

**PENENTUAN KADAR AMONIA DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG
DENGAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

(Skripsi)

Oleh

SUPARNO



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

DETERMINING OF AMMONIA DOSAGE IN TELUK LAMPUNG OCEAN USING SPECTROFOTOMETRY UV-VIS

By

Suparno

This study was determined of ammonia dosage in Teluk Lampung ocean using spectrophotometry UV-VIS. The method to do ammonia analyse is fenat method, while the technic to taking sea water sample using *stratified sampling* technic. Ammonia concentration from every spot that full of people (Bumi Waras), river estuary Way Kuala, port, village that full of people (Panjang), river estuary Way Kuripan, TPI Lempasing, Mutun, and Pahawang Island is 0,0791, 0,2228, 0,9399, ttd, ttd, 0,2380, 0,0564, dan 0,0662. Validation method linierity, presision, accurate, and limit detection. Linearity Test is 0,997 mean that the result can be accepted as equivalent in measure. Precision test at 4,9720 mean that the point is good enaught. Accuration test in rance 104,43 %, percent *recovery* mean that the point accuration is good. Limit detection in point 0,01709 mean threshold limit of measuring analit that still give a respond.

Keyword : spektrofotometry UV-Vis, ammonia, technic sampling, validation method

ABSTRAK

PENENTUAN KADAR AMONIA DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG DENGAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS

Oleh

Suparno

Pada penelitian ini telah dilakukan penentuan kadar amonia di perairan Teluk Lampung dengan spektrofotometer UV-Vis. Metode yang digunakan dalam analisis amonia adalah metode fenat. Sedangkan teknik dalam pengambilan sampel air laut menggunakan teknik *stratified sampling*. Konsentrasi amonia yang dihasilkan dari masing-masing titik pemukiman padat penduduk (Bumi Waras), muara sungai Way Kuala, Pelabuhan, Pemukiman padat penduduk (Panjang), muara sungai Way Kuripan, TPI Lempasing, Mutun, dan Pulau Pahawang adalah 0,0791, 0,2228, 0,9399, ttd, ttd, 0,2380, 0,0564, dan 0,0662. Validasi metode linieritas, presisi, akurasi, dan limit deteksi. Uji linieritas sebesar 0,997 menunjukkan bahwa hasil pengukuran dapat diterima sebagai pembandingan dalam pengukuran. Uji presisi pada kisaran 4,9720 menunjukkan nilai yang cukup baik. Uji akurasi dalam rentang 104,43 % sehingga persen *recovery* menunjukkan nilai akurasi yang baik. Limit deteksi bernilai 0,01709 menunjukkan ambang batas pengukuran analit yang masih memberikan respon.

Kata Kunci : spektrofotometer UV-Vis, amonia, teknik sampling, validasi metode

**Penentuan Kadar Amonia di Perairan Teluk Lampung dengan
Spektrofotometer UV-Vis**

Oleh

Suparno

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **Penentuan Kadar Amonia di Perairan Teluk Lampung dengan Spektrofotometer UV-Vis**

Nama Mahasiswa : **Suparno**

NPM : 0917011016

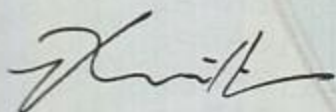
Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyetujui,

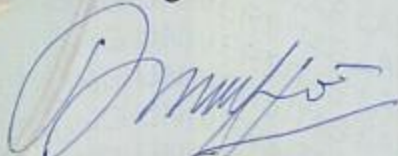
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Dr. Rinawati, M.Si.
NIP 19710414 200003 2 001

Pembimbing II



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

2. Ketua Jurusan Kimia

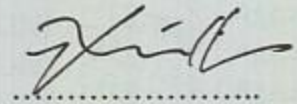


Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T.
NIP 19740705 20003 1 001

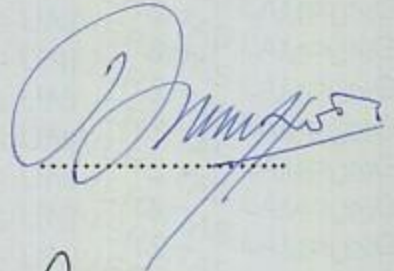
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

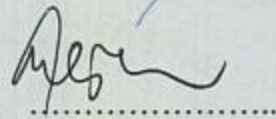
Ketua : **Dr. Rinawati, M.Si.**



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




Penguji
Bukan Pembimbing : **Drs. R. Supriyanto, M.Si.**



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Prof. Warsito, D.E.A., Ph.D.
NIP 19710212199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **28 November 2016**

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di pekon Paku Negara pada tanggal 25 Maret 1990, sebagai anak ketujuh dari tujuh bersaudara, dari Bapak Sadimin dan Ibu Suparmi. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri (SD) 04 Biha pada tahun 2003. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Pesisir Selatan dan selesai pada tahun 2006. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Pesisir Selatan dan lulus pada tahun 2009, dan penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2009 melalui jalur Penelusuran Kemampuan Akademik dan Bakat (BKAB).

Selama menempuh pendidikan di kampus, Penulis terdaftar menjadi kader muda Himpunan Mahasiswa Kimia (Himaki) tahun 2009/2010. Penulis juga aktif di lembaga kemahasiswaan jurusan tersebut pada tahun 2010/2011 dan 2011/2012. Penulis pernah menjadi asisten praktikum Kimia Dasar pada Tahun 2013 dan 2014, praktikum Kimia Analitik 1 pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melakukan praktek kerja lapangan di Laboratorium Biopolimer FMIPA Universitas Lampung. Penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Teba Jawa kecamatan Kedondong kabupaten Pesawaran.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah-Nya, dan sholawat serta salam selalu dijunjungkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan dan pemberi syafa'at di hari akhir.

Kupersembahkan sebuah karya dengan penuh cinta dan perjuangan sebagai rasa sayang dan baktiku kepada kedua orang tuaku yang selalu membimbing, menyayangi, dan mendoakanku. Semoga dapat mengobati rasa lelahnya dalam membesarkan dan mendidikku hingga akhir.

Dan terima kasih setulus hati kuucapkan kepada mamaku, mbakku, dan kakak iparku, seluruh keluarga dan para sahabatku yang senantiasa mengiringi langkahku dengan doa dan dukungan dalam menuntut ilmu.

Terima kasih teruntuk seseorang yang setia menemaniku, menyemangati dan memberi dukungan dalam memperjuangkan cita-cita. Semoga kita disatukan dalam indah-Nya Cinta.

Kepada segenap guru dan dosen, kuucapkan terima kasih tak terhingga untuk segala ilmu berharga yang diajarkan sebagai wawasan dan pengalaman.

Serta almamater tercinta yang selalu kubanggakan, yang turut mendewasakan sikap dan pikiranku.

Sebuah Renungan...

**“...ALLAH AKAN MENINGGIKAN ORANG-ORANG YANG BERIMAN
DIANTARAMU DAN ORANG-ORANG YANG DIBERI ILMU
PENGETAHUAN BEBERAPA DERAJAT...”
(Q.S, AL MUJAADILLAH; 1 1)**

**“MANFAATKAN LIMA PERKARA SEBELUM LIMA PERKARA, WAKTU
MUDAMU SEBELUM DATANG WAKTU TUAMU, WAKTU SEHATMU
SEBELUM DATANG WAKTU SAKIT, MASA KAYAMU SEBELUM
DATANG MASA KEFAKIRANMU, MASA LUANGMU SEBELUM DATANG
MASA SIBUKMU, HIDUPMU SEBELUM KEMATIANMU”
(H.R. AL HAKIM)**

**“SETIAP WAKTU ITU BERHARGA DAN SETIAP KESEMPATAN ADALAH
TANGGUNG JAWAB”
(PENULIS)**

SANWACANA

Alhamdulillah tsummal hamdulillah, segala puji hanya bagi Allah, *Rabb* semesta alam yang telah memberikan nikmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Penentuan Kadar Amonia di Perairan Teluk Lampung dengan Spektrofotometer UV-Vis**. Bacaan *Allahumma sholli wasallim wabaarik 'alaihi* semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang memberikan syafa'atnya kepada seluruh umatnya di dunia dan di akhirat, Aamiin.

Kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih setulus hati kepada :

1. Bapak Prof. Warsito, D.E.A.,Ph.D., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T., selaku ketua jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung;
3. Ibu Dr. Rinawati M.Si.,selaku pembimbing utama yang telah membimbing penulis dengan kesabaran, keikhlasan, memberikan banyak ilmu, saran, arahan, dan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga Allah membalasnya dengan kebaikan.

