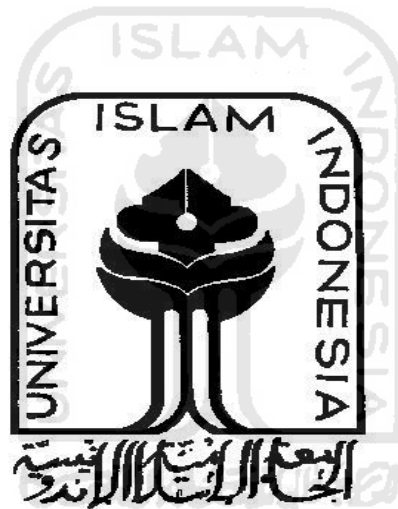


LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENENTUAN KANDUNGAN FERRI (Fe^{3+}) DALAM POLI
ALUMINIUM KLORIDA SECARA SPEKTROFOTOMETRI
UV-VISIBLE DI LABORATORIUM BALAI BESAR KIMIA
DAN KEMASAN**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat
Ahli Madya (A.Md.Si) di Program D III Analisis Kimia**



Disusun oleh:

**Fensa Alifia Hasna
NIM: 17231032**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN IMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENENTUAN KANDUNGAN FERRI (Fe^{3+}) DALAM POLI
ALUMINIUM KLORIDA SECARA SPEKTROFOTOMETRI
UV-VISIBLE DI LABORATORIUM BALAI BESAR KIMIA
DAN KEMASAN**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Fensa Alifia Hasna

NIM: 17231032

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan
Program Studi D III Analisis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
pada tanggal 8 Oktober 2020

Menyetujui,

Ketua Program Studi

Pembimbing



Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si
NIK. 132311102



Dr. Tatang Shabur Julianto, M.Si
NIK. 016120102

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENENTUAN KANDUNGAN FERRI (Fe^{3+}) DALAM POLI
ALUMINIUM KLORIDA SECARA SPEKTROFOTOMETRI
UV-VISIBLE DI LABORATORIUM BALAI BESAR KIMIA
DAN KEMASAN**

Dipersiapkan dan disusun oleh:
Fensa Alifia Hasna
NIM: 17231032

Telah dipertahankan di depan Tim penguji pada tanggal 8 Oktober 2020

Susunan Tim Penguji

Pembimbing/Penguji



Dr. Tatang Shabur Julianto, M.Si
NIK. 016120102

Penguji I



Reni Banowati Istiningrum, M.Sc
NIK. 0508118001

Penguji II



Kuntari, M.Sc
NIK. 0529108801

**Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA UII**



Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D
NIK. 006120101

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 8 Oktober 2020



(Fensa Alifia Hasna)



KATA PENGANTAR

Assalaamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji selalu penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul Penentuan Kandungan Ferri (Fe^{3+}) dalam Poli Aluminium Klorida Secara Spektrofotometri UV-Visible Menggunakan Metode JIS K 1475 : 1996 tepat pada waktunya. Tujuan penyusunan laporan tugas akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan di jenjang akademik Ahli Madya Sains Diploma III Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Tatang Shabur Julianto, S.Si., M.Si sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta masukan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Hotmaria, S.Si sebagai pembimbing lapangan beserta seluruh staf Laboratorium Kimia Balai Besar Kimia dan Kemasan yang telah membantu selama kegiatan PKL berlangsung.
3. Ibunda Santi Sukanthi dan Ayahanda Rohmat Effendi atas segala doa, dukungan dan kasih sayangnya.
4. Teman-teman mahasiswa Analisis Kimia yang turut memberi bantuan secara fisik maupu moril selama proses pembuatan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi terciptanya laporan yang lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalaamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 8 Oktober 2020
Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTISARI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Balai Besar Kimia dan Kemasan.....	4
2.2 Air	5
2.2.1 Pengertian air	5
2.2.2 Proses perjalanan air	6
2.2.3 Sumber – sumber air	7
2.2.4 Baku mutu air.....	8
2.3 Poli Aluminium Klorida.....	9
2.3.1 Pengertian PAC.....	9
2.3.2 Proses koagulasi dan flokulasi	12
2.3.3 Keuntungan penggunaan PAC	13
2.4 Logam Besi (Fe).....	14
2.5 Spektrofotometer UV-Vis	15
2.6 Spektrofotometer Serapan Atom.....	17
2.7 Hukum Lambert-Beer	20

2.8	Linieritas	23
2.9	<i>Limit of Detection</i> (LOD) dan <i>Limit of Quantification</i> (LOQ)	23
2.10	Presisi	24
2.11	Akurasi	25
BAB III METODOLOGI.....		26
3.1	Alat dan Bahan.....	26
3.1.1	Alat.....	26
3.1.2	Bahan	26
3.2	Cara Kerja	26
3.2.1	Pembuatan larutan asam klorida (1:3).....	26
3.2.2	Pembuatan larutan hidroksilammonium klorida 100 g/L.....	26
3.2.3	Pembuatan larutan 1,10-fenantrolin 1g/L	27
3.2.4	Pembuatan larutan buffer natrium asetat-asam asetat.....	27
3.2.5	Pembuatan larutan standar besi (Fe) 10 $\mu\text{gFe/mL}$	27
3.2.6	Pembuatan deter larutan standar besi (Fe)	27
3.2.7	Penentuan kurva kalibrasi	27
3.2.8	Penentuan kadar besi (Fe)	28
3.2.9	Penentuan akurasi dan presisi	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Penentuan Kadar Besi (Fe)	29
4.2	Penentuan Linieritas.....	32
4.3	Penentuan LOD dan LOQ.....	33
4.4	Penentuan Akurasi	34
4.5	Penentuan Presisi	35
BAB V PENUTUP.....		37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN.....		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo Balai Besar Kimia dan Kemasan	5
Gambar 2.1 Bagian Komponen Spektrofotometer Serapan Atom	18
Gambar 2.2 Bagian – Bagian Spektrofotometer UV-Vis.....	21
Gambar 4.1 Poli Aluminium Klorida Tipe C.....	29
Gambar 4.2 Kurva Kalibrasi Antara Absorbansi dengan Konsentrasi Larutan Standar Besi (Fe).....	32
Gambar 4.3 Keberterimaan Rentang % <i>recovery</i>	34



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Poli Aluminium Klorida Cair.....	12
Tabel 2.2 Daerah Spektrum Gelombang Elektromagnetik	17
Tabel 2.3 Spektrum Warna dan Komplementernya Pada Instrumen Spektrofotometer UV-Vis	17
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Kadar Besi dalam PAC Cair Tipe C.....	32
Tabel 4.2 Penentuan limit deteksi (LOD) dan limit kuantitasi (LOQ).....	33
Tabel 4.3 Hasil % <i>recovery</i>	35
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan % RSD dengan CV Horwitz	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penentuan Konsentrasi Deret Larutan Kerja	40
Lampiran 2 Penentuan Linieritas	42
Lampiran 2 Penentuan LOD dan LOQ	43
Lampiran 3 Penentuan Kadar Besi (Fe)	45
Lampiran 4 Penentuan Akurasi	47
Lampiran 5 Penentuan Presisi	50



**PENENETUAN KANDUNGAN FERRI (Fe³⁺) DALAM POLI ALUMINIUM
KLORIDA SECARA SPEKTROFOTOMETRI UV-VISIBLE DI
LABORATORIUM BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN**

Fensa Alifia Hasna

Program Diploma III Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta
Email: fensaalifah@gmail.com

INTISARI

Pengujian yang telah dilakukan bertujuan untuk menentukan kadar besi dalam Poli Aluminium Klorida (PAC). Penentuan kadar besi (Fe) dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan metode JIS K 1475 : 1996. Sampel yang diambil dari laboratorium kimia Balai Besar Kimia dan Kemasan yaitu poli aluminium klorida cair tipe C. Hasil pengujian kadar Fe yang diukur sebanyak tiga kali diperoleh hasil secara berturut-turut sebesar 864,1852 mg/Kg; 917,3120 mg/Kg; dan 917,3120 mg/Kg, hasil yang diperoleh ini masih sesuai dengan baku mutu kandungan besi (Fe) dalam PAC cair tipe C yaitu maksimal 2000 mg/kg. Persamaan garis yang diperoleh $y = 0,2015x + 0,0054$, dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9967. Akurasi diperoleh sebesar 116,05 % dan memenuhi syarat keberterimaan yaitu rentang 80% - 120%. Presisi (repeatabiliti) rata-rata diperoleh sebesar 1,83%, hasil tersebut memenuhi syarat keberterimaan yaitu $\leq 20\%$. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa metode analisis ini baik digunakan untuk penentuan kadar besi (Fe) dalam sampel poli aluminium klorida menggunakan Spektrofotometer UV-Visible dan dapat digunakan untuk pengujian rutin di Laboratorium Kimia Balai Besar Kimia dan Kemasan karena semua parameter memenuhi dengan syarat pengujian.

Kata kunci: Poli Aluminium Klorida, Logam Fe, Spektrofotometer UV-Vis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki luas perairan lebih besar daripada luas daratannya. Ketersediaan air per tahun di Indonesia mencapai 469 miliar meter kubik dan Indonesia juga termasuk 10 negara yang memiliki banyak sumber daya air. Jumlah sumber daya air ini didasarkan pada potensi air yang dapat dimanfaatkan, namun dilihat dari fakta yang ada saat ini hanya sekitar 23% air tersebut yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, kota, dan industri, sedangkan 80% lainnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan irigasi (Hartoyo, 2010). Hak masyarakat dalam pemakaian air di Indonesia dijamin dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 dan Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.

Air merupakan salah satu sumber daya alam utama yang memiliki fungsi penting bagi makhluk hidup sebagai proses berlangsungnya kehidupan. Air memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi. Salah satu peran air yang menunjang dari sudut ekonomi adalah dalam bidang pariwisata, sebagai sumber energi (PLTA), dan bidang perindustrian. Jumlah penduduk yang terus bertambah akan menyebabkan kebutuhan air meningkat sehingga air yang dapat dikonsumsi dan dieksplorasi akan semakin terbatas. Kesalahan-kesalahan dalam pengelolaan air dapat dilihat dari pemakaian air yang tidak efisien, tingkat pencemaran air yang tinggi dan fluktuasi debit air sungai yang sangat besar. Oleh karena itu, dibutuhkan pengelolaan sumber daya air supaya dapat memberikan manfaat untuk kepentingan masyarakat dalam segala bidang kehidupan. Sistem pengolahan air dilakukan untuk menjernihkan air, membebaskan dari rasa dan bau, mengurangi efek korosi pada pipa, dan menghilangkan bakteri patogen sehingga akan menghasilkan air yang bersih. Pengolahan air dibagi menjadi beberapa metode yaitu pengolahan air secara fisika, kimia, dan biologi. Namun dalam proses pengolahan air masyarakat lebih sering menggunakan metode kimia atau suatu proses untuk menghilangkan kontaminasi dalam air dengan menambahkan bahan

kimia yang disebut sebagai koagulan. Beberapa macam koagulan yang digunakan dalam proses penjernihan air adalah Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), *Poly Aluminium Chloride* ($\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$), feri sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), dan feri klorida (FeCl_3).

Poly Aluminium Chloride (PAC) merupakan suatu koagulan penjernihan air dan dapat juga digunakan untuk menghilangkan warna dalam air. Penggunaan dosis PAC yang semakin tinggi akan menghasilkan efisiensi pernghilang warna yang lebih besar dan residu yang dihasilkan juga semakin besar (Rumapea, 2009). Limbah domestik dan limbah industri biasanya diolah menggunakan PAC sebelum dibuang ke sungai atau dimanfaatkan kembali. Apabila kandungan logam besi (Fe) yang diperoleh terlalu tinggi akan berdampak buruk bagi lingkungan disekitar sungai terutama untuk manusia yang mengambil airnya untuk dikonsumsi. Mengetahui peran PAC dalam pengolahan limbah tersebut, pemerintah bekerja sama dengan Kementerian Perindustrian membuat suatu standar mutu PAC salah satunya unsur Fe yang terkandung di dalam PAC. Standar mutu yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) 3822: 2018. Kadar besi tersebut bisa diperoleh dari air yang digunakan sebagai bahan untuk pembuatan PAC cair. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan, membuktikan, dan mengevaluasi bahwa sampel yang digunakan apakah sudah sesuai atau belum dengan baku mutu kadar Fe dalam PAC tipe C berdasarkan SNI 3822: 2018 yaitu maksimal 2000 mg/kg. Pengujian kadar logam besi (Fe) ini dianalisis di Laboratorium Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) dengan metode JIS K 1475: 1996 menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah kadar Ferri (Fe^{3+}) yang terdapat pada sampel poli aluminium klorida sesuai dengan baku mutu ?
2. Bagaimana hasil penentuan Ferri (Fe^{3+}) yang ditinjau dari linearitas, presisi, akurasi, *limit of detection* (LOD), dan *limit of quantitation* (LOQ) ?

