

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu komponen sumber daya alam yang esensial bagi kelangsungan hidup seluruh makhluk hidup. Keberadaannya menunjang berbagai aktivitas biologis dan fungsional, khususnya bagi manusia, seperti untuk keperluan mandi, mencuci, memasak, dan yang terpenting adalah untuk dikonsumsi sebagai air minum (Nadya Nabila Alisyah et al., 2021). Kebutuhan akan air tidak hanya terbatas pada manusia, tetapi juga mencakup seluruh ekosistem, termasuk tumbuhan, hewan, serta tanah yang memerlukan air dalam proses kehidupannya. Tumbuhan, misalnya, memerlukan air untuk menunjang proses pertumbuhan dan fotosintesis, begitu pula hewan yang membutuhkan air guna menjaga keseimbangan fisiologis tubuh. Secara kimiawi, air merupakan senyawa anorganik yang dalam kondisi murni bersifat jernih, tidak berwarna, dan tidak berasa. Air tersusun atas dua unsur utama, yaitu atom hidrogen dan oksigen, dengan rumus kimia H_2O (Marsidi, 2001).

Air merupakan komponen esensial dalam keberlangsungan hidup manusia, karena hampir seluruh aktivitas makhluk hidup melibatkan penggunaan air. Namun demikian, ketersediaan sumber air yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari mengalami penurunan secara gradual, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Sekitar 71% dari permukaan bumi ditutupi oleh air, yang secara dinamis bergerak melalui siklus hidrologi. Siklus ini mencakup proses evaporasi, presipitasi, dan aliran air di permukaan tanah menuju laut (Mujahida & Aminah, 2022).

Mayoritas permukaan bumi tersusun atas perairan, terutama dalam bentuk laut, meskipun air juga ditemukan dalam bentuk lain seperti sungai, es, dan salju. Lapisan perairan yang menyelimuti bumi dan membentuk lingkungan bagi kehidupan dikenal sebagai hidrosfer (Zulhilmie et al., 2019). Seluruh makhluk hidup, termasuk manusia, sangat bergantung pada air yang berasal dari lapisan hidrosfer tersebut. Dalam konteks fisiologis, tubuh manusia terdiri atas komponen utama berupa air, yang menegaskan bahwa air merupakan unsur vital bagi keberlangsungan hidup. Sekitar 67% dari massa tubuh manusia terdiri atas air, dengan dua pertiganya berada di dalam sel-sel tubuh, sementara sepertiganya berada di ruang antarsel (Sudarni & Haderiah, 2020).

Kebutuhan air pada setiap individu bervariasi, tergantung pada jenis dan intensitas aktivitas yang dilakukan. Kebutuhan mendasar manusia terhadap air adalah untuk dikonsumsi sebagai air minum, karena seluruh makhluk hidup memerlukan air untuk mempertahankan fungsi biologisnya. Selain sebagai air minum, air juga berperan penting dalam mendukung sektor-sektor rumah tangga, pertanian, industri, infrastruktur, hingga transportasi. Sayangnya, ketersediaan air tidak tersebar secara merata di setiap wilayah yang belum optimal. Oleh karena itu, perlu adanya upaya maksimal untuk menyediakan air dari wilayah yang memiliki sumber daya air melimpah



ke wilayah sekitarnya, khususnya ke daerah-daerah yang tergolong kering dan mengalami kekurangan akses air bersih (Susanti et al., 2023).

Kesadahan merupakan salah satu parameter penting yang digunakan dalam menilai kualitas air. Karakteristik kesadahan air mencerminkan konsentrasi ion mineral seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), serta unsur mineral lainnya yang terlarut di dalamnya. Berdasarkan standar mutu air bersih dan air minum, batas maksimal kesadahan yang diperbolehkan adalah sebesar 500 mg/l, sedangkan batas minimalnya adalah 75 mg/l (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017). Kesadahan air dikategorikan ke dalam dua jenis, yakni kesadahan sementara dan kesadahan tetap. Kesadahan sementara ditimbulkan oleh keberadaan senyawa bikarbonat (HCO_3^-) dalam air, yang dapat terurai menjadi karbon dioksida (CO_2) dan oksigen (O_2) saat dipanaskan, serta meninggalkan endapan padat yang dapat dipisahkan dari air (Widayat, 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh terhadap sampel air sumur di wilayah pertanian Negeri Sembilan, Malaysia, menunjukkan bahwa kadar kesadahan total mencapai 714,05 mg CaCO_3/L . Tingkat kesadahan air bervariasi tergantung pada lokasi sumber airnya. Salah satu jenis sumber air yang umumnya memiliki kesadahan tinggi adalah air tanah. Hal ini disebabkan oleh interaksi air tanah dengan lapisan batuan kapur yang dilewatinya, sehingga menyebabkan peningkatan kadar mineral seperti kalsium dan magnesium di dalam air (Novia Fajarwati & Efendi, 2023).