4. Bapak Diky Hidayat, M.Sc., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nasihat kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga Allah membalasnya dengan keberkahan.
5. Bapak Drs. R. Supriyanto, M.Si., selaku pembahas penulis, yang telah memberikan motivasi, arahan, nasehat, kritik, dan saran. Semoga Allah selalu memberikan rahmat kepadanya.
6. Bapak Dr. Hardoko Ikhsan Qudus M.S., selaku pembimbing akademik penulis yang telah banyak membantu dan memudahkan urusan dalam menyelesaikan skripsi penulis.
7. Bapak/Ibu Dosen jurusan Kimia yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama penulis kuliah.
8. *Sembah sungkem hatur kangge* Bapak Sadimin dan Ibu Suparmi sebagai kedua orang tua, yang telah membesarkan, merawat, dan mendidik penulis dengan segala cinta, kasih sayang, dan kesabaran yang tulus. Semoga Allah yang akan membalasnya.
9. Mamasku dan Mbakku Misran, Suparman, Parida Yanti, Suryani, Susi Karyati, Halim serta kakak-kakak ipar yang telah banyak memberi nasehat, motivasi, dukungan dan biaya selama penulis kuliah.
10. Ponakanku Haryati, Enggar, Galih, Ardi, Santo, Ana, Sugeng Barokah, Tomi, dan Mia yang telah memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman 2009 yang selama ini selalu memberi semangat dan dorongan : Sherly., S.Si, Luh Gede R., S.Si, Retno R., S.Si, Yahya Arianta., S.Si, Mardiyah., S.Si, Tiurma Nainggolan S.Si, Siska Dwi Ariani., S.Si, Koirul Umam., S.Si, Dwiyanto., S.Si, Juwita., S.Si, Dani Agus Setiawan., S.Si, Indah

RN Pramudita.,S.Si, Delphiana.,S.Si, Ramadya Tetha.,S.Si,. Fitri.,S.Si, Fatma Timur.,S.Si, Tyas Rosawinda Khoirunissa., S.Si, Miftahul Jannah., S.Si, Mersiana.,S.Si, Rinawati., S.Si, Neneng Suryani., S.Si, M. Fadli., S.Si, Delviana Br Sidabalok., S.Si, Aribowo Slamet Efendi.,S.Si, Lia Andriani, Nurjannah.,S.Si, R. Meta., S.Si, Ignatyus Sandi Ellen Prianda., S.Si, Purna Pirdaus.,S.Si.

12. Seluruh mahasiswa kimia angkatan 2008, 2010, 2012, dan 2013
13. Febri Puspita Sari, S.Pt yang selalu setia menemani, memberi semangat dan bantuan selama melaksanakan penelitian dan dalam pengerjaan skripsi penulis. Semoga kita dipertemukan dalam indahny Cinta (Love You Honey).
14. Sahabatku Bobby Tigor Hadlem Simamora, Izal, Jonathan, Mas Fauzi, Mas Paulus, Ahmad Renaldi Saputra, Rahmad Hidayat, Wahyu, Eko Saputra, Fathan Mubarak, Ignatyus Sandi Ellen Prianda, S.Si, Purna Firdaus, S.Si, Klara Yolanda, Andester Andik, Feri Andesfa, Diski Kolamarta, Nasiruddin S.Pd, Agus S.Pd, Joni Aprizal S.Pd dan temanku yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan selalu setia dalam keadaan susah dan senang (kangen w ma kalian Bro, wkwk).
15. Teman-teman Gerakan Mahasiswa Nasional Indonesia (GMNI) yang memberikan pengalaman yang tak ternilai harganya dan pentingnya organisasi (Merdeka....merdeka...merdeka)
16. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis memohon maaf kepada semua pihak apabila skripsi ini masih terdapat kesalahan dan kekeliruan, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat sebagaimana mestinya, Aamiin.

Bandar Lampung, November 2016

Penulis,

Suparno

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Gambaran Umum Teluk Lampung	4
2.2. Senyawa Nitrogen.....	8
2.2.1. Senyawa Nitrat (NO_3)	11
2.2.2. Senyawa Nitrit (NO_2^-)	13
2.2.3. Senyawa Amonia	14
a. Sifat Amonia.....	15
b. Keseimbangan Amonia dalam Air.....	16
c. Metode Analisis Amonia	17
2.3. Spektrofotometri Ultraviolet-Visibel (UV-Vis).....	18
2.3.1. Interaksi Cahaya dengan Materi	20
2.3.2. Absorpsi Cahaya	22
2.3.3. Hukum Lambert-Beer	22
2.4. Validasi Metode	27
III. BAHAN DAN METODE	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.2. Bahan dan Alat Penelitian.....	31`
3.3. Metode Penelitian	32
3.3.1. Tahap Persiapan.....	32
3.3.2. Penentuan Konsentrasi Amonia	34
3.3.3. Validasi Metode.....	35

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Teluk Lampung	37
4.2. Teknik Sampling	38
4.3. Penentuan Kadar Amonia.....	43
4.4. Metode Validasi	48
4.4.1 Linieritas	49
4.4.2. Presisi (ketelitian).....	50
4.4.3. Akurasi	51
4.2.4. Limit Deteksi.....	52

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran.....	54

DAFTAR PUSTAKA	56
----------------------	----

LAMPIRAN

1. Perhitungan kadar amonia	60
2. Contoh perhitungan menentukan konsentrasi amonia	61
3. Perhitungan mencari akurasi.....	61
4. Hasil pengukuran presisi.....	62
5. Hasil pengukuran limit deteksi	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat fisik amonia.....	15
2. Spektrum tampak dan warna-warna komplementer	22
3. Persentasi <i>recovery</i> yang dapat diterima sesuai dengan konsentrasi analit	28
4. Pengamatan visual sampel.....	42
5. Hasil pengukuran larutan standar	44
6. Konsentrasi amonia pada sampel air laut Teluk Lampung	45
7. Hasil pengukuran sampel air laut	50
8. Hasil analisis pengukuran sampel air laut	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Aktivitas rumah tangga atau domestik	5
2. Aktivitas pengangkutan Batubara di Teluk Lampung.....	7
3. Gerakan gelombang cahaya elektromagnetik.....	20
4. Spektrum elektromagnetik	21
5. Komponen-komponen spektrofotometer.....	24
6. Vandorn	39
7. Lokasi sampling (a) tempat pelelangan ikan, pelabuhan pertamina, pemukiman, serta muara sungai , (b) tempat wisata ..	41
8. Kurva larutan standar amonia.....	44
9. Konsentrasi amonia di perairan Teluk Lampung	45
10. Penggambaran lokasi sampling	63
11. Pencemaran Teluk Lampung dari pembuangan limbah	63
12. Kawasan pariwisata (belum tercemar)	64
13. Pengambilan sampel air laut di Teluk Lampung.....	64
14. Pembuatan larutan standar amonia.....	65
15. Pembuatan larutan natrium nitroprusida	65
16. Pembuatan larutan fenol	66
17. Pembuatan larutan natrium sitrat.....	66
18. Pembuatan larutan pengoksidasi	67
19. Pencampuran larutan sampel dengan pereaksinya	67

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teluk Lampung secara geografis terletak di kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Berbagai aktivitas pembangunan membuat Teluk Lampung menjadi kawasan industri seperti industri batubara, pembangkit tenaga listrik, pelabuhan niaga, dan kawasan pariwisata, serta pemukiman padat penduduk.

Aktivitas-aktivitas tersebut, secara langsung maupun tidak langsung akan berdampak terhadap keseimbangan ekosistem Teluk Lampung. Eksploitasi perairan secara berlebihan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan perairan. Pencemaran perairan di Teluk Lampung semakin lama semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah limbah dari berbagai kegiatan di kawasan-kawasan yang sudah berdiri di wilayah perairan Teluk Lampung tersebut. Jenis limbah yang masuk di perairan Teluk Lampung sangat beragam, seperti limbah organik dan anorganik. Limbah tersebut menyebabkan penurunan kualitas lingkungan di perairan Teluk Lampung (Wiryawan, dkk, 1999).

Penurunan kualitas lingkungan ini dapat diidentifikasi dari perubahan komponen fisik dan kimia perairan di sekitar perairan tersebut. Perubahan komponen fisik dan kimia tersebut selain menyebabkan menurunnya kualitas perairan juga menyebabkan bagian dasar perairan (sedimen) menurun.

Limbah-limbah tersebut diperkirakan mengandung senyawa N-nitrogen. Senyawa ini di dalam perairan dapat berupa senyawa nitrat, nitrit, dan amonia yang bersifat toksik. Apabila senyawa N-nitrogen ini masuk ke dalam perairan dalam jumlah yang cukup besar, maka dapat berdampak pada kematian biota laut yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem di dalam laut. Apabila senyawa ini dikonsumsi oleh manusia, dapat menimbulkan kerusakan ginjal, menurunkan fungsi otak, dan menurunkan jumlah hemoglobin darah.