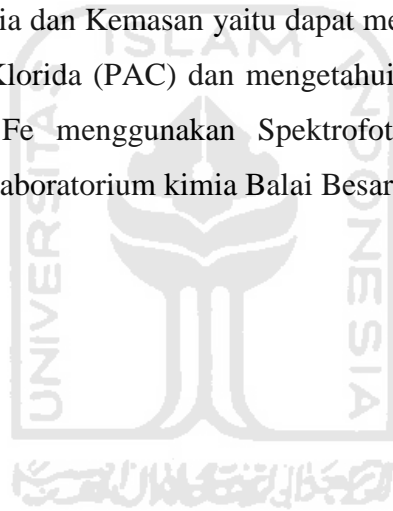
1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut, pengujian kadar Ferri (Fe^{3+}) dalam poli aluminium klorida (PAC) bertujuan untuk:

1. Mengetahui kadar Ferri (Fe^{3+}) yang terdapat pada sampel poli aluminium klorida sesuai dengan baku mutu atau tidak.
2. Mengetahui hasil penentuan kadar Ferri (Fe^{3+}) yang ditinjau dari linearitas, presisi, akurasi, *limit of detection* (LOD), dan *limit of quantitation* (LOQ).

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh selama melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Besar Kimia dan Kemasan yaitu dapat mengetahui kadar Fe dalam sampel Poli Aluminium Klorida (PAC) dan mengetahui metode yang digunakan untuk penentuan kadar Fe menggunakan Spektrofotometer UV- Vis dapat digunakan secara rutin di laboratorium kimia Balai Besar Kimia dan Kemasan.



BAB II

DASAR TEORI

1.1 Balai Besar Kimia dan Kemasan

Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) merupakan lembaga pemerintah di bawah Badan Penelitian dan Pengembangan Industri (BPPI) Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. Balai Besar Kimia dan Kemasan beralamat di Jl. Balai Kimia No.1, Pekayon, Kecamatan Pasar Rebo, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Instansi ini memberikan pelayanan jasa teknis dibidang kimia dan kemasan berupa litbang terapan, rancang bangun, perancangan industri, pengujian, kalibrasi, sertifikasi produk, standardisasi, konsultasi, maupun pelatihan.

Balai Besar Kimia dan Kemasan mempunyai struktur organisasi berada dalam koordinasi Kementerian Perindustrian di bawah Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, dipimpin oleh Kepala Balai yang membawahi secara langsung bagian tata usaha, bidang sarana riset dan standardisasi, bidang pengembangan jasa teknik, bidang pengembangan kompetensi dan alih teknologi, bidang pengujian, sertifikasi, kalibrasi, dan kelompok jabatan fungsional.

Sarana dan fasilitas di BBKK salah satunya laboratorium yang terbagi menjadi 3 yaitu Laboratorium Riset, Laboratorium Kalibrasi, dan Laboratorium Pengujian. Laboratorium Riset memiliki kemampuan untuk melakukan riset dalam bidang bahan, proses, produk, serta peralatan di bidang kimia dan kemasan dan laboratorium ini sudah diakreditasi oleh KNAPPP. Laboratorium Kalibrasi memiliki fungsi untuk mengkalibrasi alat-alat ukur untuk industri dan konstruksi laboratorium ini sudah diakreditasi oleh KAN. Peralatan kalibrasi yang digunakan seperti *Gauge Block*, *Callibrator*, *Dead Weight Calibrator*, *Callibration Tester*, *Callibration Torque*, dan lain-lain. Laboratorium Pengujian di BBKK ini melingkupi Laboratorium Kimia, Laboratorium Kemasan, Laboratorium Aneka, dan Laboratorium Instrumen yang telah diakreditasi oleh KAN. Laboratorium ini memiliki fungsi untuk menguji bahan atau produk kimia termasuk makanan dan minuman serta bahan atau produk kemasan (karton, plastik, jerigen, dan lain-lain).

Sarana atau peralatan yang digunakan di laboratorium ini meliputi *Gas Chromatography* (GC), *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS), *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES), *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS), Spektrofotometer UV-Vis, *Karl Fischer*, dan lain-lain.



Gambar 2.1 Logo Balai Besar Kimia dan Kemasan

Logo BBKK yang berbentuk segi enam mempunyai arti balai ini dengan pedoman yang efektif dapat menghasilkan produk yang maksimal. Warna biru melambangkan keprofesionalan dan kepercayaan sedangkan warna merah melambangkan keberanian dan memperkuat visi misi di Balai Besar Kimia dan Kemasan. Garis horizontal pada tengah logo melambangkan persatuan, integritas, ikatan yang kuat, dan arah yang jelas. Visi Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) adalah menjadi institusi terkemuka di Indonesia dalam litbang dan pelayanan jasa teknis bidang kimia dan kemasan. Misi Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) yaitu melakukan litbang terapan di bidang kimia dan kemasan untuk mendukung industri hijau, memberikan jasa pelayanan teknis di bidang pengujian, kalibrasi, litbang terapan, sertifikasi dan konsultasi pelatihan secara profesional di bidang kimia dan kemasan, mengembangkan jejaring litbang dan jasa layanan teknis di bidang kimia dan kemasan, standardisasi, serta rancang bangun dan perekayasa industri.

2.2 Air

2.2.1 Pengertian air

Air adalah material yang sangat dibutuhkan untuk kehidupan semua makhluk hidup di bumi. Dokter dan ahli kesehatan mengatakan bahwa manusia

wajib meminum air putih 8 gelas per hari begitu juga tumbuhan dan hewan membutuhkan air. Apabila manusia, tumbuhan, dan hewan hidup tanpa air akan menyebabkan kematian. Air merupakan senyawa kimia yang berbentuk cairan tidak berwarna, tidak ada rasanya, dan tidak berbau. Selain dapat berwujud cairan air juga dapat berwujud gas (uap air) dan padatan (es). Air mempunyai sifat terbarukan dan dinamis karena sumber utama air berupa hujan yang selalu turun ke bumi sesuai dengan musim dan waktunya dalam sepanjang tahun. Namun air bisa bersifat tidak terbarukan dalam kondisi tertentu. Hal ini bisa terjadi pada kondisi geologi tertentu jika pengambilan sumber daya air dilakukan secara berlebihan semakin lama air juga akan habis (Kodoatie, 2010).

Air memiliki rumus kimia H₂O yang merupakan hasil produksi dari reaksi unsur hidrogen dengan unsur oksigen.



Air dari sumber-sumber tertentu yang diproses dengan penambahan bahan kimia merupakan air yang digunakan manusia untuk kebutuhan sehari-hari. Umumnya air yang digunakan tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak berasa kecuali air yang mengandung garam-garam terlarut seperti air laut. Hal ini bisa terjadi karena terlarutnya ion-ion logam akan merubah ion hidrogen (H⁺) dalam air dan pH air juga akan berubah (Tjutju, 2003).

2.2.2 Proses perjalanan air

Proses perjalanan air mengikuti suatu siklus keseimbangan yang disebut sebagai siklus hidrologi. Hidrologi adalah sirkulasi air dari atmosfer ke bumi dan kembali lagi ke atmosfer yang tidak pernah berhenti. Menurut Syarifudin (2017), hidrologi terjadi melalui tiga cara yaitu sebagai berikut :

1. Kondensasi

Kondensasi atau pengembunan terjadi ketika uap air yang mengembang kemudian mendingin dan akan berubah bentuk menjadi padat atau cair kembali (salju, hujan batu (*hail*), dan es). Partikel-partikel air yang terbentuk dalam proses kondensasi tersebut akan berkumpul menjadi satu dan membentuk awan.

2. Presipitasi

Presipitasi merupakan peristiwa turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi baik dalam bentuk cair ataupun beku yang berasal dari kumpulan awan-awan.

3. Evaporasi

Evaporasi atau penguapan terjadi ketika sinar matahari mengenai air secara langsung kemudian air akan panas. Air memiliki energi yang cukup dipermukaan molekul-molekulnya sehingga apabila ikatan molekul tersebut terlepas akan membentuk uap air yang tidak terlihat akan di atmosfer.

4. Transpirasi

Transpirasi adalah proses pelepasan H₂O dan CO₂ ke udara dari tanaman melalui stomata pada siang hari. Proses tersebut terjadi dibagian tumbuhan yang berhubungan langsung dengan udara.

2.2.3 Sumber-sumber air

Hasil dari siklus hidrologi akan memunculkan macam-macam sumber air, sehingga air yang digunakan makhluk hidup berbeda-beda. Berikut ini sumber-sumber air yang terbagi menjadi 4, yaitu:

a. Air Hujan

Air hujan merupakan hasil dari air yang menguap akibat panas matahari, kemudian gas oksigen, nitrogen, karbondioksida, debu, dan senyawa-senyawa di udara akan dilarutkan oleh uap air yang sudah bercampur. Sehingga keadaan lingkungan yang akan mempengaruhi kualitas air hujan (Effendi, 2003).

b. Air Permukaan

Air permukaan dihasilkan dari air hujan, aliran dari air tanah, dan lelehan salju. Keberadaan air permukaan dapat ditemukan di danau, sungai, rawa, waduk, dan badan air lainnya yang tidak terfiltrasi ke dalam tanah. Air baku utama yang digunakan untuk memproduksi air minum yaitu air permukaan (Effendi, 2003).

c. Air Tanah

Sumber air tawar terbesar di bumi yaitu air tanah, sekitar 30% atau 10,5 juta km³ dari total air tawar. Mineral-mineral terlarut yang terkandung di dalam air tanah cukup banyak, semakin dalam air tanah mineral yang terkandung juga

semakin tinggi. Contohnya seperti anion (bikarbonat, klorida, sulfat, dan karbonat), ion kalsium, dan ion magnesium. Air tanah banyak dimanfaatkan sebagai irigasi dan sumber air bersih yang didapatkan melalui pembuatan sumur tabung, sumur horizontal, dan sumur terbuka (Effendi, 2003).

d. Mata Air

Berdasarkan letak sumber airnya terdapat dua jenis mata air yaitu mata air tanah dan mata air karang. Mata air mudah tercemar sehingga jangan sampai air dari luar masuk ke dalam mata air tersebut (Effendi, 2003).

2.2.4 Baku mutu air

Baku mutu air merupakan komponen-komponen dalam air yang sudah memiliki batas atau kadar tertentu yang sesuai dengan peraturan yang telah dibuat. Contohnya baku mutu air untuk air bersih, air minum, air baku, keperluan untuk pertanian, dan prasarana untuk rekreasi air. Kualitas air sangat mempengaruhi keberlangsungan hidup di bumi (Noviani, 2012).

Menurut Kusnaedi (2002), kualitas air minum yang layak dikonsumsi harus memenuhi persyaratan secara kimia, fisik, dan mikrobiologis. Hal ini bertujuan untuk melindungi kesehatan masyarakat. Persyaratan-persyaratan tersebut tersebut meliputi:

1. Persyaratan Fisik

Persyaratan - persyaratan fisik untuk kualitas air yang baik meliputi:

- a. Tidak keruh. Air yang keruh disebabkan adanya butiran-butiran koloid yang terbentuk dari tanah liat.
- b. Tidak berwarna. Biasanya air yang berwarna memiliki kandungan bahan-bahan lain yang berbahaya untuk kesehatan.
- c. Memiliki rasa tawar. Kualitas air yang tidak baik akan berasa asin, manis, dan pahit.
- d. Tidak berbau. Apabila air berciri-ciri tidak memiliki bau dari jarak jauh maupun jarak dekat maka kualitas air tersebut baik.
- e. Temperaturnya normal yaitu memiliki temperatur yang sama seperti temperatur udara (20 - 26°C).

f. Air tidak mengandung zat padatan yang terapung di dalam air.

2. Persyaratan Kimia

Persyaratan - persyaratan kimia untuk kualitas air yang baik meliputi:

- a. pH dalam air minum harus netral tidak boleh bersifat basa maupun asam.
- b. Air tidak mengandung bahan - bahan kimia yang beracun, seperti sulfide, fenolik, dan sianida.
- c. Air tidak mengandung ion logam atau garam, seperti Hg, Mn, Cl dan Cr.
- d. Air yang memiliki kesadahan rendah.

3. Persyaratan Mikrobiologis

Persyaratan - persyaratan mikrobiologis untuk kualitas air yang baik meliputi:

- a. Air yang tidak mengandung bakteri patogen, seperti salmonellatyphi, vibrio cholera, dan bakteri golongan coli.
- b. Air yang tidak mengandung bakteri non patogen, seperti *cladocera*, *phytoplankton coliform*, dan *actinomycetes*.

2.3 Poli Aluminium Klorida

2.3.1 Pengertian PAC

Poly Aluminium Chloride mempunyai rumus kimia $Al_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$. Sifat-sifat poli aluminium klorida yaitu mempunyai derajat polimerisasi tinggi, poli aluminium klorida merupakan polimer anorganik dengan bobot molekul yang besar, berbentuk cairan yang jernih kekuningan atau serbuk berwarna kekuningan. Poli aluminium klorida dimanfaatkan dalam pengolahan air tanah ataupun air permukaan supaya memperoleh air bersih atau air yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Pemakaian dosis koagulan poli aluminium klorida ditentukan dari kekeruhan air, waktu sedimentasinya dan pH. Apabila tingkat kekeruhan air tinggi maka dosis poli aluminium klorida yang digunakan semakin sedikit (Noviani, 2012).

Menurut Oktania (2005), poli aluminium klorida memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

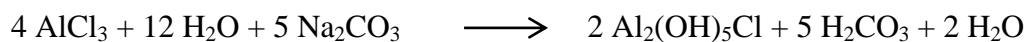
1. Rumus empiris = $Al_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$ dengan $1 < n < 5$ dan $m < 10$
2. Titik beku = $-18^\circ C$
3. *Spesific gravity* = 1,19 ($20^\circ C$).
4. *Boiling point* = $178^\circ C$.

Poly Aluminium Chloride (PAC) merupakan suatu koagulan penjernihan air, selain sebagai koagulan digunakan untuk menghilangkan warna dalam air. Penggunaan dosis PAC yang semakin tinggi maka efisiensi pernghilang warna yang dihasilkan akan lebih besar dan residu yang dihasilkan juga semakin besar (Rumapea, 2009).

Pembuatan poli aluminium korida dilakukan dengan beberapa cara yaitu preparasi, pencampuran, pelarutan, pengendapan, penyaringan, serta pengeringan. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan PAC terdiri dari alumina hidrat ($Al(OH)_3$), asam klorida (HCl), kalsium karbonat (Na_2CO_3), dan air. Reaksi yang terjadi dalam proses pembentukan *Poly Aluminium Chloride* sebagai berikut:



Berdasarkan reaksi tersebut HCl 33% ditambahkan ke dalam aluminium berfungsi untuk memperoleh monomer dari PAC yaitu larutan $AlCl_3$. Suatu logam aluminium jika direaksikan dengan asam akan mengoksidasi logam tersebut menjadi ionnya Al^{3+} . Selain $AlCl_3$ yang dihasilkan dalam reaksi tersebut, gas hidrogen juga dihasilkan selama proses reaksi dengan ditandai munculnya gelembung-gelembung gas. Supaya semua sampel dapat larut dengan sempurna dalam HCl dilakukan dengan mendiamkan larutan selama ± 24 jam.



Penambahan Na_2CO_3 25% dalam reaksi di atas untuk melakukan proses polimerisasi pada larutan monomer $AlCl_3$ dan penambahan tersebut dilakukan pada suhu kamar. Apabila larutan menjadi transparan, gelembung-gelembung sudah tidak terbentuk lagi penambahan Na_2CO_3 25% dihentikan. Kondisi ini berlangsung ketika terbentuknya endapan dan larutan $Al(OH)_3$ pada pH 3, karena pada pH tersebut larutan dalam keadaan stabil. Penambahan larutan Na_2CO_3 25%

yang berlebihan akan menyebabkan $Al(OH)_3$ terbentuk kembali. Cara agar hasil proses polimerisasi sempurna, maka dilakukan proses pendiaman larutan selama lebih dari 24 jam (Rahman, 2018).

Berdasarkan SNI 3822 : 2018 tipe PAC dibagi menjadi tiga macam yaitu :

1. PAC tipe A

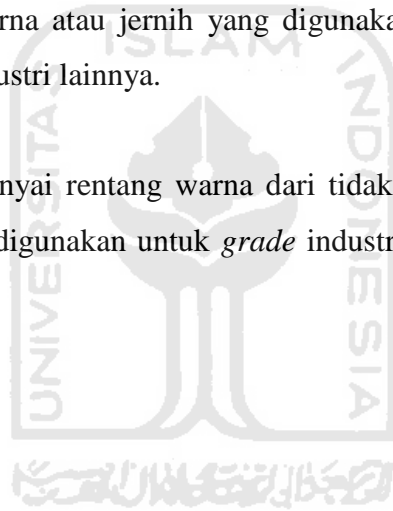
PAC yang mengandung sulfat dan tidak mengandung sulfat, memiliki rentang warna dari tidak berwarna (jernih) hingga warna kekuningan. PAC ini digunakan untuk pengolahan air dan pada industri kertas

2. PAC tipe B

PAC yang memiliki nama lain yaitu ACH (*Aluminium Chlorohydrate*). PAC pada tipe ini tidak berwarna atau jernih yang digunakan untuk pengolahan air, industri kosmetik, dan industri lainnya.

3. PAC tipe C

PAC tipe C mempunyai rentang warna dari tidak berwarna sampai warna kecoklatan. PAC tipe ini digunakan untuk *grade* industri dan pengolahan limbah industri.



Tabel 2.1 Syarat Mutu Poli Aluminium Klorida Cair (SNI 3822:2018)

No	Parameter uji	Satuan	Persyaratan		
			Tipe A	Tipe B	Tipe C
1	Berat jenis (20°C)	-	1,190 - 1,400	Min.1,320	1,165-1,330
2	Aluminium oksida (Al ₂ O ₃)	fraksi massa (%)	8 – 18	Min. 32	8 – 14
3	Kebasaan (b/b)	fraksi massa (%)	0 – 85	80 – 85	45 – 85
4	pH larutan 1% b/v	-	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0
5	Bagian tak larut dalam air	fraksi massa (%)	Maks. 0,25	Maks. 0,25	Maks. 0,25
6	Besi (Fe)	mg/kg	Maks. 100	Maks. 200	Maks. 2000
7	sulfat (SO ₄)	fraksi massa (%)	Maks. 3,5	-	Maks. 3,5
8	Cemaran logam berat				
8.1	Mangan (Mn)	mg/kg	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10
8.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 1,0	Maks. 1,0	Maks. 1,0
8.3	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 7,0	Maks. 7,0	Maks. 7,0
8.4	Kromium (Cr)	mg/kg	Maks. 7,0	Maks. 7,0	Maks. 7,0
8.5	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,2	Maks. 0,2	Maks. 0,2
9	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0	Maks. 1,0	Maks. 1,0

2.3.1 Proses koagulasi dan flokulasi

Koagulasi digunakan untuk menghilangkan partikel melalui proses kimia agar tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Penambahan koagulan berfungsi agar memudahkan mendestabilisasi partikel yang nantinya akan menghasilkan mikroflok. Mikroflok yang digumpalkan akan mejadi makroflok dan akan mengendap melalui proses flokulasi. Semakin cepat pengadukan atau pencampuran yang dilakukan akan menghasilkan flok yang semakin besar. Cara supaya proses koagulan berjalan dengan baik, maka dilakukan optimalisasi pH yang diperlukan untuk memastikan diterimanya nilai pH dalam sistem distribusi dari koagulan. Koagulan yang digunakan dan karakteristik air menyebabkan terjadinya keberagaman nilai pH pada proses koagulasi, misalnya poli aluminium klorida 6,0 – 9,0 dan garam besi pada pH 5,0 - 8,5 (Noviani, 2012).

Flokulasi merupakan proses yang dilakukan setelah proses koagulasi, melalui proses ini mikroflokk yang dihasilkan dari proses koagulasi akan menghasilkan mikroflokk atau gumpalan flokk yang lebih besar yang kemudian akan mengendap. Proses flokulasi terjadi selama 10-30 menit. Menurut Rosariawari dan Mirwan (2013) mengatakan bahwa, proses koagulasi dan flokulasi tergantung pada beberapa faktor diantaranya yaitu:

1. Bahan kimia yang digunakan.
2. Karakteristik sumber air atau kualitas air. Apabila airnya memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi proses koagulasi menjadi lebih efektif.
3. Waktu pengadukan.
4. Pengaruh pH. Kesalahan penentuan untuk range pH akan menyebabkan pemborosan dalam pemakaian bahan kimia karena pada masing-masing koagulan memiliki rentang pH yang beragam. Umumnya kisaran pH pada proses koagulasi adalah 7,5.
5. Penambahan dosis koagulan,
6. Temperatur yang rendah akan memperlambat pembentukan flokk-flokk agar dapat mengendap.

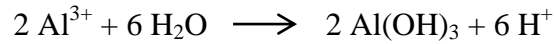
2.3.3 Keuntungan penggunaan PAC

Rumapea (2009), telah mempelajari mekanisme PAC dalam air sehingga mengetahui keuntungan-keuntungan penggunaan PAC dibandingkan dengan koagulan lainnya sebagai berikut:

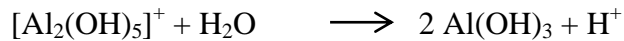
1. Pada penggunaan PAC tidak perlu pengoreksian pH karena dapat pada tingkat pH yang lebih luas. Umumnya pada penggunaan koagulan akan menghasilkan logam hidroksida. Proses reaksi yang terjadi pada air dengan menggunakan koagulan aluminium sulfat akan melepaskan ion hidrogen pada setiap gugus hidrogen. Air yang diolah akan menjadi lebih asam karena penurunan pH yang cukup tajam yang disebabkan karena adanya ion hidrogen. Sedangkan pada penggunaan koagulan PAC tidak menyebabkan penurunan pH air yang tajam pada saat proses pengolahannya. PAC mempunyai rentang pH antara 6,0 –

9,0. Hal ini bisa dilihat dari reaksi yang terjadi antara aluminium sulfat dan PAC dalam air:

Reaksi Aluminium sulfat :



Reaksi *Poly Aluminium Chloride* (PAC)



Berdasarkan reaksi hidrolisis tersebut, reaksi aluminium sulfat dalam air melepaskan ion H^+ yang berjumlah sebanyak 6H^+ , sedangkan pada reaksi PAC dalam air hanya melepaskan 1 ion H^+ . oleh karena itu pengolahan air yang menggunakan aluminium sulfat akan bersifat lebih asam dibandingkan dengan menggunakan koagulan PAC.

2. PAC mudah membentuk flok karena mengandung cukup belerang yang berfungsi untuk mengoksidasi senyawa karboksilat kemudian membentuk alifatik dan membentuk gugus rantai karbon yang lebih pendek.
3. Ikatan zat organik akan cepat dirusak dan terjadi reaksi yang terjadi akan lebih cepat karena muatan negatif dari kadar klorida yang optimal dalam fase cair, terutama ikatan karbon-nitrogen dalam struktur ekuatik yang membentuk suatu makromolekul berupa gugua penyusun minyak atau lipida, amina, amida, dan gugus protein.
4. Pemakaian dosis yang berlebihan tidak akan menyebabkan air menjadi keruh.
5. PAC mempunyai tingkat korosivitas yang rendah karena koagulan ini bebas dari sulfat sehingga aman untuk digunakan dan mudah untuk penyimpanannya.
6. Mengandung polimer khusus dengan struktur polielektrolit sehingga tidak memerlukan bantuan bahan kimia lainnya.

