

**STUDI KELIMPAHAN KLOROFIL TERHADAP NILAI BOD, P-PO<sub>4</sub>  
DAN N-NH<sub>3</sub> PADA PERAIRAN TELUK LAMPUNG**

**(SKRIPSI)**

Oleh

Dian Tanti Ningsih



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

## **ABSTRACT**

### **STUDY OF CHLOROPHYLL PROFUSION ON BOD VALUES, P-PO<sub>4</sub>, AND N-NH<sub>3</sub> IN BAY WATERS OF LAMPUNG**

**By**

**Dian Tanti Ningsih**

The research has been done “Study of Chlorophyll Profusion on BOD Values, P-PO<sub>4</sub>, and N-NH<sub>3</sub> in Bay Waters of Lampung”. The result showed that value of chlorophyll – a is about 0.5 – 4.16 mg/m<sup>3</sup>. The measurement value of chlorophyll content in Bay Water of Lampung has been affected of BOD, P-PO<sub>4</sub>, and N-NH<sub>3</sub>. The value of chlorophyll in Bay Waters of Lampung is still below the standard quality threshold. While some point Bay Waters of Lampung Bay has passed the standart quality threshold. Based on the decision of Minister State Enviropment No. 51 on 2004 is about the standart quality in the sea. Some point in Bay Waters of Lampung which has categorized as polluted has been in the resident and industrial area. Well, in the area of tourism is still categorized well. The method was validated by parameter include : linearity, detection limit, precision, and accuracy.

**Keywords : Bay Waters of Lampung, chlorophyll, chlorophyll – a,  
spectrophotometry UV VIS,**

## **ABSTRAK**

### **STUDI KELIMPAHAN KLOOROFIL TERHADAP NILAI BOD, P-PO<sub>4</sub> DAN N-NH<sub>3</sub> PADA PERAIRAN TELUK LAMPUNG**

**Oleh**

**Dian Tanti Ningsih**

Telah dilakukan penelitian tentang studi kelimpahan klorofil terhadap nilai BOD, P-PO<sub>4</sub> dan N-NH<sub>3</sub> pada perairan Teluk Lampung. Hasil penelitian menunjukkan nilai klorofil - a berkisar antara 0.5 – 4.5 mg/m<sup>3</sup>. Hasil pengukuran nilai kandungan klorofil pada perairan Teluk Lampung dipengaruhi oleh BOD, P-PO<sub>4</sub> dan N-NH<sub>3</sub>. Nilai klorofil pada perairan Teluk Lampung masih di bawah ambang batas baku mutu. Sedangkan beberapa titik perairan Teluk Lampung melewati ambang batas baku mutu. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut. Beberapa titik perairan Teluk Lampung yang dikategorikan tercemar berada pada wilayah penduduk dan kawasan industri. Sedangkan pada kawasan pariwisata masih dikategorikan baik. Validasi metode ditentukan dengan menggunakan parameter : linieritas, limit deteksi, presisi dan akurasi.

**Kata Kunci** : klorofil, klorofil – a, spektrofotometer UV VIS, Teluk Lampung

**STUDI KELIMPAHAN KLOORIFIL TERHADAP NILAI BOD, P-PO<sub>4</sub>  
DAN N-NH<sub>3</sub> PADA PERAIRAN TELUK LAMPUNG**

**Oleh**

**Dian Tanti Ningsih**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

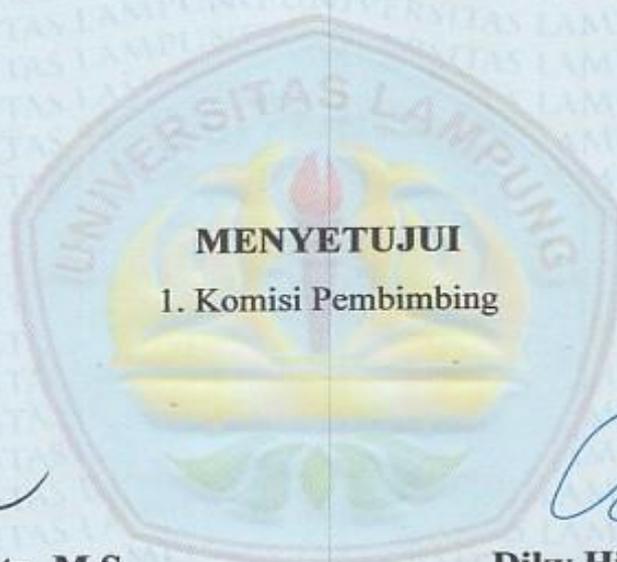
Judul Skripsi : **STUDI KELIMPAHAN KLOOROFIL TERHADAP  
NILAI BOD, P-PO<sub>4</sub> DAN N-NH<sub>3</sub> PADA PERAIRAN  
TELUK LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Dian Tanti Ningsih**

No. Pokok Mahasiswa : 1317011014

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Drs. R. Supriyanto, M.S.**  
NIP 19581111 199003 1 001

**Diky Hidayat, M.Sc.**  
NIP 19740609 200501 1 002

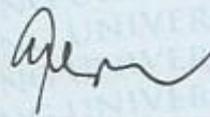
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA

**Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T.**  
NIP 19740705 200003 1 001

## MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. R. Supriyanto, M.S.**

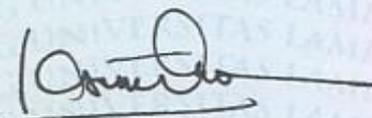


Sekretaris : **Diky Hidayat, M.Sc.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Agung Abadi Kiswandono, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.**

NIP. 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **27 Juli 2017**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Palembang, 08 Februari 1995. Penulis merupakan anak ketiga dari lima bersaudara dan merupakan buah hati dari pasangan Bapak Suhardi dan Ibu Hayati yang diberi nama Dian Tanti Ningsih.

Penulis menyelesaikan studi di Sekolah Dasar Negeri (SDN) I Kedaton Bandar Lampung tahun 2007. Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 10 Bandar Lampung pada tahun 2010, dan SMK – SMTI Bandar Lampung pada tahun 2013. Penulis kemudian terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam melalui jalur SBMPTN tahun 2013.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mendapatkan beasiswa Pusdiklat Kemenperin pada tahun 2013 – 2017 dan penulis bekerja sebagai teknisi laboratorium di SMK – SMTI Bandar Lampung. Penulis dalam penyelesaian studi, telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Rama Gunawan, Seputih Raman, Lampung Tengah selama 41 hari tahun 2016. Penulis pernah menjadi asisten laboratorium Kimia Analitik 1 mahasiswa jurusan kimia angkatan 2015 tahun ajaran 2016/2017. Selain itu, penulis aktif dalam organisasi baik dalam kampus maupun luar kampus. Berikut beberapa organisasi yang diikuti penulis yaitu :

1. KAMI Himaki FMIPA Unila tahun 2013 – 2014.
2. Anggota Sosmas HIMAKI FMIPA Unila 2014 – 2016.
3. Staff Departemen Koba IKAHIMKI 2014 – 2016.
4. Dewan Pembina IKAHIMKI Wilayah 1 tahun 2016.
5. Anggota PPSDM BEM FMIPA Unila tahun 2014.
6. Anggota Forum Jaringan Indonesia tahun 2016 – sekarang.
7. Anggota Forum Pejuang Beasiswa se Indonesia tahun 2016 – sekarang.
8. Anggota IsoF tahun 2016. Penanggung Jawab IKASA domisili Bandar Lampung tahun 2016.
9. Koordinator Inspirasi Berkah domisili Bandar Lampung tahun 2016 – sekarang.
10. Anggota Sahabat Sedekah Lampung tahun 2017 – sekarang.
11. Design dan Photograpy Lampung Creative Forum tahun 2017 – sekarang.
12. Anggota Find Your Travelmate (FYTM) se Indonesia 2016 –sekarang.
13. HPD di SPJ Lampung tahun 2016 – sekarang.

Penulis berharap masih dapat meneruskan tulisan – tulisan berikutnya dan dapat memberikan manfaat bagi agama, keluarga, nusa dan bangsa.

## **MOTTO**

*“Prayer is a heart song that leads to the throne of God despite being overrun by the voices of thousands of wailing people.”*  
(Kahlil Gibran)

***“When you get bored with all this,  
keep calm, silent and bow down, let’s  
God's hand is working.”***  
(Dian Janti Ningsih)

*“Some beautiful paths can’t be discovered without getting lost.”*  
(Erol Ozan)

*“Traveling - it offers you a hundred roads to adventure, and gives your heart wings.”* (Ibnu Batutah)

## PERSEMBAHAN

*Dengan segala kerendahan hati kupersembahkan  
secerca karya ini kepada*

**“Allaah S.W.T”**

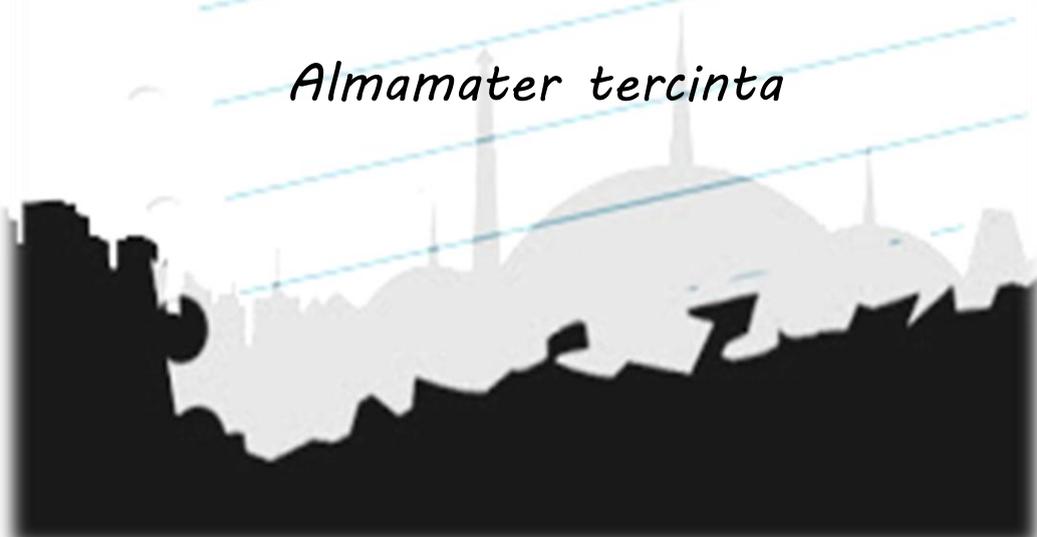
*Kedua orang tuaku, yang memberikan kasih sayang, do'a dan  
pengorbanannya untukku.*

*Kakakku dan Adikku yang selalu mendukung dalam hidupku.*

*Keluarga besarku sebagai penyemangatku*

*Seluruh sahabatku untuk semua dukungan dan kejujuran kalian*

*Almamater tercinta*



## SAN WACANA

Assalaamu'alaykum Wr. Wb

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allaah S.W.T atas nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menyampaikan risalah dan menasehati kami, semoga senantiasa menjadi suri tauladan bagi penulis.

Skripsi dengan judul “ *Kelimpahan Klorofil terhadap Nilai BOD, P-PO<sub>4</sub>, N-NH<sub>3</sub>, pada Perairan Teluk Lampung*” adalah salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Universitas Lampung.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari jasa baik segenap pihak baik moral maupun spiritual, baik berupa bimbingan, motivasi dan do'a yang senantiasa berguna bagi penulis hingga saat ini dan di masa yang akan datang.

Ucapkan terimakasih penuls haturkan kepada :

1. Bapak Drs. R. Supriyanto, M.S., selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing pertama penelitian yang telah senantiasa bersedia meluangkan waktu untuk memberikan saran, bimbingan, nasehat, serta kritik kepada penulis dalam menyelesaikan masa studi dan pembuatan skripsi ini.

2. Bapak Diky Hidayat, M.Sc., selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran, bimbingan, dan nasehat serta kritik kepada penulis dalam menyelesaikan dan pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Agung Abadi Kiswandono, M.Sc., selaku pembahas yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran, bimbingan, dan nasehat serta kritik kepada penulis dalam menyelesaikan dan pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Sony selaku pembimbing akademik pertama di kampus tercinta untuk dukungan dan motivasi penulis dalam menyelesaikan kuliah ini.
5. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
6. Bapak Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
7. Seluruh dosen, karyawan dan staff Jurusan Kimia yang telah memberikan ilmu, pelajaran, tawa dan canda selama masa studi penulis.
8. Kedua orang tuaku, Bapak Suhardi dan Ibu Hayati tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, cinta, do'a, nasehat, air mata serta dorongan yang luar biasa kepada penulis.
9. Kakak – kakakku tercinta Mas Tan, Mba Ayu, Mba Siswati, Om Dewan, Om Anggi, Tante Fitri, dan Tante Anggi untuk semua canda tawa dan ceritanya sehingga penulis dapat terus semangat sampai saat ini.
10. Adik – adikku tercinta Adjie dan Ridho sebagai teman bertengkar dan hiburanku selama ini.
11. Sepupu – sepupuku tercinta yang selalu memberikan semangat dan do'a kepada penulis.

12. Keluarga besarku di Palembang, Jakarta, Jambi, Bangka Belitung dan Jawa sebagai penyemangatku untuk menyelesaikan studi ini.
13. Rekan – rekan Analis Kimia RSBI yang selalu memberikan joke untuk hiburanku serta motivasiku untuk terus semangat.
14. Rekan – rekan SMP ku Mentari Fazarini Putri, Ardelia Septiana, Putri Mutia Rahmayanti, Afrika Sari, Kirana Larasati dan teman – teman lainnya yang tak bisa kusebutkan namanya sebagai rekan berbagiku.
15. Rekan – rekan 5000an yang telah mengembun Christian Paul Sidabalok, Bara Priamorta, Yudha Ari Satria, Arief Aulia Rahman, Vicka Andini, dan Sri Wahyuni, Mita Sasta Viana, terimakasih sudah diizinkan untuk mampir.
16. Tim Recehku yang masih bertahan Indah Tri Yulianti, Oci Rianti, Dona Mailani Pangestika, Eka Setiososari, Khomsatun Khasanah, Anggi Widiawati, Nurma, Yulia Arizawati terimakasih sudah diizinkan untuk singgah.
17. Swag SQUAD aka grup Lulus 2017 Antonius Wendy Antono, Aulia Pertiwi Triyuda, Faradilla Friskancelli, Ismi Ambalika, Nur Hastriana, Siti Mudmainah, Tya Gita Putri Utami terimakasih sudah diizinkan untuk mampir.
18. Partner mdhanan\_shop Megafhit Puspitarini yang selalu sabar denganku.
19. Partner dan rekan kerjaku kak Faradila Syani, M.Si yang telah menemaniku dan membantuku dalam belajar.
20. Rekan kerjaku sekaligus kakak serta guruku Mba Kristin Halisa Fau, S.T. dan Bu Rosmah yang selalu menyemangatiku dan membantuku.
21. Rekan – rekan PLTU SQUAD Aulia Eka, Rhiska Gustiana, Ulfa Agustina yang selalu mendo'akanku.

22. Rekan – rekan seperjuangaku Kimia 2013 Unila “Chetir” Dody, Arni, Awan, Citra, Carmel, Ledoms Nova, Tante Shela, Mami Shelta, Emak Mel, Kak Nanda, Badi, Ibu Tiriku Della, Gesa, Netty, Princess Erva, Herma, Mawar, Nora, Yunitri, Kartika, Jamet, Khalimah, Monic, Vyna, Esti, Widya, Ahjumma Renita, Nabila, Tyas, Melia, Tante Linda, Yolanda, Ezra, Nurul, Sinta, Mba Nita, Ines, Ridho, Nisa, Fentri, Fika, Maya, Mia, Verdi, Riska, Kurnia, Korina, Ridho, yang telah berjuang bersama dari MABA sampai saat ini.
23. Rekan seni dan *introvert*ku Inggit Borisha terimakasih untuk ilmunya.
24. Rekan – rekan KKN ku, nenek Niken, Nindy manjah, Dio Pomade, Kak Gadis, dan Kak Ical untuk kekeluargaannya selama ini.
25. Keluarga besar Bapak dan Ibu Lurah Rama Gunawan serta Ibu Tini dan keluarga yang saat ini masih selalu menyemangatiku.
26. Kak Dwi Puji Astuti, M.Si selaku founder Inspirasi Berkah yang selalu menyemangatiku.
27. Rekan – rekan member Jaringan Indonesia, Bang Ridho, Bang Arif, Bang Fikri, Pak Rizky, Pak Ade, Dek Rani, Dek Nisa, Dwita, Dek Dewa yang telah menemaniku walau jarak yang sulit ditempuh.
28. Rekan – rekan Sahabat Sedekah Lampung yang memberikanku motivasi untuk terus berbagi.
29. Kawan – kawan gembelku pemburu tempat gratis Fatimah, Mba Dew, Anggun, Dek Yusuf, Dek Firza, Dek Ganjar, Dek Astriva, Dek Fikri, Dek Hafid, Dek Jepry dan Dek Bidari.
30. Temanku di SMK Kehutanan Pekanbaru Nauli Er Nisa untuk semangatnya.

31. Teman brewku Sarah, Sari, Brigita, Dea, dan Bang Dian yang selalu menemani penulis sampai sekarang.
32. Seluruh guru –guru dan staff SMK – SMTI Bandar Lampung yang selalu menyemangatiku sampai saat ini.
33. Sekjend Pusdiklat Kementerian Perindustrian untuk beasiswanya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.
34. Kakak – kakak 2011 yang selalu membantuku Kak Mega dan Kak Mardian.
35. Kakak – kakak 2012 yang selalu menyemangatiku Mba Febita, Mba Elsa, Mba Debi, Kak Derry, Kak Adit, Kak Wiwin, Kak Ulfa, dan kakak – kakak lainnya.
36. Adik – adik 2014, 2015 dan 2016 berjuanglah, keep slow, keep strong and keep fight.
37. Partner Tim Analitik Bawah Nurma dan Rezky Adji Pratama serta Dinda terimakasih untuk semuanya maafkan saya.
38. Forum dan Komunitasku IKASA, ISoF, FYTM Sumatera, FYTM Indonesia, Tim Penulis Hijrah,Pejuang Beasiswa, Jihad Kreatif, Hijrah Community Muslimah, Islam Lovers Community, SPJ, Indonesia Tanpa Pacaran, Memantaskan Diri, ODOJ, Lampung Creative Forum serta SMTI seIndonesia terimakasih untuk semua ilmunya.
39. Temanku Laela di Jerman yang selalu memotivasiku.
40. Kakak komikus Story Bila yang selalu menginspirasiku dalam hal art.
41. Rekan – Rekan HIMAKI FMIPA Unila 2014 – 2016 untuk semua bantuannya.
42. Rekan – Rekan IKAHIMKI 2014 – 2016 untuk semua ilmunya.