Di berbagai wilayah Indonesia, khususnya yang dikelilingi oleh formasi batuan kapur, tingkat kesadahan air tanah cenderung tinggi akibat interaksi langsung antara air dan batuan tersebut. Masih banyak daerah yang menghadapi permasalahan serupa, salah satunya di wilayah Bandung Playen, Gunung Kidul, Yogyakarta, di mana kadar kesadahan air tercatat mencapai 597,56 mg/L. Nilai ini telah melampaui batas maksimum standar kualitas air bersih yang diperbolehkan, yaitu 500 mg/L (Sejati et al., 2018). Air dengan tingkat kesadahan tinggi dapat menimbulkan berbagai dampak, antara lain pembentukan endapan mineral yang menyumbat saluran air dan keran, menurunnya efisiensi penggunaan sabun di rumah tangga, serta potensi kerusakan pada peralatan logam yang digunakan dalam kegiatan memasak (Ngere et al., 2023).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, tingkat efektivitas produksi air pada perusahaan penyedia air bersih di Indonesia tercatat sebesar 82,04%. Di antara seluruh provinsi, Daerah Khusus Ibukota Jakarta menunjukkan tingkat efektivitas tertinggi, yakni mencapai 96,48%, sementara tingkat terendah tercatat di Provinsi Nusa Tenggara Timur sebesar 46,09%. Adapun Provinsi Sulawesi Selatan memiliki tingkat efektivitas produksi air sebesar 80,02%



statistik, 2023).

ah berperan sebagai salah satu sumber alami kalsium dan g dibutuhkan oleh makhluk hidup, khususnya dalam mendukung um pada manusia. Meskipun memiliki manfaat, keberadaan air mbulkan dampak negatif yang signifikan, baik terhadap lingkungan. Tingginya kadar kesadahan pada air tanah dapat menghambat sa saat penggunaan deterjen, sehingga memerlukan jumlah sabun

yang lebih banyak dan berisiko mencemari lingkungan. Selain itu, air dengan kesadahan tinggi juga berpotensi menyebabkan korosi pada peralatan rumah tangga. Dari sisi kesehatan, konsumsi air sadah secara berlebihan dikaitkan dengan berbagai gangguan, seperti penyumbatan pembuluh darah jantung, kanker, kerusakan sistem saraf pusat, alzheimer, diabetes, batu ginjal, gangguan pada sistem reproduksi, serta pengeroposan tulang (Kilo, 2018). Secara lebih spesifik, akumulasi unsur kalsium dalam jumlah berlebih dapat memicu terjadinya hiperparatiroidisme dan pembentukan batu ginjal akibat endapan Kalsium Karbonat (CaCO_3), serta berpotensi merusak jaringan otot (Mujahida & Aminah, 2022).

Kalsium, magnesium, dan besi sangat penting yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang cukup untuk menjaga kesehatan. Namun, dalam kondisi tertentu atau jika dikonsumsi dalam jumlah berlebihan dapat berbahaya (Nenohai et al., 2023). Dalam konteks air sadah, kalsium dan magnesium adalah mineral yang umum ditemukan dalam konsentrasi tinggi. Kelebihan kalsium dapat mengganggu penyerapan mineral lain, seperti zat besi dan magnesium, yang penting bagi tubuh. Kelebihan magnesium pada tubuh dapat menyebabkan Hiper magnesemia, dengan gejalanya meliputi mual, muntah, tekanan darah rendah, kebingungan, dan dalam kasus ekstrem, dapat menyebabkan koma atau kematian. Adapun terlalu banyak zat besi dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan besi. Ini bisa terjadi karena overdosis suplemen zat besi atau kondisi medis seperti hemochromatosis. Keracunan besi dapat menyebabkan kerusakan hati, jantung, dan organ lain, serta dapat berakibat fatal (Kilo, 2018).

Air sadah dapat menyebabkan beberapa dampak empiris terutama pada kesehatan masyarakat seperti batu ginjal (urolitiasis), penyakit pencernaan, kulit kering dan iritasi, rambut kering dan rontok, penyumbatan pembuluh darah jantung. Kandungan kalsium yang tinggi pada air sadah dapat meningkatkan risiko batu ginjal karena kalsium yang terkandung dalam air dapat mengendap di tubuh dan membentuk batu ginjal serta penyumbatan pembuluh darah jantung (Nurullita et al., 2014).

Paparan jangka panjang terhadap air dengan tingkat kesadahan tinggi berpotensi memicu gangguan fungsi ginjal, yang disebabkan oleh akumulasi endapan kalsium karbonat (CaCO_3) dan magnesium karbonat (MgCO_3) di dalam tubuh. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang mengungkap adanya hubungan yang signifikan antara kualitas kesadahan total pada air bersih dengan insiden penyakit batu ginjal serta gangguan saluran kemih. Analisis Odds Ratio (OR) menunjukkan bahwa individu yang mengonsumsi air dengan tingkat kesadahan melebihi ambang batas memiliki risiko 5,916 kali lebih tinggi untuk mengalami penyakit batu ginjal dan saluran kemih dibandingkan dengan mereka yang



air sesuai standar kualitas. Contoh kasus terjadi di Desa kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal, di mana ditemukan air sadah dengan kandungan kalsium yang tinggi. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang mengungkap adanya hubungan yang signifikan antara kualitas kesadahan total pada air bersih dengan insiden penyakit batu ginjal serta gangguan saluran kemih. Analisis Odds Ratio (OR) menunjukkan bahwa individu yang mengonsumsi air dengan tingkat kesadahan melebihi ambang batas memiliki risiko 5,916 kali lebih tinggi untuk mengalami penyakit batu ginjal dan saluran kemih dibandingkan dengan mereka yang