2.4 Logam Besi (Fe)

Umumnya logam yang banyak diketahui memiliki ciri-ciri bentuk padat dan berat, seperti perak, emas, besi, dan baja. Padahal dalam proses biologis makhluk hidup masih banyak logam-logam lainnya, conntohnya besi, mangan, kobalt, dan lain-lain. Logam-logam yang terdapat di bumi dibagi menjadi 2 bagian

yaitu logam esensial dan logam non esensial. Logam esensial merupakan logam yang membantu kinerja enzim atau pembentukan organ dalam proses fisiologis makhluk hidup. Sedangkan logam non esensial adalah logam yang dapat merusak organ-organ makhluk hidup dan kandungan logam ini masih dalam jaringan yang sangat kecil (Darmano, 1995).

Logam besi merupakan elemen kimiawi yang terdapat dalam lapisan geologis dan semua badan air di bumi. Besi memiliki sifat terlarut di dalam air seperti Fe^{3+} (ferri) atau Fe^{2+} (ferro), dapat tersuspensi berbentuk koloidal yang memiliki diameter < 1 mm dan sebagai FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, atau $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang memiliki ukuran lebih besar (Syam, 2004).

Air minum yang mengandung besi (Fe) memiliki ciri-ciri yaitu air menjadi mempunyai rasa, berwarna kuning, dapat terjadi pengendapan pada pipa, air menjadi keruh, dan tumbuhnya bakteri. Tubuh manusia membutuhkan besi (Fe) untuk proses pembentukan hemoglobin, Fe juga terdapat dalam serum protein (*transferrin*) berfungsi untuk mentransfer Fe dari jaringan satu ke jaringan yang lain, dan logam Fe berperan dalam aktifitas enzim, misalnya flavin protein dan sitokrom (Soemirat, 1996).

Logam Fe merupakan logam berat yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk membantu melakukan proses metabolisme dalam jumlah tertentu atau dapat disebut sebagai logam esensial. Namun apabila dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan efek beracun. Kandungan logam Fe dalam tubuh yang tinggi akan menyebabkan kesehatan manusia menjadi tidak sehat, karena dapat menyebabkan insomnia, keracunan, pusing, diabetes, diare, mudah lelah, gusi berdarah, radang sendi, kanker, sembelit, kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, cacat lahir, sirosis ginjal, hipertensi, dan hepatitis (Parulian, 2009).

2.5 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri merupakan metode pengukuran baik secara kualitatif ataupun kuantitatif berdasarkan pada serapan sinar monokromatis oleh suatu larutan berwarna pada panjang gelombang tertentu menggunakan *detector vacuum phototube* dan monokromator prisma. Spektrofotometer digunakan sebagai alat

yang dapat menganalisis suatu senyawa untuk pengukuran absorban atau transmittan dari suatu sampel sebagai panjang gelombang (Sembiring dkk, 2019).

Spektrofotometer UV-Vis merupakan salah satu alat instrumentasi analisis yang lebih kompleks. Instrumen ini menggunakan sumber radiasi elektromagnetik pada daerah ultraviolet (200-400 nm) dan sinar tampak (400-800 nm). Sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu merupakan hasil dari spektrometer, sedangkan alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang diabsorpsi atau ditransmisikan disebut fotometer (Khopkar, 1990).

Cahaya merupakan energi radiasi yang memiliki sifat sebagai partikel yang dapat dilihat dari terjadinya efek foto listrik, sedangkan sifatnya sebagai gelombang dapat dilihat dari suatu medium yang mengalami pemantulan dan pembiasan cahaya. Energi radiasi merupakan jumlah besarnya gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang berbeda-beda. Radiasi memiliki bagian-bagian yang dapat dipisah mejadi spektrum elektromagnetik seperti dalam Tabel 2.2. Bagian-bagian kecil dari radiasi elektromagnetik disebut sebagai cahaya tampak. Komponen-komponen spektrum cahaya tampak terdiri dari warna ungu, hijau, biru, merah, kuning, dan jingga. Masing-masing warna tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda, satuan yang digunakan untuk panjang gelombang adalah Angstrom dimana $1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ meter. Cahaya tampak dan panjang gelombang tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Daerah Spektrum Gelombang Elektromagnetik (Skoog dan West, 1971)

Macam-macam sinar	Panjang gelombang
SinarX	10 – 100 pkm
Ultra-violet jauh	10 – 200 nm
Ultra-violet dekat	200 – 400 nm
Sinar tampak	400 – 750 nm
Infra-merah dekat	0,75 – 2 μ m
Infra-merah tengah	2,5 – 50 μ m
Infra-merah jauh	50 – 1000 μ m
Gelombang mikro	0,1 – 1000 cm
Gelombang radio	1 – 1000 m

Tabel 2.3 Spektrum Warna dan Komplementernya Pada Instrumen Spektrofotometer UV-Vis (Day dan Underwood, 2002)

Panjang Gelombang (nm)	Warna	Warna komplementer
400 – 435	Violet	Kuning – Hijau
435 – 480	Biru	Kuning
480 – 490	Hijau – Biru	Oranye
490 – 500	Biru – Hijau	Merah
500 – 560	Hijau	Ungu
560 – 580	Kuning – Hijau	Violet
580 – 595	Kuning	Biru
595 – 610	Oranye	Hijau – Biru
610 – 750	Merah	Biru – Hijau

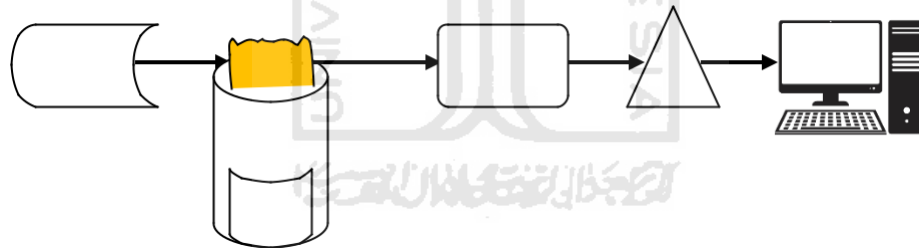
2.6 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometer serapan atom adalah suatu instrumen digunakan sebagai metode menganalisis suatu unsur secara kuantitatif berdasarkan pengukuran dari penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan sifat unsur yang diuji oleh atom logam dalam keadaan bebas. Tingkat elektronik atom diubah

oleh suatu energi yang berasal dari sumber radiasi sehingga menyebabkan atom tereksitasi dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi, karena dalam keadaan tersebut bersifat tidak stabil sehingga kembali ke tingkat dasar dengan cara melepaskan sebagian atau seluruh energi yang tereksitasi dalam bentuk radiasi. Setiap unsur memancarkan frekuensi radiasi dan intensitas yang sebanding dengan jumlah atom yang tereksitasi kemudian mengalami deeksitasi (Khopkar, 2002).

Prinsip kerja spektrofotometer serapan atom berdasarkan pada penyerapan energi radiasi atau absorpsi oleh atom-atom dari sumber nyala pada panjang gelombang tertentu. Sampel yang mengandung unsur-unsur logam akan diaspirasikan pada suatu nyala, kemudian akan dianalisis dalam bentuk atom bebas yang akan mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya pada lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*). Jumlah radiasi yang diserap diukur pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan jenis logamnya (Riyanto, 2017).

Bagian-bagian komponen dari spektrofotometer serapan atom sebagai berikut ini:



Gambar 2.2 Bagian Komponen Spektrofotometer Serapan Atom (Day dan Underwod, 2002)

a. *Lampu Hollow Chatode Lamp*

Lampu katoda atau disebut sebagai *Hollow Chatode Lamp* merupakan sumber cahaya atau radiasi pada AAS. Unsur yang akan diuji memiliki lampu katoda yang berbeda-beda. Lampu katoda ini dibagi menjadi dua macam, yaitu:

- a) *Lampu Katoda Monologam* merupakan sebagai sumber cahaya yang digunakan untuk mengukur 1 unsur.

b) Lampu Katoda Multilogam merupakan sebagai sumber cahaya yang digunakan untuk pengukuran beberapa logam sekaligus (Day, 1986).

b. Nyala (*flame*)

Nyala (*flame*) berfungsi untuk mengubah sampel yang berbentuk padatan ataupun cairan menjadi uap atomnya dan digunakan untuk atomisasi atau mengeksitasi atom dari tingkat dasar ke tingkat yang lebih tinggi. Sistem atomisasi nyala mempunyai prinsip yaitu larutan contoh uji yang mengandung logam dalam bentuk garam diubah menjadi aerosol yang halus kemudian akan dilewatkan proses nebulisasi atau *nebulizer*. Butiran aerosol akan menjadi padatan dengan adanya penguapan pelarut kemudian terjadi perubahan dari bentuk padatan menjadi gas dan senyawa dalam contoh uji akan berdisosiasi menjadi atom bebas (Cantle, 1982).

c. Monokromator

Monokromator digunakan sebagai pengontrol suatu berkas cahaya dari lampu katoda dan akan difokuskan menggunakan cermin menuju ke monokromator. Intensitas energi yang dihasilkan akan diteruskan ke detektor (Day, 1986).

d. Detektor

Detektor merupakan komponen spektrofotometer serapan atom untuk mengukur intensitas cahaya. Sinyal radiasi yang diterima akan diubah menjadi sinyal elektronik atau mengubah suatu energi sinar menjadi energi listrik yang berfungsi untuk mendapatkan data (Day, 1986).

e. Recorder atau sistem pembacaan

Sistem pembacaan berfungsi sebagai bagian yang menampilkan suatu hasil transmisi atau absorpsi. Hasil yang akan ditampilkan berupa suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata (Day, 1986).

2.7 Hukum Lambert-Beer

Menurut Nazar (2018) menyatakan bahwa, metode spektrofotometer UV-Vis didasarkan pada hukum Lambert Beer. Hukum ini menyatakan bahwa suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan merupakan jumlah radiasi cahaya ultra-violet, cahaya tampak, dan cahaya-cahaya lainnya yang ditransmisikan atau diserap oleh larutan tertentu.