Amonia merupakan derivat nitrogen yang bersifat toksik dalam konsentrasi yang rendah, pada konsentrasi 0,2 mg/L dalam perairan maka akan bersifat toksik. Toksisitas amonia bahkan dapat menyebabkan kematian (Sihaloho, 2009). Oleh sebab itu, perlu adanya penelitian untuk mengetahui ada tidaknya dan berapa besar kandungan senyawa N-nitrogen terutama untuk senyawa amonia yang terdapat dalam perairan di Teluk Lampung tersebut.

Untuk analisis senyawa amonia yang ada di perairan Teluk Lampung tersebut, salah satunya digunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Metode spektrofotometri UV-Vis dapat menentukan komposisi suatu analit secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Keunggulan dari metode spektrofotometri UV-Vis adalah dapat menganalisis analit dengan konsentrasi yang sangat kecil, mudah digunakan, serta menghasilkan akurasi dan kevalidan yang tinggi.

Berdasarkan hal-hal tersebut, maka pada penelitian ini, dilakukan analisis senyawa amonia di Teluk Lampung dengan menggunakan instrumentasi

spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui tingkat pencemaran oleh senyawa N-nitrogen di perairan Teluk Lampung.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. mengetahui konsentrasi senyawa amonia di perairan Teluk Lampung dengan menggunakan instrumentasi spektrofotometer UV-Vis.
2. mengetahui tingkat pencemaran senyawa amonia di perairan Teluk Lampung dengan menggunakan instrumentasi spektrofotometer UV-Vis.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai sumber informasi tentang tingkat pencemaran amonia di Teluk Lampung, Bandar Lampung, sehingga dapat menjadi masukan bagi pemerintah daerah, pihak industri, dan masyarakat setempat dalam rangka mengelola kawasan Teluk Lampung secara tepat dengan memperhatikan dampak lingkungannya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum Teluk Lampung

Teluk Lampung terletak di bagian selatan Pulau Sumatera yang secara geografis terletak antara $104^{\circ}56'$ – $105^{\circ}45'$ bujur timur dan $5^{\circ}25'$ – $5^{\circ}59'$ lintang selatan. Secara administratif, Teluk Lampung berada di wilayah Kabupaten Pesawaran, Bandar Lampung, dan Kabupaten Lampung Selatan (Helfinalis, 2000).

Perairan Teluk Lampung memiliki peranan sebagai berikut :

1. jalur transportasi dan perdagangan utama di Provinsi Lampung;
2. kawasan pariwisata diantaranya, Pulau Kiluan, Pulau Pahawang, Pulau Tegal, Pulau Sebesi, Pasir Putih, dan Pulau Pahawang;
3. kawasan pemukiman penduduk dan kawasan industri diantaranya, industri manufaktur, pembangkit tenaga listrik (Tarahan), dan pelabuhan niaga;
4. tempat tangkapan ikan bagi para nelayan tradisional disekitarnya.

Aktivitas-aktivitas yang terjadi di perairan Teluk Lampung tersebut, berdampak pada pencemaran perairan Teluk Lampung. Pencemaran adalah peristiwa masuknya zat, energi, unsur, atau komponen lainnya ke dalam perairan. Berdasarkan Undang-Undang Lingkungan Hidup No. 32 Tahun

2009, pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain kedalam lingkungan hidup yang melebihi baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan (Setiawan, 2010). Pencemaran tersebut ditandai dengan menurunnya kualitas dan produktivitas perairan karena pembuangan limbah dari limbah domestik rumah tangga, aktivitas industri, maupun aktivitas perkapalan (Wijayanti, 2007).

Sumber pencemaran berasal dari berbagai sumber, sumber pencemaran yang utama berasal dari antropogenik (berasal dari aktivitas manusia) dan proses alam. Pencemaran lingkungan yang utama berasal dari antropogenik, pencemaran tersebut berlangsung terus menerus dan dampaknya luas dan global terhadap lingkungan. Berikut akan dijelaskan beberapa sumber limbah yang mencemari perairan teluk lampung:

1. Aktivitas rumah tangga atau domestik

Aktivitas rumah tangga atau domestik dapat menghasilkan limbah organik dan anorganik. Berikut ditampilkan gambar limbah rumah tangga pada Gambar 1.



Gambar 1. Aktivitas rumah tangga atau domestik

Limbah organik berasal dari sampah organik yang dibuang di perairan Teluk Lampung. Limbah anorganik berasal dari pembuangan plastik dan kaleng

pembungkus makanan, limbah ini sulit untuk terurai karena tidak mudah mengalami degradasi. Sumber lain dari aktivitas rumah tangga berasal dari pembuangan deterjen, bahan antiseptik, dan limbah manusia yang mencemari perairan Teluk Lampung.

2. Aktivitas alam

Aktivitas alam dapat menghasilkan limbah cair dan gas. Limbah cair berasal dari air hujan yang jatuh ke bumi yang sebagian akan masuk ke dalam tanah dan perairan yang disebut air larian (*stream water runoff*). Sedangkan limbah gas berasal dari kebakaran hutan dan akan tersuspensi ke dalam perairan.

3. Aktivitas industri

Limbah industri dapat berupa padat, cair dan gas, tergantung dari jenis bahan baku dan produk yang digunakan oleh industri tersebut. Industri sendiri pada dasarnya merupakan usaha untuk mengubah atau mengelola bahan mentah dari alam menjadi bahan jadi maupun setengah jadi. Dari proses tersebut menghasilkan residu atau sisa berupa limbah yang kemudian dibuang ke perairan Teluk Lampung.

Salah satu aktivitas industri di Perairan Teluk Lampung disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas pengangkutan Batubara di perairan Teluk Lampung

Limbah yang dihasilkan dari aktivitas industri padat berupa limbah padat (sampah), limbah cair, atau limbah gas. Diantara limbah tersebut, terdapat limbah yang berbahaya dan beracun (limbah B3). Pengertian Limbah B3 adalah semua bahan atau senyawa, berbentuk padat, cair atau gas yang berpotensi merusak kesehatan manusia serta lingkungan akibat sifat-sifat yang dimiliki senyawa tersebut, yang dapat berdampak terhadap penurunan baku mutu air laut. Berdasarkan peraturan pemerintah No. 51 Tahun 2004 baku mutu air laut adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang dapat ditenggang keberadaannya di dalam air laut.

Limbah-limbah tersebut menyebabkan kualitas di perairan Teluk Lampung menurun. Penurunan tersebut, ditandai dengan adanya perubahan warna, bau,

dan rasa; terdapat endapan dan bahan terlarut; kadar oksigen dalam perairan berkurang; dan adanya mikroorganisme. Hal ini, akan berpengaruh terhadap kehidupan biota yang hidup didalamnya.

2.2. Senyawa Nitrogen

Nitrogen merupakan senyawa yang banyak tersebar secara luas di alam. Sumber utama dari senyawa ini adalah antropogenik (berasal dari aktivitas manusia) seperti pembuangan limbah dan kotoran (Michalski dkk., 2006). Senyawa nitrogen terdapat dalam keadaan terlarut dan bahan tersuspensi dalam perairan. Di dalam air, senyawa nitrogen terdiri dari nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Jenis-jenis nitrogen anorganik utama dalam air adalah ion nitrat (NO_3^-) dan amonium (NH_4^+). Pada kondisi tertentu, terdapat dalam bentuk nitrit (NO_2^-). Sebagian besar dari nitrogen total dalam air terikat sebagai nitrogen organik, yaitu dalam bahan-bahan yang berprotein, juga dapat berbentuk senyawa atau ion-ion lainnya dari bahan pencemar.

Senyawa N-nitrogen yang dikenal dengan nitrogen total adalah jumlah atau kadar keseluruhan nitrogen yang terdapat dalam limbah cair atau sampel (Hamida, 1993). Nitrogen total pada perairan berupa nitrogen anorganik dan nitrogen organik. Nitrogen anorganik terdiri atas amonia (NH_3), amonium (NH_4), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), dan molekul gas N_2 , sedangkan nitrogen organik terdiri dari protein, asam amino dan urea (Efendi, 2003).

Hubungan yang timbul diantara berbagai bentuk campuran nitrogen dan perubahan-perubahan yang terjadi di alam pada umumnya digambarkan dengan siklus nitrogen. Bentuk-bentuk nitrogen mengalami tranformasi sebagai bagian dari siklus oksigen. Tranformasi nitrogen dapat melibatkan atau tidak melibatkan makrobiologi dan mikrobiologi.

Adapun tranformasi nitrogen mikrobiologis mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Nitrifikasi

Nitrifikasi adalah oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat. Proses oksidasi ini dengan bantuan bakteri dalam keadaan aerob, nitrifikasi berjalan secara optimum pada pH 8 dan pada pH < 7 akan berkurang secara nyata. Bakteri nitrifikasi bersifat mesofilik yang menyukai suhu 30°C.

2. Denitrifikasi

Denitrifikasi adalah reduksi nitrat menjadi nitrit (NO₂), dinitrogen oksida (N₂O), dan molekul nitrogen (N₂). Proses reduksi nitrat berjalan optimum pada kondisi anaerob dengan bantuan bakteri dan jamur. Dinitrogen oksida adalah produk utama dari denitrifikasi pada perairan dengan kadar oksigen sangat rendah, sedangkan molekul nitrogen adalah produk utama dari proses denitrifikasi pada perairan dengan keadaan anaerob (Ida, 2009).

Nitrogen di perairan merupakan penyebab utama pertumbuhan yang sangat cepat dari ganggang yang menyebabkan eutrofikasi. Pada umumnya nitrogen anorganik dalam keadaan aerobik terdapat dalam keadaan bilangan oksidasi +5, yaitu sebagai NO₃⁻ dan dengan bilangan oksidasi keadaan anaerob, sebagai NH₄⁺ yang stabil. Dalam kondisi tanpa katalis biologi, ion nitrat hanya sedikit

bereaksi dalam air. Kemampuan pertukaran ion dari bahan-bahan yang terjadi secara alamiah tidak mengikat ion dengan kuat.

Menurut Gabriel (2001) nitrogen memiliki sifat fisik dan sifat kimia sebagai berikut :

a. Sifat fisik nitrogen

1. panas transformasi : 54,71 kal/mol;
2. panas fusi/peleburan: 17,23 kal/mol;
3. panas penguapan: 1332,9 kal/mol;
4. temperatur kritis: $126,26 \pm 0,04$ kal/mol;
5. tekanan kritis: $33,45 \pm 0,02$ atm;
6. massa jenis:
 - bentuk : 1,0265 gr/ml pada $-252,6^{\circ}\text{C}$
 - bentuk : 0,08792 gr/ml $-210,0^{\circ}\text{C}$
 - bentuk cair: 1,1607 - 0,0045

b. Sifat kimia nitrogen

Pada suhu rendah elemen nitrogen berkemampuan reaktif sangat rendah. Pada suhu tinggi nitrogen bisa bereaksi dengan krom, silikon, titanium, aluminium, boron, berilium, magnesium, barium, strontium, kalsium, dan litium dan membentuk nitrit dan oksigen membentuk NO. Dengan adanya katalisator dan suhu menengah, nitrogen bereaksi dengan hidrogen membentuk amonia.

Senyawa nitrogen anorganik yang bersifat toksik terhadap organisme yang hidup diperairan. Nitrat, nitrit, dan amonia merupakan derivat senyawa nitrogen anorganik yang memiliki daya racun masing-masing senyawa

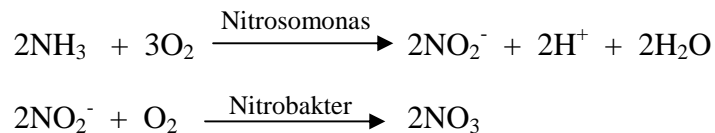
berbeda, yaitu amonia dan nitrit bersifat sangat toksik meskipun dalam konsentrasi yang rendah, sedangkan nitrat akan bersifat toksik dalam konsentrasi besar. Toksisitas akut NH_3 menyebabkan kematian sedang perlakuan kronis dapat menimbulkan kerusakan ginjal, mereduksi pertumbuhan malfungsi otak, penurunan nilai darah serta mereduksi kapasitas pembawa oksigen pada organisme makhluk hidup pada perairan (Das dkk., 2004). Sifat toksik dari senyawa nitrit adalah mampu mengoksidasi ion *ferrous* (Fe^{2+}) menjadi ion *ferric* (Fe^{3+}) didalam hemoglobin (Hb) dapat mengubah hemoglobin menjadi methaemoglobin (MetHb) di dalam darah (Jensen, 1995). Sedangkan toksisitas nitrat secara tidak langsung terjadi diperairan karena membantu pertumbuhan alga secara berlebihan sehingga menimbulkan istilah “alga bloom” sehingga mengakibatkan kadar oksigen terlarut bisa berkurang (Hallberg, 1989).

2.2.1. Senyawa Nitrat (NO_3)

Senyawa nitrat merupakan nitrogen anorganik yang sangat larut dalam air dan bersifat stabil, senyawa nitrat merupakan sumber pencemaran pada perairan dan tanah yang dapat mengancam lingkungan dan kesehatan manusia. Dalam perairan, senyawa nitrat berupa ion nitrat (NO_3^-) dan menjadi indikator penting untuk mengetahui tingkat pencemaran senyawa organik sebagai nitrogen (Jeremiah, 2013). Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan yang merupakan nutrien utama bagi pertumbuhan fitoplankton dan alga (Efendi, 2003).

Senyawa nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrat dan nitrit yang dilakukan oleh bakteri nitrosomonas, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan dengan bantuan bakteri nitrobakter. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimia.

Oksidasi amonia menjadi amonia nitrit oksidasi nitrit menjadi nitrat ditunjukkan dalam persamaan berikut :



Sumber : Efendi (2003)

Proses nitrifikasi sangat ditentukan oleh kondisi pH, suhu, kandungan oksigen terlarut, kandungan bahan organik, dan aktivitas bakteri lain di perairan (Novotny dan Olem, 1994).

Senyawa nitrat bersifat toksik dalam perairan, hal ini dapat menyebabkan kematian jika dikonsumsi dalam jumlah besar, dan sangat membahayakan bagi kesehatan bila senyawa nitrat dikonversi menjadi ion nitrit (Jeremiah, 2013).

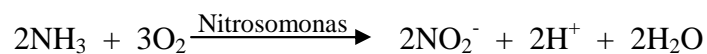
Dari Peraturan Pemerintah No. 51 Tahun 2004 baku mutu yang dapat ditoleren untuk nitrat hanya 0.008 mg/L di dalam air laut. Sifat toksisitas secara tidak langsung terjadi di perairan karena membantu pertumbuhan alga secara berlebihan sehingga menimbulkan istilah alga bloom, yang berakibat pada penurunan kadar oksigen terlarut dalam air (Efendi, 2003). Masuknya nitrat dalam perairan disebabkan oleh manusia yang membuang limbah ke dalam air. Kemungkinan lain penyebab konsentrasi nitrat tinggi ialah pembusukan sisa

tanaman dan hewan, pembuangan limbah industri serta pembuangan kotoran hewan.

Nitrat menyebabkan kualitas air menurun, menurunkan oksigen terlarut yang dapat menimbulkan pengurangan populasi ikan, bau busuk, dan rasa tidak enak. Nitrat adalah ancaman bagi kesehatan manusia terutama untuk bayi, yang menyebabkan kondisi yang dikenal sebagai *methemoglobinemia* atau sindrom bayi biru. *Methemoglobinemia* menyebabkan warna kulit berubah menjadi biru, bayi yang terkena sindrom tersebut dalam tubuh nitrat akan dikonversikan menjadi nitrit (Sastrawijaya, 2000).

2.2.2 Senyawa Nitrit (NO₂⁻)

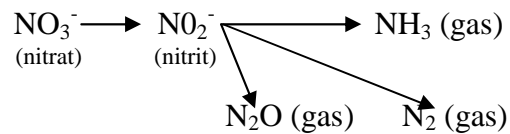
Nitrit merupakan bentuk peralihan (*intermediate*) antara amonia dan nitrat (nitrifikasi) dan antara nitrat dan gas nitrogen (denitrifikasi) yang berlangsung dalam keadaan anaerob. Berikut persamaan oksidasi nitrit dari amonia dengan bantuan bakteri nitrosomonas:



Sumber : Efendi (2003).

Nitrit biasanya ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit, daripada nitrat karena bersifat tidak stabil dengan keberadaan oksigen. Pada reduksi nitrat oleh aktivitas mikroba dalam kondisi anerob, dapat menghasilkan gas amonia dan gas-gas lain seperti N₂O, NO₂, NO, dan N₂.

Proses denitrifikasi ditunjukkan dalam persamaan reaksi berikut :



Sumber : Ida (2009).

Pada proses denitrifikasi, gas N_2 yang terlepas dari dalam air ke udara, ion nitrit dapat berperan sebagai sumber nitrogen bagi tanaman dalam perairan.

Keberadaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang memiliki kadar terlarut rendah (Ida, 2009).

Sumber nitrit berasal dari limbah industri dan limbah domestik. Kadar nitrit pada perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Garam-garam nitrit digunakan sebagai penghambat terjadinya proses korosi pada industri (Efendi, 2003). Apabila manusia mengkonsumsi nitrit secara berlebihan dapat mengakibatkan terganggunya proses pengikatan oksigen oleh hemoglobin darah, selanjutnya membentuk met-hemoglobin yang mampu mengikat oksigen dalam darah. Nitrit juga dapat mengakibatkan penurunan tekanan darah karena efek vasodilatasinya. Gejala klinis yang timbul dapat berupa mual, muntah, sakit perut, sakit kepala, penurunan tekanan darah dan denyut nadi yang lebih cepat (Ida, 2009).

2.2.3. Senyawa Amonia (NH_3)

Amonia adalah senyawa nitrogen anorganik yang bersifat gas dan cair yang tak berwarna dan memiliki bau yang khas. Amonia merupakan kontaminan yang terdapat di tanah maupun air limbah yang memiliki konsentrasi 5 – 10 mg/L

(Ekasari, 2013). Amonia di perairan berasal dari sisa metabolisme (ekresi) hewan dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Menurut Effendi (2003), sumber amonia di perairan adalah gas nitrogen dari proses difusi udara yang tereduksi di dalam air.

a. Sifat Amonia

Amonia dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air, kelarutan amonia dalam air dipengaruhi oleh suhu, pada suhu tinggi kelarutan amonia akan berkurang. Dalam keadaan terlarut, amonia dalam perairan dapat berupa amonia bebas (NH_3) dan ion amonium (NH_4^+). Kandungan amonia bebas dan ion amonium sangat dipengaruhi oleh keberadaan oksigen terlarut, amonia ada dalam jumlah yang relatif kecil jika didalam perairan memiliki kandungan oksigen yang tinggi, sehingga kandungan amonia dalam perairan bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pada dasar perairan kemungkinan terdapat amonia dalam jumlah yang lebih banyak dibanding perairan dibagian permukaan karena oksigen terlarut pada bagian dasar relatif kecil (Wibowo, 2009). Berikut disajikan sifat fisik amonia pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik amonia

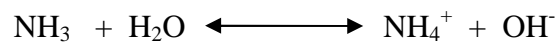
Sifat fisik amonia	Nilai
Masa jenis	0,69 g/L
Kelarutan	89,9 g/mL
Titik lebur	-77,73 °C
Temperatur autosulotan	651 °C
Titik didih	-33,34 °C
Keasaman (PKa)	9,25
Kebasaan (PKb)	4,75

Sumber : Putri (2010)

b. Keseimbangan Amonia dalam Air

Keseimbangan antara amonia dan ion amonium bergantung pada kondisi pH dan suhu perairan (Midlen dan Redding, 2000).

Berikut ini adalah bentuk keseimbangan amonia dan ion ammonium di perairan :



Sumber : Sihaloho (2009)

Amonia di perairan akan ditemukan lebih banyak dalam bentuk ion ammonium jika pH perairan kurang dari 7, sedangkan pada perairan dengan pH lebih dari 7, amonia bebas atau amonia tak-terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak (Novotny dan Olem, 1994). Menurut Abel (1989), tingkat toksisitas amonia tak-terionisasi tergantung pada kondisi pH dan suhu di suatu perairan, sehingga kenaikan nilai pH dan suhu menyebabkan proporsi amonia bebas di perairan meningkat. Kadar amonia bebas yang tidak terionisasi pada perairan tidak lebih dari 0.2 mg/L, jika kadar amonia lebih dari 0,2 mg/L maka akan bersifat toksik bagi beberapa organisme, sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 51 Tahun 2004 untuk kadar amonia yang dapat ditoleren hanya 0,2 mg/L di dalam air laut. Kadar amonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik.

Toksitas amonia tak-terionisasi berbahaya bagi organisme akuatik, khususnya bagi ikan (Effendi, 2003). Karena konsentrasi NH_3 bebas yang tinggi di perairan dapat menyebabkan kerusakan insang pada ikan. Selain itu tingginya konsentrasi NH_3 bebas dapat menyebabkan meningkatnya kadar amonia dalam

darah dan jaringan tubuh ikan, sehingga dapat mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen serta mengganggu kesetabilan membran sel (Boyd,1989). Menurut Canter (1979) kadar amonia pada perairan alami tidak lebih dari 0.1 mg/L. Kemudian jika konsentrasi amonia tak-terionisasi lebih dari 0.2 mg/L akan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan.

c. Metode Analisis Amonia

Penentuan amonia, khususnya pada konsentrasi rendah memerlukan reaksi kimia untuk mengubah analit menjadi senyawa turunannya sehingga dapat dianalisis secara kolorimetri. Metode umum yang digunakan dalam analisis amonia yang terdapat dalam perairan yaitu, metode Fenat dan metode Nessler.

Berikut akan dijelaskan dari metode Fenat dan metode Nessler :

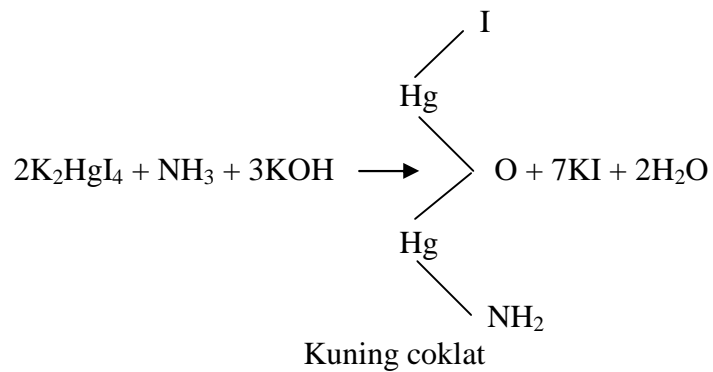
1. Metode Fenat

Pembentukan warna dari reaksi amonia dengan fenol dan hipokrat pertama kali dijelaskan oleh Berthelot pada tahun 1859. Metode ini lebih luas diteliti oleh Russel yang menggunakan ion mangan (II) untuk mempercepat reaksi, sedangkan peneliti lain menggunakan natrium nitroprusida sebagai katalis. Prinsip metode ini berdasarkan reaksi amonia dengan hipoklorit dan fenol yang dikatalis oleh natrium natrium nitroprusida yang membentuk warna biru indifenol (Boltz dkk., 1978).

2. Metode Nessler

Metode ini ditemukan oleh J. Nessler pada tahun 1856 yang mengusulkan larutan basa merkuri (II) iodida dalam kalium iodida (K_2HgI_4) sebagai pereaksi untuk penentuan amonia secara kolorimetri. Prinsip dari metode Nessler

berdasarkan pada pereaksi Nessler (K_2HgI_4) bila bereaksi dengan amonia dalam larutan basa akan membentuk dispersi koloid yang berwarna kuning coklat. Intensitasnya dari warna yang terjadi dari perbandingan lurus dengan konsentrasi ammonium yang ada dalam sampel. Berikut adalah reaksi Nesller :



Sumber : Vogel (1951).

Reaksi menghasilkan larutan warna kuning coklat yang mengikuti hukum Lambert-Beer. Intensitas warna yang ada dalam sampel, yang kemudian ditentukan secara spektrofotometris (Vogel, 1951). Dari dua metode tersebut, untuk analisis amonia dalam penelitian ini menggunakan metode fenat.

2.3. Spektrofotometri Ultraviolet-Visibel (UV-Vis)

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat pada panjang gelombang (190-380) dan sinar tampak pada panjang gelombang (380-780) dengan memakai instrumen spektrofotometer (Mulja dan Suharman, 1995). Prinsip dari UV-Vis berdasarkan interaksi antara materi dengan cahaya, Cahaya yang dimaksud berupa ultraviolet (UV) dan cahaya visibel (Vis), sedangkan materi dapat berupa atom dan molekul yang lebih berperan adalah elektron valensi.

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu metode dalam kimia analisis yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kualitatif dan kuantitatif. Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995).

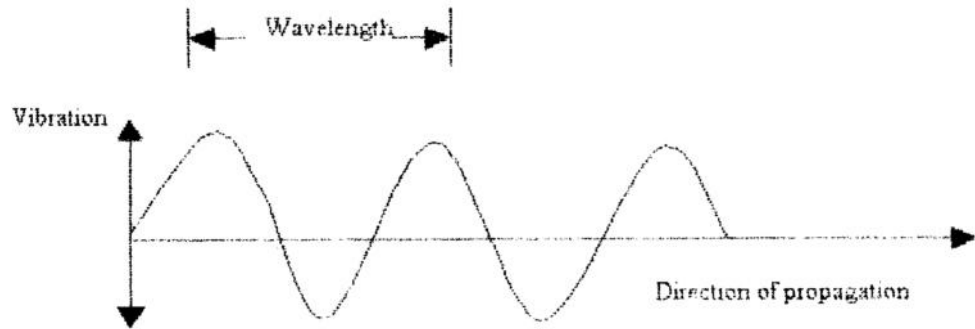
Spektrofotometer yang terdiri dari spektrofotometer dan fotometer.

Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu, sedangkan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditranmisikan atau yang diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi ditranmisikan fungsi dari panjang gelombang (Khopkar, 2003).

Dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis senyawa amonia dapat dianalisis secara kualitatif dan kuantatif, hal ini berdasarkan interaksi antara materi (sampel) dengan cahaya, cahaya berupa ultraviolet (panjang gelombang 190-380) dan cahaya visibel (380-780), sampel akan menyerap cahaya diukur sebagai absorbansi, kemudian cahaya akan tranmisikan oleh materi dan ditangkap oleh detektor. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik yang kemudian akan dibaca oleh komponen spektrofotometer yaitu *read out* dimana panjang gelombang dapat terlihat. Pada pengukuran absorbansi dan tranmitansi dalam spektroskopis dan dengan garis kalibrasi konsentrasi senyawa amonia dapat diketahui (Ida, 2009).

