya sangat jernih, konsentrasi oksigen terlarut tinggi sepanjang tahun dan mencapai zona *hypolimnion*. Bencana ekologi *Ciguatera Fish Poisoning* (CFP) dan Marak Alga Berbahaya (MAB) yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan ekosistem perairan dan kerugian ekonomi yang cukup besar di TWP Gili Matra yang nilainya mencapai 26,86 triliun rupiah pertahun, tidak akan terjadi kalau mitigasi bencananya sejak dini diupayakan dengan secara rutin melakukan pemantauan kondisi biofisikakimia lingkungan perairan dan melakukan kajian resiko bencana di TWP Gili Matra.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Pendanaan Riset dan Inovasi BRIN atas dukungan pembiayaan penelitian ini melalui Program Riset Inovasi Indonesia Maju (RIIM) Ekspedisi-Eksplorasi, terima kasih juga disampaikan kepada *PICES (North Pacific Marine Organization)* atas dukungan pembiayaan penelitian ini melalui Program *Building Local Warning Networks for the Detection and Human Dimension of Ciguatera Fish Poisoning in Indonesian Communities*. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi penulis sampaikan kepada Kepala Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan (ORHL) BRIN dan Kepala Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih (PRLTB) BRIN, serta Rektor Institut Teknologi Indonesia (ITI), Kepala Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat ITI dan Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian ITI beserta jajarannya atas segala dukungannya dalam penelitian ini,

DAFTAR PUSTAKA

- Affan, J,M, (2010). Analisis potensi sumberdaya laut dan kualitas perairan berdasarkan parameter fisika dan kimia di pantai timur Kabupaten Bangka Tengah, *Spektra*, 10(2), 99-113
- Anivavi, I K (2020). Apa Itu Mitigasi Bencana dan Kapan Dilakukan?, <https://tirto.id/apa-itu-mitigasi-bencana-dan-kapan-dilakukan-f5VW>
- Ariebowo, S, Arifin, H, S, Riani, E, (2020). Analisis kandungan padatan tersuspensi total berdasarkan karakteristik hujan di daerah aliran Sungai Ciliwung, *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan* 10(3): 352-363
- Balai Kawasan Konservasi Perairan Nasional Kupang (2021) "Profil TWP, Gili Matra dan Laut Sekitarnya", kkp.go.id,
- Balai Kawasan Konservasi Perairan Nasional Kupang (2018). "Profil, Kondisi Kawasan dan Potensi TWP, Gili Matra (Gili Meno, Gili Trawangan, Gili Ayer)" (PDF), kkp.go.id,
- Carlson, R,E, (1997). A Trophic State Index for Lakes, *Limnology and Oceanography*, 22(2) : 361-369,
- Morrison Vitousek, Melissa C, Chapin (edisi ke-2nd), New York: Springer, ISBN 978-1-4419-9504-9, OCLC 755081405
- Duarte, C, M,, Fulweiler, R, W,, Lovelock, C, E,, Martinetto, P,, Saunders, M, I,, Pandolfi, J, M,, Gelcich, S,, & Nixon, S, W, (2014), Reconsidering Ocean Calamities, *BioScience*, 65(2), 130–139, <https://doi.org/10.1093/biosci/biu198>
- Effendi, H, (2003). Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan, Cetakan Kelima, Yogyakarta: Kanisius
- Fisher, T, (2020), pH Measurement Handbook, Thermo Fisher Scientific Inc,
- Gordon, A,L,, Sprintall, J, Aken, H,M,V, Susanto, D, Wijffelsd, S, Molcarde, R, Ffield, A, Pranowo, W,Wirasantosa, S, (2010). The Indonesian throughflow during 2004–2006 as observed by the INSTANT program, *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 50 (2010) 115–128
- Hallegraeff, G, M, (2010). Ocean Climate Change, Phytoplankton Community Responses, and Harmful Algal Blooms: A Formidable Predictive Challenge, *Journal of Phycology*, 46(2), 220–235, <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2010.00815.x>
- Husnah, (2012). Aplikasi Trix Index dalam Penentuan Status Trofik di Danau Laut Tawar, Kabupaten Aceh Tengah, Provinsi Aceh, *Prosiding Nasional Limnologi VI*
- Nonji, A, (2005). Laut Nusantara, Jakarta: Penerbit Djambatan
- Noviasari PP (2018) Tingkat Eutrofikasi Ekosistem Perairan Dengan Menggunakan Metodetrophic State Index (TSI) Di Waduk Sengguruh Kabupaten Malang Jawa Timur, Skripsi, Universitas Brawijaya Malang

Octavianna D (2023). Analisa Hubungan Intensitas Curah Hujan Terhadap Parameter Klorofil-a dan Suhu Permukaan Laut (SPL) di Perairan Utara Jawa Tahun 2007-2021, Skripsi, Universitas Diponegoro, Semarang

Patty, S,I, Arfah, H, Abdul, M,S, (2015). Zat Hara (Fosfat, Nitrat), Oksigen Terlarut dan pH Kaitannya dengan Kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru, Jurnal Pesisir dan Laut Tropis, Volume 1 Nomor 1 : 43-50

Savitri, (2023). Does Temperature Affect pH? Techie Scientist,

Soeprbowati, T,R, Suedy, S,W,A, (2010). Status Trofik Danau Rawapening dan Solusi Pengelolaanya, Jurnal Sains dan Matematika (JSM), 18(4) : 158-169

Suhanda, D, Putra, M,G,A, (2021). Pengaruh Musim Terhadap Distribusi Temperatur, Salinitas dan

Densitas Di Laut Halmahera, J-Tropimar, Vol, 3, No,1 (April 2021) : 1-15

Weatherspark (2022). Sejarah Cuaca pada tanggal 2022 di Bandar Udara Internasional Lombok,

<https://id.weatherspark.com/h/y/149195/2022/Cuaca-Historis-selama-2022-di-Bandar-Udara-Internasional-Lombok-Indonesia#Figures-Temperature>

<https://id.weatherspark.com/h/y/149195/2024/Cuaca-Historis-selama-2024-di-Bandar-Udara-Internasional-Lombok-Indonesia#Figures-Temperature>,

Yolanda, Y,, Mawardin, A,, Komarudin, N,, Risqita, E,, Ariyanti, J,A, (2023). Hubungan Antara Suhu, Salinitas, pH, dan TDS di Sungai Brang Biji Sumbawa, Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, Vol, 11, No, 2, 2023: 522 – 530,

Susanti, R,, Anggoro, S,, Suprpto, D, (2018). Kondisi kualitas air waduk jatibarang ditinjau dari aspek saprobitas Perairan, Journal of Maquares, 1(7):121-129

Tahir RB (2016) Analisis Sebaran Kadar Oksigen (O₂) Dan Kadar Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen) Dengan Menggunakan Data in Situ dan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus: Wilayah Gili Iyang Kabupaten Sumenep), Thesis, Institut Teknologi Surabaya

Taguchi, S, (2016), The Redfield ratio: history, present status, and perspective, Oceanography in Japan 25(4):123-132

Widiadmoko, W, (2013), Pemantauan Kualitas Air Secara Fisika dan Kimia di Perairan Teluk Hurun, Bandar Lampung: Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung.