

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan unsur fundamental bagi manusia, hewan, dan tumbuhan, karena semua organisme hidup bergantung padanya untuk mempertahankan fungsi biologisnya (Ernando dkk. , 2024). Dalam kasus manusia, air sangat penting untuk mengatur suhu tubuh, memfasilitasi pencernaan, meningkatkan sirkulasi darah, mengoptimalkan metabolisme, melumasi persendian, dan menjaga kesehatan kulit (Lestari dan Indriani, 2022). Namun, ketersediaan air minum menghadapi ancaman serius akibat pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan perubahan iklim. Sebuah laporan PBB tahun 2021 menunjukkan bahwa sekitar 2,2 miliar orang tidak memiliki akses terhadap air minum yang aman, dan situasi ini diperkirakan akan memburuk tanpa peningkatan pengelolaan sumber daya air (Geick, 2022). Kurangnya air bersih juga berkontribusi pada munculnya penyakit serius seperti kolera dan diare, yang menyebabkan sekitar 1,8 juta kematian setiap tahunnya (Sari dan Nurdiana, 2017). Dampak kelangkaan air paling terasa di negara-negara berkembang, di mana infrastruktur untuk pengolahan dan distribusi air bersih tidak memadai, sehingga meningkatkan risiko kekurangan air akibat variasi musiman (Mekonnen dan Hoekstra, 2021).

Di Indonesia, masalah dalam penyediaan air bersih tidak hanya berfokus pada ketersediaannya, tetapi juga pada kualitasnya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024, sebesar 7,36% rumah tangga masih belum memiliki akses terhadap air minum yang layak (Chefany et al., 2024). Selain itu, hasil Survei Kualitas Air Minum Rumah Tangga (SKMRT) 2023 yang dilakukan Kementerian Kesehatan menunjukkan bahwa parameter kimia masih melebihi batas baku mutu, menandakan bahwa meskipun secara fisik tersedia, air bersih tersebut belum tentu aman untuk dikonsumsi (Kemenkes RI, 2023). Permintaan akan air bersih semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, termasuk di Kota Makassar, yang diperkirakan akan mencapai 1.536.550 jiwa seiring dengan peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya. Perumda Air Minum Kota Makassar, yang merupakan penyedia air bersih utama, mengandalkan Sungai Jeneberang sebagai sumber air mentah. Namun, kualitas air sungai ini sering berfluktuasi karena faktor musim, seperti meningkatnya kekeruhan saat hujan akibat erosi di gunung, serta berkurangnya aliran air saat musim kemarau, yang dapat mempengaruhi proses pengolahan. Selain itu, perubahan morfologi Sungai Jeneberang dipengaruhi oleh kegiatan penambangan pasir, pekerjaan di sungai, transmisi aliran, serta penggunaan lahan di wilayah aliran sungai (DAS), yang semuanya berdampak pada kualitas udara yang ada (Sabara et al., 2020). Secara umum, air sungai mengandung partikel-partikel tersuspensi, baik yang bersifat bebas maupun koloid, dengan ukuran antara 0.001 hingga 1 μm , termasuk serat asbes, partikel tanah liat hasil pelapukan mineral, dan lanau (lanau) dari sedimen anorganik. Misalnya partikel organik, terdapat virus, bakteri, dan plankton (Sisnayanti et al., 2021).