2.3.1. Interaksi Cahaya dengan Materi

Cahaya elektromagnetik dapat dipertimbangkan sebagai bentuk energi cahaya sebagai transfer gelombang. Bentuk sederhana dari cahaya elektromagnetik dapat dilihat dalam Gambar 3.



Gambar 3. Gerakan gelombang cahaya elektromagnetik

Sumber : Kristianingrum (2014).

Panjang gelombang (λ) merupakan jarak antara dua gunung atau lembah yang berdampingan dari gelombang itu.

Hubungan antara panjang gelombang, dengan frekuensi dirumuskan dengan persamaan :

$$C = \lambda \cdot \nu \text{ atau } \lambda = c/\nu$$

Keterangan :

- λ : panjang gelombang (cm)
- ν : frekuensi (dt^{-1} atau hertz, Hz)
- c : kecepatan cahaya ($3 \times 10^{10} \text{ cm dt}^{-1}$).

Hubungan antara energi (E) dan panjang gelombang (λ) dituliskan sebagai berikut:

$$E = h c / \lambda$$

Keterangan :

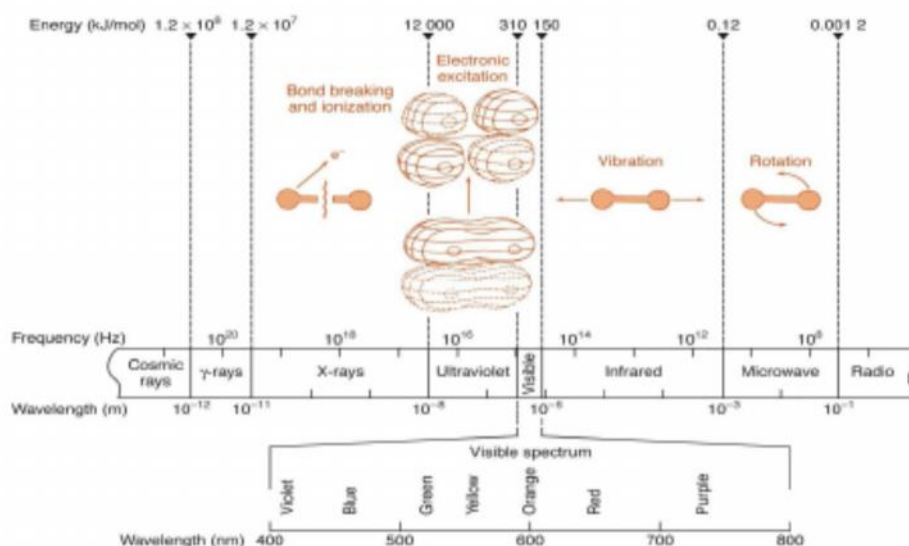
E : energi cahaya (erg)

h : konstanta Planck ($6,62 \times 10^{-27}$ erg det)

c : kecepatan cahaya (3×10^{10} cm dt⁻¹)

λ : panjang gelombang (cm)

Spektrum elektromagnetik menyeluruh dikelompokkan seperti Gambar 4.



Gambar 4. Spektrum elektromagnetik

Sumber : Kristianingrum (2014)

Pada spektrum elektromagnetik pada Gambar 4 terlihat daerah ultra violet (UV) sekitar 10 nm – 380 nm, tetapi paling banyak penggunaannya secara analitik dari 200 – 380 nm dan disebut sebagai UV pendek (dekat). Di bawah 200 nm, udara dapat mengabsorpsi sehingga instrumen harus dioperasikan kondisi vakum, daerah ini disebut dengan daerah UV vacuum (Kristianingrum, 2014). Pada penelitian ini absorbansi sinar ultra violet terserap pada kisaran 640 nm.

2.3.2. Absorpsi Cahaya

Secara kualitatif absorpsi cahaya dapat diperoleh dengan pertimbangan absorpsi cahaya pada daerah tampak. Dengan melihat obyek cahaya yang diteruskan atau dipantulkan. Apabila cahaya polikromatis (cahaya putih) yang berisi seluruh spektrum panjang gelombang melewati medium tertentu, akan menyerap panjang gelombang lain, sehingga medium itu akan tampak berwarna. Oleh karena hanya panjang gelombang yang diteruskan yang sampai ke mata maka panjang gelombang inilah yang menentukan warna medium. Warna ini disebut warna komplementer terhadap warna yang diabsorpsi.

Spektrum tampak dan warna-warna komplementer ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Spektrum tampak dan warna-warna komplementer

Panjang Gelombang (nm)	Warna yang diabsorpsi	Warna Yang dipantulkan (komplementer)
340-450	Lembayung	Kuning-hijau
450-495	Biru	Kuning
495-570	Hijau	Violet
570-590	Kuning	Biru
590-620	Jingga	Hijau- biru
620-750	Merah	Biru-Hijau

Sumber : Kristianingrum (2014).

2.3.2. Hukum Lambert -Beer

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang hamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum Lambert-Beer atau Hukum Beer berbunyi: “Jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh

suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”.

Berdasarkan hukum Lambert-Beer, rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya cahaya yang hamburkan :

$$T = \frac{I_t}{I_0} \text{ atau } \%T = \frac{I_t}{I_0} \times 100\%$$

absorbansi dinyatakan dengan rumus:

$$A = -\log \frac{I_t}{I_0} \quad T = -\log \frac{I_t}{I_0}$$

Keterangan

A : absorbansi

I_0 : intensitas cahaya datang

I_t : intensitas cahaya setelah melewati sampel

T: tranmitasi (banyaknya cahaya yang dihampurkan)

Rumus yang diturunkan dari Hukum Lambert-Beer dapat ditulis sebagai:

$$A = a \cdot b \cdot c \text{ atau } A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Keterangan

A : absorbansi

a : tetapan absorptivitas

b : tebal kuvet

c : konsentrasi larutan yang diukur

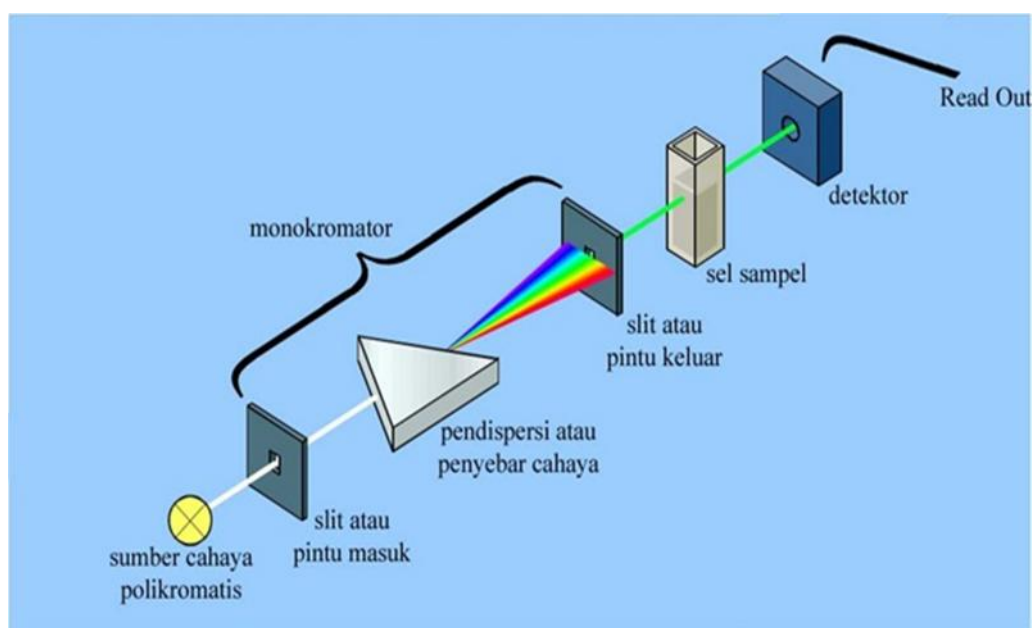
ϵ : tetapan absorptivitas molar

Secara eksperimen hukum Lambert-beer akan terpenuhi apabila peralatan yang digunakan memenuhi kriteria-kriteria berikut:

1. Sinar yang masuk atau sinar yang mengenai sel sampel berupa sinar dengan dengan panjang gelombang tunggal (monokromatis);
2. Penyerapan sinar oleh suatu molekul yang ada di dalam larutan tidak dipengaruhi oleh molekul yang lain yang ada bersama dalam satu larutan;

3. Penyerapan terjadi di dalam volume larutan yang luas penampang (tebal kuvet) yang sama;
4. Penyerapan tidak menghasilkan pemancaran sinar pendafluor. Artinya larutan yang diukur harus benar-benar jernih agar tidak terjadi hamburan cahaya oleh partikel-partikel koloid atau suspensi yang ada di dalam larutan;
5. Konsentrasi analit rendah. Apabila konsentrasi tinggi akan mengganggu kelinearan grafik absorbansi versus konsentrasi.

