

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang wilayahnya terdiri dari daratan dan lautan dengan luas total wilayah laut Indonesia mencapai 5,9 juta km², yang meliputi 3,2 juta km² perairan teritorial dan 2,7 juta km² Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) (Dao et al., 2024). Air laut merupakan campuran yang terdiri atas sekitar 96,5% air murni dan 3,5% zat terlarut yang meliputi garam, gas, bahan organik, serta partikel tidak terlarut. Kandungan garam tersebut menyebabkan tingkat salinitas air laut rata-rata mencapai sekitar 3,5%, meskipun nilainya dapat bervariasi di berbagai wilayah perairan laut (Wulansari et al., 2024). Air laut dapat dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir, salah satunya sebagai bahan baku untuk memproduksi garam. Kandungan garam yang tinggi menjadikan air laut sebagai sumber daya alam yang bernilai dan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari manusia (Adibrata et al., 2021).

Garam adalah zat padat berwarna putih yang berbentuk kristal dan terdiri dari berbagai senyawa dengan komposisi utama natrium klorida (NaCl) yang lebih dari 80%, serta senyawa lain seperti kalsium sulfat (CaSO₄), magnesium sulfat (MgSO₄), dan magnesium klorida (MgCl₂) (Rozalina et al., 2022). Rata-rata kadar kalsium (Ca) dalam garam sebesar 0,38% sedangkan kandungan magnesium (Mg) sekitar 0,30% (Palin et al., 2022). Garam bersifat higroskopis yang artinya mudah menyerap kelembapan dari udara dan memiliki titik leleh pada suhu 801°C (Rozalina et al., 2022). Di Indonesia, kebutuhan garam terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu untuk konsumsi dan industri. Permintaan untuk kedua tipe garam ini diprediksi akan terus bertambah setiap tahun (Kurniawan, 2024).

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep) merupakan salah satu daerah di Provinsi Sulawesi Selatan yang berbatasan langsung dengan laut, sehingga memiliki potensi yang besar untuk mengembangkan produksi garam. Proses produksi garam di daerah ini telah terjadi secara turun-temurun dengan metode tradisional (Nuradyani et al., 2020). Namun, masalah utama yang dihadapi saat ini adalah pengolahan garam rakyat. Kabupaten Pangkep memproduksi garam konsumsi dengan kandungan NaCl yang berkisar antara 78% hingga 86% yang masih di bawah standar kualitas. Sementara itu, garam konsumsi yang berkualitas premium biasanya memiliki kandungan NaCl sekitar 97%, kadar air kurang dari 0,05% dan berwarna putih bersih (Hasriyanti et al., 2024). Selain masalah rendahnya produksi garam, ada isu lain yang perlu diperhatikan yaitu keamanan pangan terkait kontaminasi mikroplastik. Garam adalah salah satu makanan yang terdeteksi tercemar mikroplastik (Puspita et al., 2022). Penelitian yang telah dilakukan oleh Amqam et al., (2022) di mana sampel garam diambil dari tambak yang masih beroperasi, menunjukkan bahwa 58,3% dari sampel tersebut mengandung mikroplastik dengan tingkat pelaporan mencapai 53,3 partikel per kilogram.

Tingginya kadar mikroplastik dalam garam harus mendapat perhatian serius terutama karena permintaan garam di negara ini terus meningkat dari tahun ke tahun.