Sebagai lembaga resmi pemerintah daerah, PDAM bertanggung jawab menyediakan air bersih yang sesuai standar kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis. Pemerintah telah menetapkan persyaratan melalui Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) Air Minum, meliputi kekeruhan <3 NTU, pH 6,5-8,5, alkalinitas <200 mg/L, TDS <300 mg/L, BOD_5 <2 mg/L, serta aluminium $\leq 0,2$ mg/L. Namun, banyak PDAM di Indonesia masih mengalami kendala dalam pemenuhan standar tersebut, seperti pencemaran air baku yang semakin meningkat, keterbatasan teknologi pengolahan, rendahnya efisiensi distribusi, serta pertumbuhan pelanggan yang tidak sebanding dengan kapasitas produksi air baku (Mubarok dan Firmansyah, 2024). Peningkatan jumlah pelanggan yang tidak diimbangi dengan kapasitas produksi air baku menyebabkan gangguan distribusi, seperti penurunan tekanan dan ketidakstabilan pasokan air. Selain itu, kualitas air baku menurun akibat pencemaran dari limbah domestik, industri, dan aktivitas pertanian. Kendala utama PDAM dalam penggunaan koagulan seperti PAC adalah fluktuasi kualitas air baku, penentuan dosis optimum yang berubah-ubah, risiko restabilisasi partikel akibat overdosis, serta potensi peningkatan residu aluminium pada air sehingga proses flokulasi dan sedimentasi tidak optimal (Husaini et al., 2018). Oleh karena itu, dalam mengatasi masalah tersebut, PDAM perlu meningkatkan efisiensi proses pengolahan air dan menerapkan inovasi teknologi guna memastikan air yang dihasilkan tetap aman dan layak dikonsumsi oleh masyarakat (Nurjulasti et al., 2024).

Salah satu hal penting dalam menyediakan air minum yang aman untuk konsumsi adalah adanya proses pengolahan air yang efisien. Tingkat pengolahan air minum sangat dipengaruhi oleh sifat sumber air yang digunakan. Dalam menghadapi permasalahan dalam pengolahan air bersih, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mencari alternatif koagulan yang lebih efektif dan ramah lingkungan. Salah satu pendekatan yang kini mulai dilirik adalah penggunaan koagulan dari limbah industri dalam proses koagulasi-flokulasi (Tarigan, 2024). Proses koagulasi-flokulasi adalah teknik untuk memisahkan padatan yang tersuspensi serta partikel koloid (Afiatun et al., 2021). Padatan yang tersuspensi bisa berupa mineral alami seperti tanah liat, lumpur, dan lain-lain, atau materi organik yang berasal dari proses pembusukan hewan dan tumbuhan (Liu et al., 2021). Di sisi lain, koloid adalah padatan tersuspensi dengan ukuran partikel lebih kecil yang tidak dapat mengendap secara otomatis, sehingga menyebabkan air baku menjadi keruh. Koagulasi adalah langkah untuk mendestabilisasi partikel-partikel tersuspensi dan koloid (termasuk bakteri dan virus) dengan cara menetralkan muatan listriknya, sehingga mengurangi gaya tolak antara partikel, dan bahan yang digunakan untuk menetralkan muatan tersebut dikenal sebagai koagulan (Bakri et al., 2019). Flokulasi adalah proses menggabungkan partikel-partikel yang tidak stabil setelah tahap koagulasi dengan pengadukan perlahan, sehingga terbentuk gumpalan atau flok yang bisa diendapkan atau disaring (Komala et al., 2024). Metode ini bertujuan untuk menurunkan kekeruhan dengan cara mengumpulkannya partikel-partikel kecil dan koloid menjadi partikel yang lebih besar (Maraschin et al., 2020).

Dalam proses pengolahannya, air baku pertama-tama melewati titik ambil, kemudian dialirkan menuju sumur penyeimbang dan dipompa ke unit aerasi untuk meningkatkan kadar oksigen serta menurunkan gas-gas terlarut seperti besi (Fe) dan mangan (Mn). Selanjutnya, air diproses melalui langkah pra-sedimentasi, koagulasi-flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi untuk mengurangi kekeruhan serta jumlah zat padat yang tersuspensi. Setelah tahap filtrasi, air menjalani proses disinfeksi dengan menambahkan gas klorin atau bahan disinfektan lain yang diperbolehkan, dengan tujuan membunuh mikroorganisme patogen yang mungkin masih ada. Proses ini sangat penting agar saat air sampai ke konsumen, masih terdapat residu klor yang dapat menghambat perkembangan bakteri selama proses distribusi. Keberhasilan dalam pengolahan air minum dinilai dari berkurangnya kekeruhan, kontaminan kimia, mikrobiologi, serta kestabilan nilai pH. Standar terbaru dari Kementerian Kesehatan menetapkan bahwa air minum harus memenuhi parameter fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktivitas tertentu agar aman untuk dikonsumsi. Oleh karena itu, pengendalian kualitas air, termasuk pemantauan terhadap kekeruhan, kadar logam berat, mikroorganisme berbahaya, serta pH air, menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan kesehatan Masyarakat (Dwidewitra et al., 2024).