Berikut digambarkan komponen-komponen spektrofotometer ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Komponen-komponen spektrofotometer

Sumber : Kristianingrum (2014).

Fungsi masing-masing bagian spektrofotometer

1. Sumber cahaya berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang. Pada UV-Vis sumber cahaya menggunakan *photodiode* yang telah dilengkapi monokromator;

2. Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Jenis monokromator yang saat ini banyak digunakan adalah *gratting* atau lensa prisma dan filter optik. Jika digunakan *grating* maka cahaya akan dirubah menjadi spektrum cahaya. Sedangkan filter optik berupa lensa berwarna sehingga cahaya yang diteruskan sesuai dengan warna lensa yang dikenai cahaya. Ada banyak lensa warna dalam satu alat yang digunakan sesuai dengan jenis pemeriksaan;
3. Sel sampel berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel. UV-Vis menggunakan kuvet sebagai tempat sampel, Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas, namun kuvet dari kuarsa yang terbuat dari silika memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini, disebabkan yang terbuat dari kaca dan plastik dapat menyerap UV sehingga penggunaannya hanya pada spektrofotometer sinar tampak (Vis). Kuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm;
4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Syarat-syarat sebuah detektor :
 - a. Kepekaan yang tinggi;
 - b. Perbandingan isyarat atau signal dengan bising tinggi;
 - c. Respon konstan pada berbagai panjang gelombang;
 - d. Waktu respon cepat dan signal minimum tanpa radiasi;
 - e. Signal listrik yang dihasilkan harus sebanding dengan tenaga radiasi.

Macam-macam detektor yang sering digunakan detektor foto (*photo detector*), *photocell*, *phototube*, hantaran foto, dioda foto, dan detektor panas; dan

5. *Read out* (pembaca) merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor (Kritianingrum, 2014).

2.4. Validasi Metode

Validasi metode merupakan konfirmasi bahwa prosedur analisis yang dilakukan untuk pengujian sesuai dengan tujuan yang diharapkan. 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). Dalam prosedur validasi terdapat beberapa parameter yang dievaluasi, parameter-parameter validasi metode meliputi linieritas, ketepatan (*accuracy*), presisi, limit deteksi, dan linieritas.

1. Linieritas

Linieritas merupakan kemampuan metode analisis (dalam kisaran tertentu) untuk mendapatkan hasil uji yang berbanding lurus dengan konsentrasi dari analit dalam sampel (EMEA, 1995). Respon harus berbanding lurus dengan konsentrasi analit atau proporsional dengan perhitungan matematis yang terdefinisi dengan baik. Persamaan regresi linier diterapkan pada hasil harus

memiliki nilai intersep tidak signifikan berbeda dari nol. Jika diperoleh intersep tidak signifikan nol, harus dibuktikan pada keakuratan metode (Huber, 2001).

Linieritas adalah suatu koefisien korelasi antara konsentrasi larutan standar terhadap absorbansi larutan standar yang dihasilkan. Uji linieritas 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. Ketepatan (*accuracy*)

ketepatan adalah suatu ukuran yang menunjukkan kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Ketepatan dapat juga menyatakan kedekatan dengan nilai yang dapat diterima atau 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. Berikut akan disajikan persentase *recovery* yang dapat diterima sesuai dengan konsentrasi analit pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase *recovery* yang dapat diterima sesuai dengan konsentrasi analit

(%) Analit	Unit	Rata-rata <i>recovery</i> (%)
100	100%	98-102
10	10%	95-102
0,1	1%	97-103
0.01	0,1%	95-105
0,001	100 ppm	90-107
0,0001	10 ppm	80-110
0,00001	1 ppm	80-110
0,000001	100 ppb	80-110
0,0000001	10 ppb	60-115
0,00000001	1 pp	40-120

Sumber : AOAC (2002)

Persen perolehan kembali dapat ditentukan dengan persamaan berikut (AOAC, 1993).

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

Keterangan : C_F : Konsentrasi total sampel yang diperoleh dari pengukuran
 C_A : Konsentrasi sampel sebenarnya
 C_A^* : Konsentrasi analit yang ditambahkan

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). Simpangan baku mengukur penyebaran data-

data percobaan dan memberikan indikasi yang bagus mengenai seberapa dekat data tersebut satu sama lain (Nielsen, 2003).

Simpangan baku dapat dihitung dengan rumus :

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

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 :

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

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

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian telah dilakukan pada bulan Januari 2016 sampai dengan Juli 2016 di laboratorium analitik dan instrumen dan laboratorium biomassa terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat dan bahan uji amonia

Peralatan yang digunakan dalam analisis amonia adalah pipet volumetrik 1 mL; 2 mL; 3 mL; dan 5 mL, gelas ukur 25 mL, erlenmeyer 25 mL, labu ukur 100 mL; 500 mL; dan 1000 mL, pipet ukur 10 mL dan 100 mL, gelas piala 1000 mL, neraca timbangan dan spektrofotometer UV-Vis. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya larutan ammonium klorida, larutan fenol, larutan natrium nitroprusida, larutan alkalin sitrat, larutan natrium hipoklorit, larutan pengoksidasi, air suling (aquabides), dan sampel air laut dari Teluk Lampung.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Tahap persiapan

a. Pengambilan sampel (*sampling*)

Penentuan titik sampel dilakukan secara *Stratified Sampling*, proses pengambilan sampel dilakukan pada titik-titik yang telah ditentukan secara terstruktur.

Keunggulan dari metode ini yaitu sampel dapat diambil dari semua populasi yang ada, sehingga ada jaminan bahwa tidak ada populasi yang terabaikan.

Pengambilan sampel air laut diambil pada 8 titik di daerah perairan Teluk

Lampung dengan pengulangan 2 kali di setiap titiknya. Pengambilan sampel pada masing-masing titik sebanyak ± 500 mL yang dimasukkan dalam botol kaca yang kemudian ditutup.

b. Persiapan sampel

Sampel air laut dimasukkan ke dalam botol kaca gelap dan kemudian ditutup rapat hal ini bertujuan untuk mencegah masuknya sinar matahari ke dalam botol karena akan mengurangi kadar dari nitrogen total. Sampel yang didalam botol diletakkan pada suhu sekitar 4°C dengan cara diletakkan dalam peti es yang telah diberi es batu.

c. Persiapan sebelum pengujian

a. Pembuatan larutan uji

1. larutan fenol

Campurkan 11,1 mL fenol yang diencerkan dalam labu ukur 100 mL, kemudian tambahkan 95 % sampai tanda tera dan homogenkan.

2. Larutan natrium nitroprusida

Larutkan 0,5 g natrium nitroprusida dalam 100 mL air suling dan homogenkan.

3. Larutan alkalin sitrat

Larutkan 200 g trinitrium sitrat dan 10 g NaOH, masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, tepatkan air suling sampai tanda tera dan homogenkan.

4. Larutan pengoksidasi

Campurkan 100 mL larutan alkalin sitrat dengan hipoklorit, lalu homogenkan.

b. Persiapan pengujian

1. Pembuatan larutan induk amonia 1000 ppm

Larutkan 3,819 g amonium klorida dalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan dengan air suling sampai tanda tera, kemudian homogenkan.

2. Pembuatan larutan baku amonia 100 ppm

Pipet 10 mL larutan induk amonia 1000 ppm dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian tambahkan air suling sampai tera dan homogenkan.

3. Pembuatan larutan baku amonia 10 ppm

Pipet 10 mL larutan baku amonia 100 ppm dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian tambahkan air suling sampai tera dan homogenkan.

4. Pembuatan larutan kerja amonia

Pipet 0 mL; 1 mL; 2 mL; 3 mL; dan 5 mL larutan baku amonia 10 ppm dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian tambahkan air suling sampai tera dan homogenkan. Sehingga didapat kadar amonia 0 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,3 ppm; dan 0,5 ppm.

3.3.2. Penentuan Konsentrasi Amonia

1. Pembuatan kurva kalibrasi

- dioptimalkan alat spektrofotometer UV-Vis dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengujian kadar amonia;
- pipet 25 mL masing-masing larutan kerja dan dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 100 mL;
- tambahkan 1 mL larutan fenol, kemudian dihomogenkan;
- ditambahkan dalam 1 mL natrium nitroprusida, dihomogenkan;
- tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan;
- tutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film, kemudian biarkan selama 1 jam;
- masukkan dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapanya pada panjang gelombang 640 nm;
- buat kurva kalibrasi dari hasil adsorbansi dari masing-masing larutan kerja.