Kekhawatiran tentang mikroplastik yaitu partikel plastik berukuran kurang dari 5 milimeter semakin meningkat karena penyebarannya yang luas di berbagai bagian lingkungan (Rilling dan Lehmann, 2020). Berdasarkan asal-usulnya, mikroplastik dibagi menjadi dua jenis. Jenis pertama adalah mikroplastik primer, yaitu partikel plastik yang memang sudah berukuran sangat kecil sejak awal diproduksi. Jenis kedua adalah mikroplastik sekunder yang berasal dari degradasi plastik berukuran besar melalui proses fisika, kimia, atau biologi yang kemudian terurai menjadi partikel kecil (Song et al., 2024). Berdasarkan bentuknya, mikroplastik dapat berupa serat (fiber), lapisan tipis (film), fragmen, busa, butiran kecil, dan pelet. Sedangkan dari segi warna, partikel ini umum ditemukan dalam warna biru, merah, hitam, dan hijau (Mutuku et al., 2024). Mikroplastik diketahui berdampak buruk bagi kesehatan manusia dikarenakan dapat menyebabkan peradangan jaringan, gangguan pada saluran pencernaan, hambatan pertumbuhan, serta peningkatan risiko kanker akibat inflamasi kronis (Chartres et al., 2024). Selain itu, mikroplastik juga mampu mengikat logam berat seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), kromium (Cr), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan seng (Zn) yang terdapat di lingkungan sehingga berpotensi masuk ke dalam tubuh manusia melalui rantai makanan (Puspita et al., 2022).

Logam berat adalah unsur alami yang berasal dari kerak bumi dan tidak dapat terurai atau rusak secara alami (Kiran et al., 2021). Logam berat terdapat di biosfer termasuk di dalam batuan, tanah, udara, serta berasal dari banyak aktivitas seperti penambangan, lalu lintas, pembuangan limbah industri, limpasan kawasan perkotaan, pelapukan kerak bumi dan pipa logam untuk distribusi air (Jomova et al., 2025). Garam juga bisa mengandung logam berbahaya seperti kadmium dan timbal yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Mohammadi et al., 2025). Meskipun ditemukan dalam konsentrasi yang rendah, logam berat tetap berisiko karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara hayati (Zaynab et al., 2022). Kontaminasi logam berat seperti Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) bisa terjadi secara alami maupun akibat aktivitas manusia. Logam berat tersebut biasanya ditemukan dalam bentuk Pb^{2+} dan Cd^{2+} yang biasanya dibawa oleh air (Pratomo et al., 2023). Kadar timbal (Pb) yang tinggi diduga berasal dari aktivitas transportasi laut, penggunaan bahan bakar kapal, pemeliharaan kapal (cat anti korosi) dan lain-lain (Herawati et al., 2023). Sedangkan Kadmium (Cd) diklasifikasikan sebagai logam berat yang bersifat sangat toksik dan keberadaannya di lingkungan umumnya berasal dari aktivitas industri, penggunaan pupuk fosfat, serta emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil (Khan et al., 2022). Karena sifatnya yang beracun, logam berat dikategorikan sebagai polutan berbahaya yang dapat menimbulkan dampak toksik yang serius bagi kesehatan manusia (Kiran et al., 2021).

Salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran logam berat, partikel tersuspensi, peningkatan kualitas garam, sekaligus mempertimbangkan efisiensi biaya pengolahan adalah adsorpsi (Tasani et al., 2020). Adsorpsi dikenal sebagai teknik yang cukup populer karena

keunggulannya dalam hal efisiensi, kemudahan pelaksanaan, biaya operasional yang relatif rendah, serta kebutuhan energi yang minim. Secara teknis, adsorpsi merupakan proses perpindahan massa yang terjadi pada permukaan pori adsorben yang melibatkan dua fase, yakni gas-padat atau cair-padat (Zahro dan Adityosulindro, 2023). Dalam tahapan ini, terjadi interaksi antara permukaan adsorben bahan yang menyerap dengan adsorbat yaitu molekul yang melekat pada permukaan tersebut (Lubis et al., 2020). Tingkat keberhasilan proses adsorpsi sangat bergantung pada jenis adsorben yang dipilih, sehingga pemilihan adsorben menjadi faktor kunci. Berbagai bahan alami seperti arang, cangkang, serbuk gergaji, gambut, dan abu dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Munir et al., 2023). Proses adsorpsi ini juga bisa dilakukan dengan menggunakan bahan organik alami yang dikenal dengan istilah biosorpsi (Kiran et al, 2025).