Koagulasi-flokulasi adalah cara yang efisien untuk menurunkan kadar pencemar dalam air dan merupakan teknologi yang telah terbukti memiliki peran penting dalam menghapus partikel koloid (Gkotsis et al. , 2023). Partikel koloid ini tidak dapat mengendap dengan sendirinya dan sulit untuk diatasi secara fisik. Dengan menambahkan koagulan seperti PAC, partikel menjadi tidak stabil sehingga membentuk mikroflok. Mikroflok ini kemudian akan bergabung menjadi makroflok yang dapat diendapkan melalui proses flokulasi. Penggumpalan sangat bergantung pada lamanya waktu serta perlunya pengadukan yang lambat dalam air. Secara umum, proses flokulasi berlangsung antara 10 hingga 30 menit setelah koagulasi. Semakin cepat pencampurannya, semakin besar flok yang terbentuk, tetapi ini sangat bergantung pada berbagai faktor seperti karakteristik sumber air baku, kondisi pengadukan, durasi flokulasi, jenis koagulan yang digunakan, serta variasi dalam konsentrasi koagulan yang ditambahkan (Tamjidillah et al. , 2023). Selain itu, dosis koagulan, pH, kecepatan pengadukan, suhu, dan waktu pengendapan juga berpengaruh terhadap efektivitas proses koagulasi-flokulasi. Semua faktor ini sangat penting agar partikel kecil yang bermuatan negatif dapat berkumpul menjadi flok yang lebih besar dan lebih mudah mengendap selama proses sedimentasi (El-Gaydaa et al. , 2023).

Proses koagulasi-flokulasi berfungsi untuk mengubah sifat fisik air dengan menstabilkan partikel yang memiliki muatan, yang selanjutnya mendorong terbentuknya gumpalan. Keberhasilan proses ini dapat dilihat dari terbentuknya gumpalan yang dapat mengendap, yang menunjukkan bahwa pemisahan bahan padat secara kimia telah berhasil. Dalam pelaksanaan, proses ini melibatkan pencampuran bahan kimia koagulan dengan air mentah. Prosedur ini dianggap sebagai tahap paling penting dalam pemurnian air karena berfungsi sebagai pertahanan awal terhadap berbagai polutan. Koagulasi-flokulasi juga merupakan langkah utama dalam mengurangi kekeruhan, yang secara langsung memengaruhi

efektivitas tahap disinfeksi terakhir. Keunggulan utama dari proses koagulasi-flokulasi terletak pada kemampuannya meningkatkan kualitas air secara signifikan, serta sifatnya yang lebih ekonomis, cepat, dan efisien dalam menghilangkan berbagai kontaminan. Oleh karena itu, penggunaan metode ini menjadi pilihan terbaik dalam pengolahan air minum dan limbah rumah tangga. (Fitria et al., 2022).