air sesuai standar kualitas. Contoh kasus terjadi di Desa kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal, di mana ditemukan air sadah dengan kandungan kalsium yang tinggi. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang mengungkap adanya hubungan yang signifikan antara kualitas kesadahan total pada air bersih dengan insiden penyakit batu ginjal serta gangguan saluran kemih. Analisis Odds Ratio (OR) menunjukkan bahwa individu yang mengonsumsi air dengan tingkat kesadahan melebihi ambang batas memiliki risiko 5,916 kali lebih tinggi untuk mengalami penyakit batu ginjal dan saluran kemih dibandingkan dengan mereka yang

ini, salah satunya adalah elektrodialisis. Elektrodialisis merupakan teknik pemurnian air yang bekerja dengan melewati air melalui dua elektroda bermuatan listrik; ion logam akan tertarik menuju elektroda bermuatan negatif (katoda), sementara senyawa non-logam bergerak ke arah elektroda bermuatan positif (anoda). Selain itu, proses distilasi juga dapat digunakan sebagai alternatif, di mana air diuapkan untuk kemudian dikondensasikan kembali, sehingga hanya uap murni yang dikumpulkan dan senyawa-senyawa penyebab kesadahan tertinggal. Metode lain yang umum diterapkan adalah filtrasi, yaitu proses penyaringan yang dilakukan secara fisik menggunakan media seperti zeolit alami, pasir silika, dan karbon aktif. Filtrasi merupakan tahapan awal dalam pengolahan air secara fisik yang bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel tersuspensi dalam air. Dalam proses ini, terjadi pemisahan antara zat padat dan cairan, di mana air dialirkan melalui media berpori untuk menyaring partikel halus yang terbawa di dalamnya (Budiman & Mentarianata, 2015).

Salah satu media filtrasi yang paling umum digunakan dalam proses penurunan kesadahan air adalah abu sekam padi. Material ini memiliki struktur yang padat dan pori-pori halus, sehingga saat air dengan kandungan kalsium karbonat (kapur) melewatinya, senyawa terlarut dapat tertahan dan teradsorpsi secara efektif. Abu sekam padi berfungsi sebagai pengikat ion logam alkali berkat kandungan senyawa organik yang terdapat di dalamnya. Komponen utama penyusun dinding sel dari sekam padi adalah polisakarida, seperti selulosa dan hemiselulosa, yang mengandung gugus hidroksil aktif dan berperan penting dalam proses adsorpsi. Karakteristik adsorptif ini menjadikan abu sekam padi sangat efektif dalam menyerap partikel-partikel koloid dalam air, karena luas permukaan aktifnya yang besar memungkinkan peningkatan daya serap selama proses penjernihan (Nenohai et al., 2023).

Kayu Kesambi dikenal memiliki karakteristik fisik yang sangat keras, padat, berserat rapat dan kusut, bahkan densitasnya melebihi kayu besi. Kayu yang masih muda umumnya berwarna merah, sedangkan kayu yang sudah tua memiliki warna kelabu dan cenderung tidak memperlihatkan pola serat. Di wilayah pedesaan, kayu Kesambi sering dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar karena potensinya yang tinggi. Meskipun daya tahannya sebagai bahan bangunan tergolong rendah atau kurang awet, namun nilai guna kayu ini sangat menonjol ketika digunakan sebagai kayu bakar dan bahan pembuatan arang (Sarifudin, 2022). Arang yang dihasilkan dari kayu Kesambi menunjukkan performa pembakaran yang unggul, bahkan lebih baik dibandingkan arang dari kayu jati maupun kayu asam. Keunggulan ini dikaitkan dengan kandungan lignin yang tinggi dalam kayu Kesambi, yang saat proses karbonisasi menghasilkan senyawa fenolik. Senyawa fenol ini memiliki kemampuan



an kadar kapur dalam air. Selain itu, senyawa golongan fenol, asam yang dihasilkan secara bersamaan juga berfungsi sebagai antimikroba, serta efektif dalam membantu menurunkan kadar kalsium dan besi dalam air sadah (Neolaka et al., 2019).

Kesambi merupakan tanaman yang banyak tumbuh dan tersebar di ten Bone. Namun demikian, pemanfaatan kayu kesambi oleh masyarakat masih terbatas dan belum diarahkan secara optimal sebagai

media filtrasi dalam penanganan permasalahan tingginya kesadahan air. Selama ini, kayu kesambi lebih banyak digunakan sebagai bahan bakar, sementara arangnya hanya dimanfaatkan untuk keperluan memanggang makanan. Padahal, apabila kayu kesambi dikarbonisasi dan selanjutnya diproses menjadi arang aktif, material ini berpotensi besar menjadi adsorben yang efektif dalam aplikasi pengolahan air. Pengembangan tersebut tidak hanya meningkatkan nilai tambah dari kayu kesambi, tetapi juga berkontribusi dalam membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat lokal (Nenohai et al., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Budiman & Mentarianata (2015) menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi sebagai media filtrasi mampu menurunkan kadar zat kapur dalam air sumur gali di Jalan Domba, Kelurahan Talise, hingga mencapai batas ambang yang ditetapkan dalam Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010, yaitu sebesar 500 mg/L. Berdasarkan hasil uji efektivitas, abu sekam padi dengan ketebalan 5 cm mampu menurunkan kadar kapur sebesar 194,16 mg/L atau setara dengan 66,84%, sementara pada ketebalan 10 cm penurunannya mencapai 191,57 mg/L atau 67,28%. Adapun ketebalan 15 cm menunjukkan penurunan paling optimal, yakni sebesar 188,65 mg/L atau 67,78%. Dengan demikian, ketebalan 15 cm dinilai paling efektif dalam menurunkan konsentrasi zat kapur dalam air. Temuan ini juga menegaskan bahwa variasi ketebalan media abu sekam padi berpengaruh terhadap efektivitas proses filtrasi dalam mengurangi tingkat kesadahan air (Budiman & Mentarianata, 2015).