2. mengukur absorbansi larutan sampel

- pipet 25 mL sampel dan dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 50 mL;
- tambahkan 1 mL larutan fenol, kemudian dihomogenkan;
- ditambahkan dalam 1 mL natrium nitroprusida, dihomogenkan;

- tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan;
- tutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film, kemudian biarkan selama 1 jam;
- masukkan dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm.

3. Perhitungan

$$\text{kadar amonia (ppm)} = C \times fp$$

keterangan

C : kadar yang didapat dari hasil pengukuran

Fp : faktor pengenceran

3.3.3. Validasi Metode

a. Linieritas

Penentuan linieritas dilakukan dengan mengukur larutan standar amonia. Urutkan campuran larutan standar dari konsentrasi terendah sampai tertinggi. Kemudian masing-masing campuran larutan standar dilakukan pengukuran. Catat absorbansi hasil pengukuran masing-masing larutan standar amonia. Kemudian dibuat kurva kalibrasi larutan standar terhadap respon hasil pengukuran.

b. Presisi

Penentuan 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 %

c. Ketepatan (*accuracy*)

Ketepatan dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Penentuan *recovery* dilakukan dengan mengukur larutan spike. Larutan spike merupakan campuran larutan sampel dengan larutan standar yang konsentrasi sudah diketahui. Dengan menggunakan persamaan perolehan kembali maka akan didapatkan nilai persen *recovery*.

d. Limit Deteksi

Penentuan limit deteksi dilakukan dengan pengukuran larutan sampel (konsentrasi terendah dari semua sampel). Pada sampel ini dilakukan pengukuran sebanyak 7 kali pengulangan, kemudian plot intensitas hasil pengukuran terhadap kurva kalibrasi. Hitung konsentrasi dan simpangan baku (SD) hasil pengukuran. Nilai limit deteksi sebesar 3 kali SD.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan ,dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar amonia di pelabuhan sangat tinggi, muara sungai Way Kuala dan TPI Lempasing cukup tinggi, sedangkan daerah kawasan wisata (Mutun dan Pulau Pahawang) sangat kecil,
2. Kadar amonia di pemukiman penduduk Panjang dan muara sungai way Kuripan tidak terdeteksi dikarenakan sampel sudah rusak,
3. Kadar amonia dipengaruhi oleh kandungan oksigen terlarut, pH, suhu, dan tingkat aktivitas penduduk di sekitar Teluk Lampung.
4. Parameter uji seperti, presisi, akurasi, dan limit deteksi untuk validasi metode fenat menggunakan spektrofotometri UV-Vis menunjukkan hasil yang baik.

5.2. Saran

Hal- hal yang disarankan oleh peneliti adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan uji kadar amonia secara rutin dan secara berkesinambungan.
2. Perlu dilakukan validasi metode parameter uji seperti, selektivitas dan limit kuantifikasi agar tidak menimbulkan bias pada pengukuran.

3. Diharapkan pihak-pihak terkait seperti, pemerintah daerah dan masyarakat setempat untuk mengelola kawasan Teluk Lampung secara tepat dan memperhatikan lingkungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, P. D. 1989. Water Pollution Biology. Ellis Horwood Limited. Chichester, England. 231 h.
- Anonim. 2005. Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometri Secara Fenat. Badan Standarisasi Nasional (BSN) SNI-6989. Jakarta.
- AOAC. 2002. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Benyamin Franklin Station. Washington D.C.
- Boltz, D. F. dan Howell, J. A. 1978. Colorimetric Determination of Nonmetals, 2nd edition, Wiley Interscience Inc. New York, 204, 210-212.
- Boyd, C. E. 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Alabama Agricultural Experiment Station. United States. 83 h.
- Canter, W. L. 1979. Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment. Ann Arbor Science. Michigan. 203 h.
- Das, P. 2004. Acute Toxicity of Ammonia and Its Sub-lethal Effects on Selected Haematological and Enzymatic Parameters of Mrical, *Cirrhinus Mrigala*. Hamilton. Aquac. Re 35(2): 134-144.
- Direktorat Penyidikan Masalah Air. 1981. Pedoman Pengamatan Kualitas Air. Direktorat Jenderal Pengairan. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Efendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumberdaya Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- EMA. 1995. The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. ICH Topic Q 2 B. Validation of Analytical Procedures : Methodology. Diakses pada tanggal 20 Desember 2014 pukul 21.30 WIB. http://www.pharmacontract.ch/support/pdf_support/Q2a.pdf
- Ekasari, S.R. 2013. Penyisihan Ammonia Dari Limbah Menggunakan Gabungan Proses Membran dan Oksidasi Lanjut Dalam Reaktor Hibrida Ozon-plasma Menggunakan Larutan Penyerap Asam Sulfat. Universitas Indonesia. Jakarta.

Gabriel, J.F. 2001. Fisika Lingkungan. ed.1. Hipokrates. Jakarta, Hal. 113-114.

Halberg, G. R. 1989. Nitrate in Ground Water in The United States. In : Nitrogen Management and Ground Water Protection. Elsevier. Amsterdam, pp. 35-74.

Helfinalis. 2000. Aspek Oseonografi bagi Peruntukan Lahan di Wilayah Pantai Teluk Lampung. PPLO-LIPI. Jakarta.

Huber, L. 2001. Validation of Analytical Methods. Diakses pada tanggal 20 Desember 2014 pukul 13.20 WIB. [www. Labcompliance. Com](http://www.Labcompliance.Com).

Ida, Y. HRP. 2009. Penentuan Kadar Amonia Pada Beberapa Air Sungai di Kota Medan Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri (visible). Universitas Sumatra Utara. Medan.

Jensen, F, B. 1992. Influence of Haemoglobin Conformation, Nitrate and Eicosanoidson K^+ Transport Across the Carp Red Blood Cell Membrane. Joernal of Experinental Biology, 171, 349-371.

Jeremiah., M. O., W. Ruth, M. Jane, dan O.Charles., 2003. Determination of The Levels of Nitrate in Homemade Brews, Spirits in Water and Raw Materials in Noirobi Country Using UV-Vis Spectroscopy. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 4. Department of Chemistry faculty of Science Kenyatta University, Nairobi, Kenya.

Khopkar, S. M. 2003. Konsep Dasar Kimia Analitik. Universitas Indonesia Press. Hal. 215-216. Jakarta.

Kristianingrum, Susila. 2014. Spektroskopi Ultra Violet dan Sinar Tampak. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Mahida, U.N. 1993. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Manajemen PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Margono. 2004. Metodologi Penelitian Pendidikan. Rineka Cipta. Jakarta

Michalski,R. dan I. Korzyca. 2006. Determination of Nitrogen Species (Nitrate, Nitrite, and Ammonia ions) in Environmental Samples by Ion Chromatography Polish Journal of Environmental Studies Volume 15, No 1, 5-18 h. Institute of Environmental Engineering of Polish Academy of Science, Sklodowski-Curie Streat 34, 41-819 Zabrze, Poland.

Middlen, A. dan T. Redding. 2000. Environmental Management for Aquaculture Kluwer Academic. Boston. 223 h.

Mulja, M. dan Suharman. 1995. Analisis Instrumental. Airlangga University press. Surabaya.

- Nielsen, S. S. 2003. Introduction to Food Analysis. Di dalam Nielsen, S. S. (ed.). Food Analysis 3rd ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York.
- Novotny, V dan H. Olem. 1994. Water Quality : Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrand Reinhold. New York. 1054 h.
- Putri, M.H. 2010. Proses Hibrid Ozonasi dan Membran Untuk Penyisihan Amonia Dari Air Limbah. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sembel, L. 2010. Analisis Logam Berat Pb, Cd, dan Cr Berdasarkan Tingkat Salinitas di Estuari Sungai Belau Teluk Lampung. Universitas Negeri Papua. Papua.
- Sihaloho, W. S. 2009. Analisa Kandungan Amonia dari Limbah Cair Inlet dan Outlet Dari Bebarapa Industri Kelapa Sawit. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Tugiyono. 2010. Bioakumulasi Logam Hg dan Pb di Perairan Teluk Lampung. Unila. Lampung.
- Vogel, A. I. 1951. A Text-book of Quantitative Inorganic Analysis, 2nd edition. Longmans. Green and Co. London, 643 h.
- Wibowo, R.K.A. Analisis Kualitas Air Pada Sentral Outlet Tambak Udang Sistem Terpadu Tulang Bawang Lampung. ITB. Bandung.
- Wijayanti, H.M. 2007. Kajian Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrosbenthos. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wardhana, A.W. 1995. Dampak Pencemaran Ikan. Andi Offset. Yogyakarta.
- Wiryan B.,B. Marsjen, H. Adi Susanto, A.K.Mahi, M. Ahmad, dan H.poepitasari. 1999. Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir Lampung. Bandar Lampung : Pemda Tk 1 Lampung-CRMP Lampung.