Efektivitas proses koagulasi bergantung pada jumlah koagulan yang diterapkan. Jika konsentrasi koagulan terlalu sedikit, ia tidak akan mampu mengikat dan menggumpalkan semua partikel koloid dengan baik, sementara penggunaan koagulan yang berlebihan bisa mengakibatkan partikel yang tersuspensi menjadi stabil kembali, sehingga mengurangi efisiensi proses pengolahan (Zang et al., 2023). Dalam proses koagulasi-flokulasi, diperlukan tambahan zat yang mendukung pengendapan partikel, yang dikenal sebagai koagulan (Lia et al., 2016). Koagulan merupakan bahan kimia yang ditambahkan ke air untuk mengendapkan partikel koloid yang sulit dihilangkan (Zhao et al., 2012). Koagulan akan membentuk partikel-partikel besar yang selanjutnya akan mengendap. Partikel besar ini dikenal sebagai flok. Fungsi koagulan adalah untuk mendestabilisasi partikel dan memperkuat flok guna mengurangi kemungkinan pecahnya flok tersebut (Martina et al., 2018). Beberapa jenis koagulan yang digunakan dalam pengolahan air antara lain $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , FeCl_2 , FeCl_3 , kapur, PAC, dan koagulan tambahan. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ adalah koagulan yang paling sering digunakan karena cukup efektif dalam menurunkan karbonat (Rohana dan Irwanto, 2023).

Koagulasi dilakukan dengan menambahkan bahan kimia tertentu ke dalam air agar padatan yang tersuspensi seperti zat warna organik, lumpur halus, dan bakteri dapat berkumpul dan mengendap lebih cepat (Octavianka dan Purnomo, 2023). Salah satu bahan yang umum digunakan dalam proses ini adalah koagulan PAC. Koagulan PAC adalah senyawa anorganik kompleks yang terdiri dari ion hidroksil (OH) dan ion aluminium yang telah melalui proses klorinasi bertahap (Sufra et al., 2024). Koagulan PAC berfungsi sebagai penjernih air yang cepat, yaitu polimer dari garam aluminium klorida yang digunakan sebagai koagulan atau flokulan dalam proses penjernihan air (Budiman et al., 2018).

Koagulan ini memiliki sifat korosif yang rendah. Koagulan ini banyak digunakan untuk pengolahan air karena aktivitas koagulasinya yang tinggi untuk menghilangkan kekeruhan dan bahan organik alami sehingga memungkinkan untuk memisah dari medium larutannya (Kassa et al., 2024). Koagulan PAC memiliki keunggulan berupa efektivitas pada rentang pH yang lebih luas, waktu pembentukan flok yang lebih cepat, serta efisiensi lebih tinggi dibandingkan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) (Sudoh et al., 2015). Selain memiliki beberapa kelebihan PAC memiliki beberapa kelemahan yaitu penyimpanan PAC cair memerlukan kondisi temperatur 40°C dan penggunaan PAC yang berlebihan juga dapat beracun dan menyebabkan penyakit berupa diare (Agusta et al., 2022). Koagulan PAC sebagai koagulan penjernih air bersih dan air minum memiliki kecepatan yang baik dalam membentuk flok baru dalam proses pencampuran air bersih. Sebagai unsur dasar adalah aluminium membentuk unit berulang dalam ikatan rantai molekul panjang yang bermuatan positif yang tinggi dan

berat molekul yang besar dan dapat memperkecil flok dalam air yang dijernihkan meski dalam dosis tertentu. Dengan demikian PAC menggabungkan netralisasi dan kemampuan menjembatani partikel-partikel flok sehingga koagulasi berlangsung lebih efisien. Senyawa PAC dapat dengan mudah menetralkan muatan listrik pada permukaan flok dan dapat mengatasi serta mengurangi gaya tolak menolak elektrostatis antar partikel sampai sekecil mungkin, sehingga memungkinkan flok tersebut saling mendekat (gaya tarik menarik kovalen) dan membentuk gumpalan/massa yang lebih. Penggunaan PAC sangat diperlukan untuk menurunkan tingkat kekeruhan dan perbaikan setting parameter air bersih pada proses pencampuran untuk berbagai tingkat kekeruhan dari sumber air baku di regional (Tamjidillah et al., 2023).