43. Rekan – rekan eks IKAJONI Nurwani, Yoni, Bang Redy, Bang Ridho, Bang Habib, Laiq untuk semua cendanya.
44. Bu In dan Pak Udin untuk cerita dan ilmunya.
45. Rekan –rekan Tim Kimia Analitik Diki, Lulu, Fera, Kiki, Anita, Amha, Eka M, Dila, Yuvica, Tika, dan Bunda Uut untuk semangatnya.
46. Rekan – Rekan Kimia seIndonesia Anti Winanti, S.Si., Muhammad Arif Darmawan S.Si., Musrifah, Kak Tias, Kakak First dan Marwah, A.Md serta rekan – rekan penghuni kamar satu RAKERNAS XIII terimakasih untuk ilmunya.

Semoga Allaah SWT membalas atas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Maafkan penulis yang tidak bisa menyebutkan semua yang telah berperan dalam memotivasi penulis menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Wassalaamu'alaykum Wr. Wb

Bandar Lampung, 27 Juli 2017

Dian Tanti Ningsih

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	3
C. Manfaat Penelitian.....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Wilayah Indonesia.....	5
B. Air Laut.....	6
C. Teluk Lampung.....	7
D. Klorofil.....	8
E. DO.....	10
F. pH air.....	11
G. Kecerahan.....	11
H. Suhu.....	12
I. Amonia.....	13
J. Fosfat.....	14
K. BOD.....	15
L. Spektrofotometer.....	16
M. Spektrofotometer UV VIS.....	17
N. Validasi Metode.....	21
1. Linieritas.....	21
2. Kecermatan (Akurasi).....	21
3. Presisi.....	22
4. Limit Deteksi.....	23

### III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat.....	25
B. Alat dan Bahan.....	25
C. Prosedur Penelitian.....	26
1. Penentusn Lokasi Sampling.....	26
2. Persiapan Sampling.....	26
3. Pengambilan Contoh Air.....	26
4. Pengukuran Beberapa Parameter Kualitas Air.....	27
A. Parameter Fisik	
1. Suhu.....	27
2. Kecerahan.....	27
3. pH (Derajat Keasaman).....	27
B. Parameter Kimia	
a. Fosfat.....	28
b. DO.....	28
c. Klorofil.....	28
d. Ammonia.....	29
e. BOD.....	29
C. Validasi Metode	
1. Linieritas.....	30
2. Limit Deteksi.....	30
3. Presisi.....	30
4. Akurasi.....	31

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Teluk Lampung.....	32
B. Pengambilan Sampel.....	33
C. Kondisi Sampel.....	33
D. Klorofil – a.....	36
E. Pengaruh Fisik dan Kimia Perairan.....	38
1. Suhu.....	38
2. pH.....	38
3. DO.....	40
4. Fosfat.....	40
5. Ammonia.....	41
6. BOD.....	42
F. Validasi Metode.....	43
1. Linieritas.....	44
2. Presisi (ketelitian).....	45
3. Limit Deteksi.....	46
4. Akurasi.....	46

<b>V. KESIMPULAN</b>	
A. SIMPULAN.....	47
B. SARAN .....	48

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Kualitas air teluk Lampung.....	8
2. Data Parameter Fisik dan Kimia Kualitas Air Laut.....	36
3. Tingkat pencemaran berdasarkan DO dan BOD di perairan..	42
4. Hasil Pengukuran Uji Amonia Sampel Air Laut.....	44
5. Hasil Pengukuran Uji Fosfat Sampel Air Laut.....	45

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1. Peta Teluk Lampung.....	7
2. Cara Kerja Spektrofotometer UV VIS.....	19
3. Lokasi Sampling .....	33

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia secara geografis terletak diantara benua Asia dan Australia dan diantara lautan yaitu lautan Hindia dan lautan Pasifik. Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan panjang garis pantai lebih dari 81.000 Km serta lebih dari 17.508 pulau sehingga wilayah pesisir dan lautan Indonesia dikenal sebagai negara kaya akan keanekaragaman hayati (*biodiversity*) laut terbesar di dunia dengan memiliki ekosistem pesisir seperti mangrove, terumbu karang (*coral reefs*) dan padang lamun (*sea grass beds*) (Dahuri et al, 1996).

Laut Indonesia memiliki luas lebih kurang 5,6 juta Km<sup>2</sup> dengan garis pantai sepanjang 81.000 Km dengan potensi sumber daya terutama perikanan laut yang cukup besar baik dari kualitas maupun kuantitasnya, selain itu Indonesia tetap berhak untuk berpatisipasi diluar batas 200 mil dan ZEE, serta pengelolaan dan pemanfaatan kekayaan alam dasar laut perairan internasional di luar batas kontinen (Prajitno, 2009).

Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah yang kaya akan hasil lautnya. Perairan Lampung yang luas dan masih alami memiliki keanekaragaman biota laut. Ikan – ikan yang beraneka ragam serta terumbu karang yang masih alami menjadi daya tarik tersendiri provinsi Lampung memiliki wilayah perairan cukup luas ( $\pm 16.625,3 \text{ Km}^2$ ), dengan wilayah laut pesisir sampai dengan ZEE mencapai  $\pm 129.330 \text{ Km}^2$ , dan panjang garis pantai mencapai  $\pm 1.105 \text{ Km}$ , yang terdiri dari teluk Lampung dan selat Sunda  $\pm 160 \text{ Km}^2$ , teluk Semaka  $\pm 200 \text{ Km}^2$ , pantai Barat  $\pm 129.330 \text{ Km}^2$ , pantai Timur dan pulau-pulau kecil  $\pm 535 \text{ Km}^2$ . Diantara wilayah perairan tersebut di atas adalah salah satu teluk besar yang dimiliki oleh provinsi Lampung, yaitu teluk Lampung (Bakosurtanal, 1992).

Teluk Lampung tidak hanya besar karena di dalam teluk Lampung ini juga terdapat teluk-teluk kecil yang tersebar banyak pada bagian barat, seperti teluk Ratai, teluk Punduh, dan teluk Pidada. Selain itu juga, teluk Lampung merupakan satu-satunya teluk yang dimiliki provinsi Lampung yang hingga kini masih bertahan karena harus menopang segala perikehidupan masyarakat Lampung dengan segala tingkah lakunya yang cenderung banyak merugikan bagi lingkungan teluk Lampung.

Perairan teluk Lampung memiliki daya tarik untuk diamati, karena komponen biota pada perairan yang cukup beragam. Salah satu biota yang mempunyai peranan penting bagi biota perairan yaitu fitoplankton sebagai pakan alami bagi zooplankton, ikan dan sebagai bioindikator terpenting untuk penentuan kualitas perairan secara umum.

Kelayakan suatu perairan untuk kegiatan perikanan dapat diketahui dengan melihat komposisi fitoplankton dan kandungan klorofil. Kehidupan fitoplankton sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, walaupun kondisi perairan tidak menguntungkan bagi kehidupannya, komunitas fitoplankton masih dapat bertahan sehingga dapat digunakan sebagai indikator untuk jangka waktu tertentu.

Pengukuran klorofil sangat penting dilakukan karena kadar klorofil dalam suatu volum air laut tertentu menjadi suatu ukuran bagi biomassa tumbuhan yang terdapat dalam air laut tersebut. Klorofil dapat diukur dengan memanfaatkan sifatnya yang dapat berpijar bila dirangsang dengan panjang gelombang cahaya tertentu atau mengekstraksi klorofil dari air laut dengan menggunakan aseton untuk menghitung produktivitas primernya.

Informasi mengenai kandungan klorofil di perairan teluk Lampung masih sangat terbatas dan belum pernah diteliti sebelumnya. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan analisis mengenai kandungan klorofil serta hubungan dengan parameter lingkungan di perairan teluk Lampung.

## **B. Tujuan**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kelimpahan klorofil pada perairan teluk Lampung
2. Untuk mengetahui hubungan antara parameter fisik dan kimia (BOD,

P-PO<sub>4</sub> dan N-NH<sub>3</sub>) dengan kelimpahan klorofil pada perairan teluk Lampung.

3. Untuk mengetahui bioindikator klorofil pada perairan teluk Lampung.

### **C. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi awal mengenai studi analisis klorofil dan hubungan terhadap parameter BOD, P-PO<sub>4</sub> dan N-NH<sub>3</sub> pada perairan teluk Lampung.
2. Sebagai informasi kondisi kelayakan perairan yang baik untuk biota laut untuk pemerintah, masyarakat serta instansi yang membutuhkan.
3. Klorofil sebagai bioindikator pencemaran pada perairan teluk Lampung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Wilayah Indonesia

Wilayah Indonesia yang termasuk dalam Maritim memiliki respon aktif konvektif yang berpengaruh terhadap kesetimbangan iklim global dalam skala ruang maupun waktu (Ramage, 1968). Maritim meliputi wilayah kepulauan dengan cakupan bujur  $90^{\circ}\text{BT} - 150^{\circ}\text{BT}$  dan lintang  $10^{\circ}\text{LS} - 20^{\circ}\text{LU}$ . Daerah ekuator, khususnya Indonesia, dipengaruhi oleh berbagai fenomena atmosfer dan aseanografi yang sangat kompleks.