Absorbansi (A) diperoleh dari hasil pengukuran cahaya yang telah diserap oleh alat sedangkan transmitansi (T) diperoleh dari pengukuran cahaya yang dihamburkan atau sampel yang meneruskan suatu intensitas cahaya. Pernyataan tersebut dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini:

$$T = \frac{P}{P_0} \text{ dan } \% T = \frac{T}{100}$$

Berdasarkan persamaan diatas, P merupakan intensitas sinar yang diteruskan dan P_0 sebagai intensitas sinar yang datang. Intensitas cahaya datang tersebut sulit untuk diukur sehingga intensitas cahaya yang melalui sel berisi pelarut (P_{solvent}) yang akan diukur. Rumus T menjadi sebagai berikut:

$$T = \frac{P_{\text{solution}}}{P_{\text{solvent}}}$$

Jadi, hubungan antara absorbansi (A) dengan transmittan (T) tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= -\log T \\ &= -\log \frac{P_{\text{solution}}}{P_{\text{solvent}}} \\ &= \log \frac{P_{\text{solvent}}}{P_{\text{solution}}} \\ A &= \log \frac{1}{T} \end{aligned}$$

Rumus lain yang digunakan untuk menyatakan perbandingan ini yaitu :

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

Dimana, I_i dinyatakan sebagai intensitas cahaya datang dan I_o dinyatakan sebagai intensitas cahaya yang telah melewati suatu sampel. Berdasarkan hal tersebut rumus Lambert-Beer data dinyatakan seerti berikut ini:

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

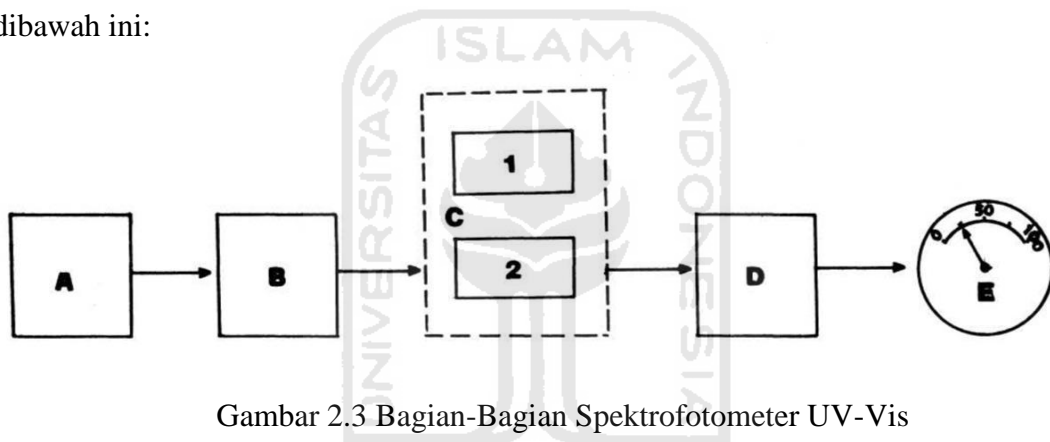
Keterangan :

A = absorbansi

b/l = tebal kuvet (umumnya berukuran 1 cm)

c = konsentrasi analit

Spektrofotometer UV-Vis mempunyai bagian-bagaian seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.3 Bagian-Bagian Spektrofotometer UV-Vis

Keterangan :

A = sumber cahaya atau sumber energi

B = monokrmator

C = sel absorpsi (tempat larutan)

C1 = contoh

C2 = pelarut

D = detektor

E = rekorder

1. Sumber cahaya atau sumber energi

Sumber radiasi merupakan sumber energi yang digunakan dalam pengukuran pada alat spektrofotometer UV-Vis. Sumber radiasi berfungsi untuk mengukur serapan yang harus menghasilkan spektrum kontinyu dengan intensitas yang sama di masing-masing panjang gelombang. Lampu hidrogen (H_2) dan

lampu deuterium (D_2) (160-380 nm) merupakan sumber radiasi, ultra-violet, sedangkan lampu tungsten (320-2400 nm) merupakan sumber radiasi *visible* (tampak) (Harvey, 2000).

2. Monokromator

Fungsi monokromator yaitu dengan menggunakan kisi difraksi atau prisma dapat mengubah radiasi polikromatik menjadi monokromatik atau panjang gelombang tunggal. Monokromator juga digunakan untuk memisahkan bagian-bagian spektrum dan memisahkan radiasi ke dalam panjang gelombang (Harvey, 2000).

3. Kuvet atau sel absorpsi

Kuvet merupakan tempat sampel yang terbuat dari silika. Kuvet kaca dan kuvet kaca corex digunakan pada pengukuran daerah *visible* dan kuvet yang terbuat dari bahan karsa gelas digunakan pada daerah ultra-violet karena kuvet yang terbuat dari kaca atau gelas tidak akan tembus pada daerah ini. Kualitas data yang akan diperoleh bergantung pada cara pemakaian kuvet. Kuvet yang digunakan harus dipastikan bersih dari sidik jari, lemak ataupun pengendapan zat pengotor pada dinding kuvet karena akan mengurangi transmisi (Khopkar, 1990).

4. Detektor dan rekorder

Alat ini digunakan untuk menyerap energi foton dan energi tersebut akan supaya dapat diukur secara kuantitatif seperti arus listrik. Sinyal elektrik yang dihasilkan dari detektor ini sebanding dengan cahaya yang diserap. Sedangkan rekorder berfungsi untuk mencatat data yang dihasilkan dari detektor dan dinyatakan dalam bentuk angka (Skoog dan West, 1971).

Menurut Christian (1994), pada saat pengukuran menggunakan spektrofotometri UV-Vis terdapat sumber-sumber masalah seperti berikut ini:

1. Penyimpangan kimia atau terjadi perubahan akibat adanya reaksi kimia, seperti senyawa yang akan dianalisis bereaksi dengan pelarut yang digunakan atau bereaksi dengan senyawa lain.
2. Terdapat sinar polikromatik karena penyimpanan alat yang tidak sesuai dengan keadaan alat tersebut.

3. Penyimpangan hukum Lambert Beer karena hukum ini berlaku untuk konsentrasi media yang encer apabila konsentrasinya terlalu pekat maka fungsi absorbansi terhadap konsentrasi tidak akan linier.

2.8 Linieritas

Suatu metode dapat dikatakan linier apabila hubungan antara respon metode dan konsentrasi analit dalam matriks berbanding lurus. Berdasarkan linieritas yang diperoleh akan menghasilkan persamaan $y = ax \pm b$ dan koefisien determinasi (R^2). Kriteria linieritas dapat dinyatakan baik apabila memperoleh koefisien determinasi (R^2) dan koefisien korelasi (r) diperoleh $\geq 0,99$ (Riyanto, 2014).

2.9 *Limit of Detection (LOD)* dan *Limit of Quantification (LOQ)*

2.9.1 *Limit of detection (LOD)*

Batas deteksi (*Limit of Detection*) merupakan konsentrasi analit terendah di dalam sampel yang masih bisa dideteksi. Batas deteksi berfungsi sebagai parameter yang menggambarkan sensitivitas metode analisis. Batas deteksi digunakan untuk mengetahui suatu analit tersebut ada di bawah atau di atas nilai tertentu. ICH menggunakan dua metode untuk menentukan LOD. Metode yang pertama adalah metode noninstrumental visual yang digunakan pada metode titrimetric dan teknik kromatografi lapis tipis. Batas deteksi merupakan kadar analit yang memberikan respons sama seperti besarnya respons blanko dan ditambah tiga simpangan baku blanko. Simpangan baku respons dapat ditentukan dari simpangan baku blanko pada simpangan baku residual dari garis regresi linier atau simpangan baku intersep y pada garis regresi. Metode yang kedua yaitu perhitungan, berdasarkan nilai simpangan baku respons (SD) dan kemiringan (slope) kurva yang diperoleh, maka LOD dapat dihitung dengan rumus : (Rohman, 2014).

$$LOD = \frac{3 \cdot SD}{Slope}$$

2.9.2 *Limit of Quantitation (LOQ)*

Batas kuantifikasi (*Limit of Quantification*) merupakan konsentrasi analit terendah di dalam sampel yang bisa ditentukan dengan akurasi dan presisi yang dapat diterima pada kondisi operasional metode yang digunakan. Apabila konsentrasi LOD yang diperoleh menurun, maka presisi yang dihasilkan juga akan menurun. Umumnya LOQ dihitung dengan rasio *signal to noise* 10:1. ICH menggunakan dua metode untuk menentukan nilai LOQ sama seperti pada penentuan LOD yang didasarkan pada simpangan baku respons (SD) dan kemiringan (slope) kurva yang diperoleh. Rumus perhitungan LOQ menggunakan yang digunakan sebagai berikut: (Rohman,2014).

$$LOQ = \frac{10 \cdot SD}{Slope}$$

2.10 Presisi

Presisi merupakan kedekatan hasil analisis yang diperoleh dengan melakukan pengulangan pengukuran dari ukuran yang sama. Tingkatan presisi dibagi menjadi 3, tingkatan yang pertama yaitu keterulangan atau *repeatability*, pengukuran pada presisi ini dilakukan oleh analis yang sama, sampel, reagen, instrumen, waktu pengukuran, dan di laboratorium yang sama. Tingkatan presisi yang kedua yaitu presisi antara, pengukuran dilakukan pada kondisi yang berbeda baik analisisnya, peralatan yang digunakan, laboratorium, dan waktu yang berbeda. Parameter-parameter pengujian pada presisi antara meliputi variasi antar hari, variasi peralatan, dan variasi analisisnya. Tingkatan presisi yang ketiga yaitu reproduksibilitas, presisi ini dilakukan untuk uji profisiensi atau uji banding antar laboratorium dengan mengukur presisi yang diperoleh dari laboratorium masing-masing (Rohman, 2014).

Perhitungan dalam presisi mencakup simpangan baku relatif (RSD), simpangan baku, dan koefisien variasi (CV). Umumnya presisi dapat diterima apabila hasil pengukuran yang diperoleh $\leq 2\%$, sedangkan menurut Horwitz dan

AOAC Peer Verified Methods (PVM, hasil presisi yang dapat diterima berdasarkan level analitnya dapat dilihat pada Tabel 4 (Rohman, 2014).

2.11 Akurasi

Akurasi adalah kedekatan antara hasil yang diperoleh atau nilai terukur dengan nilai sebenarnya. Akurasi diukur berdasarkan banyaknya analit yang diperoleh kembali pada saat pengukuran dengan melakukan *spiking* pada sampel yang akan diujikan. Uji akurasi dapat dilakuakn dengan tiga cara yaitu menggunakan SRM (*Standard Reference Material*), menggunakan metode penambahan standar (*standard addition method*), dan melakukan *spiking* pada plasebo (Rohman, 2014).

Tabel 2.5 Persentase Perolehan Kembali atau % *recovery* yang Diterima

Kadar (unit)	Batas maksimum % <i>recovery</i>
100%	98 – 101
10%	95 – 102
1%	92 – 105
0,1%	90 – 108
0,01% (10 ppm)	85 – 110
10 ppm	80 – 115
1 ppm	75 – 120
10 ppb	70 – 125

Sumber: AOAC Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods For Dietay Supplements an Botanicals

BAB III

METODOLOGI

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan adalah serangkaian alat Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 2450 Series); labu ukur 100 mL; gelas piala 100 mL; 1000 mL; gelas ukur 100 mL; pipet volume; pipet ukur 10 mL; corong gelas; botol semprot; botol kaca gelap; hotplate; spatula; propipet; *magnetic stirrer*; dan kuvet; neraca analitik.

3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel *Poly Aluminium Chloride* (PAC) tipe C; asam klorida (HCl); hidroksilammonium klorida ($\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$) 100 g/L; 1,10-fenantrolin ($\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$) 1 g/L; buffer asetat (natrium asetat-asam asetat); larutan induk standar besi (Fe) 0,1 mgFe/mL; larutan standar besi (Fe) 10 $\mu\text{gFe/mL}$; dan akuades.

3.2 Cara Kerja

3.2.1 Pembuatan larutan asam klorida (1:3)

Pembuatan larutan asam klorida (1:3) dilakukan dengan memipet HCl pekat sebanyak 125 mL dan ditambahkan akuades 375 mL, kemudian dicampurkan dalam gelas beaker 500 mL dan dihomogenkan.

3.2.2 Pembuatan larutan hidroksilammonium klorida 100 g/L

Pembuatan larutan hidroksilammonium klorida 100 g/L dilakukan dengan menimbang sebanyak 10 gram hidroksilammonium klorida dan dilarutkan dalam 100 mL akuades, kemudian disimpan ke dalam botol gelap.

3.2.3 Pembuatan larutan 1,10-fenantrolin 1 g/L

Pembuatan larutan 1,10-fenantrolin 1 g/L dilakukan dengan melarutkan 0,10 gram 1,10-fenantrolin monohidrat ke dalam 20 mL etanol 95%, kemudian ditera dengan akuades sampai 100 mL dan disimpan ke dalam botol gelap.

3.2.4 Pembuatan larutan buffer natrium asetat-asam asetat

Pembuatan larutan buffer natrium asetat dilakukan dengan menimbang 450 gram natrium asetat trihidrat yang dilarutkan ke dalam 400 mL akuades dan ditambahkan 240 mL asam asetat, kemudian ditera dengan akuades sampai 1000 mL.

3.2.5 Pembuatan larutan standar besi (Fe) 10 $\mu\text{gFe/mL}$

Sebanyak 10 mL larutan induk standar besi (Fe) 0,1 mgFe/mL dilarutkan dengan akuades. Larutan tersebut dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditera menggunakan akuades hingga tanda batas. Sebelum ditera, dinding labu ukur diseka terlebih dahulu supaya tidak ada penambahan volume yang menyebabkan perubahan konsentrasi, kemudian larutan dihomogenkan.

