

**ANALISIS KONSENTRASI GAS AMONIA (NH₃) DI UDARA AMBIEN
DENGAN METODE INDOFENOL MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETER UV-Vis PADA KAWASAN TEMPAT
PEMROSESAN AKHIR (TPA) ANTANG**

YOLANDA GABRIELLA MADAUN

H031 19 1045



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**ANALISIS KONSENTRASI GAS AMONIA (NH₃) DI UDARA AMBIEN
DENGAN METODE INDOFENOL MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETER UV-Vis PADA KAWASAN TEMPAT
PEMROSESAN AKHIR (TPA) ANTANG**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains*

Oleh:

YOLANDA GABRIELLA MADAUN

H031 19 1045



MAKASSAR

2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS KONSENTRASI GAS AMONIA (NH₃) DI UDARA AMBIEN
DENGAN METODE INDOFENOL MENGGUNAKAN
SPEKTROFOTOMETER UV-VIS PADA KAWASAN TEMPAT
PEMROSESAN AKHIR (TPA) ANTANG**

Disusun dan diajukan oleh:

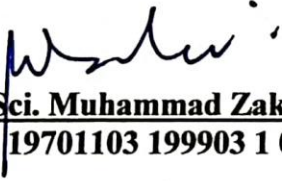
**YOLANDA GABRIELLA MADAUN
H031 19 1045**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Januari 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

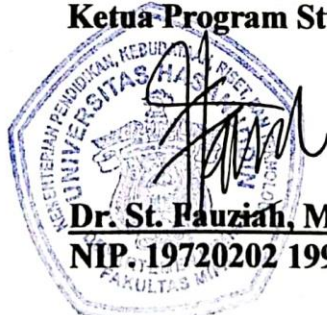

Dr. Sci. Muhammad Zakir, M.Si
NIP. 19701103 199903 1 001


Dr. Djabal Nur Basir, S.Si., M.Si
NIP. 19740319 200801 1 010

Ketua Program Studi


Dr. St. Fauziah, M.Si

NIP. 19720202 199903 2 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yolanda Gabriella Madaun

NIM : H031191045

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul “Analisis Konsentrasi Gas Amonia (NH_3) di Udara Ambien dengan Metode Indofenol Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada Kawasan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Antang” adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 20 Januari 2024



Yang Menyatakan,

Yolanda Gabriella Madaun

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat, hikmat, dan tuntunan-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir yang berjudul “**Analisis Konsentrasi Gas Amonia (NH₃) di Udara Ambien dengan Metode Indofenol Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada Kawasan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Antang**” sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin guna mencapai gelar sarjana.

Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Sains Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Dalam penyusunan banyak hambatan dan rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya penulis dapat menyelesaikannya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mneyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membenatu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dan bimbingan serta kemurahan hati dari berbagai pihak, penulis berterimakaish kepada bapak **Dr. Sci. Muhammad Zakir, M.Si** dan bapak **Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si** sebagai pembimbing utama dan sebagai pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu mulai dari awal penyusunan hingga selesainya penulisan ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada

1. Ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si** dan ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si** selaku ketua dan sekretaris departemen kimia, juga kepada seluruh dosen dan staff Departemen Kimia maupun Fakultas MIPA Unhas yang telah memberikan banyak kemudahan dan bantuan kepada penulis dalam menjalani studi dan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu **Dr. Rugaiyah A. Arfah, M.Si** dan Bapak **Dr. Maming, M.Si**, selaku tim penguji, serta bapak **Dr. Syahrudin Kasim, S.Si, M.Si** selaku koordinator seminar 1 dan 2 yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak dan Mama tercinta **Paulus Madaun** dan **Paris** yang selalu memanjatkan doa, juga memberikan dukungan dan pengorbanan kepada penulis demi menggapai impian dan cita-cita. Semoga Tuhan Yesus selalu membersamai.
4. **Indo'** yang walaupun telah kembali bersama Bapa di surga tetapi selalu menjadi orang pertama yang penulis ingin perlihatkan pencapaian besarnya sebagai cucu salah satunya yaitu menyanggah gelar sarjana.
5. Keluarga terkasih **Nenna, Anto, Anceng, Winda, Yopi, kak Ika, Nina, kak Rio, kak Erhy, Ipang, Erika, Nava, Belva, dan Biel** terima kasih atas doa, dukungan dan semangat selama masa kuliah hingga proses pengerjaan tugas akhir ini.
6. Rekan penelitian **Rachmalia Putri** terima kasih atas kerja sama, kesabaran, dukungan, dan semangat yang sangat luar biasa dari awal hingga selesainya penelitian dengan segala naik turunnya. Otsukaresama...
7. Teman-teman terkasih **Anak Pakbal (Ama, Agnes, Cici, Cunnu, Dila, dan Lia)**, terimakasih atas dukungan, bantuan, kebersamaan, dan semangat selama menghabiskan masa-masa di kampus, semoga kita semua bisa mencapai apa yang kita inginkan.

8. Teman-teman terkasih **AWWC (Ika, Winda, Nita, dan Cunul)**, terimakasih atas dukungan, semangat, dan waktu yang selalu diluangkan untuk penulis dari masa SMA hingga penyelesaian studi. Semoga kita semua tetap dalam lindungan Tuhan.
9. Teman-teman **Kimia Fisika (Alif, Shabir, Mahdis, Chika, Srihel, Sulfa, dan Firna)**, terima kasih atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.
10. Teman seperwibuan **Riska** yang juga teman swifties bersama **Tirah**, terimakasih telah mendukung kehaluan dan segera ketidakmasukakalan pikiran untuk sejenak mengalihkan perhatian dari penatnya pengerjaan tugas akhir ini.
11. Kak **Salman** dan kak **Ilham** yang selalu bersedia membantu setiap penulis meminta bantuan dan juga memberi banyak pengalaman selama masa studi.
12. Seluruh teman-teman seperjuangan **Kimia 2019** dan **Konf19urasi** khususnya kepada teman-teman **pengurus HMK periode 2021/2022** yang telah sabar, memberikan cerita baru yang begitu berarti, serta senantiasa membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
13. Seluruh teman-teman seperjuangan pengurus **BEM FMIPA Unhas periode 2022/2023** khususnya pada teman-teman **Bidang Akademik** yang selalu bersemangat mengerjakan proker yang telah direncanakan bersama.
14. Teman-teman **posko 1 desa Pajukukang (Ince, Nunu, Tenri, Ardi, Aldi, Jek, Fuad, Yusril)** meski sekarang sudah jarang berkomunikasi dan janji-janjinya belum terlaksana telah memberi banyak pengalaman dan pembelajaran berharga selama masa kkn sampai pasca kkn sekarang ini. semoga kedepannya janji yang sempat dibuat bersama bisa terlaksana.
15. Teman-teman **Izumi (Sora, Miju, Akari, Juya, Danheng)** walaupun baru

bertemu, telah memberi banyak warna dan pengalaman menyenangkan selama bersama mengikuti event dan project dimasa-masa mulai jenuh mengerjakan tugas akhir. Otsukaresama....

16. Serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan, yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu disini atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Semoga Tuhan membalasnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan untuk kedepannya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak- pihak yang berkepentingan.

Makassar, Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

Analisis konsentrasi gas amonia (NH_3) di udara ambien dengan metode indofenol menggunakan spektrofotometer UV-Vis telah dilakukan pada kawasan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Antang. Metode yang sering digunakan untuk menentukan konsentrasi amonia adalah metode uji yang berdasarkan pada pembentukan senyawa indofenol biru. Prinsip dasar dari metode ini adalah amoniak dari udara ambien yang telah dijerap oleh H_2SO_4 akan membentuk amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), kemudian direaksikan dengan fenol dan natrium hipoklorit dalam suasana basa membentuk senyawa indofenol yang berwarna biru. Intensitas warna biru yang terbentuk akan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm. Pengambilan sampel dilakukan pada 12 titik yang mengelilingi TPA dalam 3 layer, masing-masing layer diambil 4 titik. *Layer* pertama berjarak sekitar 250 m dari pusat TPA dan didapatkan hasil secara berturut-turut yaitu $74,9725 \pm 1,6495$; $38,5475 \pm 1,6495$; $1321,2067 \pm 1,6495$; dan $67,1517 \pm 1,6495 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. *Layer* 2 diambil pada jarak sekitar 500 m dan secara berturut-turut mendapatkan hasil yaitu $14,6379 \pm 1,6495$; $87,6265 \pm 1,6495$; $14,6210 \pm 1,6495$; dan $12,0627 \pm 1,6495 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. *Layer* 3 diambil pada jarak 2 km dan secara berturut-turut mendapat hasil yaitu $22,5952 \pm 1,6495$; $61,9824 \pm 1,6495$; $33,1549 \pm 1,6495$; dan $12,1306 \pm 1,6495 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Konsentrasi paling tinggi didapatkan pada titik 3 pada *layer* pertama dimana lokasi pengambilan sampel berada di kolam lindi TPA. Menurut peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010 yang mengatur tentang nilai ambang batas kebauan amoniak, titik ini berada pada titik kritis dimana ambang batasnya sebesar 2 mg/L dan konsentrasi pada titik ini sebesar $1,9002 \pm 0,0024 \text{ mg}/\text{L}$.

Kata kunci : amonia, ambien, indofenol, TPA, spektrofotometer UV-Vis

ABSTRACT

Determination of the concentration of ammonia gas (NH_3) in ambient air using the indophenol method using a UV-Vis spectrophotometer has been carried out in the Antang Final Disposal Site (TPA). The method often used to determine ammonia concentration is a test method based on the formation of blue indophenol compounds. The basic principle of this method is that ammonia from ambient air absorbed by H_2SO_4 forms ammonium sulfate ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), then reacted with phenol and sodium hypochlorite in an alkaline environment forming a blue-colored indophenol compound. The intensity of the blue color formed shall be measured using a spectrophotometer at wavelength of 630 nm. Sampling is performed at 12 points surrounding the TPA in 3 layers, each layer being taken 4 points. The first layer is approximately 250 m from the center of the TPA and has successive results of 74.9725 ± 1.6495 ; 67.1517 ± 1.6495 ; 1321.2067 ± 1.6495 ; and 38.5475 ± 1.6495 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Layer 2 was taken at a distance of around 500 m and successively obtained results namely 87.6265 ± 1.6495 ; 14.6379 ± 1.6495 ; 12.0627 ± 1.6495 ; and 14.6210 ± 1.6495 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Layer 3 was taken at a distance of 2 km and successively obtained results namely 61.9824 ± 1.6495 ; 33.1549 ± 1.6495 ; 12.1306 ± 1.6495 ; and 22.5952 ± 1.6495 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. The highest concentration was obtained at point 3 in the first layer where the sampling location was in the landfill leachate pond. According to South Sulawesi governor's regulation Number 69 of 2010 which regulates the threshold value for ammonia odor, this point is at a critical point where the threshold is 2 mg/L and the concentration at this point is 1.9002 ± 0.0024 mg/L.

Key words: ammonia, ambient, indophenol, TPA, spectrophotometer UV-Vis

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Maksud Penelitian	3
1.3.2 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Udara Ambien	5
2.2 Pencemaran Udara	6
2.3 Tempat Pembuangan Sampah	8
2.4 Amonia (NH ₃)	11
2.5 Analisis Amonia di Udara Ambien	14
	x

2.6 Spektrofotometer UV-Vis	15
2.7 Verifikasi Metode.....	16
2.7.1 Uji Akurasi dan Uji Presisi	16
2.7.2 Uji Linearitas.....	17
2.7.3 Limit of Quantitation (LoQ) dan Limit of Detection (LoD).	17
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2 Alat Penelitian.....	19
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Pembuatan Larutan Pereaksi	19
3.4.1.1 Pembuatan Larutan Penjerap.....	19
3.4.1.2 Pembuatan Larutan Nitroprusida 2%	20
3.4.1.3 Pembuatan NaOH 6,75M.....	20
3.4.1.4 Pembuatan Larutan Natrium Hipoklorit 3,7%	20
3.4.1.5 Pembuatan Larutan Fenol 45%	20
3.4.1.6 Pembuatan Larutan Penyangga.....	20
3.4.2 Pembuatan Larutan Kerja.....	21
3.4.2.1 Pembuatan Larutan Kerja Hipoklorit.....	21
3.4.2.2 Pembuatan Larutan Kerja Fenol.....	21
3.4.3 Pembuatan Larutan Standar	21
3.4.3.1 Pembuatan Larutan Induk Amoniak 1000 µg	21
3.4.3.2 Pembuatan Larutan Standar Amoniak 10 µg	21
3.4.3.3 Pembuatan Larutan Blanko	21
3.4.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi	22