Tingkat ketebalan arang aktif terbukti berpengaruh terhadap efektivitas proses filtrasi dalam menurunkan kesadahan air. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sarifudin (2022), mengindikasikan bahwa peningkatan ketebalan arang aktif sebanding dengan meningkatnya efisiensi penurunan konsentrasi ion penyebab kesadahan. Sebaliknya, semakin tinggi laju aliran air, maka efektivitas penurunan konsentrasi ion kesadahan cenderung menurun. Kapasitas adsorpsi arang aktif akan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak antara adsorben dan air, namun setelah mencapai titik jenuh, kemampuan adsorpsi mengalami penurunan secara signifikan. Hubungan antara variabel ketebalan arang aktif (X_1), laju alir (X_2), dan penurunan kesadahan air (Y) digambarkan dalam model regresi linier sebagai berikut: $Y = 151,480 + 8,580X_1 - 3,902X_2$.

Permintaan terhadap arang aktif di Indonesia terus mengalami peningkatan, sejalan dengan meluasnya pemanfaatannya dalam berbagai sektor, seperti pengolahan air, industri kosmetik, hingga bidang farmasi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, diperlukan ketersediaan bahan baku yang mencukupi. Umumnya, produksi arang aktif menggunakan kayu sebagai bahan utama, namun ketersediaan sumber daya hutan sebagai penyedia kayu terus mengalami



serupa juga terjadi pada sekam padi, yang kini semakin banyak untuk berbagai keperluan (Sarifudin, 2022). Dalam konteks ini, abu arang aktif dari kayu kesambi menjadi alternatif bahan baku yang sangat kedua material ini pada umumnya dianggap sebagai limbah t. Pemanfaatan limbah tersebut tidak hanya memberikan nilai ekonomi, tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi volume limbah lingkungan.

Upaya penurunan kesadahan dan logam dalam air umumnya dilakukan melalui metode kimia dan fisik, namun metode tersebut seringkali mahal dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, pendekatan yang lebih ekonomis, efisien, dan berbasis bahan alami sangat diperlukan. Salah satu alternatif yang menjanjikan adalah pemanfaatan media filtrasi berbasis biomaterial, seperti arang aktif dari kayu kesambi (*Schleichera oleosa*) dan abu sekam padi, yang dikenal memiliki kandungan karbon aktif dan silika cukup tinggi, berpori, serta bersifat adsorptif terhadap ion logam dan senyawa lain dalam air (Fitriani et al., 2023).

Kayu kesambi diketahui mengandung senyawa lignin dan selulosa yang berpotensi diolah menjadi arang aktif dengan struktur mikropori, sehingga menjadikannya material yang sesuai untuk digunakan sebagai media filtrasi. Arang yang dihasilkan dari kayu kesambi memiliki kemampuan dalam menyerap ion logam berat serta efektif dalam mengikat ion kalsium dan magnesium yang menjadi penyebab utama kesadahan air. Di sisi lain, abu sekam padi mengandung silika amorf dalam konsentrasi tinggi, yang mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi ketika dikombinasikan dengan media berbasis karbon aktif (Sejati et al., 2018). Sinergi antara kedua material tersebut diyakini dapat menghasilkan sistem filtrasi yang lebih optimal, tidak hanya dalam menurunkan tingkat kesadahan, tetapi juga dalam mereduksi kandungan logam dalam air (Lidyawati & Widiyastuti, 2021).

Desa Lanca merupakan salah satu wilayah administratif yang berada di Kecamatan Tellu Siattinge, Kabupaten Bone, dengan luas wilayah mencapai 13,92 km² dan jumlah penduduk sekitar 2.500 jiwa berdasarkan data dari Buku Induk Kependudukan Desa Lanca. Mayoritas penduduk desa ini bermata pencaharian sebagai petani. Secara geografis, sebagian besar wilayah Desa Lanca dikelilingi oleh formasi perbukitan kapur. Sumber utama air bersih bagi masyarakat berasal dari air tanah berupa mata air yang dikenal sebagai Waecinnongnge. Air dari mata air ini dimanfaatkan untuk keperluan domestik seperti mandi, mencuci, serta konsumsi setelah melalui proses perebusan. Lokasi mata air tersebut berada di kawasan yang dikelilingi oleh bukit kapur dan berdekatan dengan area penambangan batu kapur ilegal.