Penggunaan koagulan PAC dalam pengolahan air bersih dapat dibandingkan efektivitasnya dan ditentukan dosis optimalnya melalui pengujian jar test. Metode jar test merupakan cara terbaik untuk menemukan kondisi optimal koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi dari berbagai jenis kualitas air baku. Setelah melakukan uji jar test, diperoleh air yang jernih yang kemudian melanjutkan dengan pengujian kekeruhan, TDS, pH, alkalinitas, BOD₅, dan Al (Pradiani et al., 2022). Penelitian yang dilakukan oleh (Sisnayanti et al., 2021) mengenai penjernihan air baku PDAM Gunung Poteng Singkawang dengan metode koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan PAC menghasilkan dosis pencampuran koagulan PAC yang paling efektif terhadap kondisi kekeruhan awal 116 NTU serta untuk kondisi kekeruhan awal 9,6 NTU. Efektivitas pengurangan kadar kekeruhan dari penggunaan koagulan PAC untuk kekeruhan tinggi mencapai 98,9%, dan untuk kekeruhan rendah mencapai 93,5%. Penggunaan PAC akan efektif dalam rentang pH 6-9 (Andriani et al., 2017). Dalam proses koagulasi, PAC memiliki peran di tiga tahap utama: pembentukan koagulan melalui hidrolisis ion aluminium, destabilisasi koloid untuk mengikat partikel halus, dan agregasi partikel yang menghasilkan flok lebih besar sehingga bisa dihilangkan melalui sedimentasi atau filtrasi. Koagulan PAC mengandung berbagai spesies aluminium hidroksida yang sangat efektif dalam mengadsorpsi dan menghilangkan zat pencemar dari air, menjadikannya pilihan utama dalam pengolahan air (Farajnezhad dan Gharbani, 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu;

1. bagaimana kualitas air baku berdasarkan parameter (kekeruhan, pH, alkalinitas, TDS, BOD₅ dan kadar logam aluminium) dalam air minum di PDAM Ratulangi Makassar?
2. berapa konsentrasi optimal PAC yang diperlukan untuk mencapai kualitas air minum yang memenuhi standar di PDAM Ratulangi Makassar?
3. bagaimana efektivitas penggunaan PAC berdasarkan parameter (kekeruhan, pH, alkalinitas, TDS, BOD₅, dan kadar logam aluminium) dalam proses pengolahan air minum di PDAM Ratulangi Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yaitu:

1. menganalisis kualitas air baku berdasarkan parameter (kekeruhan, pH, alkalinitas, TDS, BOD₅, dan kadar logam aluminium) dalam air minum di PDAM Ratulangi Makassar.
2. menentukan konsentrasi optimal PAC yang diperlukan untuk menghasilkan kualitas air minum yang memenuhi standar di PDAM Ratulangi Makassar.
3. menganalisis efektivitas penggunaan PAC berdasarkan parameter (kekeruhan, pH, alkalinitas, TDS, BOD₅, dan kadar logam aluminium) dalam proses pengolahan air minum di PDAM Ratulangi Makassar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi bagi PDAM Ratulangi Makassar sebagai bahan evaluasi dalam menentukan dosis optimal *Poly Aluminium Chloride* (PAC) guna meningkatkan efektivitas proses pengolahan air minum dan meningkatkan efisiensi proses koagulasi-flokulasi. Selain itu, hasil penelitian ini bermanfaat sebagai sumber informasi ilmiah mengenai kualitas air baku dan pengaruh koagulan terhadap parameter fisik-kimia air (seperti kekeruhan, pH, alkalinitas, TDS, BOD₅, dan kadar logam aluminium), sehingga dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya serta membantu memastikan pasokan air minum yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas kesehatan yang berlaku bagi masyarakat.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air sampel, bubuk PAC 30%, indikator *bromothymol blue* (BTB), indikator *phenolphthalein* (PP), indikator *metil oranye* (MO), $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (*merck*), NaOH (*merck*), KI 10% (*merck*), NaN_3 (*merck*), indikator amilum 1% (*merck*), (*merck*), $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (*merck*), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (*merck*), akuades, larutan H_2SO_4 pekat (*merck*), HNO_3 pekat (*merck*), HCl pekat (*merck*), AlCl_3 anhidrat, kertas saring *Whatman* No. 42, *tissue*, dan akuabides.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat gelas yang umum dipakai di laboratorium, *hot plate*, *jar test*, kaca arloji, turbidimeter HACH TL2300, TDS meter, SSA perkin elmer, kuvet kaca, *Lovibond Comparator*, neraca analitik, botol winkler, buret, statif, kertas saring, inkubator suhu 20 °C, *ice box*, botol semprot, rak tabung dan tabung *digestion block*.