Biosorpsi adalah proses penyerapan zat menggunakan bahan biologis sebagai penyerapnya, dengan memanfaatkan gugus fungsi tertentu yang terkandung di dalamnya. Keunggulan utama biosorpsi antara lain biaya operasional yang rendah, ketersediaan bahan yang melimpah, kemudahan dalam pelaksanaannya, serta kapasitas serap yang tinggi (Sihotang, 2021). Biosorpsi dapat dilakukan menggunakan biomassa hidup maupun biomassa mati, termasuk komponen biologis lainnya. Proses ini berlangsung melalui interaksi antara bahan biologis yang berperan sebagai biosorben dengan larutan yang mengandung logam berat (Noverita et al., 2021). Pemanfaatan biomassa pertanian merupakan salah satu sumber biosorben yang potensial karena ketersediaannya yang melimpah sebagai limbah dari berbagai aktivitas pertanian. Biomassa ini umumnya mengandung selulosa yang memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap berbagai jenis kontaminan. Selulosa memiliki gugus fungsi hidroksil ($-OH$) yang berperan penting dalam pembentukan ikatan dengan ion logam. Selain selulosa, biomassa pertanian juga tersusun atas komponen lain seperti protein, hemiselulosa, lipid, lignin, dan pati yang turut berkontribusi terhadap proses adsorpsi (Alsulaili et al., 2024).

Berbagai jenis limbah yang dihasilkan dari aktivitas bidang pertanian, seperti eceng gondok, batang pisang, dan kulit jeruk, berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben alami yang ramah lingkungan dan bernilai guna (Alsulaili et al., 2024). Eceng gondok mengandung selulosa dan hemiselulosa dalam jumlah yang tinggi, yakni sekitar 60% selulosa, 8% hemiselulosa, 17% lignin, dan sisanya terdiri dari berbagai senyawa lainnya. Kandungan lignoselulosa yang melimpah pada eceng gondok memberikan kemampuan adsorpsi tertinggi terhadap logam berat (Nurhilal et al., 2020). Batang pisang mengandung senyawa kimia utama berupa selulosa, dengan kadar selulosa pada batang pisang kering mencapai sekitar 50%. Selulosa ini memiliki potensi besar sebagai bahan penyerap karena adanya gugus hidroksil ($-OH$) yang melekat pada strukturnya (Purwitasari et al., 2022). Kulit jeruk bali (*Citrus maxima*) memiliki bagian bernama albedo, yaitu jaringan berwarna putih menyerupai spons yang kaya akan selulosa, hemiselulosa, pektin, protein, dan lemak, sehingga berpotensi mengikat ion logam berat atau partikel melalui mekanisme adsorpsi (Maulida et al., 2023).

Berdasarkan penjelasan tersebut, diperlukan analisis yang mendalam terhadap kandungan mikroplastik serta logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam

garam yang dihasilkan oleh petani lokal di Kabupaten Pangkep. Hasil analisis ini akan memberikan gambaran mengenai efektivitas metode pemurnian garam melalui proses filtrasi multilapis dengan pemanfaatan biomassa pertanian dalam menurunkan kadar mikroplastik dan logam berat pada garam. Selain itu, metode filtrasi multilapis yang diterapkan diharapkan mampu menunjukkan potensinya dalam menghasilkan garam yang lebih aman untuk dikonsumsi serta memenuhi persyaratan mutu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI), khususnya terkait batas cemaran mikroplastik dan logam berat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. bagaimana efektivitas biomassa pertanian sebagai media filtrasi multilapis untuk pemurnian garam rakyat di Kabupaten Pangkep?
2. berapa kuantitas mikroplastik pada air kolam garam maupun garam sebelum dan sesudah proses filtrasi multilapis dengan pemanfaatan biomassa pertanian untuk pemurnian garam rakyat di Kabupaten Pangkep?
3. berapa kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada air kolam garam maupun garam sebelum dan sesudah proses filtrasi multilapis dengan pemanfaatan biomassa pertanian untuk pemurnian garam rakyat di Kabupaten Pangkep?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas biomassa pertanian sebagai media filtrasi multilapis dalam menurunkan kandungan mikroplastik serta logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada air kolam garam maupun garam sebelum dan sesudah filtrasi.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengetahui efektivitas biomassa pertanian sebagai media filtrasi multilapis untuk pemurnian garam rakyat di Kabupaten Pangkep.
2. menentukan kuantitas mikroplastik pada air kolam garam maupun garam sebelum dan sesudah proses filtrasi multilapis dengan pemanfaatan biomassa pertanian untuk pemurnian garam rakyat di Kabupaten Pangkep.
3. menentukan kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada air kolam garam maupun garam sebelum dan sesudah proses filtrasi multilapis dengan pemanfaatan biomassa pertanian untuk pemurnian garam rakyat di Kabupaten Pangkep.