3.2.6 Pembuatan deret larutan standar besi (Fe)

Larutan standar besi (Fe) 10 $\mu\text{gFe/mL}$ dipipet sebanyak 0; 1; 2; 3; 5; 10 mL. Larutan standar Fe yang sudah dipipet dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL, ditambahkan masing-masing labu ukur dengan 3 mL asam klorida (1:3), ditambahkan akuades sampai volume mencapai 70 mL. Ditambahkan 1 mL larutan hidrosilammonium klorida (100 g/L), kemudian dihomogenkan. Ditambahkan 5 mL larutan 1,10-fenantrolin (1 g/L), 15 mL larutan buffer natrium asetat-asam asetat, dan ditera dengan air suling hingga tanda batas kemudian dihomogenkan. Larutan didiamkan selama 20 menit agar larutan berwarna.

3.2.7 Penentuan kurva kalibrasi

Instrumen Spektrofotometer UV-Visible dioptimalkan terlebih dahulu sesuai dengan petunjuk penggunaan alat. Pengukuran kadar besi (Fe) dilakukan

pada panjang gelombang 510 nm, selanjutnya diukur absorbansi masing-masing larutan kerja besi (Fe) yang telah dibuat. Grafik kurva kalibrasi dibuat berdasarkan absorbansi yang diperoleh dengan konsentrasi deret larutan standar Fe.

3.2.8 Penentuan kadar besi (Fe)

Sampel poli aluminium klorida ditimbang sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan dengan air suling hingga tanda batas, kemudian larutan digojog sampai homogen (larutan A). Larutan A dipipet sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan 3 mL asam klorida (1:3), ditambahkan akuades sampai volume mencapai 70 mL, dan ditambahkan 1 mL larutan hidroksilammonium klorida (100 g/L), kemudian larutan dihomogenkan. Larutan 1,10-fenantrolin (1 g/L) dipipet sebanyak 5 mL dan 15 mL larutan buffer natrium asetat-asam asetat ditambahkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditera dengan air suling hingga tanda batas lalu dihomogenkan. Larutan didiamkan selama 20 menit agar larutan membentuk warna. Sampel dituangkan ke dalam sel serapan 10 mm dan dibaca absorbansinya pada alat spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 510 nm.

3.2.9 Penentuan presisi dan akurasi

Sampel dipipet sebanyak 1 mL, ditambahkan 2 mL larutan standar besi 1000 mg/L kemudian ditambahkan sampai tanda tera pada labu ukur 100 mL dan dihomogenkan. Larutan tersebut dipipet sebanyak 1 mL ke dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan 3 mL asam klorida (1:3), ditambahkan akuades sampai volume mencapai 70 mL, dan ditambahkan 1 mL larutan hidroksilammonium klorida (100 g/L), kemudian larutan dihomogenkan. Larutan 1,10-fenantrolin (1 g/L) dipipet sebanyak 5 mL dan 15 mL larutan buffer natrium asetat-asam asetat ditambahkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditera dengan air suling hingga tanda batas lalu dihomogenkan. Larutan didiamkan selama 20 menit agar larutan membentuk warna. Sampel dituangkan ke dalam sel serapan 10 mm dan dibaca absorbansinya pada alat spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 510 nm.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Poli aluminium klorida merupakan suatu koagulan yang memiliki bentuk padatan dan cairan. Sampel yang diuji yaitu PAC tipe C yang berbentuk cairan dan berwarna kuning kecoklatan. Poli aluminium klorida tipe C merupakan koagulan yang digunakan untuk *grade* industri dan pengolahan limbah industri dapat dilihat seperti pada gambar 4.1. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan, membuktikan, dan mengevaluasi bahwa sampel yang digunakan sudah sesuai dengan baku mutu kadar besi dalam PAC cair tipe C yaitu maksimal 2000 mg/kg.



Gambar 4.1 Poli Aluminium Klorida Tipe C

4.1 Penentuan Kadar Besi (Fe)

Logam besi merupakan logam berat yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk membantu melakukan proses metabolisme dalam jumlah tertentu atau dapat disebut sebagai logam esensial. Besi dapat terlarut dalam air berbentuk kation ferro (Fe^{2+}) atau kation ferri (Fe^{3+}). Apabila konsentrasi besi yang terlarut dalam air melebihi batas, maka akan mengakibatkan gangguan teknis berupa endapan korosif, air menjadi berwarna, memiliki rasa yang tidak enak, dan menimbulkan air menjadi berbau, serta dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan seperti rasa mual, iritasi pada kulit dan mata (Parulian, 2009).

Penentuan kadar besi dalam PAC secara spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk mengetahui kandungannya sesuai atau tidak dengan baku mutunya. Prinsip analisisnya yaitu ion Fe^{2+} bereaksi dengan 1,10-fenantrolin dalam suasana asam

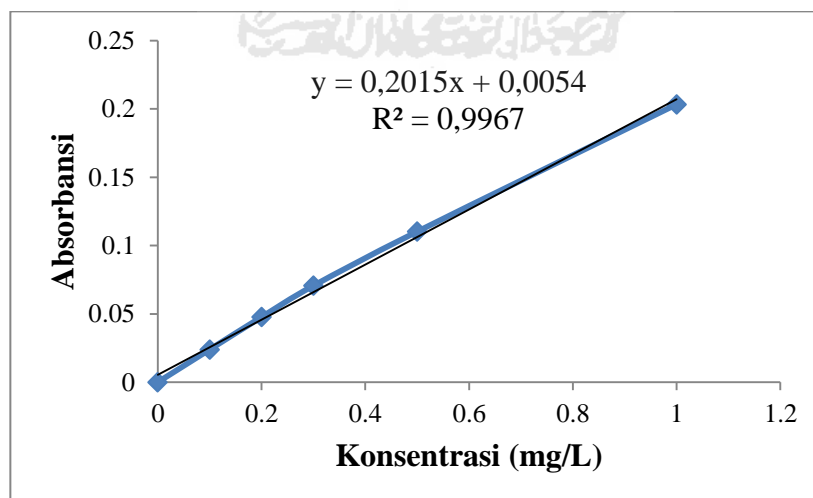
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Kadar Besi dalam PAC Cair Tipe C

Pengulangan	Absorbansi	Berat sampel (kg)	Konsentrasi sampel (mg/L)	Kadar Fe (mg/kg)
1	0,0403	0,0020042	0,1732	864,1852
2	0,0424	0,0020015	0,1836	917,3120
3	0,0443	0,0020070	0,1930	961,6343
Rata – rata				914,3772

Berdasarkan hasil kadar besi (Fe) yang diperoleh tersebut sudah sesuai dengan baku mutu, karena baku mutu menurut SNI 3822:2018 kadar besi (Fe) yang diperbolehkan dalam PAC cair tipe C maksimal 2000 mg/Kg.

4.2 Penentuan Linieritas

Linieritas merupakan suatu metode analisis yang mempunyai kemampuan untuk memperoleh hasil pengujian agar sesuai dengan konsentrasi analit dalam sampel pada kisaran konsentrasi tertentu. Linieritas pada penentuan kandungan Fe dalam PAC dengan metode JIS K 1475 : 1996 ini menggunakan variasi konsentrasi larutan standar besi (Fe) yaitu 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; dan 1,0 mg/L. Larutan standar besi (Fe) yang telah dibuat diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 510 nm.



Gambar 4.2 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Fe

Berdasarkan kurva kalibrasi tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi larutan standar maka nilai absorbansi yang diperoleh juga semakin tinggi. Persamaan garis yang diperoleh $y = 0,2015x + 0,0054$, dengan koefisien determinasi (R^2) 0,9967. Menurut Riyanto (2014) R^2 yang menghasilkan nilai ≥ 0.99 dapat dikatakan linier.

4.3 Penentuan LOD dan LOQ

Batas deteksi (*Limit of Detection*) merupakan konsentrasi analit terendah di dalam sampel yang masih bisa dideteksi sebagai parameter yang menggambarkan sensitivitas metode analisis. Batas kuantifikasi (*Limit of Quantification*) menunjukkan konsentrasi analit terendah di dalam sampel bisa ditentukan dengan akurasi dan presisi. Penentuan batas deteksi (LOD) dan batas kuantitas (LOQ) dihitung dari persamaan yang dihasilkan dari kurva kalibrasi $y = 0,2015x + 0,0054$. Hasil dari penentuan nilai limit deteksi (LOD) dan limit kuantitas (LOQ) dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Penentuan limit deteksi (LOD) dan limit kuantitas (LOQ)

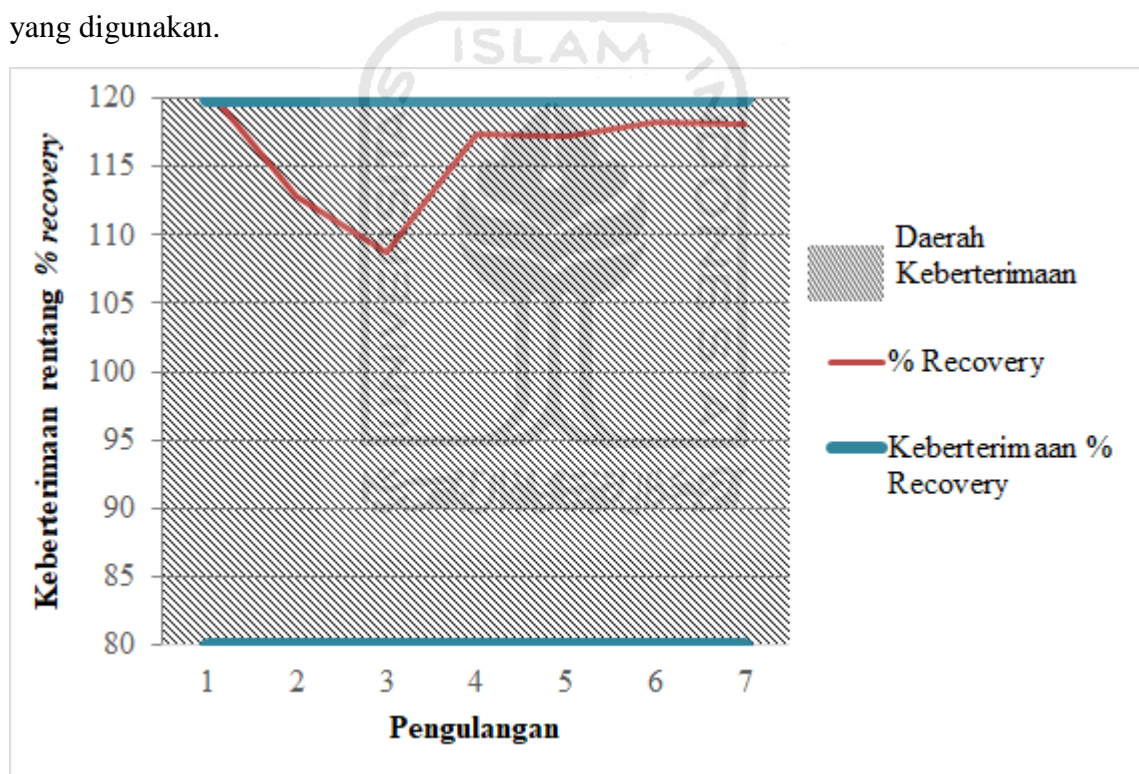
Larutan	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	Yi	(Y-Yi)	(Y-Yi) ²
Standar 1	0	0	0,0054	-0,0054	$2,92 \times 10^{-5}$
Standar 2	0,1	0,0239	0,0256	-0,0017	$2,72 \times 10^{-6}$
Standar 3	0,2	0,0477	0,0457	0,0020	$4,00 \times 10^{-6}$
Standar 4	0,3	0,0706	0,0659	0,0047	$2,26 \times 10^{-5}$
Standar 5	0,5	0,1102	0,1062	0,0041	$1,64 \times 10^{-5}$
Standar 6	1	0,2033	0,2069	-0,0036	$1,30 \times 10^{-5}$
Jumlah					$8,78 \times 10^{-5}$
S y/x					$4,69 \times 10^{-3}$
LOD					0,0698
LOQ					0,2328

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai LOD diperoleh sebesar 0,0698 mg/L dan nilai LOQ sebesar 0,2328 mg/L. Nilai LOD menunjukkan bahwa konsentrasi terkecil yang dapat terbaca secara kualitatif oleh metode yang diterapkan. Jadi, konsentrasi standar terkecil harus diatas LOD apabila konsentrasi standar terkecil dibawah LOD maka metode yang digunakan kurang baik untuk

diterapkan, sedangkan nilai LOQ menunjukkan kuantitas terkecil untuk data agar presisi dan akurasi yang dihasilkan baik.