3.4.5	Pengujian Sampel.....	22
3.4.5.1	Pengambilan Contoh Uji.....	22
3.4.5.2	Pengujian Sampel.....	23
3.5	Perhitungan	23
3.5.1	Volume Contoh Uji Udara	23
3.5.2	Konsentrasi Amoniak Di Udara Ambien	24
3.5.3	Verifikasi Metode.....	24
3.5.3.1	Akurasi dan Presisi Metode	24
3.5.3.2	Linearitas.....	25
3.5.3.3	Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)...	25
3.5.3.4	Penentuan Ketidakpastian Pengukuran.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Verifikasi Metode Analisis	28
4.2.1	Linearitas.....	28
4.2.2	Uji Akurasi	29
4.2.3	Uji Presisi	29
4.2.4	Penentuan Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)	30
4.2	Penentuan Konsentrasi Gas Amonia (NH ₃) Di Udara Ambien.....	31
4.2.1	Penentuan Kurva Kalibrasi	31
4.2.2	Pengambilan Sampel	32
4.3	Ketidakpastian Pengukuran	36
4.3.1	Ketidakpastian Pengambilan Sampel.....	37
4.3.2	Ketidakpastian Standar	37
4.3.3	Ketidakpastian Konsentrasi Sampel	37
4.3.4	Ketidakpastian Gabungan.....	38

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penggolongan Polutan Udara.....	8
2. Waktu dan lokasi pengambilan sampel.....	23
3. Data hasil uji akurasi.....	29
4. Data hasil uji presisi.....	30
5. Hasil uji batas deteksi dan batas kuantitasi.....	30
6. Perhitungan linearitas kurva standar amoniak.....	52
7. Data uji standar rendah.....	55
8. Data uji standar tengah.....	55
9. Data uji standar tinggi.....	56
10. Data lapangan hari pertama.....	58
11. Data konvesi nilai hasil pengukuran sampling hari pertama.....	58
12. Data lapangan hari kedua.....	58
13. Data konvesi nilai hasil pengukuran sampling hari kedua.....	59
14. Data lapangan hari ketiga.....	59
15. Data konvesi nilai hasil pengukuran sampling hari ketiga.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tempat Pembuangan Akhir (TPA)	8
2. Siklus Transformasi Utama Nitrogen.....	11
3. Reaksi Pembentukan senyawa Indofenol.....	14
4. Skema Spektrofotometer UV-Vis <i>Double Beam</i>	15
5. Rangkaian peralatan pengambilan contoh uji amoniak	22
6. Grafik kurva kalibrasi amoniak.....	28
7. Grafik konsentrasi amoniak sampling hari pertama.....	32
8. <i>Windrose</i> daerah Makassar 7 September 2023	33
9. Grafik konsentrasi amoniak sampling hari kedua.....	34
10. <i>Windrose</i> daerah Makassar 8 September 2023	34
11. Grafik konsentrasi amoniak sampling hari ketiga.....	35
12. <i>Windrose</i> daerah Makassar 7 September 2023	36
13. Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel	68
14. Dokumentasi pengambilan sampel	69
15. Dokumentasi analisis sampel	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bagan Alir Penelitian	44
2. Bagan Kerja.....	45
3. Perhitungan	50
4. Data lapangan sampling amonia	58
5. Estimasi Ketidakpastian.....	60
6. Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel	68
7. Dokumentasi Penelitian	69

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol dan Singkatan	Arti
TPA	Tempat Pembuangan Akhir
SNI	Standar Nasional Indonesia
UV-Vis	Ultraviolet Visible
mg/L	Miligram per liter
LoD	<i>Limit of Detection</i>
LoQ	<i>Limit of Quantitation</i>
SD	Standar Deviasi
S/N	<i>Signal to Noise Ratio</i>
$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Mikrogram per normal meter kubik
SBR	Simpangan Baku Relatif

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah padat adalah jenis limbah khusus yang berasal dari rumah tangga dan dapat mencakup limbah komersial dan industri. Limbah sebagai produk sampingan yang tidak perlu atau tidak diinginkan, merupakan konsekuensi yang tidak terhindarkan dari sebagian besar aktivitas. Secara global, 7-9 miliar ton sampah dihasilkan setiap tahun (Chen dkk., 2020). Pertumbuhan populasi dan urbanisasi telah menghasilkan sejumlah besar limbah padat industri dan perkotaan. Pengelolaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) perkotaan yang buruk dapat secara bersamaan mencemari udara, air, dan tanah (Talaiekhozani dkk., 2017).

Menurut Njoku dkk. (2019) operasi TPA sering dikaitkan dengan kontaminasi air permukaan dan air tanah dari lindi TPA terutama jika TPA tidak memiliki lapisan yang memadai), bau yang menyengat, suara keras dari mesin TPA, emisi biogas, dan senyawa organik yang mudah menguap. Faktor yang memengaruhi produk sampingan atau emisi dari TPA antara lain jenis dan jumlah sampah yang ditimbun, umur TPA, dan kondisi iklim TPA. Jenis pengelolaan TPA yang berbeda dapat menyebabkan dampak lingkungan dan kesehatan yang berbeda tergantung pada metode pembuangannya. Limbah plastik membutuhkan waktu lama untuk terurai oleh organisme, emisi sementara dari pengolahan limbah mencapai 3% hingga 4% dari emisi gas rumah kaca global, dan insinerasi di luar ruangan telah terbukti melepaskan sejumlah besar polutan udara yang berbahaya dan berpotensi membahayakan kesehatan manusia, terutama di negara berkembang (Chen dkk., 2020).