Wilayah Indonesia memiliki topografi yang kompleks sehingga variabilitas laut – atmosfer di laut Indonesia. Wilayah Indonesia memiliki lautan yang luas dari Sabang sampai Merauke. Beberapa contoh fenomena laut – atmosfer yang mempengaruhi daerah Indonesia antara lain, Muson, Dipole Mode (DM), Madden – Julian Oscillation (MJO) dan El Ni no Southern Oscillation (ENSO), dengan beragam siklus intra-musiman, musiman, hingga antar tahunan. Salah satu fenomena laut – atmosfer yang terdapat di wilayah ekuator adalah MJO. MJO merupakan fenomena skala besar yang terjadi akibat adanya pola sirkulasi atmosfer dan konveksi yang kuat. MJO berpropogasi dari bagian barat Indonesia (Samudra Hindia) ke arah timur

(Samudra Pasifik) dengan kecepatan rata – rata 5m/s (Zhang,2005). Laut memiliki respon tersendiri terhadap MJO. Saat MJO aktif, terjadi kenaikan kecepatan angin secara signifikan pada ketinggian 1,5 Km. Hal ini berpengaruh terhadap pola angin permukaan (angin 10 m di atas permukaan laut), yang nantinya memodulasi beberapa parameter di laut (Jones et al., 1998; Jin et al., 2013). Dinamika yang terjadi di permukaan laut erat kaitannya dengan perubahan anomali suhu permukaan laut dan sebaran klorofil di lautan.

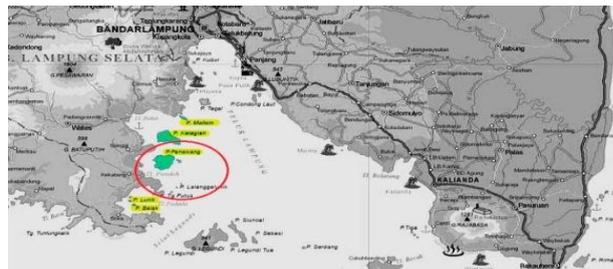
## **B. Air Laut**

Air laut mengandung 3,5% garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Keberadaan garam-garaman mempengaruhi sifat fisis air laut (seperti : densitas, kompresibilitas, titik beku, dan temperatur dimana densitas menjadi maksimum) beberapa tingkat, tetapi tidak menentukannya. Beberapa sifat (viskositas, daya serap cahaya) tidak terpengaruh secara signifikan oleh salinitas. Dua sifat yang sangat ditentukan oleh jumlah garam di laut (salinitas) adalah daya hantar listrik (konduktivitas) dan tekanan osmosis.

Garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida. Tiga sumber utama garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gas-gas vulkanik dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal (*hydrothermal vents*) di laut dalam.

### C. Teluk Lampung

Teluk Lampung merupakan salah satu dari dua teluk di ujung paling selatan pulau Sumatera, kota Bandar Lampung terletak pada pangkal teluk, dan bagian mulut teluk (arah selatan-tenggara) berhadapan langsung dengan selat Sunda yang merupakan perairan penghubung antara laut Jawa di sebelah utara dan samudera Hindia di selatan (Gambar 1). Pesisir teluk Lampung meliputi daratan dan perairan, dengan posisi geografis terletak antara  $104^{\circ}56'$ - $105^{\circ}45'$ BT dan  $5^{\circ}25'$ - $5^{\circ}59'$ LS. Luas total wilayah daratan adalah 127.902 Ha, dan luas perairan adalah 161.178 Ha.



**Gambar 1.** Peta Teluk Lampung.

Secara ekologis wilayah ini merupakan kesatuan fungsional yang relatif dapat dari wilayah lainnya di provinsi Lampung. Wilayah pesisir teluk Lampung, dipisahkan oleh daerah aliran sungai tersendiri, dan memiliki perairan teluk yang semi tertutup dengan tubuh air lainnya. Berdasarkan kondisi wilayah dan nilai strategis kawasan, maka terdapat cukup alasan untuk memberikan status sebagai kawasan strategis provinsi pada wilayah pesisir teluk Lampung. Dengan demikian, wilayah ini memiliki peluang untuk lebih maju dan berkelanjutan, serta akan lebih berperan bagi provinsi Lampung secara keseluruhan. Teluk Lampung yang berada pada perairan

teluk Lampung memiliki keragaman biota laut yang perlu dijaga dan dilestarikan. Beberapa faktor penunjang keragaman biota laut sebagian besar dipengaruhi oleh kualitas air.

Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis. Kualitas air teluk Lampung ditunjukkan dengan penggambaran beberapa parameter yang dirujuk dari berbagai sumber, seperti disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kualitas Air Laut pada Teluk Lampung

Parameter	Satuan	Kisaran Nilai	Baku Mutu
Suhu	°C	28 – 31,5	Alami
Salinitas	%	32 – 35	Alami
Padatan Tersuspensi (TDS)	mg/L	35 – 55,4	<20
Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	6,4 – 7,5	>5
Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD)	mg/L	22,8 – 29,2	<20
Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	mg/L	45,8 – 75,7	-

Sumber : Kep-Men-LH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.

#### **D. Klorofil**

Klorofil berasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari dua suku kata, yaitu *chloros* berarti hijau dan *phylum* yang berarti daun. Klorofil menangkap kekuatan hidup atau energi matahari dan digunakan untuk membelah molekul H<sub>2</sub>O menjadi unsur H dan O<sub>2</sub>, kemudian menggabungkannya antara unsur H

dengan gas CO<sub>2</sub> dan dihasilkan gula atau karbohidrat. Dari proses fotosintesis ini juga dihasilkan hasil sampingan berupa gas O<sub>2</sub> (Sinurat, 2009).

Klorofil lebih dikenal dengan zat hijau daun yang merupakan pigmen yang terdapat pada organisme produsen yang berfungsi sebagai pengubah karbondioksida menjadi karbohidrat, melalui proses fotosintesis. Klorofil mempunyai rumus kimia C<sub>55</sub>H<sub>72</sub>O<sub>5</sub>N<sub>4</sub>Mg dengan atom Mg sebagai pusatnya.

Klorofil - a merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di laut. Sebaran tinggi rendahnya konsentrasi klorofil - a sangat terkait dengan kondisi oseanografis suatu perairan. Beberapa parameter fisika - kimia yang mengontrol dan mempengaruhi sebaran klorofil - a, adalah intensitas cahaya, nutrien ( terutama nitrat, fosfat dan silikat ). Perbedaan parameter fisika - kimia tersebut secara langsung merupakan penyebab bervariasinya produktivitas primer di beberapa tempat di laut. Selain itu "*grazing*" juga memiliki peran besar dalam mengontrol konsentrasi klorofil - a di laut (Hatta, 2002).

Menurut Krismono (2010) klorofil a merupakan komponen penting yang didukung fitoplankton dan tumbuhan air yang mana keduanya merupakan sumber makanan alami bagi ikan. Klorofil - a adalah suatu pigmen aktif dalam sel tumbuhan yang mempunyai peran penting terhadap berlangsungnya proses fotosintesis

Klorofil - a di suatu perairan dapat digunakan sebagai ukuran produktivitas primer fitoplankton, karena pada umumnya dapat dijumpai pada semua jenis

fitoplankton (Goldman and Horne, 1983). Henderson-Sellers and Marland (1987), menyatakan bahwa konsentrasi klorofil - a untuk perairan tipe oligotrofik sebesar 0 – 4 mg/m<sup>3</sup>, tipe mesotrofik sebesar 4 – 10 mg/m<sup>3</sup>, dan tipe eutrofik sebesar 10 – 100 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi klorofil - a di perairan dapat mewakili biomassa dari alga atau fitoplankton. Konsentrasi klorofil - a dalam fitoplankton sekitar 0,5 – 2 % berat tubuh. Konsentrasi klorofil - a dari tiap jenis fitoplankton berbeda-beda. Konsentrasi klorofil - a berbanding lurus dengan biomassa fitoplankton (Herawati,2008).

#### **E. DO (Dissolved Oxygen)**

Menurut Prasetyaningtyas et al, (2012), oksigen terlarut merupakan salah satu unsur utama yang penting yaitu sebagai regulator pada proses metabolisme tumbuhan dan hewan air terutama untuk proses respirasi. Sedangkan menurut Arifin (2009), oksigen terlarut menggambarkan kandungan oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi udara dan fotosintesis. Sedangkan menurut Effendi (2003) kadar oksigen yang terlarut di perairan alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, dan turbelensi air dan tekanan atmosfer. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian (diurnal) dan musiman tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, aktifitas fotosintesis, respirasi dan limbah (effluents) yang masuk ke badan air. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai anaerob.