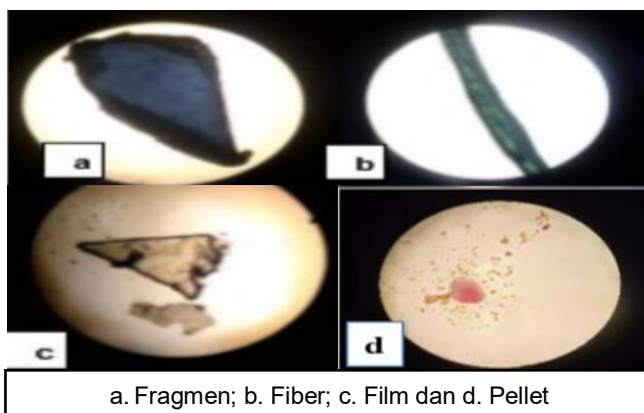
1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi mengenai kuantitas mikroplastik serta kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada air kolam garam maupun garam rakyat khususnya di Kabupaten Pangkep. Penelitian ini juga

diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas metode pemurnian garam melalui proses filtrasi multilapis dengan pemanfaatan biomassa pertanian dalam menurunkan kadar mikroplastik dan logam berat pada garam. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi data penunjang dan referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya, terutama yang berkaitan dengan pencemaran mikroplastik dan logam berat pada garam rakyat.

1.5 Landasan Teori

Perkembangan teknologi dan industri di Kabupaten Pangkep bisa berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar, salah satunya adalah pencemaran. Pencemaran ini dapat bersumber dari limbah rumah tangga serta aktivitas industri pabrik. Salah satu bentuk pencemaran tersebut adalah logam berat. Kontaminasi logam berat seperti Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) bisa terjadi secara alami maupun akibat aktivitas manusia (Hardianti et al., 2022). Logam berat adalah unsur dengan berat atom dan kerapatan yang tinggi yang dapat menimbulkan dampak merugikan bagi manusia serta ekosistem. Meskipun ditemukan dalam konsentrasi yang rendah, logam berat tetap berisiko karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara hayati (Zaynab et al., 2022). Di sisi lain, masalah sampah plastik juga masih menjadi tantangan besar di seluruh dunia. Penggunaan plastik dan produk sampingannya yang meluas mengakibatkan banyaknya limbah plastik yang dibuang ke lingkungan tanpa diolah. Plastik merupakan polimer sintetis yang bersifat persisten di lingkungan sehingga sulit terurai secara alami. Berdasarkan ukuran partikel dan jenis bahan serta komponen yang digunakan dalam produksinya, plastik secara umum dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu “Makroplastik” adalah bahan plastik yang biasanya berdiameter lebih besar dari 5 mm dan “Mikroplastik” adalah partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang dapat terfragmentasi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil (Karak et al., 2025). Paparan terhadap mikroplastik pada manusia kini dianggap sebagai isu global, meskipun masih banyak yang belum dipahami tentang variasi, akumulasi sepanjang hidup, dan dampaknya. Mikroplastik telah terdeteksi di hampir semua aspek kehidupan sehari-hari, termasuk makanan, minuman, air, dan bahkan udara (Nor et al., 2021).