Tempat pembuangan sampah bagi masyarakat perkotaan merupakan kebutuhan penting untuk menciptakan kenyamanan di kota besar seperti Makassar. TPA Tamangapa Antang merupakan pusat dari seluruh TPA Kota Makassar. TPA ini awalnya dirancang untuk 10 tahun, tetapi TPA masih digunakan sampai sekarang dengan produksi sampah kota Makassar yang terus meningkat (Artiningsih dkk., 2017). Pengelolaan sampah di TPA yang masih menggunakan metode *open dumping* atau dibuang begitu saja akan menimbulkan dampak negatif dari keberadaan TPA, yaitu pencemaran udara, hal tersebut dapat membahayakan penduduk yang ada di sekitar TPA (Putri dkk., 2020).

Salah satu dampak dari adanya TPA adalah pencemaran udara oleh sampah. Sampah menghasilkan beberapa komponen gas yang masuk ke udara dari proses pembakaran dan pembusukan. Beberapa komponen gas yang dihasilkan dari pembakaran dan pembusukan sampah diantaranya seperti Hidrogen Sulfida (H_2S), Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO_2), Amoniak (NH_3), Fosfat (PO_4), Sulfur Oksida (SO_2), dan Metana (CH_4). Gas yang dihasilkan bergantung dari jumlah pembusukan yang terjadi, semakin banyak pembusukan maka semakin banyak pula gas yang dihasilkan (Hidayatullah dan Mulasari, 2020).

Amoniak (NH_3) dapat ditemukan secara alami dalam udara ambien dan bersumber dari banyak hal seperti pertanian, pembakaran, emisi industri, serta proses alami yang terjadi di tanah. Amoniak merupakan polutan penting karena perannya sebagai pembentukan partikel halus dan pembentukan gas rumah kaca (Felix dan Cardoso, 2012). Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010 salah satu parameter kebauan adalah amoniak dengan nilai batas 2,0 mg/L. Paparan amoniak pada manusia dalam jumlah yang berlebihan dapat mengalami iritasi, luka bakar pada saluran pernapasan, kulit, dan mata.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis. Keunggulan alat ini adalah dapat digunakan untuk menganalisis banyak zat organik dan anorganik, dengan selektivitas tinggi, akurasi tinggi dengan kesalahan relatif dari 1% hingga 3%, analisis dilakukan dengan cepat dan akurat. dapat digunakan untuk menentukan sejumlah kecil zat. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, dimana pembacaan langsung ditangkap oleh detektor dan dicetak sebagai angka atau grafik regresi (Rohmah dkk., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis konsentrasi gas amoniak diudara ambien pada kawasan TPA Antang untuk mengkaji kualitas udara ambien menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa konsentrasi NH_3 yang terukur pada beberapa titik di kawasan TPA Antang?
2. Bagaimana perbandingan antara konsentrasi NH_3 di TPA Antang dengan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010 tentang baku tingkat kebauan?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi NH_3 pada kawasan TPA Antang membandingkannya dengan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010, dan untuk mengetahui ketelitian dari metode yang digunakan.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. menentukan konsentrasi NH_3 yang terukur pada beberapa titik di kawasan TPA Antang, dan
2. membandingkan antara konsentrasi NH_3 di TPA Antang dengan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010 tentang baku tingkat kebauan

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat yang bermukim disekitar TPA Antang mengenai kondisi udara di lingkungan tempat tinggalnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udara Ambien

Udara adalah campuran banyak gas dalam proporsi yang bervariasi, tergantung pada keadaan suhu/tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Udara adalah bagian dari atmosfer bumi yaitu lapisan yang menutupi bumi dengan ketebalan ± 86 km di atas permukaan bumi yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (Nurmayanti dan Purwoko, 2017). Udara merupakan salah satu komponen esensial dalam menunjang keberlangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu, kualitasnya perlu dijaga dan dipelihara agar tidak terjadi pencemaran udara yang dapat mengancam kesehatan dan kesejahteraan manusia serta untuk perlindungan bagi makhluk hidup lainnya (Zahra dkk., 2022). Udara dapat diartikan sebagai suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Udara terdiri dari 78% nitrogen, 21,94% oksigen, 0,93% argon, 0,032% karbondioksida, dan gas-gas mulia lain yang terdapat pada atmosfer. Pencemaran udara akan terjadi jika ke dalam udara masuk sejumlah bahan pencemar seperti dalam jumlah dan bentuk tertentu yang dapat menimbulkan gangguan terhadap kehidupan (Ibrahim dkk., 2022).

Udara memegang peranan penting bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Lainnya, kualitas harus dilindungi dari polusi udara. Menjaga kualitas udara yang baik sangat penting dengan sistem pemantauan kualitas udara yang tepat sebagai langkah awal dalam pengendalian pencemaran udara. Secara umum, kualitas udara dinilai dari konsentrasi parameter pencemaran udara yang lebih

tinggi atau lebih rendah dari nilai baku mutu udara terukur. Baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau tingkat pencemaran udara yang dapat ditoleransi di udara luar (Gunawan dkk., 2020).

Standar kualitas udara nasional ditetapkan sebagai batas maksimum kualitas udara untuk mencegah terjadinya pencemaran udara. Sistem pemantauan kualitas udara diperlukan untuk mendapatkan informasi yang dapat dipercaya tentang kualitas udara di suatu wilayah. Dengan demikian, dimungkinkan untuk memutuskan langkah-langkah dalam meningkatkan kualitas udara dan memberikan informasi yang dapat dipercaya kepada publik tentang keadaan kualitas udara (Gunawan dkk., 2020).

2.2 Pencemaran Udara

Secara umum, baku mutu udara terbagi menjadi dua kelompok, yaitu mutu udara ambien (lingkungan) dan mutu udara buangan industri. Sebagai patokan, batas emisi polutan tertentu adalah 30 kali standar udara ambien. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan bahwa gas buang akan diencerkan di atmosfer. Kemampuan udara ambien untuk mengencerkan emisi bergantung pada banyak faktor, termasuk kualitas udara ambien dan kepadatan gas buang. Ketika polusi udara ambien meningkat, kapasitas pengenceran gas buang menurun. Tingkat emisi juga penting, dengan peningkatan tingkat emisi, standar tingkat emisi akan lebih rendah (Machdar, 2018).