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - November 2025 di Laboratorium IPA 1 PDAM Ratulangi Makassar, Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan, dan Laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pembuatan Lautan PAC 1000 mL

Bubuk PAC 30% ditimbang sebanyak 10 g, kemudian dilarutkan dalam 200 mL akuades sambil diaduk hingga homogen. Setelah larut, larutan dipindahkan ke gelas ukur 1000 mL dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.2 Uji Dosis Optimum PAC

Sampel dimasukkan ke dalam gelas kimia sebanyak 6 buah ukuran 1 liter. Selanjutnya, ditambahkan larutan PAC dengan dosis yang berbeda-beda yaitu, 5;10;15; 20; 25; dan 30 mg/L. Setelah itu, dilakukan pengadukan cepat pada putaran 120 rpm selama 1 menit. Kemudian dilakukan pengadukan lambat pada putaran 40 rpm selama 20 menit. selanjutnya, sampel dibiarkan selama 10 menit dan diamati pengendapan flok, kemudian hasil *jar test* diambil untuk analisa dan dicatat hasilnya.

2.4.3 uji analisis parameter kualitas air

a) Uji Kekeruhan (BSN SNI 06-6989.25-2005)

Sampel air diambil menggunakan wadah yang telah disediakan, kemudian kuvet dibilas dengan air bersih untuk menghindari kontaminasi. Setelah itu, kuvet diisi dengan sampel hingga tanda batas, lalu ditutup dan dikeringkan menggunakan tisu bebas serat agar tidak terdapat noda atau tetesan air pada permukaan kuvet yang dapat memengaruhi hasil pembacaan. Selanjutnya, kuvet dimasukkan ke dalam alat turbidimeter, dan hasil pengukuran tingkat kekeruhan dibaca serta dicatat.

b) Uji pH

Sampel air diambil menggunakan wadah yang telah disediakan, kemudian tabung reaksi dibilas dengan air bersih untuk memastikan tidak ada sisa zat yang dapat memengaruhi hasil pengukuran. Selanjutnya, sebanyak 5 mL sampel air dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan indikator BTB sebanyak 3 tetes. Tabung reaksi kemudian dimasukkan ke dalam alat *Lovibond*, dan warna larutan dicocokkan dengan *disk* warna yang tersedia pada alat untuk menentukan nilai pH. Hasil pembacaan pH dicatat.

c) Uji Alkalinitas

Sampel diambil sebanyak 100 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, sampel ditambahkan indikator PP sebanyak 2 tetes dan indikator MO sebanyak 2 tetes, kemudian dihomogenkan, sampel dititrasi menggunakan larutan H_2SO_4 0,02 mmol hingga berubah warna dari kuning ke orange.

d) Uji TDS (*Total Dissolved Solids*)

Sebanyak 40 mL sampel dimasukkan ke dalam gelas kimia berkapasitas 100 mL, kemudian alat TDS dicelupkan ke dalam sampel dan hasil pengukuran diamati, kemudian dihitung.

2.4.4 Uji BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) (BSN, SNI 06-6989.14-2004)

A. Pengambilan Sampel

Sebelum pengambilan sampel, wadah sampel terlebih dahulu dibilas dengan contoh sampel yang ingin dianalisa. Pengambilan sampel dilakukan dengan mencelupkan botol sampel ke dalam air dengan mulut botol searah dengan aliran air, kemudian botol diisi sampai penuh dengan menghindari terjadinya turbulensi dan gelembung udara selama pengisian. Setelah itu, botol ditutup dan segera dianalisis, lalu dimasukkan ke dalam *ice box*.