Gambar 1. Bentuk mikroplastik hasil pengamatan mikroskop (Mulyasari, 2023)

Berbagai cara telah dilakukan untuk mengatasi pencemaran logam berat dan partikel tersuspensi, di antaranya dengan metode degradasi fotokatalitik, adsorpsi, dan filtrasi membran (Fitrilawati et al., 2022). Salah satu teknik yang kerap diterapkan dalam pengolahan air limbah adalah adsorpsi. Adsorpsi sendiri merupakan proses penyerapan zat tertentu pada permukaan zat lain. Metode ini dinilai lebih ekonomis dan sederhana karena memanfaatkan bahan-bahan yang mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari (Dini et al., 2023). Karbon aktif merupakan jenis adsorben yang umum digunakan dalam proses ini, namun kini tengah digencarkan riset untuk menemukan bahan alternatif dalam pembuatan biosorben. Biosorben merupakan adsorben yang berasal dari bahan alami, sehingga lebih ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polutan baru (Batu et al., 2022). Salah satu pilihan adsorben alami yang digunakan dalam proses adsorpsi untuk mengurangi kadar logam berat dan partikel tersuspensi antara lain adalah eceng gondok, batang pisang, kulit jeruk, dan masih banyak lagi (Dini et al., 2023). Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhilal et al. (2020) Eceng gondok mengandung kadar selulosa dan hemiselulosa yang tinggi, yakni sekitar 60% selulosa, 8% hemiselulosa, 17% lignin, dan sisanya terdiri dari berbagai zat lainnya. Tanaman ini mampu tumbuh dengan sangat cepat, bahkan dapat berkembang hingga 100% hanya dalam waktu empat hari. Kecepatan pertumbuhan yang tinggi ini memastikan ketersediaan eceng gondok sebagai bahan baku dalam produksi arang aktif. Kandungan lignoselulosa yang melimpah pada eceng gondok berpotensi dimanfaatkan untuk membuat arang aktif. Produk arang aktif ini dapat digunakan sebagai bahan penyerap.

Batang pisang termasuk limbah pertanian yang berasal dari aktivitas pertanian. Penggunaannya oleh masyarakat masih terbatas, hanya sebagian kecil yang memanfaatkannya sebagai pakan ternak, sementara sisanya dalam jumlah besar menjadi limbah. Batang pisang mengandung senyawa kimia utama berupa selulosa, dengan kadar selulosa pada batang pisang kering mencapai sekitar 50%. Selulosa ini memiliki potensi besar sebagai bahan penyerap karena adanya gugus hidroksil (OH) yang melekat pada strukturnya (Purwitasari et al., 2022). Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Maulida et al. (2023) Limbah kulit jeruk bali (*Citrus maxima*) berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan karbon aktif yang mampu menyerap logam berat dalam limbah cair. Kulit jeruk memiliki bagian bernama albedo, yaitu jaringan berwarna putih yang menyerupai spons. Albedo ini kaya akan kandungan selulosa, hemiselulosa, pektin, protein, dan lemak. Komponen-komponen tersebut menjadikan bagian albedo sangat penting dalam proses pembuatan karbon aktif dari kulit jeruk. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan pemanfaatan limbah biomassa pertanian dengan memanfaatkan ketiga limbah tersebut yaitu eceng gondok, batang pisang dan kulit jeruk sebagai media filtrasi multilapis untuk mengurangi mikroplastik dan logam berat (Pb dan Cd) pada garam rakyat di kabupaten Pangkep. Berikut contoh susunan dari filtrasi yang akan digunakan seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Susunan media filtrasi multilapis berbasis biomassa pertanian