Pencemaran pada udara ambien bisa diartikan sebagai masuknya satu atau lebih kontaminan zat dalam jumlah tertentu yang dapat membahayakan dan mengganggu kehidupan di sekitarnya. Pencemaran dapat ditimbulkan oleh banyak sumber seperti sumber alami dan kegiatan manusia (Dewata dan Tarmizi, 2015).

Pencemaran udara ambien juga dapat diartikan sebagai perubahan komposisi udara dari keadaan normal menjadi berbahaya. Zat-zat pencemar ini dapat masuk melalui cara alami maupun melalui kegiatan yang dilakukan manusia. Kegiatan tersebut dapat berupa peningkatan jumlah transportasi, industri, pembuangan sampah, proses dekomposisi, dan pembakaran (Indrayani dan Asfiati, 2018).

Pencemaran udara dapat diklasifikasikan menurut sumbernya, komposisi kimia, ukuran, dan tempat emisinya. Klasifikasi pencemaran udara menurut sumbernya dibagi menjadi primer dan sekunder. Polutan primer dilepaskan langsung dari sumber tertentu ke atmosfer, contohnya SO_2 dan CO . Sedangkan pencemar sekunder merupakan hasil reaksi kimia antara pencemar primer dengan gas, contohnya O_3 dan NO_2 . Klasifikasi polusi udara berdasarkan tempat emisinya dibagi menjadi polusi udara luar dan dalam ruangan. Klasifikasi polutan berdasarkan komposisi kimia dan ukuran polutan dibagi menjadi gas dan PM atau partikel (Susanto, 2020).

Dua aktivitas yang berkontribusi terhadap pencemaran udara oleh beberapa spesies, yaitu aktivitas manusia dan aktivitas alam. Aktivitas manusia meliputi: limbah pabrik, pembakaran bahan organik, aktivitas pertambangan dan pertanian, proses pembersihan, penyemprotan parfum dan pestisida, dan lain-lain. Aktivitas alam yang menyebabkan pencemaran udara antara lain letusan gunung berapi, kebakaran hutan secara spontan, dekomposisi, penguapan zat organik dan anorganik, senyawa yang dihasilkan dari aktivitas hewan dan tumbuhan serta akibat reaksi kimia di udara (Dewata dan Tarmizi, 2015).

Tumpahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia di udara lebih memprihatinkan daripada hasil aktivitas alam, karena aktivitasnya terus-menerus

dan cenderung meningkat, sedangkan tumpahan alam bersifat acak dan tidak menyebar ke segala arah, seringkali secara lokal. Bahan pencemar tersebut dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu gas anorganik, gas organik, dan partikulat (padat atau cair), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 (Dewata dan Tarmizi, 2015):

Tabel 1. Penggolongan Polutan Udara (Dewata dan Tarmizi, 2015)

Golongan	Subgolongan	Contoh
Gas Anorganik	Oksida Karbon	CO dan CO ₂
	Oksida Sulfur	SO ₂ dan SO ₃
	Oksida Nitrogen	N ₂ O, NO, dan NO ₂
	Gas-gas Lain	H ₂ S, HF, NH ₃ , Cl ₂ , dan CF ₂ Cl ₂
Gas Organik	Hidrokarbon	CH ₄ , C ₄ H ₁₀ , C ₈ H ₁₆ , C ₆ H ₆ , C ₂ H ₂ , dan C ₂ H ₄
	Aldehid dan Keton	HCHO dan CH ₃ COCH ₃
	Lain-lain	Alkohol dan asam organik
Partikulat	Padat	Debu, asap, abu, karbon, timbal
	Cair	Kabut, minyak, lemak, dan asam

2.3 Tempat Pembuangan Sampah



Gambar 1. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Wikipedia, 2023)

Pengelolaan limbah adalah hal yang sangat penting di semua negara. Banyak metode yang dapat digunakan untuk mengelola sampah seperti penimbunan, insinerasi, dan pengomposan. Namun, studi tentang pengelolaan sampah menunjukkan bahwa di antara pilihan teknologi pengolahan dan pembuangan sampah kota, pembuangan terbuka sangat populer di sebagian besar negara karena biayanya yang relatif rendah. Pembuangan sampah di tempat pembuangan sampah menimbulkan sejumlah risiko lingkungan dan dari tinjauan literatur, menunjukkan bahwa meskipun tingkat penghindaran, penggunaan kembali, dan daur ulang limbah yang tinggi tercapai, beberapa bahan limbah akan selalu perlu untuk dibuang (Vaverkova, 2019).

Pemilihan lokasi TPA yang tidak sistematis dan tidak diatur/ilmiah dapat menimbulkan bahaya bagi lingkungan, manusia, dan mungkin, badan air yang berdekatan, termasuk air tanah. Salah satu kriteria utama untuk memilih TPA, termasuk menyediakan jarak yang wajar dari badan air yang signifikan. Hal ini karena bahaya pencemaran badan air, yang mungkin berdampak buruk bagi kehidupan akuatik (Ozazee dan Gupta, 2021).

Sistem pengelolaan sampah di Indonesia saat ini tidak lepas dari peranan TPA. Sebagian besar sampah di Indonesia dibuang ke TPA, dan hanya sedikit yang dikurangi, digunakan kembali, dan didaur ulang (*Reduce, Reuse, Recycle*). Masalah umum yang dihadapi oleh kota-kota di Indonesia dalam hal fasilitas pembuangan adalah TPA yang dioperasikan untuk pembuangan sampah adalah sistem *open dumping* dan hanya sedikit yang menggunakan sistem *sanitary landfill* dikarenakan biayanya TPA *open dumping* lebih murah dibandingkan dengan *sanitary landfill*. Dengan penggunaan sebagian besar dari semua sistem *open dumping*

yang ada, fasilitas pengumpulan dan pemulihan gas tidak disediakan. Beberapa data penelitian menunjukkan bahwa hanya sekitar 40-60% sampah yang dihasilkan di setiap kota di Indonesia yang dikirim ke TPA resmi, dan sisanya dibuang secara ilegal dan dibakar secara terbuka di dekat halaman belakang masyarakat (Kardono, 2008).