## **F. pH air (Derajat Keasaman)**

Nilai pH suatu perairan menunjukkan nilai logaritma negatif dari aktivitas ion-ion hidrogen yang terdapat dalam suatu cairan, dan merupakan indikator baik buruknya lingkungan perairan. Organisme air memiliki kemampuan yang berbeda dalam mentolerir pH perairan. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa factor antara lain aktivitas biologi, fotosintesis, suhu, kandungan oksigen, kation, dan anion serta batas toleransi organisme akuatik terhadap derajat keasaman bervariasi bergantung pada suhu air, oksigen terlarut serta stadia organisme tersebut (Pescod, 1973).

Menurut Nybakken (1988) pH merupakan gambaran jumlah atau lebih tepatnya aktifitas hydrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan beberapa asam atau basa suatu perairan. Pada lingkungan laut pH relatif lebih stabil dan berada pada kisaran 7.5 – 8.4. Sedangkan menurut Odum (1971) pH perairan cocok untuk pertumbuhan organisme air antara 6 – 9.

## **G. Kecerahan**

**Kecerahan merupakan gambaran kedalaman air yang dapat ditembus oleh cahaya dan umumnya tampak secara kasat mata. Kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan pada suatu perairan sangat erat kaitannya dengan proses fotosintesa yang terjadi di perairan secara alami.**

Transmisi cahaya (kecerahan perairan) merupakan suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Transmisi cahaya dianggap penting karena pada perairan alami berkaitan dengan aktifitas fotosintesis fitoplankton ( Parson *et al.*,1984).

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2001) bagi biota air, cahaya yang mempunyai pengaruh terbesar secara tidak langsung, yakni sebagai sumber energy untuk proses fotosintesis tumbuh – tumbuhan yang menjadi tumpuan hidup, sebagai sumber makanan. Dengan mengetahui kecerahan suatu perairan, kita dapat mengetahui sampai dimana masih ada kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air, lapisan-lapisan manakah yang paling keruh, yang agak keruh dan yang paling keruh (Kordi dan Andi, 2007). Faktor kecerahan ini berhubungan dengan penetrasi cahaya. Kecerahan perairan tinggi, berarti penetrasi cahaya yang tinggi dan ideal untuk memicu produktivitas perairan yang tinggi pula (Dedi, 2009).

## **H. Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor pembatas terhadap ikan-ikan atau biota akuatik. Suhu dapat mengendalikan fungsi fisiologis organisme dan berperan secara langsung atau tidak langsung bersama dengan komponen kualitas air lainnya mempengaruhi kualitas akuatik. Temperatur air mengendalikan *spawning* dan *hatching*, mengendalikan aktivitas, memacu atau menghambat pertumbuhan dan perkembangan, menyebabkan air menjadi panas atau dingin sekali secara mendadak. Temperatur air juga mempengaruhi berbagai macam reaksi fisika dan kimiawi di dalam lingkungan akuatik (Souisa, 2009).

Menurut Nontji (1984) secara langsung, reaksi enzimatik yang berperan dalam proses fotosintesis dikendalikan oleh suhu. Tingkat percepatan proses dalam sel akan meningkat sejalan dengan meningkatnya suhu sampai mencapai batas tertentu antara selang  $25^{\circ} - 40^{\circ} \text{C}$  dan peningkatan suhu terbesar  $10^{\circ} \text{C}$  akan meningkatkan laju fotosintesis maksimal dua kali. Pengaruh suhu tidak langsung pada kehidupan di laut ketika suhu mempengaruhi daya larut gas  $\text{CO}_2$  dalam air laut. Daya larut  $\text{CO}_2$  dalam air laut berkurang jika suhu air laut naik dan sebaliknya. Suhu juga sebagai penentu struktur hidrologis perairan dalam kerapatan air (*water density*). Semakin dalam perairan, suhu semakin rendah dan kerapatan meningkat sehingga laju fitoplankton berkurang (Raymond, 1963).

## I. Amonia

Menurut Effendi (2013) amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Ion ammonium merupakan bentuk transisi dari amonia. Selain terdapat dalam bentuk gas, amonia membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia, serta industri bubur kertas dan kertas. Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total ( $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Amonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat terionisasi.

Sedangkan menurut Jenie (1993) konsentrasi amonia yang tinggi pada permukaan air menyebabkan kematian ikan pada perairan tersebut. Nilai pH sangat mempengaruhi apa jumlah amonia yang ada akan bersifat racun atau tidak. Pada kondisi pH rendah akan beracun bila jumlah amonia banyak,

sedangkan pada pH tinggi hanya dengan jumlah amonia yang rendah sudah bersifat racun.

## **J. Fosfat**

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Dugan, 1972). Fosfor merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga akuatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan.

Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme air.

Keberadaan senyawa fosfat dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Bila kadar fosfat dalam air rendah ( $< 0,01$  mg P/L), pertumbuhan ganggang akan terhalang, keadaan ini dinamakan oligotrop. Sebaliknya bila kadar fosfat dalam air tinggi, pertumbuhan tanaman dan ganggang tidak terbatas lagi (keadaan eutrop), sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut air. Hal ini tentu sangat berbahaya bagi kelestarian ekosistem perairan (Alaerts, 1984).

Berdasarkan kadar fosfor total, perairan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu: perairan dengan tingkat kesuburan rendah, yang memiliki kadar fosfat total berkisar antara  $0 - 0,02$  mg/L; perairan dengan tingkat kesuburan sedang, yang memiliki kadar fosfat total  $0,021 - 0,05$  mg/L; dan perairan dengan

tingkat kesuburan tinggi, yang memiliki kadar fosfat total 0,051 – 0,1 mg/L (Yoshimura & Liaw, 1969).

## **K. BOD**

BOD adalah analisis empiris yang mencoba mendekati secara global proses mikrobiologis yang benar – benar terjadi dalam air. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan dan untuk mendesain sistem pengolahan secara biologi. BOD sebagai ukuran jumlah oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik yang terkandung dalam perairan (Anita, 2005).

Tinggi rendahnya pencemaran pada suatu perairan sangat mempengaruhi kadar oksigen pada saat pemecahan bahan organik. Jika BOD antara 0 – 10 maka tingkat pencemarannya rendah. BOD antara 10 – 20 maka tingkat pencemarannya sedang, dan jika BOD 25 maka tingkat pencemarannya tinggi. Kelimpahan di suatu perairan bergantung pada pencemaran yang terjadi oleh zat organik, selama proses oksidasi bakteri menghabiskan oksigen terlarut dan mengakibatkan ikan mati (Wirosurjono, 1974).

BOD mempunyai peranan penting dalam perairan, yaitu sebagai parameter penentuan kualitas suatu perairan, tercemar atau tidak perairan tersebut.

Selain itu, kandungan BOD dalam air dapat membantu mikroorganisme dalam mengurai bahan – bahan organik di perairan. Selain itu, oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik (Salmin, 2005).

Semakin banyak bahan organik dalam air, maka semakin besar BODnya sedangkan DO akan semakin rendah. Air yang bersih adalah jika tingkat DONya tinggi, sedangkan BOD dan zat padat terlarutnya rendah. Apabila kadar oksigen terlarut berkurang mengakibatkan hewan-hewan yang menempati perairan tersebut akan mati. Jika kadar BOD meningkat menyebabkan perairan menjadi tercemar (Zulkifli, 2009).

#### **L. Spektrofotometer**

Spektrofotometri adalah suatu metode analisis yang berdasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang yang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dan detektor vakum atau tabung foton hampa. Alat yang digunakan adalah spektrofotometer, yaitu suatu alat yang digunakan untuk menentukan suatu senyawa baik secara kuantitatif maupun kualitatif dengan mengukur transmittan ataupun absorban dari suatu cuplikan sebagai fungsi dari konsentrasi. Pada titrasi spektrofotometri, sinar yang digunakan merupakan satu berkas yang panjangnya tidak berbeda banyak antara satu dengan yang lainnya, sedangkan dalam kalorimetri perbedaan panjang gelombang dapat lebih besar. Dalam hubungan ini dapat disebut juga spektrofotometri adsorpsi atomik (Harjadi, 1990).

Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Kelebihan spektrometer dibandingkan fotometer adalah panjang gelombang dari sinar putih dapat lebih terseleksi dan

ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, grating, atau celah optis. Pada fotometer filter dari berbagai warna yang mempunyai spesifikasi melewati trayek panjang gelombang tertentu. Pada fotometer filter tidak mungkin diperoleh panjang gelombang yang benar-benar monokromatis, melainkan suatu trayek panjang gelombang 30-40 nm. Sedangkan pada spektrofotometer, panjang gelombang yang benar-benar terseleksi dapat diperoleh dengan bantuan alat pengurai cahaya seperti prisma. Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum tampak yang kontiniu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembandingan (Khopkar, 2002).