Mata air Waecinnongnge yang terletak di Desa Lanca, Kabupaten Bone, berfungsi sebagai sumber utama penyediaan air bagi masyarakat setempat dan telah dimanfaatkan selama beberapa dekade, baik melalui sistem pompa air maupun pengambilan secara manual. Berkat dukungan dari pemerintah, saat ini distribusi air telah ditingkatkan dengan penggunaan pompa berkapasitas besar, memungkinkan pendistribusian air hingga ke wilayah dusun-dusun yang sebelumnya tidak terjangkau karena lokasinya yang jauh dari sumber mata air dan berada pada elevasi yang lebih tinggi. Mengingat pentingnya sumber air ini bagi



ti-hari, maka upaya pengolahan dan pengujian kualitas air menjadi mastikan bahwa air yang dikonsumsi masyarakat telah memenuhi an yang ditetapkan oleh pemerintah.

n masyarakat menyampaikan keluhan terhadap air sumur yang i, terutama karena munculnya endapan putih kekuningan pada pipa mpungan air, yang merupakan indikasi umum dari tingginya tingkat Hingga saat ini, belum dilakukan analisis kimiawi secara khusus

terhadap mata air tersebut, terutama terkait kandungan kesadahnya. Kondisi fisik air yang menunjukkan gejala tersebut mengarah pada kemungkinan adanya kontaminasi mineral kapur dari tanah, sehingga penting dilakukan pemeriksaan kualitas air secara menyeluruh. Berdasarkan indikasi tersebut, peneliti memandang perlunya penerapan teknologi filtrasi berbasis karbon aktif untuk menurunkan tingkat kesadahan sebelum air digunakan oleh masyarakat. Salah satu potensi sumber daya lokal yang dapat dimanfaatkan dalam media filtrasi adalah abu sekam padi dan arang aktif dari kayu kesambi. Sekam padi yang tersedia melimpah di masyarakat sebagian besar hanya dibuang atau dimanfaatkan sebagai pupuk tanpa nilai tambah, sementara keberadaan pohon kesambi yang tumbuh di sekitar wilayah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal khususnya sebagai bahan baku arang aktif untuk filtrasi air sadah menjadi air bersih. Penelitian yang dilakukan sebelumnya terkait kesadahan air belum pernah dilakukan di desa tersebut. Dari latar belakang diatas penulis merasa perlu adanya penelitian tentang “Efektivitas Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Sadah (CaCO_3) Menjadi Air Bersih Menggunakan Media Filtrasi Karbon Aktif Kayu Kesambi dan Abu Sekam Padi di Desa Lanca Kabupaten Bone”.

1.2 Teori

1) Air Bersih

Air merupakan senyawa kimia yang tersusun dari dua unsur utama, yakni hidrogen dan oksigen, dengan rumus molekul H_2O . Zat ini dapat dijumpai dalam tiga fase, yaitu gas, cair, dan padat. Sebagai cairan yang tidak memiliki rasa, bau, maupun warna, air memiliki karakteristik yang sangat universal dan fleksibel, sehingga menjadikannya komponen esensial bagi keberlangsungan seluruh makhluk hidup, termasuk tumbuhan, hewan, dan manusia. Air juga memegang peranan vital dalam kehidupan manusia karena dimanfaatkan dalam berbagai sektor, antara lain untuk kebutuhan konsumsi, keperluan sanitasi, industri, dan aktivitas lainnya (Limuris, 2021).

Sekitar 68% dari total komposisi tubuh manusia terdiri atas air, dan kestabilan kadar air ini sangat penting untuk mempertahankan fungsi vital tubuh serta kelangsungan hidup manusia. Oleh karena itu, air diklasifikasikan sebagai salah satu kebutuhan mendasar bagi seluruh makhluk hidup, khususnya manusia. Asupan air utama bagi tubuh diperoleh dari konsumsi air minum, dengan jumlah kebutuhan harian yang bervariasi bergantung pada kondisi fisiologis dan tingkat aktivitas masing-masing individu, berkisar antara 2,1 hingga 2,8 liter per hari (Effendi, 2003). Selain berperan sebagai elemen penting bagi kelangsungan hidup, air juga menjadi faktor penentu dalam upaya peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Namun demikian, dari keseluruhan volume air di bumi, hanya sekitar 2,5% yang berupa air tawar yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup, termasuk manusia. Sisanya merupakan air asin (laut) dan air beku yang tersimpan dalam bentuk es di kawasan kutub utara dan selatan. Air



terdapat dalam bentuk air sungai, danau, air tanah, serta sumber lainnya (Effendi, 2003).

Air bersih didefinisikan sebagai air yang layak secara kesehatan dan aman untuk berbagai aktivitas sehari-hari seperti minum, mandi, mencuci, serta keperluan lainnya. Ketersediaan air bersih sangat krusial bagi kehidupan manusia, karena air ini merupakan salah satu sumber daya alam yang berperan strategis dan fungsi vital dalam menunjang kesehatan dan

kesejahteraan masyarakat. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405 Tahun 2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya telah memenuhi standar kesehatan yang ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku, serta aman untuk dikonsumsi setelah melalui proses perebusan.

Air memegang peranan penting dalam kehidupan manusia, tidak hanya sebagai pemenuhan kebutuhan fisiologis tubuh, tetapi juga berfungsi dalam menunjang berbagai aktivitas harian, seperti mandi, mencuci pakaian, serta kebutuhan domestik lainnya. Selain manusia, air juga merupakan elemen esensial bagi keberlangsungan hidup makhluk hidup lain seperti hewan dan tumbuhan, yang mengandalkannya untuk memenuhi kebutuhan biologis mereka. Lebih lanjut, air memiliki berbagai fungsi strategis lainnya, antara lain sebagai sumber air minum, pendukung sektor pertanian, bahan baku maupun medium dalam proses industri, serta sebagai sarana transportasi (Limuris, 2021).