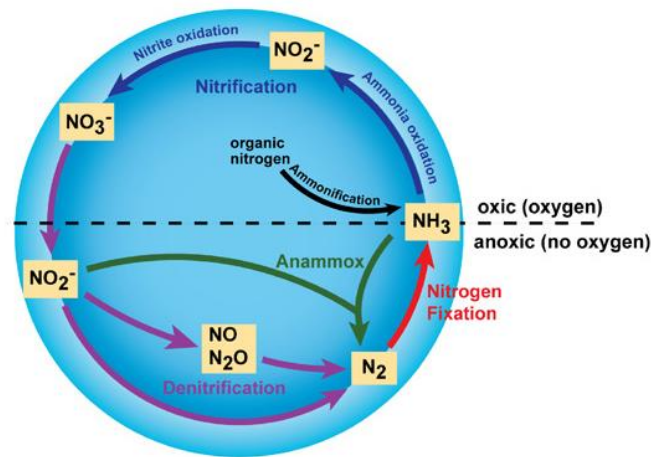
Pembuangan sampah dengan metode *open dumping* dapat menimbulkan beberapa dampak negatif terhadap lingkungan. Berdasarkan peraturan pemerintah nomor 18 tahun 2012 menyebutkan bahwa jarak pemukiman harus lebih dari 1 km untuk menanggulangi dampak langsung terhadap kualitas lingkungan hidup (Axmalia dan Mulasari, 2020). Metode *open dumping* merupakan sistem pengolahan sampah dengan hanya membuang/ menimbun sampah di suatu tempat tanpa ada perlakuan khusus/ pengolahan sehingga sistem ini sering menimbulkan gangguan pencemaran lingkungan (Astha dkk., 2018).

Metode *open dumping* yang tidak terkendali, pembakaran fraksi sampah secara terbuka, dan kesalahan pengelolaan lindi yang dihasilkan di TPA, adalah masalah utama pada lingkungan yang dapat langsung dideteksi. Situasi ini diperparah dengan tambahan masalah kepadatan penduduk, lalu lintas, polusi udara dan air. Dampak lingkungan utama yang dapat dideteksi dari penggunaan metode *open dumping* adalah pencemaran udara, kebauan dan emisi gas rumah kaca, pencemaran air permukaan dan air tanah (Ferronato dan Toretta, 2019).

Salah satu permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah adalah menurunnya estetika di sekitar TPA yang berpotensi menimbulkan konflik sosial dengan masyarakat sekitar. Penentangan yang dilakukan oleh masyarakat sekitar umumnya terkait dengan penyebab yang membahayakan kesehatan, keselamatan,

berkurangnya, kenyamanan, dan keterbatasan lahan, terutama untuk penempatan tempat pembuangan akhir. Permasalahan yang terjadi terkait dengan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah yaitu persebaran penduduk yang tidak merata. Belum adanya pola standar pengembangan masyarakat yang dapat dijadikan pedoman pelaksanaan, masih banyak pengelola sanitasi yang belum mengikutsertakan penyuluhan dalam programnya (Kusumaningrum dkk., 2020).

2.4 Amonia (NH₃)



Gambar 2. Siklus Transformasi Utama Nitrogen (Benhard, 2010)

Nitrogen adalah salah satu nutrisi utama yang penting untuk kelangsungan hidup semua organisme hidup. Meskipun nitrogen sangat berlimpah di atmosfer sebagai gas dinitrogen (N₂), sebagian besar tidak dapat diakses dalam bentuk ini oleh sebagian besar organisme, menjadikan nitrogen sebagai sumber daya yang langka dan seringkali membatasi produktivitas primer di banyak ekosistem. Hanya ketika nitrogen diubah dari gas dinitrogen menjadi amonia (NH₃) barulah nitrogen tersedia bagi produsen primer, seperti tumbuhan. Selain N₂ dan NH₃, nitrogen ada dalam berbagai bentuk, termasuk bentuk anorganik (misalnya amonia, nitrat) dan organik (misalnya asam amino dan nukleat). Transformasi utama

nitrogen adalah fiksasi nitrogen, nitrifikasi, denitrifikasi, *anammox*, dan amonifikasi (Benhard, 2010).

Proses mengubah N_2 menjadi nitrogen yang tersedia secara biologis disebut fiksasi nitrogen. Organisme yang melakukan fiksasi nitrogen, memiliki kompleks enzim yang disebut nitrogenase berfungsi untuk mengkatalisis reduksi N_2 menjadi NH_3 (amonia), yang dapat digunakan sebagai penanda genetik untuk mengidentifikasi potensi fiksasi nitrogen. Selanjutnya adalah nitrifikasi, nitrifikasi adalah proses yang mengubah amonia menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat. Kebanyakan nitrifikasi terjadi secara aerobik dan dilakukan secara eksklusif oleh prokariota. Ada dua langkah nitrifikasi yang dilakukan oleh berbagai jenis mikroorganisme. Langkah pertama adalah oksidasi amonia menjadi nitrit, yang dilakukan oleh mikroba yang dikenal sebagai pengoksidasi amonia. Langkah kedua dalam nitrifikasi adalah oksidasi nitrit (NO_2^-) menjadi nitrat (NO_3^-). Langkah ini dilakukan oleh kelompok prokariota yang benar-benar terpisah, yang dikenal sebagai Bakteri pengoksidasi nitrit (Benhard, 2010).