#### **M. Spektrofotometer UV VIS**

Spektrofotometri adalah sebuah metode analisis untuk mengukur konsentrasi suatu senyawa berdasarkan kemampuan senyawa tersebut mengabsorpsi berkas sinar atau cahaya. Spektrofotometri adalah alat yang terdiri dari spektrofotometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sementara fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Istilah spektrofotometri berhubungan dengan pengukuran energi radiasi yang diserap oleh suatu sistem sebagai fungsi panjang gelombang dari radiasi maupun pengukuran panjang absorpsi terisolasi pada suatu panjang gelombang tertentu (Underwood, 1988). Secara umum spektrofotometri dibedakan menjadi empat macam, yaitu :

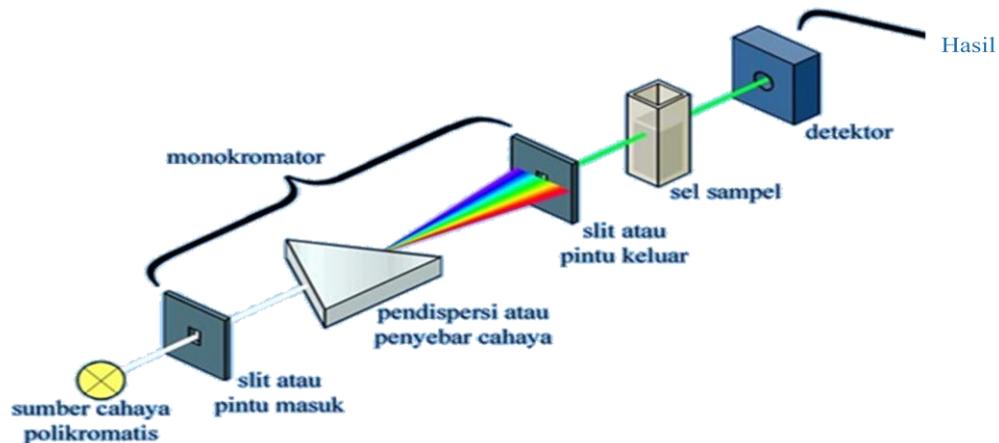
- a) Spektrofotometer ultraviolet
- b) Spektrofotometer sinar tampak
- c) Spektrofotometer infra merah
- d) Spektrofotometer serapan atom

Spektrum elektromagnetik terdiri dari urutan gelombang dengan sifat-sifat yang berbeda. Kawasan gelombang penting di dalam penelitian biokimia adalah ultra lembayung (UV, 180-350 nm) dan tampak (VIS, 350-800 nm). Cahaya di dalam kawasan ini mempunyai energi yang cukup untuk mengeluarkan elektron valensi di dalam molekul tersebut (Harjadi, 1990).

Penyerapan sinar UV-Vis dibatasi pada sejumlah gugus fungsional atau gugus kromofor yang mengandung elektron valensi dengan tingkat eksitasi rendah. Tiga jenis elektron yang terlibat adalah sigma, phi, dan elektron bebas. Kromofor-kromofor organik seperti karbonil, alkena, azo, nitrat, dan karboksil mampu menyerap sinar ultraviolet dan sinar tampak. Panjang gelombang maksimumnya dapat berubah sesuai dengan pelarut yang digunakan. Auksokrom adalah gugus fungsional yang mempunyai elektron bebas seperti hidroksil, metoksi, dan amina. Terkaitnya gugus kromofor akan mengakibatkan pergeseran pita absorpsi menuju ke panjang gelombang yang lebih besar dan disertai dengan peningkatan intensitas. Ketika cahaya melewati suatu larutan biomolekul, terjadi dua kemungkinan. Kemungkinan pertama adalah cahaya ditangkap dan kemungkinan kedua adalah cahaya discattering. Bila energi dari cahaya (foton) harus sesuai dengan perbedaan

energi dasar dan energi eksitasi dari molekul tersebut. Proses inilah yang menjadi dasar pengukuran absorbansi dalam spektrofotometer (Sutopo, 2006).

Berikut gambar cara kerja spektrofotometer seperti pada Gambar 2:



**Gambar 2.** Cara kerja spektrofotometer.

Cara kerja spektrofotometer dimulai dengan dihasilkannya cahaya monokromatik dari sumber sinar. Cahaya tersebut kemudian menuju ke kuvet (tempat sampel/sel). Banyaknya cahaya yang diteruskan maupun yang diserap oleh larutan akan dibaca oleh detektor yang kemudian menyampaikan ke layar pembaca (Sastrohamidjojo, 1992).

Hasil pengukuran yang baik dari suatu parameter kuantitas kimia, dapat dilihat berdasarkan tingkat presisi dan akurasi yang dihasilkan. Akurasi menunjukkan kedekatan nilai hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Untuk menentukan tingkat akurasi perlu diketahui nilai sebenarnya dari parameter yang diukur dan kemudian dapat diketahui seberapa besar tingkat akurasinya. Presisi menunjukkan tingkat reliabilitas dari data yang diperoleh. Hal ini dapat dilihat dari standar deviasi yang diperoleh dari pengukuran,

presisi yang baik akan memberikan standar deviasi yang kecil dan bias yang rendah. Jika diinginkan hasil pengukuran yang valid, maka perlu dilakukan pengulangan, misalnya dalam penentuan nilai konsentrasi suatu zat dalam larutan dilakukan pengulangan sebanyak  $n$  kali.

Ilmu yang mempelajari interaksi radiasi dengan materi sedangkan spektrofotometri adalah pengukuran kuantitatif dari intensitas radiasi elektromagnetik pada satu atau lebih panjang gelombang dengan suatu transduser (detektor). Spektrofotometri adalah analisis kuantitatif yang paling sering digunakan karena mempunyai sensitivitas yang baik yaitu  $10^{-4}$  sampai  $10^{-6}$ . Analisis jenis ini juga relatif selektif dan spesifik, ketepatannya cukup tinggi, relatif sederhana, dan murah ( Mathias, 2005 ).

Spektrofotometri adalah metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Peralatan yang digunakan dalam spektrofotometri disebut spektrofotometer. Cahaya yang dimaksud dapat berupa cahaya visibel, UV dan inframerah, sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul namun yang lebih berperan adalah elektron valensi ( Sutopo, 2006 ).

Interaksi materi dengan cahaya atau radiasi elektromagnetik, radiasi elektromagnetik kemungkinan dihamburkan, diabsorpsi atau dihamburkan sehingga dikenal adanya spektroskopi hamburan, spektroskopi absorpsi ataupun spektroskopi emisi. Interaksi antara materi dengan cahaya disini

adalah terjadi penyerapan cahaya, baik cahaya UV-VIS maupun IR oleh materi sehingga spektrofotometri disebut juga sebagai spektroskopi absorpsi (Eka, 2007).

## **N. Validasi Metode**

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan di laboratorium. Validasi metode digunakan untuk pembuktian apakah suatu metode pengujian sesuai untuk maksud atau tujuan tertentu dan untuk jaminan mutu hasil uji yang dievaluasi secara objektif. Hasil dari validasi metode dapat digunakan untuk menilai kualitas, tingkat kepercayaan (*reliability*), dan konsistensi hasil analisis, itu semua menjadi bagian dari praktek analisis yang baik (Huber, 2001). Parameter yang digunakan adalah sebagai berikut :

### **1. Linearitas**

Linearitas adalah kemampuan metode analisis memberikan respon proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Linearitas dapat diukur dengan melakukan pengukuran dengan konsentrasi yang berbeda – beda. Uji linearitas dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi larutan standar, dari kurva kalibrasi diperoleh persamaan garis lurus atau regresi dan koefisien korelasi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara korelasi larutan standar dengan nilai absorbansi yang dihasilkan.

## 2. Kecermatan (Akurasi)

Akurasi adalah suatu kedekatan kesesuaian antara hasil suatu pengukuran dan nilai benar dari kuantitas yang diukur atau suatu pengukuran posisi yaitu seberapa dekat hasil pengukuran dengan nilai benar yang diperkirakan. Nilai benar dapat diperoleh dengan cara membandingkan hasil metode dengan metode referensi yang sudah ditetapkan. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan.

Persen perolehan kembali dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\% \text{perolehan kembali} = \frac{(C_F - C_A)}{C_A^*} \times 100\%$$

Keterangan :

- $C_F$  : Konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran.
- $C_A$  : Konsentrasi sampel sebenarnya.
- $C_A^*$  : Konsentrasi analit yang ditambahkan.

(AOAC, 1993).

## 3. Presisi

Presisi merupakan ukuran derajat keterulangan dari metode analisis yang memberikan hasil yang sama pada beberapa perulangan. Presisi menggambarkan kedekatan kesapakan (derajat penyebaran) antara serangkaian pengukuran yang diperoleh dari beberapa pengujian sampel, untuk mengevaluasi ketelitian dari data analisis adalah dengan menghitung simpangan baku (EMEA, 1995).

Metode dengan presisi yang baik ditunjukkan dengan simpangan baku relative (RSD) < 5%. Simpangan baku (SD) dan simpangan baku relative (RSD) dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$SD = \sqrt{\frac{(\sum(x - \bar{x})^2)}{n - 1}}$$

Keterangan :

SD : Standar Deviasi (simpangan baku)  
 x : Konsentrasi hasil analisis  
 n : Jumlah pengulangan analisis  
 $\bar{x}$  : Konsentrasi rata-rata hasil analisis

Untuk mengukur ketelitian adalah dengan menghitung nilai simpangan baku relatif (RSD). Nilai RSD ini merupakan nilai simpangan baku yang dinyatakan sebagai persentase dari rata-rata. RSD dapat dihitung dengan rumus :

$$RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

Keterangan :

RSD : Relatif standar deviasi  
 $\bar{x}$  : Konsentrasi rata-rata hasil analisis  
 SD : Standar deviasi

#### 4. Limit Deteksi

Limit deteksi adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan. Limit deteksi merupakan parameter tes kuantitatif untuk tingkat rendah senyawa dalam

matriks sampel, dan digunakan terutama untuk penentuan kotoran dan produk terdegradasi (EMEA, 1995). Limit deteksi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Q = k \times SD$$

Keterangan:

Q : LoD (limit deteksi)  
K : 3,3 untuk batas deteksi atau 10 untuk batas kuantifikasi  
SD : simpangan baku respon analitik dari blanko

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Januari 2017 – Maret 2017 di beberapa perairan Teluk Lampung antara lain yaitu pulau Pahawang, Kelagian, Ketapang, Condong dan Pasir Putih. Pengukuran sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Lampung dan Laboratorium Instrumen SMK-SMTI Bandar Lampung.