4.4 Penentuan Akurasi

Akurasi adalah kedekatan antara hasil yang diperoleh atau nilai terukur dengan nilai sebenarnya. Akurasi diukur berdasarkan banyaknya analit yang diperoleh kembali pada saat pengukuran dengan melakukan *spiking* pada sampel yang akan diujikan (Rohman, 2014). Oleh karena itu, agar hasil akurasi yang diperoleh baik harus menggunakan peralatan yang telah terkalibrasi, penggunaan prekursor dan pelarut yang baik, dan melakukan pengujian sesuai dengan prosedur yang digunakan.



Gambar 4.3 Keberterimaan Rentang % recovery

Tabel 4.3 Hasil %recovery

Pengulangan	% recovery
1	119,39
2	112,85
3	108,86
4	117,36
5	117,30
6	118,41
7	118,17
Rata – rata	116,05

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa akurasi yang diperoleh sesuai berdasarkan pada rentang keberterimaan % *recovery* yang diperbolehkan pada setiap konsentrasi analit dalam matriks 1 mg/L yaitu sebesar 75% - 120% (AOAC, 2010). Nilai rata-rata % *recovery* yang diperoleh sebesar 116,05 %. Hasil dari % *recovery* yang diterima ini menunjukkan bahwa metode pengujian yang digunakan ini memiliki akurasi yang baik.

4.5 Penentuan Presisi

Presisi merupakan kedekatan hasil analisis yang diperoleh dengan melakukan pengulangan pengukuran dari ukuran yang sama. Perhitungan dalam presisi mencakup simpangan baku relatif (RSD), simpangan baku, dan koefisien variasi (CV). Umumnya presisi dapat diterima apabila RSD hasil pengukuran yang diperoleh $\leq 20\%$ (Rohman, 2014).

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan % RSD dengan CV Horwitz

No	Absorbansi	Berat sampel (kg)	Konsentrasi sampel (mg/L)	Kadar Fe (mg/kg)
1	0,0910	0,0020150	0,4248	2108,2585
2	0,0880	0,0020066	0,4099	2042,8863
3	0,0862	0,0020020	0,4010	2002,9598
4	0,0896	0,0020013	0,4179	2087,9728
5	0,0896	0,0020019	0,4179	2087,3470
6	0,0900	0,0020007	0,4199	2098,5211
7	0,0900	0,0020030	0,4199	2096,1114
Jumlah				14524,0560
Rata-rata				2074,8651
Standar Deviasi				37,9620
% RSD				1,83

Berdasarkan Tabel menunjukkan bahwa metode pengujian yang digunakan pada penentuan kadar besi dalam sampel poli aluminium klorida dengan menggunakan spektrofotometri UV-Visible diperoleh hasil % RSD sebesar 1,83 %. Hasil yang diperoleh diterima karena % RSD yang diperbolehkan $\leq 2\%$ (Riyanto, 2014). Berdasarkan hasil % RSD tersebut menunjukkan bahwa metode analisis yang digunakan ini dapat memberikan hasil pengukuran dengan proses pengulangan yang relatif konstan. Nilai presisi dapat memberikan informasi bahwa metode pengujian ini merupakan metode yang dapat digunakan untuk pengujian pada mutu laboratorium.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil Praktik Kerja Lapangan yang dilaksanakan di Laboratorium Kimia Balai Besar Kimia dan Kemasan, maka dapat disimpulkan bahwa sebagai berikut:

1. Kandungan besi (Fe) dalam poli aluminium klorida diperoleh sebesar 864,1852 mg/Kg; 917,3120 mg/Kg; dan 917,3120 mg/Kg. Kadar besi yang diperoleh tersebut memenuhi prasyarat pengujian karena tidak lebih dari 2000 mg/Kg.
2. Persamaan garis yang diperoleh $y = 0,2015x + 0,0054$, dengan nilai linieritas sebesar 0,9967, presisi (repeatabilitas) sebesar 1,83 %, hasil tersebut memenuhi syarat keberterimaan yaitu $\% \text{RSD} \leq 2\%$, akurasi diperoleh sebesar 116,05 %, hasil tersebut memenuhi syarat keberterimaan yaitu rentang 75% - 120%, serta diperoleh LOD sebesar 0,0698 mg/L dan LOQ sebesar 0,2328 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut penentuan logam besi dalam PAC menggunakan spektrofotometer UV-Vis mempunyai kinerja yang baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil Praktik Kerja Lapangan yang dilakukan di Laboratorium Kimia Balai Besar Kimia dan Kemasan, penulis menyarankan agar pada saat pengukuran sampel harus diukur setelah pendiaman selama 20 menit karena sangat mempengaruhi hasil absorbansi yang diperoleh. Perlu diperhatikan juga pada saat penambahan setiap larutan dalam labu ukur harus menggunakan pipet volume yang benar-benar bersih. Sebaiknya pengujian ini dilakukan sangat teliti supaya mengurangi kesalahan-kesalahan dalam pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, 2013, *AOAC Official Methods of Analysis, Appendix K : Guidelines For Single Laboratory Validation Of Chemical Methods For Dietary Supplements And Botanical*, AOAC International, AOAC International.
- Christian, GD., 1994, *Analytical Chemistry Edisi kelima*, Washington : J. Willey.
- Darmono, 1995., *Logam dalam Sistem Biologi Hidup*, Jakarta : UI Press.
- Day, R.A., 1986, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Jakarta : Erlangga.
- Day, R. A. dan Underwood, A. L., 2002, *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*, Jakarta : Erlangga.
- Effendi, H., 2003, *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan Cetakan Kelima*, Yogyakarta : Kanisius.
- Harjadi, W., 1986, *Ilmu Kimia Analitik Dasar*, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hartoyo., 2010, *Program Pengembangan Penyediaan Air Untuk Menjamin Ketahanan Pangan Nasional. Seminar Pengembangan dan Pengelolaan Sumber Daya Air Untuk Kethanan Pangan*, Bogor : Kementran Pekerjaan Umum.
- Harvey, D., 2000, *Modern Analytical Chemistry*, New York : Mc. Graw Hill.
- Khopkar, S. M., 1990, *Konsep Kimia Analitik*, Jakarta : UI Press.
- Kodoatie Robert J, Syarief Roestam., 2010, *Tata Ruang Air*, Yogyakarta : Andi Offset.
- Kusnaedi., 2002, *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor Untuk Air Minum*, Jakarta : Penebar Swadaya.
- Nazar, Muhammad., 2018, *Spektroskopi Molekul*, Banda Aceh : Syiah Kuala University Press.
- Pangastuti, D. D., Sugiarto, R. D., dan Kurniawan, Fredy., 2017, Perbandingan Kondisi Optimum Pereduksi Natrium Tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dan Hidroksilamin Hidroklorida ($\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$) Pada Analisis Kadar Total Besi Secara Spektrofotometer Uv-Vis, *J. Sains dan Seni ITS*, 6.

- Parulian, A., 2009, *Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal*, Medan : Pascasarjana Universitas Sumatera Utara (USU).
- Sari, N dan Djarot, S., 2015, Studi Gangguan Mg(II) dalam Analisis Besi(II) dengan Pengompleks O-fenantrolin Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, *J. Sains dan Seni*, 4, 8-12.
- Sembiring, Timbangan., Dayana, Indri. dan Rianna, Martha., 2019, *Alat Penguji Material*, Bogor : Gueedia Publisher.
- Skoog, D.A. and D.M. West ., 1971, *Principles of instrumental analysis*, New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Soemirat, J., 1996, *Kesehatan Lingkungan Edisi Ketiga*, Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Standar Nasional Indonesia., 2018., *Poli Aluminium Klorida, SNI 3822 : 2018*, Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional (DSN).
- Syam, L., 2004, Analisis Kadar Besi (Fe) Dalam Kedelai Dengan Pengompleks Fenantrolin, *Skripsi*, Palu : Untad Press.
- Syarifudin, A., 2017, *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta : Andi Offset.
- Rumapea, Nurmida., 2009, Penggunaan Kitosan dan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Seng (Zn) dalam Air Gambut, *Tesis*, Universitas Sumatra Utara.
- Rahman, Nur Afni., 2018, Sintesis Polu Aluminium Chloride (PAC) dari Limbah Serbuk Aluminium Untuk Menurunkan Kekeruhan Air Sungai Je'neberang, *Skripsi*, Program Studi Kimia : UIN Alauddin Makassar.
- Riyanto, 2014, *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*, Yogyakarta : Deepublish.
- Rohman, Abdul., 2014, *Validasi Penjaminan Mutu Metode Analisis Kimia*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Rosariawari dan Mirwan, 2013, Efektivitas PAC dan Tawas Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Permukaan, *Tugas akhir*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan : Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.
- Tjutju, Susana., 2003, Air Sebagai Sumber Kehidupan, *Oseana.*, 28 ,17 – 25.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

1. Penentuan Konsentrasi Deret Larutan Kerja

a. 0 mL larutan standar besi $10 \mu\text{gFe/mL}$

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\0 \text{ mL} \times 10 \mu\text{gFe/mL} &= 100 \text{ mL} \times C_2 \\0 \mu\text{gFe/mL} &= C_2 \\0 \text{ mg/L} &= C_2\end{aligned}$$

b. 1 mL larutan standar besi $10 \mu\text{g/mL}$

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\1 \text{ mL} \times 10 \mu\text{g/mL} &= 100 \text{ mL} \times C_2 \\0,1 \mu\text{gFe/mL} &= C_2 \\0,1 \text{ mg/L} &= C_2\end{aligned}$$

c. 2 mL larutan standar besi $10 \mu\text{g/mL}$

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\2 \text{ mL} \times 10 \mu\text{g/mL} &= 100 \text{ mL} \times C_2 \\0,2 \mu\text{gFe/mL} &= C_2 \\0,2 \text{ mg/L} &= C_2\end{aligned}$$

d. 3 mL larutan standar besi $10 \mu\text{g/mL}$

$$\begin{aligned}V_1 \times C_1 &= V_2 \times C_2 \\3 \text{ mL} \times 10 \mu\text{g/mL} &= 100 \text{ mL} \times C_2 \\0,3 \mu\text{g/mL} &= C_2 \\0,3 \text{ mg/L} &= C_2\end{aligned}$$

e. 5 mL larutan standar besi $10 \mu\text{g/mL}$

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$5 \text{ mL} \times 10 \mu\text{g/mL} = 100 \text{ mL} \times C_2$$

$$0,5 \mu\text{g/mL} = C_2$$

$$0,5 \text{ mg/L} = C_2$$

f. 10 mL larutan standar besi $10 \mu\text{g/mL}$

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$10 \text{ mL} \times 10 \mu\text{g/mL} = 100 \text{ mL} \times C_2$$

$$1 \mu\text{g/mL} = C_2$$

$$1 \text{ mg/L} = C_2$$

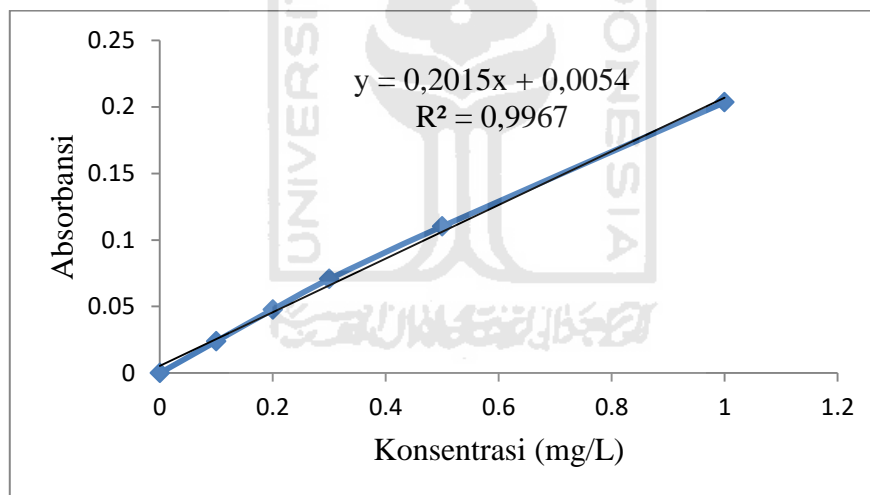


LAMPIRAN 2

1. Penentuan Linieritas

Tabel 1. Data pengukuran standar besi (Fe)