Berdasarkan Onur et al. (2018), filtrasi multilapis menggunakan biomassa pertanian terbukti lebih efektif dibandingkan sistem satu lapisan karena memungkinkan proses penyaringan dan adsorpsi berlangsung secara bertahap. Proses bertahap tersebut meningkatkan waktu kontak antara adsorben dan kontaminan, memperbaiki distribusi aliran, serta menghambat terjadinya kejenuhan adsorben secara cepat. Interaksi antar lapisan biomassa juga menghasilkan efek sinergis yang berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi penyisihan kontaminan, khususnya partikel berukuran kecil dan pada konsentrasi rendah, sehingga kinerja sistem menjadi lebih stabil dibandingkan filtrasi satu lapis. Sejalan dengan temuan tersebut, Sharma et al. (2024) menjelaskan bahwa penggunaan satu jenis biomassa sebagai adsorben sering kali kurang efektif karena setiap biomassa memiliki keterbatasan dalam jumlah situs aktif, jenis gugus fungsi, serta karakteristik penjerapan yang spesifik terhadap kontaminan tertentu. Di sisi lain, air laut umumnya mengandung beragam polutan dengan karakteristik fisik dan kimia yang berbeda, sehingga penggunaan satu biomassa saja dapat menyebabkan kompetisi antar polutan dalam menempati situs adsorpsi yang terbatas. Oleh karena itu, pemanfaatan biomassa dalam jumlah lebih banyak atau melalui kombinasi beberapa jenis biomassa diperlukan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi, memperpanjang waktu kontak, serta menjaga stabilitas dan efisiensi proses remediasi dibandingkan dengan penggunaan satu biomassa saja.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biomassa pertanian (eceng gondok, batang pisang dan kulit jeruk), sampel (air kolam garam dan garam), akuades, akuabides, botol air mineral 1,5 L, batu kerikil, karbon aktif, kasa, ijuk, HNO_3 p.a (Merck), NaCl (Merck), H_2O_2 30% (Merck), HCl p.a (Merck), *cadmium standar solution* (Merck), *lead standar solution* (Merck), *tissue roll*, kertas saring Whatman no. 42 dan kertas label.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu botol *polypropylene*, ayakan 40-60 mesh, cawan petri, blender, sendok *stainless steel*, *temperature shaker*, *vacuum Buchner*, mikroskop binokuler stereo Olympus CX-23, *graphite furnace atomic absorption spectrometry* (GF-AAS), dan peralatan gelas yang umum digunakan di laboratorium.

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September-Desember 2025. Pengambilan sampel dilakukan di desa Pundata Baji Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkep. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik FMIPA, Laboraturium Bio-Fisik FKM UNHAS dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.

3.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Preparasi Bahan Alam (Ramadhan et al., 2023)

Sampel (eceng gondok, batang pisang dan kulit jeruk) dicuci dan dibersihkan menggunakan air mengalir. Dikeringkan dibawah sinar matahari selama ± 4 hari. Sampel yang telah kering dihaluskan menggunakan blender. Kemudian diayak menggunakan ayakan 40-60 mesh hingga menghasilkan serbuk halus.

2.4.2 Pembuatan Larutan Garam Jenuh (Andika et al, 2020)

Larutan garam jenuh dibuat dengan melarutkan sebanyak 360 g garam ke dalam 1000 mL akuabides, kemudian diaduk hingga larut sempurna. Setelah itu, disaring garam yang tidak larut dan ditimbang untuk mengetahui berapa bobot garam yang tidak larut.

2.4.3 Pembuatan Media Filtrasi Bahan Alam (Mangallo et al., 2021)

Bahan filter yang digunakan adalah biomassa pertanian (eceng gondok, batang pisang dan kulit jeruk), ijuk, batu kerikil, serta kasa sebagai pembatasan atau pelapisan di setiap susunan filter. Bahan utama berupa biosorben, terlebih dahulu

ditimbang beratnya masing-masing 20 g dan diukur ketebalan masing-masing bahan. Kemudian disusun menggunakan wadah filtrasi dari botol air mineral 1,5 L.

2.4.4 Proses Filtrasi dengan Media Filtrasi (Saragih, 2021)

Sampel disiapkan dan dimasukkan ke dalam media filtrasi yang telah disusun. Sampel yang telah dimasukkan berlangsung secara kontinyu dengan mode aliran *down flow* (dari atas ke bawah). Kemudian ditampung dalam botol penampung dalam 5 variasi dengan volume masing-masing 250 mL untuk membandingkan variasi mana yang terbaik.