#### B. Alat dan Bahan

Adapun alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : botol winkler, botol reagen, *cooler box*, inkubator, gelas ukur 5 mL, *beaker glass* 1L, *beaker glass* 500 mL, labu ukur 500mL, *beaker glass* 250mL, labu ukur 100 mL, labu ukur 250mL, batang pengaduk, corong kaca, erlenmeyer 250 mL, *beaker glass* 250 mL, pipet tetes, neraca analitik, kulkas, tabung sentrifuge + rak tabung, sentrifuge, pHmeter, DO meter, lempeng seichi, dan spektrofotometer UV VIS.

Sedangkan bahan – bahan yang digunakan antara lain yaitu : sampel air laut, aseton, reagen nessler, kalium antimonil tartrat, ammonium molibdat, larutan

induk fosfat, larutan induk amonia, asam askorbat,  $MgCO_3$ , akuades, kertas saring whatmann 42, tisu, alumunium, dan kertas karbon.

## C. Prosedur Penelitian

### 1. Penentuan Lokasi Sampling

Sampel diambil dari Tarahan, Lampung Selatan sampai Desa Tegal Arum, Pesawaran. Mengacu pada Hutagalung (1997), dimana penentuan titik sampling pengambilan sampel ditentukan berdasarkan salinitas yang berbeda-beda, dengan metode purposive sampling yaitu, metode pengambilan sampel dengan menentukan titik pengambilan sampel sesuai dengan daerah yang mewakili lokasi penelitian. Lokasi yang dipilih mulai dari laut aliran limbah perusahaan sampai pemukiman penduduk.

### 2. Persiapan Sampling

Persiapan sampling dilakukan dengan menyiapkan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk pengukuran kualitas air secara *in situ* dan pengambilan sampel air untuk dianalisis di laboratorium.

### 3. Pengambilan Contoh Air

Pengambilan contoh air secara manual dengan memberikan pemberat pada derigen 5 L pada kedalaman 2 – 3 meter. Lalu dilapisi dengan kertas karbon agar kedap cahaya. Kemudian dimasukkan ke dalam *cooler box* agar sampel tidak rusak.

#### **4. Pengukuran Beberapa Parameter Kualitas Air**

Beberapa pengukuran yang akan dilakukan antara lain adalah sebagai berikut :

##### **A. Parameter Fisik**

###### **1. Suhu**

Suhu air diukur dengan thermometer air raksa yang dimasukkan ke dalam air. Setelah itu akan ditampilkan pada skala termometer tersebut. Pengukuran ini dilakukan di lapangan (in situ).

###### **2. Kecerahan**

Kecerahan diukur dengan memasukan keeping sechi diturunkan pelan-pelan hingga batas pertama kali tidak tampak, ditandai secchi disc dengan karet gelang dan diukur panjang tali serta dicatat sebagai  $D_1$ . Keping disk diturunkan lebih dalam lagi hingga benar-benar tidak tampak. Kemudian ditarik pelan-pelan hingga hingga pertama kali tampak, ditandai tali keeping disk dengan karet gelang dengan dan diukur panjang tali dan dicatat sebagai  $D_2$  dan diukur panjang tali yang masuk kedalam air laut tersebut. Lalu dihitung rata – rata pengukurannya. Pengukuran dilakukan di lapangan (in situ).

###### **3. pH (Derajat Keasaman)**

Pengukuran pH dengan menggunakan pH meter dengan cara mengambil sebanyak 1 L air laut dilakukan di lapangan. Lalu dicelupkan alat pH meter portable ke dalam sampel yang telah diambil.

Setelah itu angka yang muncul dan sudah konstan atau drifting pada layar pH meter hilang. Sebelum pengukuran di tiap titik sampling pH meter dibilas dengan aquadest.

## **B. Parameter Kimia**

### **1. Fosfat**

Dipipet 50 mL sampel dimasukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2,5 M sampai warna hilang. Setelah itu ditambahkan 8 mL larutan campuran kemudian dihomogenkan. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer UV-Vis, lalu dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10-30 menit.

### **2. DO (*Dissolved Oxygen*)**

DO (*dissolved oxygen*) diukur dengan menggunakan metode elektroda kimia. Pengukuran dengan cara memasukkan probe ke dalam sampel air. Setelah itu akan terbaca potensi listrik larutan tersebut dan akan terbaca dalam layar DO meter.

### **3. Klorofil**

Sampel diambil 100 mL lalu ditambahkan 1 mL larutan  $\text{MgCO}_3$  disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatmann 42*, disimpan

di dalam lemari es dan pada kedap cahaya, didiamkan selama 24 jam. Lalu dimasukkan beserta kertas saringnya kedalam tabung sentrifuse ditambah 7 mL larutan aseton. Selanjutnya disentrifuse dengan kecepatan 2500 rpm selama 30 menit, diukur absorban klorofil-a dengan spektrofotometer UV VIS pada  $\lambda = 664, 647, 630,$  dan 750 nm.

#### **4. Amonia**

Sampel disaring dengan kertas saring *whatmann* no. 40 ke dalam *beaker glass* untuk menghilangkan kotoran yang terdapat dalam air laut. Dipipet sebanyak 25 mL larutan sampel, ditambahkan 2 mL larutan kalium natrium tartarat. Kemudian ditambahkan 2 mL larutan Nessler ke dalam tabung reaksi, dikocok dan dibiarkan selama 10 menit. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 420 nm.

#### **5. BOD**

##### **a. BOD<sub>0</sub>**

Pengukuran kadar BOD<sub>0</sub> dilakukan dengan DO meter. Sampel dengan pengenceran 100x dimasukkan kedalam botol winkler 300mL, hingga meluap dan ditutup. Lalu sampel dituang kedalam *beaker glass*. Setelah itu diukur dengan DO meter dan dicatat hasilnya.

**b. BOD<sub>5</sub>**

Perlakuan sama seperti pada BOD<sub>0</sub>. Kemudian botol *winkler* dilapisi kertas karbon dan disimpan dalam keadaan gelap selama 5 hari pada suhu 20°C. Setelah 5 hari barulah diukur dengan DO meter.

**C. Validasi Metode****1. Linieritas**

Linieritas dapat diukur dengan melakukan pengukuran tunggal pada konsentrasi yang berbeda-beda yaitu, 0,0 mg/L; 0,2 mg/L; 0,4 mg/L; 0,8 mg/L; dan 1,0 mg/L. Data yang diperoleh selanjutnya diolah untuk mendapatkan nilai slope, intersep, dan koefisien korelasinya.

**2. Limit Deteksi**

Batas deteksi ditentukan dengan mengukur respon blanko sebanyak 6 kali dan dihitung simpangan baku respon blanko.

**3. Presisi**

Presisi dilakukan dengan mengukur konsentrasi sampel dengan 4 kali pengulangan. Nilai absorbansi yang diperoleh kemudian ditentukan nilai konsentrasi (persamaan regresi larutan standar), lalu nilai simpangan baku (SD) dan simpangan baku relatif (RSD) dapat ditentukan. Metode dengan presisi yang baik yaitu dengan perolehan simpangan baku relatif (RSD) < 5 % (Christian, 1994).

#### 4. Akurasi

Kecermatan dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (recovery) analit yang ditambahkan. Pada penelitian ini, persen perolehan kembali ditentukan dengan cara menambahkan larutan standar pada larutan sampel untuk ditentukan absorbansinya.

Recovery dengan teknik spike, setelah sampel dianalisis dan diperoleh hasil (C1), larutan standar 0,0 mg/L ; 0,2 mg/L ; 0,4 mg/L ; 0,8 mg/L, dan 1,0 mg/L ditambahkan masing-masing ke dalam sampel (C2), lalu dilakukan pengujian dan diperoleh hasil (C3). Analit yang diperoleh kembali (C3-C1), dari banyaknya yang ditambahkan (C2). Sehingga, nilai perolehan kembali (%) dapat dihitung.

## V. KESIMPULAN

### A. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan nilai klorofil – a pada titik sampel masing – masing A, B, C, D, dan E adalah sebesar  $0,54 \text{ mg/m}^3$ ,  $2,04 \text{ mg/m}^3$ ,  $2,28 \text{ mg/m}^3$ ,  $3,27 \text{ mg/m}^3$ ,  $4,16 \text{ mg/m}^3$ .
2. Konsentrasi klorofil - a masih dikategorikan baik namun yang terendah pada Pasir Putih yaitu  $0,5 \text{ mg/m}^3$ . Sedangkan tertinggi di Pahawang yaitu  $4,16 \text{ mg/m}^3$ .
3. Kawasan Industri dan Penduduk mempengaruhi kelayakan suatu perairan dilokasi tersebut sebab limbah pembuangan mempengaruhi indikator air laut.
4. Tinggi dan rendahnya konsentrasi klorofil – a dipengaruhi oleh parameter fisika maupun kimia pada perairan Teluk Lampung yang telah didasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut.
5. Analisis pada sampel air laut dapat dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer UV VIS karena dari hasil yang didapat menunjukkan validasi yang baik.