2) Kesadahan

Dalam siklus hidrologinya, air secara alami akan melarutkan berbagai zat dari lingkungan sekitarnya, sehingga sangat jarang ditemukan dalam kondisi benar-benar murni. Salah satu sifat kimia air yang dipengaruhi oleh proses ini adalah kesadahan, yang umumnya berasal dari keberadaan ion-ion logam divalen, seperti kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), besi (Fe^{2+}), dan mangan (Mn^{2+}). Namun, senyawa utama penyebab kesadahan adalah ion kalsium dan magnesium (Nerbrand et al., 2003). Akibatnya, air yang mengandung konsentrasi signifikan dari kedua mineral tersebut dikenal sebagai air sadah (Effendi, 2003). Menurut *International Standard of Drinking Water* yang dirilis oleh WHO pada tahun 1971, kesadahan air diukur dalam satuan Milli Equivalent per liter (mEq/L), di mana 1 mEq/L ion penyebab kesadahan ekuivalen dengan 50 mg kalsium karbonat (CaCO_3) atau 50 ppm dalam setiap liter air (Sumantri, 2010).

Air dengan tingkat kesadahan dalam rentang 0–120 mg/L, yang dikategorikan sebagai lunak hingga sedang, direkomendasikan untuk keperluan konsumsi seperti minum dan memasak. Batas ini dinilai lebih aman bagi peralatan rumah tangga maupun kebutuhan industri karena tidak menimbulkan pengendapan kalsium karbonat atau kerak kapur (scale). Sebaliknya, apabila kandungan kesadahan dalam air melebihi 120 mg/L (tergolong keras hingga sangat keras), hal ini dapat menimbulkan sejumlah permasalahan, seperti meningkatnya kebutuhan sabun akibat rendahnya kemampuan sabun untuk larut dan menghasilkan busa dalam air sadah. Masalah kesadahan tinggi dapat ditangani melalui metode pelunakan air, antara lain dengan teknologi penukar ion (*ion exchange resin*) atau melalui proses *reverse osmosis* (RO) (Husaini et al., 2020).

Berbagai metode dapat diterapkan untuk menurunkan tingkat kesadahan air.

Salah satu metode yang sederhana adalah dengan merebus air, yang akan menyebabkan air melepaskan gas dioksida (CO_2) dan memicu pengendapan kalsium karbonat yang terlarut. Selain itu, penambahan bahan kimia seperti kapur maupun soda ash juga merupakan teknik yang efektif, di mana natrium bikarbonat dapat membantu mengatasi baik kesadahan sementara maupun kesadahan total. Metode lain yang digunakan mencakup proses penyaringan, adsorpsi, serta



penggunaan karbon aktif sebagai media penurunan kandungan ion penyebab kesadahan (Sumantri, 2010).

3) Karbon Aktif Kayu Kesambi

Karbon aktif, atau *activated charcoal*, merupakan bentuk karbon hasil proses karbonisasi yang memiliki kemampuan adsorpsi yang sangat tinggi, terutama terhadap berbagai jenis limbah cair. Sifat ini diperoleh karena struktur mikroporinya yang kompleks, di mana rongga-rongga berukuran mikro dalam matriks karbon berfungsi sebagai tempat penyerapan zat terlarut (Nenohai et al., 2023). Karbon aktif dibuat melalui pemanasan bahan karbon dalam kondisi tertentu, sering kali disertai aktivasi kimia atau fisika, yang bertujuan membuka pori-pori pada permukaan arang sehingga meningkatkan luas permukaan yang efektif untuk adsorpsi. Karena karakteristik tersebut, karbon aktif banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam industri kesehatan dan kosmetik, khususnya untuk menyerap zat-zat beracun, gas berbahaya, serta menghilangkan bau tak sedap. Dalam bidang pengolahan air, karbon aktif berfungsi sebagai media penjernihan dan penyaring air minum. Selain itu, dalam dunia medis, arang aktif digunakan untuk menangani kasus keracunan dan gangguan saluran cerna seperti diare dan perut kembung (Sudarni & Haderiah, 2020).

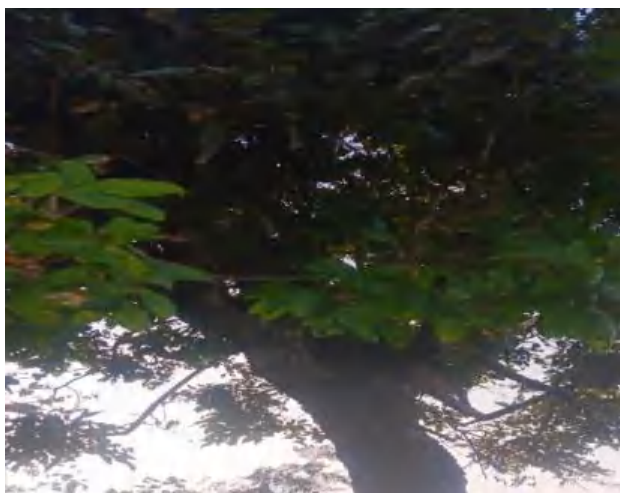
Proses pembentukan karbon juga dapat dilakukan melalui teknik pemanasan tidak langsung. Secara umum, karbonisasi merujuk pada proses produksi arang dari bahan organik. Karbonisasi merupakan metode pemanasan bahan-bahan organik pada suhu tertentu di lingkungan dengan suplai oksigen yang sangat terbatas, dan biasanya dilakukan di dalam furnace (tanur pemanas). Selama proses ini, senyawa organik yang terkandung dalam bahan baku mengalami dekomposisi termal, menghasilkan berbagai produk volatil seperti hidrokarbon, uap air, metanol, asam asetat, dan tar. Sisa padatan yang tertinggal dari proses ini berupa karbon dalam bentuk arang berstruktur pori, meskipun pori-porinya masih berukuran sangat kecil (Sudarni & Haderiah, 2020).