Larutan standar	Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
Standar 1	0	0,0000
Standar 2	0,1	0,0239
Standar 3	0,2	0,0477
Standar 4	0,3	0,0706
Standar 5	0,5	0,1102
Standar 6	1	0,2033
Intersep		0,0054
Slope		0,2015
Koefisien Determinasi (R^2)		0,9967
Koefisien Korelasi (r)		0,9983



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Besi

Keterangan:

Persamaan Regresi	$0,2015x + 0,0054$
Slope	0,2015
Intersep	0,0054
Koefisien Determinasi (R^2)	0,9967

LAMPIRAN 3

1. Penentuan LOD dan LOQ

Larutan	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	Yi	(Y-Yi)	(Y-Yi) ²
Standar 1	0	0	0,0054	-0,0054	$2,92 \times 10^{-5}$
Standar 2	0,1	0,0239	0,0256	-0,0017	$2,72 \times 10^{-6}$
Standar 3	0,2	0,0477	0,0457	0,0020	$4,00 \times 10^{-6}$
Standar 4	0,3	0,0706	0,0659	0,0047	$2,26 \times 10^{-5}$
Standar 5	0,5	0,1102	0,1062	0,0041	$1,64 \times 10^{-5}$
Standar 6	1	0,2033	0,2069	-0,0036	$1,30 \times 10^{-5}$
				Jumlah	$8,78 \times 10^{-5}$
				S y/x	$4,69 \times 10^{-3}$
				LOD	0,0698
				LOQ	0,2328

1) Perhitungan Sy/x (simpangan baku residual)

$$\frac{S_y}{x} = \sqrt{\frac{\sum(y-y_i)^2}{n-2}}$$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{8,78 \times 10^{-5}}{6-2}}$$

$$S_{y/x} = 4,69 \times 10^{-3}$$

2) Perhitungan LOD

$$LOD = \frac{3 \cdot S_{y/x}}{\text{slope}}$$

$$LOD = \frac{3 \cdot 4,69 \times 10^{-3}}{0,2015}$$

$$LOD = 0,0698 \text{ mg/L}$$

3) Perhitungan LOQ

$$\text{LOQ} = \frac{10 \cdot S_{y/x}}{\text{slope}}$$

$$\text{LOQ} = \frac{10 \cdot 4,69 \times 10^{-3}}{0,2015}$$

$$\text{LOQ} = 0,2328 \text{ mg/L}$$



LAMIRAN 4

1. Penentuan Kadar Besi (Fe)

Pengulangan	Absorbansi	Berat sampel (kg)	Konsentrasi sampel (mg/L)	Kadar Fe (mg/kg)
1	0,0403	0,0020042	0,1732	864,1852
2	0,0424	0,0020015	0,1836	917,3120
3	0,0443	0,0020070	0,1930	961,6343
Rata – rata				914,3772

1) Pengulangan 1

$$Y = ax + b$$

$$Y = 0,2015x + 0,0054$$

$$0,0403 = 0,2015x + 0,0054$$

$$0,0349 = 0,2015x$$

$$X = \frac{0,0349}{0,2015}$$

$$X = 0,1732 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Fe (mg/Kg)} &= \frac{[\text{Fe}] \times V \text{ akhir (L)}}{\text{massa sampel (Kg)}} \times Fp \\ &= \frac{0,1732 \times 0,1 \text{ L}}{0,0020042 \text{ kg}} \times 100 \\ &= 864,1852 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

2) Pengulangan 2

$$Y = ax + b$$

$$Y = 0,2015x + 0,0054$$

$$0,0424 = 0,2015x + 0,0054$$

$$0,0370 = 0,2015x$$

$$X = \frac{0,0370}{0,2015}$$

$$X = 0,1836 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Fe (mg/Kg)} &= \frac{[\text{Fe}] \times V \text{ akhir (L)}}{\text{massa sampel (Kg)}} \times Fp \\
 &= \frac{0,1836 \times 0,1 \text{ L}}{0,0020015 \text{ kg}} \times 100 \\
 &= 917,3120 \text{ mg/Kg}
 \end{aligned}$$

3) Pengulangan 3

$$Y = ax + b$$

$$Y = 0,2015x + 0,0054$$

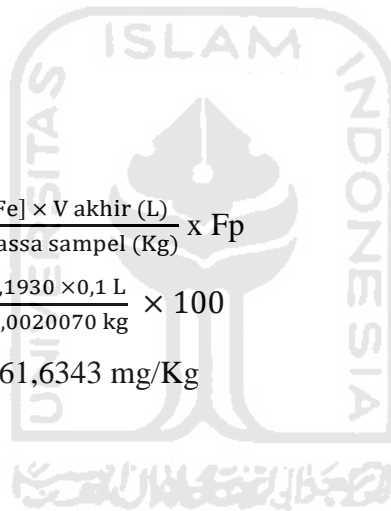
$$0,0443 = 0,2015x + 0,0054$$

$$0,0389 = 0,2015x$$

$$X = \frac{0,0389}{0,2015}$$

$$X = 0,1930 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Fe (mg/Kg)} &= \frac{[\text{Fe}] \times V \text{ akhir (L)}}{\text{massa sampel (Kg)}} \times Fp \\
 &= \frac{0,1930 \times 0,1 \text{ L}}{0,0020070 \text{ kg}} \times 100 \\
 &= 961,6343 \text{ mg/Kg}
 \end{aligned}$$



LAMPIRAN 5

1. Penentuan Akurasi

4) Non Spike

Tabel 2. Penentuan Kadar Sampel Non Spike

No	Berat sampel (kg)	Konsentrasi sampel (mg/L)	Kadar Fe (mg/kg) (B)
1	0,0020042	0,1732	864,1852
2	0,0020015	0,1836	917,3120
3	0,0020070	0,1930	961,6343
Rata – rata			914,3772

5) Spike

Tabel 3. Penentuan Kadar Sampel yang Ditambah Dengan Standar

No	Absorbansi	Berat sampel (kg)	Konsentrasi sampel (mg/L)	Kadar Fe (mg/kg) (A)
1	0,0910	0,0020150	0,4248	2108,2575
2	0,0880	0,0020066	0,4099	2042,8863
3	0,0862	0,0020020	0,4010	2002,9598
4	0,0896	0,0020013	0,4179	2087,9728
5	0,0896	0,0020019	0,4179	2087,3470
6	0,0900	0,0020007	0,4199	2098,5211
7	0,0900	0,0020030	0,4199	2096,1114

6) Penentuan % recovery

Tabel 4. Penentuan % recovery

No	Konsentrasi target (mg/kg)	A (kadar spike) – B (kadar sampel) (mg/Kg)	% recovery
1	1000	1193,8804	119,39
2	1000	1128,5091	112,85
3	1000	1088,5827	108,86
4	1000	1173,5957	117,36
5	1000	1172,9699	117,30
6	1000	1184,1439	118,41
7	1000	1181,7342	118,17
Rata-rata			116,05

(1) Penentuan konsentrasi target

$$\begin{aligned}\text{Konsentrasi Target (mg/Kg)} &= \frac{[\text{standar}] \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume (L)}}{\text{Massa sampel (Kg)}} \times F_p \\ &= \frac{0,2 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 0,1 \text{ L}}{0,002 \text{ Kg}} \times 100 \\ &= 1000 \text{ mg/Kg}\end{aligned}$$

(2) Penentuan % recovery

$$\% \text{ recovery} = \frac{C \text{ spike } \left(\frac{\text{mg}}{\text{Kg}}\right) - C \text{ sampel } \left(\frac{\text{mg}}{\text{Kg}}\right)}{C \text{ target } \left(\frac{\text{mg}}{\text{Kg}}\right)} \times 100$$

a. Pengulangan 1

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2108,2575 \text{ mg/Kg} - 914,3772 \text{ mg/Kg}}{1000 \text{ mg/Kg}} \times 100 \\ &= 1,1938803 \times 100 \\ &= 119,39 \%\end{aligned}$$

b. Pengulangan 2

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2042,8863 \text{ mg/Kg} - 914,3772 \text{ mg/Kg}}{1000 \text{ mg/Kg}} \times 100 \\ &= 1,1285091 \times 100 \\ &= 112,85 \%\end{aligned}$$

c. Pengulangan 3

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2002,9598 \text{ mg/Kg} - 914,3772 \text{ mg/Kg}}{1000 \text{ mg/Kg}} \times 100 \\ &= 1,0885826 \times 100 \\ &= 108,86 \%\end{aligned}$$

d. Pengulangan 4

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2087,9728 \text{ mg/Kg} - 914,3772 \text{ mg/Kg}}{1000 \text{ mg/Kg}} \times 100 \\ &= 1,1735956 \times 100 \\ &= 117,36 \%\end{aligned}$$

e. Pengulangan 5

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2087,3470 \text{ mg/Kg} - 914,3772 \text{ mg/Kg}}{1000 \text{ mg/Kg}} \times 100 \\ &= 1,1729698 \times 100 \\ &= 117,30 \%\end{aligned}$$

f. Pengulangan 6

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2098,5211 \text{ mg/Kg} - 914,3772 \text{ mg/Kg}}{1000 \text{ mg/Kg}} \times 100 \\ &= 1,1841439 \times 100 \\ &= 118,41 \%\end{aligned}$$

g. Pengulangan 7

$$\begin{aligned}\% \text{ recovery} &= \frac{2096,1114 \text{ mg/Kg} - 914,3772 \text{ mg/Kg}}{1000 \text{ mg/Kg}} \times 100 \\ &= 1,1817342 \times 100 \\ &= 118,17 \%\end{aligned}$$

LAMPIRAN 6

1. Penentuan Presisi

Tabel 5. Penentuan % RSD dan CV Horwitz

No	Absorbansi	Berat sampel (kg)	Konsentrasi sampel (mg/L)	Kadar Fe (mg/kg)
1	0,0910	0,0020150	0,4248	2108,2585
2	0,0880	0,0020066	0,4099	2042,8863
3	0,0862	0,0020020	0,4010	2002,9598
4	0,0896	0,0020013	0,4179	2087,9728
5	0,0896	0,0020019	0,4179	2087,3470
6	0,0900	0,0020007	0,4199	2098,5211
7	0,0900	0,0020030	0,4199	2096,1114
Jumlah				14524,0560
Rata-rata				2074,8651
Standar Deviasi				37,9620
% RSD				1,83
2/3 CV Horwitz				3,3789

2. Penentuan Standar Deviasi

No	Kadar Fe (mg/kg)	(Xi - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²
1	2108,2575	33,3924	1115,0523
2	2042,8863	-31,9789	1022,6489
3	2002,9598	-71,9053	5170,3763
4	2087,9728	13,1077	171,8116
5	2087,3470	12,4819	155,7977
6	2098,5211	23,6560	559,6041
7	2096,1114	21,2463	451,4039
$\bar{X} = 2074,8651$		$\Sigma = 8646,6949$	

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\text{rerata})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{8646,6949}{7-1}}$$

$$SD = 37,9620 \text{ mg/L}$$

3. Penentuan RSD (*Relative Standard Deviation*)

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

$$\text{RSD} = \frac{37,9620}{2074,8651} \times 100 \%$$

$$\text{RSD} = 1,83 \%$$