## **B. SARAN**

Sebaiknya pengukuran klorofil – a dalam pengambilan sampel dilakukan dalam 1 hari dengan waktu yang berbeda selama  $\pm$  3 bulan dengan selang waktu 2 minggu sekali demi mendapatkan pengukuran yang maksimal sebab arus mempengaruhi perairan. Perlu adanya standart klorofil sebagai pembanding. Pengukuran uji kimia dilakukan secepat mungkin sesaat sampel di ambil agar tidak merusak sample dan mengurangi kandungan yang terdapat pada air laut. Sebab air laut sangat rentan terhadap cahaya. Diharapkan dari pemerintah dan masyarakat sekitar mulai mengelola secara bijak supaya mengurangi tingkat pencemaran yang telah terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. and S.S. Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Anita, A. 2005. *Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform pada Air Limbah, Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk*. Jurnal Kesehatan Lingkungan. 2(1): 97 – 110.
- AOAC. 1993. *Peer Verified Methods Program, Manual on Policies and Procedures*. Arlington. VA.
- Arifin, R. 2009. *Distribusi Spasial dan Temporal Bimassa Fitoplankton (klorofil – a) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur*. Skripsi. IPB. Bogor.  
<http://repository.ipb.ac.id/ridwanarifin.pdf> (diakses 10 September 2016).
- Astjario, Prijantono – P3GL. 2011. *Selam di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral – PPPGL. Bandung.
- Bakosuktarnal. 1992. *Peta Lingkungan Laut Nasional*. Bakosurtanal dan Dishidroksial. Jakarta.
- Canter LW, Hill LG. 1979. *Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment*. Michigan: Ann Arbor Science Publisher Inc. hlm 75- 102.
- Christian D, Gary. 1994. *Analytical Chemistry*. John Wiley and Sons inc. New York.
- Dahuri, R. J. Rais., S.P. Ginting., M. J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT. Pramadya Paramita. Jakarta.
- Dedi. 2009. *Salinitas Air Laut*. <http://dedi.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 22 Oktober 2016 pukul 10.30 WIB.

- Dugan, P.R. 1972. *Biochemical Ecology of Water Pollution Control*. 2<sup>nd</sup> edition. McGraw-Hill, Inc., New York. Pp 400.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Eka. 2007. *Metode Analisa Kimia-Spektrofotometri*. Gramedia: Jakarta.
- EMA. 1995. *The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. ICH Topic Q 2 B. Validation of Analytical Procedures : Methodology*. Diakses pada tanggal 18 Mei 2017 pukul 18.40 WIB. [http://pharmacontract.ch/support/pdf\\_support/Q2a.pdf](http://pharmacontract.ch/support/pdf_support/Q2a.pdf).
- Goldman, C.R. dan A.J.Horne. 1983. *Lymnology*. Mc. Graw Hill International Book Company. Tokyo.
- Handersson Seller and Marland. 1987. *Nutrient Limitation of Phytoplankton Growth in Brack, Fish Coastal Ponds*. Canadian Journal Fish Aquatic Science.9 : 473- 476.
- Harjadi, W. 1990. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. PT Gramedia. Jakarta.
- Harmita. 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. I, No. 3, Desember 2004.
- Hatta. 2002. *Analisis Hubungan Parameter Fisika – Kimia dan Klorofil – a dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Pantai Kabupaten Luwu*. Skripsi. IPB. Bogor.
- Herawati, V.E. 2008. *Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap sebagai Lahan Budidaya Kerang Totok (Polymesoda erosa) ditinjau dari Aspek Produktivitas Primer Menggunakan Penginderaan Jauh*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Huber, L. 2001. *Vallidation of Analytical Methods*. Diakses pada tanggal 16 Mei 2017 pukul 20.15 WIB. [www.labcompliance.com](http://www.labcompliance.com).
- Hutagalung, Horas P, Deddy Setiapermana, dan Hadi Riyono. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Jenie, B. S. L. and W. P. Rahayu. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Kanisius. Yogyakarta. 180 Halaman.

- Jin D, Waliser DE, Jones C. *Murtugudde R. 2013. Modulation of tropical ocean surface chlorophyll by the Madden – Julian Oscillation*. *Clim. Dyn.* 40(1): 39 – 58.
- Jones C, Waliser DE, Gautier C. 1998. *The influence of the Madden – Julian Oscillation on Ocean Surface Heat Fluxes and Sea Surface Temperature*. *J. Climate*, 11: 1057-1072
- Khopkar, S.M., 2002. Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. Jakarta.
- KMNLH. 2004. *Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan*. Kantor Menteri Negara Kependudukan Lingkungan Hidup. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Kep-51/MNLH/2004. Sekretariat Negara. Jakarta
- Kordi dan Andi. 2007. *Telaah Kualitas Air*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Makmur. 2012. *Efektivitas Kebijakan Kelembagaan Pengawasan*. PT. Refika Aditama. Bandung.
- Mathias, A. 2005. *Spektrofotometri*. Exacta: Solo.
- Mujito, M. Husen. et al., 1997. *Evaluasi Penginderaan Jauh untuk Studi Dasar Lingkungan Wilayah Kerja UNOCAL Indonesia Company Kalimantan Timur*. Bidang Litbangtek Eksplorasi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi. LEMIGAS: Jakarta.
- Nababan, C. 2009. *Analisis Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Padi – Padi di Kecamatan Tiga Binaga Kabupaten Karo*, USU Press: Medan
- Nontji. 1984. *Laut Nusantara*. Jambatan. Yogyakarta.
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis*. Cetakan Kedua. Diterjemahkan oleh H.M Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo. PT. Gramedia. Jakarta.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamental of Ecology Third Edition*. Philadelphia and London W. B. Saunders Coompany.
- Parsons, T. R., M. Takahashi., dan B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Pergamon Press. 3<sup>rd</sup> Edition. New York – Toronto. Vol 277, Number 1.

- Pescod, M.B. 1973. *Investigation of rational effluent and stream standard for tropical countries. Enviromental Engineering Division. Asian Institute Technology Bangkok. Bangkok. 145p.*
- Prasetyaningtyas T., Priyono B., dan Agung T. 2012. *Kenanekaragaman Plankton di Periran Tambak Ikan Bandeng di Tapak Tugurejo, Semarang. Jurnal UNS. Semarang. <http://repository.uns.ac.id.tia.pdf> (diakses pada 20 Oktober 2016).*
- Prajitno.2009. *Biologi Laut.*Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ramage CS., 1968. *Role Of A Tropical 'Maritime Continent' In The Atmospheric Circulation, Monthly Weathera Review* 96, 365-369.
- Raymond, J. E. G. 1963. *Plankton and Productivity in the Ocean.* Pegamon Press. The Mc. Milland Co. New York.
- Rifardi. 2012. *Ekologi Sedimen Laut Modern (Edisi Revisi).* Badan Penerbit Universitas Riau. UNRI Press Pekanbaru, 167 Halaman.
- Romimohtarto, K., dan Juwana, S. 2001. *Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut.*Djambatan. Jakarta.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseama. Vol XXX. No. 3. Hal 21 – 26.*
- Sastrohamidjojo, H. 1992. *Spektroskopi Inframerah.* Liberty Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sinurat. G. 2009. *Studi Tentang Nilai Produktivitas Primer di Pengururan Perairan Danau Toba .[Skripsi].*USU. Medan.
- Souisa. 2009. *Pengaruh Faktor Fisik Terhadap Lingkungan Perairan dan Kehidupan Organisme.*<http://souisa.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 22 Oktober 2016 pukul 10.35 WIB.
- Sutopo. 2006. *Kimia Analisa.* Exacta: Solo.
- Underwood, et al. 1998. *Analisis Kimia Kuantitatif.* Erlangga. Jakarta.
- Wahyono. 2002. *Orientasi Pasar dan Inovasi : Pengaruh Terhadap Kinerja Pemasaran.* Indonesian Journal of Marketing Science. Mei.

Wirosurjono, S. 1974. *Masalah – Masalah yang dihadapi dalam Penyusunan Kriteria Kualitas Air Guna Berbagai Peruntukan. PPMKL – DKI Jaya, Seminar Pengelolaan Sumber Daya Air., eds. Lembaga Ekologi UNPAD. Bandung, 27 – 29 Maret, hal 9 – 15.*

Yoshimura M, and Liaw WJ. 1969. *Primary afferent-evoked glycine- and GABA-mediated IPSPs in substantia gelatinosa neurones in the rat spinal cord in vitro. Journal of Physiology.*;482:29–38

Zhang, C. 2005. *Madden- Julian Oscillation. Rev. Geophys* 43: 1 – 36.

Zulkifli, H. 2009. *Status Kualitas Sungai Musi Bagian Hilir Ditinjau dari Komunitas Fitoplankton. Berkala Penelitian Hayati.* 15 (1): 5 -9.