Aktivasi kimia merupakan salah satu metode untuk meningkatkan performa arang aktif melalui penambahan bahan kimia tertentu, yang berfungsi mengurangi kadar air residu pada permukaan arang. Proses ini bertujuan untuk memperluas struktur pori, sehingga daya serap arang menjadi lebih optimal. Tahapan aktivasi ini biasanya melibatkan perendaman arang dalam larutan asam kuat, yang berperan dalam menghidrolisis dan mendegradasi senyawa organik selama proses karbonisasi, menghambat pembentukan tar, serta mendukung dekomposisi senyawa organik pada tahap aktivasi selanjutnya. Selain itu, proses ini juga membantu menguapkan air yang terperangkap dalam struktur mikropori, menghilangkan sisa endapan hidrokarbon hasil karbonisasi, dan melindungi permukaan karbon dari kemungkinan oksidasi. Di sisi lain, aktivasi fisika dilakukan melalui pemanasan menggunakan media uap atau gas karbon dioksida (CO_2), dengan tujuan memutus ikatan karbon dalam struktur arang. Proses ini



di pada suhu tinggi berkisar antara 800–900°C selama kurang lebih 24 jam (Sumantri, 2012).

Kayu kesambi (*Schleichera oleosa* Merr.) tumbuh optimal pada wilayah ketinggian berkisar antara 750 hingga 2500 mm. Spesies ini memiliki toleransi suhu yang cukup ekstrem, dengan suhu maksimum yang dapat ditoleransi mencapai 47,5°C dan suhu minimum hingga 2,5°C.



Gambar 1. 1 Pohon Kesambi
(Sumber: Dokumentasi penulis, 2024)

Gambar 1.1 merupakan contoh dari pohon kesambi yang kayunya digunakan sebagai arang oleh masyarakat setempat. Namun, belum banyak diketahui masyarakat sebagai alternatif untuk biofilter pada air.



Gambar 1. 2 Kayu Kesambi
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024)

Pada gambar 1.2 merupakan contoh tampak kayu kesambi yang banyak digunakan masyarakat sebagai arang pembakaran oleh masyarakat setempat. Kayu kesambi dikenal sebagai jenis kayu yang memiliki tingkat kekerasan tinggi, dengan struktur yang padat, disertai aroma khas, serta massa jenis yang lebih besar dari kebanyakan jenis kayu lainnya. Warna kayunya bervariasi tergantung usia: kayu yang masih muda berwarna coklat muda, sementara kayu yang telah sangat tua berwarna kelabu dengan serat atau urat kayu yang jelas. Di kalangan masyarakat, kesambi sering dimanfaatkan sebagai sumber energi biomassa, seperti untuk memasak, karena ketersediaannya yang melimpah dan karakteristiknya yang tahan lama. Meskipun demikian, dari aspek ketahanan fisik terhadap kerusakan biologis, kesambi juga memiliki ketahanan yang baik.



tergolong kurang awet sehingga kurang ideal sebagai bahan konstruksi bangunan, namun kayu ini sangat unggul dalam menghasilkan arang berkualitas tinggi. Arang yang dihasilkan dari kayu kesambi memiliki performa pembakaran yang lebih baik dibandingkan arang yang berasal dari kayu jati maupun kayu asam (Sarifudin, 2022).

Tanaman kesambi diketahui memiliki kandungan lignin yang tinggi, yang berpotensi menghasilkan senyawa fenolik, terutama fenol, yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas produk hasil olahan. Senyawa fenol ini mampu berinteraksi langsung dengan jaringan daging, sehingga memberikan perlindungan terhadap kerusakan akibat oksidasi. Perlindungan ini berkontribusi dalam mempertahankan mutu serta memperpanjang daya simpan produk pangan. Dalam proses pengasapan, senyawa karbonil berperan penting dalam pembentukan warna khas pada produk, yang bervariasi dari kuning kecokelatan hingga cokelat tua. Selain itu, senyawa fenolik juga turut mempengaruhi pewarnaan produk selama proses pengasapan. Gabungan senyawa fenol, karbonil, dan asam organik tidak hanya berperan sebagai antioksidan dan antimikroba, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap karakteristik warna dan cita rasa khas produk asapan. Senyawa fenol khususnya diduga memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, yang berimplikasi pada peningkatan stabilitas dan masa simpan produk. Oleh karena itu, kandungan senyawa kimia dalam asap dari kayu kesambi sangat berpengaruh terhadap sifat fisikokimia serta kualitas organoleptik dari produk yang diasap (Ina et al., 2021).