Secara tradisional, semua nitrifikasi dianggap dilakukan dalam kondisi aerobik, tetapi baru-baru ini ditemukan tipe baru oksidasi amonia yang terjadi dalam kondisi anoksik yang disebut dengan *anammox*. Bakteri Anammox mengoksidasi amonia dengan menggunakan nitrit sebagai akseptor elektron untuk menghasilkan gas nitrogen. Selanjutnya denitrifikasi, tidak seperti nitrifikasi, denitrifikasi adalah proses anaerobik, kebanyakan terjadi di tanah dan sedimen dan zona anoksik di danau dan lautan. Denitrifikasi penting karena menghilangkan nitrogen tetap (yaitu nitrat) dari ekosistem dan mengembalikannya ke atmosfer dalam bentuk inert secara biologis (N_2). Ketika suatu organisme mengeluarkan

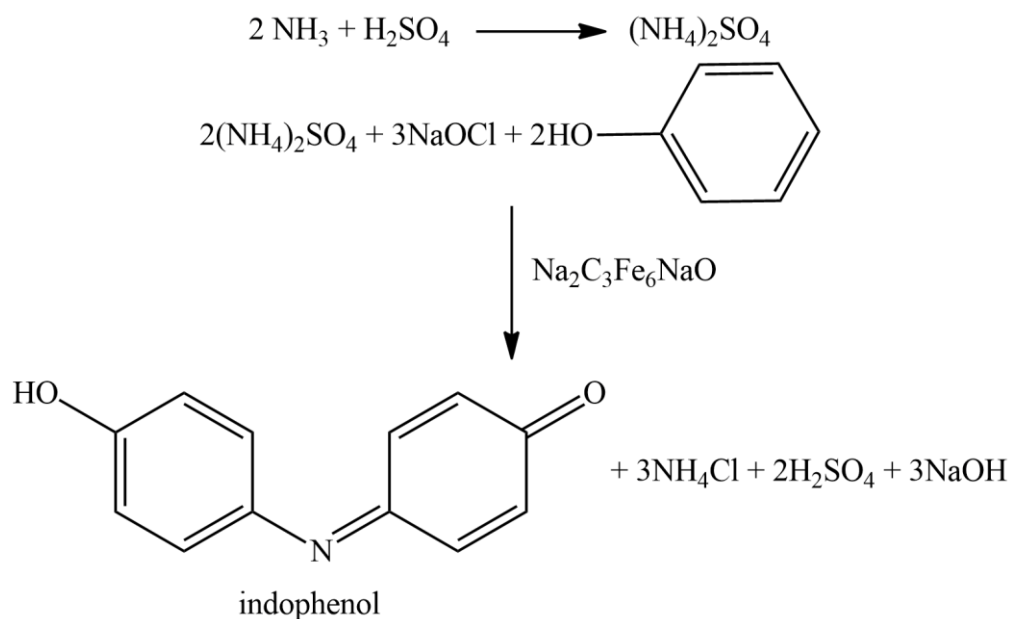
limbah atau mati, nitrogen dalam jaringannya adalah dalam bentuk nitrogen organik (misalnya asam amino, DNA). Berbagai jamur dan prokariota kemudian menguraikan jaringan dan melepaskan nitrogen anorganik kembali ke ekosistem sebagai amonia dalam proses yang dikenal sebagai amonifikasi. Amonia kemudian menjadi tersedia untuk diserap oleh tanaman dan mikroorganisme lainnya untuk pertumbuhan. (Benhard, 2010).

Berdasarkan *National Center for Biotechnology Information* (2023) amoniak merupakan senyawa anorganik yang terdiri dari satu atom nitrogen yang terikat secara kovalen dengan tiga atom hidrogen, dicirikan sebagai gas tidak berwarna dengan bau menyengat dan terpapar melalui sistem pernapasan, konsumsi, atau kontak langsung. Gas amonia umumnya dianggap tidak mudah terbakar, tetapi dalam konsentrasi uap tertentu, gas ini menjadi mudah terbakar, terutama jika terdapat minyak atau bahan mudah terbakar lainnya. Amonia hadir di atmosfer bahkan dalam kondisi tidak tercemar. Berbagai sumber amonia termasuk mikroorganisme, pembusukan kotoran hewan, pengolahan air limbah, industri amonia, dan sistem pendingin yang menggunakan amonia (Putri dan Samsunar, 2020).

Amonia adalah gas yang mudah menguap dan sangat larut dalam air. Rute utama amonia ke dalam tubuh adalah melalui inhalasi. Amonia, senyawa berbasis nitrogen, adalah salah satu bahan kimia tersebut. Partikel kecil ini bisa masuk ke paru-paru dan bahkan masuk ke aliran darah. Pada orang yang sangat tua dan orang yang memiliki kondisi seperti asma dan penyakit jantung, amonia dapat memperburuk masalah jantung dan pernapasan bahkan menyebabkan kematian (Konkel, 2018).

2.5 Analisis Amonia di Udara Ambien

Metode yang sering digunakan untuk menentukan konsentrasi amonia adalah metode uji yang berdasarkan pada pembentukan senyawa indofenol biru. Penentuan amonia dilakukan berdasarkan SNI 19-7119.1-2005. Prinsip dasar dari metode ini, yaitu amonia dari udara ambien yang telah dijerap oleh H_2SO_4 akan membentuk amonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Kemudian direaksikan dengan fenol dan natrium hipoklorit dalam suasana basa menggunakan katalis natrium nitroprusida, akan membentuk senyawa indofenol yang berwarna biru. Intensitas warna biru yang terbentuk akan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm (Rachmawan, 2020).

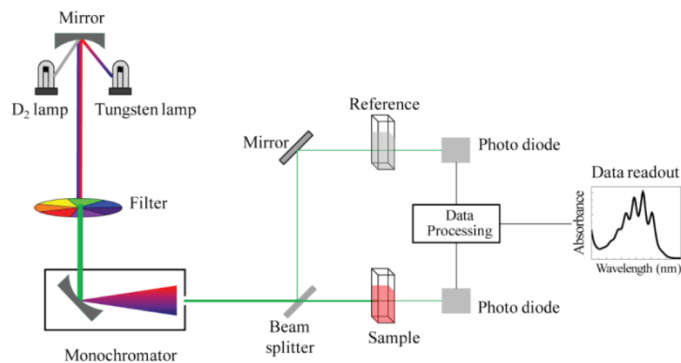


Gambar 3. Reaksi pembentukan senyawa indofenol (Rachmawan, 2020)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Marlindra (2011) mengenai analisis konsentrasi gas amonia (NH_3) di udara ambien kawasan Lokasi Pembuangan Akhir (LPA) sampah air dingin kota padang. Hasil pengukuran kadar NH_3 disimpulkan masih berada dibawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan yaitu 2,00 mg/L. Penelitian yang dilakukan oleh Utami (2022), tentang analisis

kadar gas amonia (NH_3) terhadap faktor lingkungan di TPA Piyungan Yogyakarta. Hasil pengukuran yang dilakukan pada beberapa titik masih berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah setempat, yaitu 1,5 mg/L.