B. Pembuatan Larutan Pereaksi

a) Larutan Mangan Sulfat (MnSO_4) 2,15 N (BSN, SNI 06-6989.14-2004)

Padatan MnSO_4 ditimbang sebanyak 16,2 g ke dalam gelas kimia 50 mL, kemudian dilarutkan dengan akuades hingga larut sempurna, setelah itu, di masukkan ke dalam labu ukur 50 mL, ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

b) Larutan Alkali Iodida Azida (BSN, SNI 06-6989.14-2004)

Padatan NaOH ditimbang Sebanyak 50 g dan 7,5 g KI 10% ditimbang lalu dimasukkan ke dalam masing-masing gelas kimia, kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 50 mL. Setelah itu larutan KI dan NaOH dimasukkan ke dalam gelas kimia dan di tambahkan dengan akuades sampai 100 mL. Tambahkan larutan NaN_3 1 g dalam 40 mL akudes dan homogenkan dengan menggunakan batang pengaduk.

c) Larutan Indikator Amilum 1% (BSN, SNI 6989.72:2009)

Padatan amilum 1% ditimbang sebanyak 0,1 g. Dimasukkan kedalam gelas kimia. Kemudian dilarutkan dengan 10 mL akuades. Dipanaskan sambil diaduk hingga seluruh amilum larut pada suhu 79 °C selama 5 menit. Didinginkan dan disaring.

d) Pembuatan larutan Natrium tiosulfat 0,025 N (BSN, SNI 06-6989.14-2004)

Padatan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 N ditimbang sebanyak 1,55 g, kemudian dilarutkan dengan akuades, dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL, ditambahkan akuades hingga tanda batas dan homogenkan.

e) Pembuatan KI 10% (BSN, SNI 6989.72:2009)

Padatan KI 10% ditimbang sebanyak 2,5 g, kemudian dilarutkan dengan akuades, dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

f) Pembuatan Larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,025 N (BSN, SNI 06-6989.14-2004)

Padatan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ditimbang sebanyak 0,1225 g (yang telah dikeringkan pada suhu 150 °C selama 2 jam), kemudian dilarutkan dengan akuades, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

g) Standarisasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 N dengan Larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,025 N (BSN, SNI 6989.72: 2009)

Larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,025 N dipipet sebanyak 10 mL ke dalam Erlenmeyer,

ditambahkan larutan KI 10% sebanyak 5 mL, ditambahkan H₂SO₄ pekat sebanyak 5-6 tetes. Dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,025 N sampai larutan berwarna kuning muda. Ditambahkan 5-6 tetes larutan indikator amilum 1%. Titrasi dilanjutkan hingga warna biru hilang. Perubahan warna tersebut merupakan titik akhir titrasi.

h) Pengukuran Kadar BOD₅ (*Biochemical Oxygen Demand*) (BSN, SNI 06-6989.14-2004; SNI 6989.72: 2009)

Pengukuran BOD₅ dilakukan dengan melakukan pengukuran DO 0 hari dan DO 5 hari setelah diinkubasi dengan suhu 20 °C. Pengukuran nilai DO dilakukan dengan cara Larutan MnSO₄ dan alkali iodida azida masing-masing dipipet sebanyak 1 mL ditambahkan ke dalam sampel air yang telah dimasukkan ke dalam botol Winkler 300 mL, kemudian sampel dikocok hingga larutan tercampur sempurna. Selanjutnya, di tambahkan 1 mL H₂SO₄ pekat aduk sampai semua endapan larut. Sebanyak 100 mL sampel tersebut dipipet dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL kemudian dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,025 N sampai berwarna kuning muda, lalu ditambahkan 5-6 tetes indikator amilum 1% hingga biru. Titrasi dilanjutkan dengan larutan natrium tiosulfat hingga bening. Volume natrium tiosulfat yang digunakan dicatat, kemudian dilakukan perhitungan sesuai dengan rumus pada persamaan 1 berikut (SNI 06-6989.14-2004):

$$DO = \frac{V_{\text{titrasi}} \times N(N_2 S_2 O_3) \times 8000 \times F}{V_{\text{sampel}}} \quad (1)$$