2.4.5 Analisis Mikroplastik

2.4.5.1 Preparasi Sampel (Norindra et al., 2023)

Sampel dimasukkan sebanyak 100 mL ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan dengan 100 mL NaCl dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Setelah itu, sampel didiamkan selama 24 jam kemudian ditambahkan 20 mL H₂O₂ 30% dan dihomogenkan menggunakan *temperature shaker* selama 30 menit pada suhu 75°C lalu didiamkan selama 48 jam. Sampel disaring menggunakan kertas saring *whatman* no. 42.

2.4.5.2 Identifikasi Mikroplastik (Nurbaya et al., 2025)

Identifikasi mikroplastik dilakukan menggunakan mikroskop binokuler stereo. Identifikasi dikelompokkan berdasarkan bentuk dan warnanya. Beberapa jenis bentuknya, seperti fiber, fragmen, film, pellet, dan bentuk lainnya.

2.4.6 Analisis Logam Berat

2.4.6.1 Preparasi Sampel (Oktavia et al., 2023)

Sampel dimasukkan sebanyak 50 mL ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan 10 mL HNO₃ pekat. Dipanaskan diatas hot plate dengan suhu $\pm 80-95$ °C hingga volume berkurang dan larutan menjadi jernih. Sampel dipindahkan ke Labu ukur 50 mL dan di himpitkan menggunakan akuabides hingga tanda batas. Dihomogenkan dan disaring menggunakan kertas saring *whatman* no. 41.

2.4.6.2 Pembuatan Larutan Baku Standar Pb (Oktavia et al., 2023)

- Larutan Induk Timbal (Pb) 100 µg/L

Dipipet larutan baku timbal (Pb) 1000 µg/L sebanyak 5 mL kedalam labu ukur 50 mL untuk membuat larutan standar Pb 100 µg/L. Ditambahkan larutan HNO₃ 0,1N hingga tanda batas. Dihomogenkan menggunakan *vortex*. Didapatkan larutan standar timbal (Pb) 100 µg/L.

- Larutan Standar Timbal (Pb) 0; 10; 20; 30; 40; 50 µg/L

Dipipet larutan induk timbal (Pb) 100 µg/L sebanyak 0; 5; 10; 15; 20 mL kedalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan larutan HNO₃ 0,1N hingga tanda batas. Dihomogenkan dan didapatkan larutan standar timbal (Pb) 0; 10; 20; 30; 40 µg/L.

2.4.6.2 Pembuatan Larutan Baku Standar Cd (Oktavia et al., 2023)

- Larutan Induk Cadmium (Cd) 10 µg/L

Dipipet larutan baku kadmium (Cd) 100 µg/L sebanyak 5 mL kedalam labu ukur 50 mL untuk membuat larutan induk Cd 10 µg/L. Ditambahkan larutan HNO₃ 0,1 N hingga tanda batas dan dihomogenkan.

- Larutan Standar Timbal (Pb) 0; 1; 2; 4; 5 µg/L

Dipipet larutan induk kadmium (Cd) 10 µg/L sebanyak 0; 5; 10; 20; 25 mL kedalam labu ukur 50 mL. Ditambahkan larutan HNO₃ 0,1 N hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.6.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi (Oktavia et al., 2023)

Diukur masing-masing larutan standar timbal (Pb) dan kadmium (Cd) menggunakan *graphite furnace atomic absorption spectrometry* (GF-AAS) pada panjang gelombang untuk timbal (Pb) 283,3 nm dan untuk kadmium (Cd) 228,8 nm.

2.4.6.2 Identifikasi Logam Berat Pb dan Cd (Irzon dan Kurnia, 2021)

Identifikasi logam Berat Pb dan Cd pada sampel dilakukan menggunakan alat *graphite furnace atomic absorption spectrometry* (GF-AAS) di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.