2.6 Spektrofotometer UV-Vis



Gambar 4. Skema Spektrofotometer UV-Vis *Double Beam* (Suhartati, 2017).

Spektrofotometer UV-VIS merupakan instrumen yang banyak digunakan dalam analisis untuk mendeteksi senyawa cair (larutan) berdasarkan serapan foton. Agar sampel dapat menyerap foton dalam rentang UV-VIS (panjang gelombang foton 200 nm - 700 nm), sampel biasanya harus diberi perlakuan atau diderivatisasi, misalnya dengan menambahkan reagen untuk membentuk garam kompleks, dll. Unsur-unsur diidentifikasi oleh senyawa kompleksnya (Irawan, 2019).

Interaksi antara zat organik dengan sinar ultraviolet dan sinar tampak dapat digunakan untuk menentukan struktur molekul zat organik. Bagian molekul yang paling cepat bereaksi dengan cahaya adalah elektron ikatan dan elektron tidak terikat (elektron bebas). Sinar ultraviolet dan cahaya tampak adalah energi yang, setelah menumbuk elektron-elektron ini, tereksitasi dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Eksitasi elektron ini dicatat dalam bentuk spektrum, dinyatakan sebagai panjang gelombang. dan penyerapan sesuai dengan jenis elektron yang ada dalam molekul yang dianalisis. Semakin mudah elektron

terekitasi, semakin tinggi panjang gelombang yang diserap, semakin banyak elektron tereksitasi, semakin tinggi penyerapannya (Suhartati, 2017).

Spektrofotometri UV-Visible dapat digunakan untuk penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Pada umumnya sampel harus diubah menjadi suatu larutan yang jernih. Pelarut yang sering digunakan adalah air, etanol, metanol dan n-heksana karena pelarut ini transparan pada daerah UV. Interaksi sinar UV-Vis menghasilkan transisi elektronik dari elektron-elektron ikatan, baik ikatan sigma (σ) dan pi (π) maupun elektron non ikatan (n) yang ada dalam molekul organik. Spektrum UV-Vis digambarkan dalam bentuk dua dimensi, dengan absis merupakan panjang gelombang dan ordinat merupakan absorban (Suhartati, 2017).

2.7 Verifikasi Metode

Verifikasi metode adalah proses untuk membuktikan bahwa laboratorium mampu menggunakan metode analisis baku/standar pada kondisi nyata di dalam laboratoriumnya. Verifikasi metode merupakan langkah pertama yang memastikan bahwa metode pengujian bisa menghasilkan hasil yang valid atau tidak. Verifikasi dilakukan jika metode pengujian yang digunakan di laboratorium diambil dari metode pengujian standar seperti ISO, SNI, AOAC, EURACHEM, dan standar lainnya (Kartika, 2021).

2.7.1 Uji Akurasi dan Uji Presisi

Akurasi atau kecermatan adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dapat diketahui dengan melakukan uji perolehan kembali (*recovery*). Hasil uji ini akurasi dapat dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan pada sampel. Rentang nilai penerimaan kecermatan suatu metode akan bervariasi sesuai kebutuhannya (Kartika, 2021).

Presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Presisi dapat dibagi dalam dua kategori yaitu keterulangan atau riptabilitas (*repeatability*) dan ketertiruan (*reproducibility*). Riptabilitas adalah nilai presisi yang diperoleh jika seluruh pengukuran dihasilkan oleh satu orang analis dalam satu periode tertentu, menggunakan pereaksi dan peralatan yang sama dalam laboratorium yang sama. Ketertiruan adalah nilai presisi yang dihasilkan pada kondisi yang berbeda, termasuk analis yang berbeda, atau periode dan laboratorium yang berbeda dengan analis yang sama. Presisi dalam hal riptabilitas diukur dengan menghitung relative standard deviation atau simpangan baku relatif (RSD) dari beberapa ulangan (Kartika, 2021).

2.7.2 Uji Linearitas

Linieritas metode analisis menunjukkan kemampuan suatu metode untuk memperoleh hasil uji, yang baik langsung maupun dengan definisi transformasi matematis yang baik, proporsional dengan konsentrasi analat dalam sampel pada range tertentu. Linieritas harus dievaluasi dengan pemeriksaan visual terhadap plot absorbansi yang merupakan fungsi dari konsentrasi analat. Jika hubungannya linier, hasil uji dievaluasi lebih lanjut secara statistik dengan perhitungan garis regresi. Dalam penentuan linieritas, sebaiknya menggunakan minimum lima konsentrasi. Rentang penerimaan linieritas tergantung dari tujuan pengujian. Pada kondisi yang umum, nilai koefisien regresi (R^2) $\geq 0,99$ (Kartika, 2021).

2.7.3 Limit of Quantitation (LoQ) dan Limit of Detection (LoD)

Menurut Utami dan Mahmuda (2019) LOQ ditentukan dengan menggunakan sampel yang mempunyai kadar paling kecil yang masih bisa terbaca

dengan menggunakan metode yang kita gunakan. Pengukuran dilakukan minimal tujuh kali dengan menggunakan sampel yang ditambah spike dengan konsentrasi terkecil. Rata-rata recovery yang didapatkan dari penambahan spike tersebut harus berada dalam range $85\% \pm 115\%$. LOD dinyatakan dengan nilai rata-rata sampel ditambah $3SD$. SD yang dimaksud adalah standar deviasi (simpangan baku) dari sampel. Sedangkan besarnya LOQ biasanya dinyatakan dengan nilai rata-rata sampel ditambah $10 SD$. Cara lain untuk menentukan batas deteksi dan kuantitasi adalah melalui penentuan rasio S/N (*signal to noise ratio*). Rasio S/N didapatkan dari pembagian konsentrasi rata-rata dan standard deviasi (SD).