Keterangan:

DO = Oksigen terlarut (mg O₂.L⁻¹)

V = Volume natrium tiosulfat (mL)

N = Normalitas natrium tiosulfat (grek.L⁻¹)

8000 = Be O₂

F = Faktor (volume botol 300 mL di bagi volume botol 300 mL, dikurangi volume pereaksi MnSO₄ 1 mL dan alkali iodida azida 1 mL)

Setelah diperoleh nilai DO 0 hari dan 5 hari, kemudian dilakukan penentuan nilai BOD₅. Nilai BOD₅ dihitung berdasarkan selisih konsentrasi DO 0 hari dan DO 5 hari dengan perhitungan seperti berikut pada persamaan 2 (SNI 06-6989.14-2004):

$$BOD_5^{20} \text{ (mg O}_2\text{.L}^{-1}\text{)} = DO_0 - DO_5 \quad (2)$$

Keterangan:

BOD₅²⁰ = Sebagai mg O₂.L⁻¹

DO₀ = Oksigen terlarut sampel pada 0 hari (mg O₂.L⁻¹)

DO₅ = Oksigen terlarut sampel setelah inkubasi 5 hari (mg O₂.L⁻¹)

2.4.5 Analisis Kandungan Aluminium (BSN, SNI 6989.34:2009)

a) Pembuatan Larutan Induk Aluminium 1000 ppm (BSN, SNI 6989.34:2009)

Aluminium anhidrat ditimbang Sebanyak 4,94 g dan dilarutkan dalam akuabides, kemudian larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL. Selanjutnya, akuabides ditambahkan hingga tanda batas dan larutan dihomogenkan. Larutan yang diperoleh mengandung aluminium sebesar 1000 ppm.

b) Pembuatan Larutan Intermediet Aluminium 100 ppm (BSN, SNI 6989.34:2009)

Larutan induk aluminium 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan. Larutan yang dihasilkan digunakan sebagai larutan intermediet aluminium 100 ppm.

c) Pembuatan Larutan Deret Standar 0 ppm; 0,1 ppm; 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,8 ppm; dan 1,6 ppm (BSN, SNI 6989.34:2009)

Larutan intermediet 100 ppm dipipet masing-masing sebanyak 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; dan 1,6 mL ke dalam lima labu ukur 100 mL. Selanjutnya, sebanyak 0,1 mL HCl pekat ditambahkan ke masing-masing larutan, kemudian akuabides ditambahkan hingga tanda batas dan larutan dihomogenkan.

d) Persiapan Larutan Sampel (BSN, SNI 6989.34:2009)

Sampel air dimasukkan sebanyak 100 mL ke dalam tabung *digestion block*, kemudian ditambahkan 0,5 mL akuabides untuk mencegah percikan serta membantu proses reaksi awal. Selanjutnya, ditambahkan HNO₃ pekat sebanyak 10 mL dan campuran tersebut dipanaskan pada suhu ± 100 °C selama 2 jam hingga larutan menjadi jernih. Setelah didinginkan selama ± 15 menit, HCl pekat ditambahkan sebanyak 0,5 mL, kemudian larutan dipanaskan kembali selama ± 1 jam hingga volumenya berkurang dan warna larutan stabil. Larutan yang telah didinginkan kemudian ditambahkan akuabides hingga mencapai 100 mL, disaring menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42 ke dalam labu ukur 100 mL, dan selanjutnya ditambahkan akuabides hingga tanda batas serta dihomogenkan.

e) Pembuatan Kurva Kalibrasi (BSN, SNI 6989.34:2009)

Larutan deret standar dimasukkan ke dalam sampel pada alat SSA, diukur absorbansinya pada panjang gelombang 309,3 nm, dibuat kurva kalibrasi dan persamaan garis lurus.