4) Abu Sekam Padi

Sekam padi merupakan limbah residu dari proses penggilingan padi yang hingga saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah dalam bentuk abu, yang biasanya hanya digunakan secara terbatas sebagai media tanam untuk jenis tanaman tertentu, atau bahkan dibuang tanpa pengolahan lebih lanjut. Abu sekam padi memiliki karakteristik kerapatan yang tinggi, yang memungkinkannya menyerap zat-zat terlarut ketika dilalui oleh air yang mengandung senyawa kapur, sehingga dapat berfungsi secara efektif dalam menurunkan kadar kesadahan air. Selain itu, keberadaan komponen organik di dalam abu sekam padi juga mendukung kemampuannya dalam mengadsorpsi logam berat dari air. Beberapa studi menunjukkan bahwa abu sekam padi mengandung silika dalam jumlah yang cukup tinggi, yang menjadi komponen penting dalam proses adsorpsi tersebut (Sejati et al., 2018).





Gambar 1. 3 Abu Sekam Padi

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024

Gambar 1.3 merupakan contoh abu sekam padi yang umumnya digunakan sebagai media filtrasi pengolahan air dan limbah. Abu sekam padi merupakan limbah pertanian yang kaya akan silika (SiO_2) dan karbon, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan karbon aktif dalam media filtrasi air. Karbon aktif dari abu sekam padi efektif dalam menyerap zat organik, logam berat, bau, serta warna dalam air (Sari et al., 2024).

Komponen utama penyusun dinding sel sekam padi adalah polisakarida, khususnya serat kasar seperti selulosa dan hemiselulosa, yang memiliki gugus hidroksil ($-\text{OH}$) aktif yang berperan penting dalam mekanisme adsorpsi. Sifat kemampuan adsorpsi ini dimanfaatkan dalam proses klarifikasi atau penjernihan air, terutama ketika air masih mengandung partikel-partikel koloid. Partikel koloid tersebut memiliki luas permukaan yang besar, sehingga memungkinkan terjadinya daya serap yang tinggi terhadap zat-zat terlarut. Mekanisme adsorpsi sendiri terjadi akibat adanya gaya tarik menarik antar atom atau molekul di permukaan, yang menyebabkan zat terlarut menempel pada permukaan zat penyerap. Fenomena ini dikenal sebagai adsorpsi, yaitu proses penyerapan suatu zat pada permukaan fase padat lainnya (Budiman & Mentarianata, 2015).

5) Teknologi Tepat Guna

Teknologi tepat guna pada awalnya diperkenalkan sebagai *intermediate technology*, sebuah konsep ideologis yang dikembangkan oleh ekonom Dr. Ernst Friedrich "Fritz" Schumacher melalui karya monumentalnya *Small is Beautiful*. Meskipun pengertian tentang teknologi tepat guna dapat berbeda-beda tergantung pada disiplin ilmu dan konteks penerapannya, secara umum istilah ini merujuk pada bentuk teknologi beserta penerapannya yang bercirikan desentralisasi, berskala kecil, padat karya, efisien dalam penggunaan energi, serta selaras dengan kondisi dan potensi lokal (Rahmiyati et



Optimized using
trial version
www.balesio.com

aktual, teknologi tepat guna merujuk pada bentuk teknologi yang a khusus agar selaras dengan kondisi masyarakat tertentu, serta dimensi ekologis, etika, budaya, sosial, politik, dan ekonomi . Teknologi ini ditujukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan efisien, memiliki karakteristik yang mudah dalam perawatan, serta

dirancang agar menghasilkan dampak lingkungan yang minimal, berbeda dari teknologi konvensional yang umumnya menghasilkan limbah dalam jumlah besar dan berpotensi mencemari lingkungan. Baik Schumacher maupun para pendukung teknologi tepat guna kontemporer menekankan pentingnya pendekatan yang berorientasi pada kebutuhan dan kapasitas manusia sebagai pengguna utama teknologi tersebut (Rahmiyati et al., 2016).

Dalam upaya mendorong pelaksanaan Teknologi Tepat Guna (TTG) secara nasional yang disesuaikan dengan potensi dan kemandirian masing-masing daerah, pemerintah menetapkan Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2001 tentang Penerapan dan Pengembangan Teknologi Tepat Guna. Instruksi ini mengarahkan strategi penerapan dan pengembangan TTG yang bertujuan untuk:

- a. Mempercepat proses pemulihan ekonomi melalui penguatan dan pengembangan aktivitas ekonomi produktif masyarakat, menciptakan peluang usaha dan lapangan kerja baru, serta meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas hasil produksi.
- b. Mendukung pembangunan wilayah dengan meningkatkan kapasitas sumber daya manusia dan mendorong pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan, guna menciptakan keunggulan kompetitif di tingkat lokal, regional, maupun global.
- c. Membangun ekosistem yang kondusif bagi pertumbuhan inovasi dalam bidang teknologi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana efektivitas media filtrasi karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi dalam menurunkan air sadah (CaCO_3) menjadi air bersih di Desa Lanca Kabupaten Bone?

1.4 Tujuan dan Manfaat

1) Tujuan

1. Tujuan Umum

Menilai efektivitas teknologi tepat guna pengolahan air sadah (CaCO_3) menjadi air bersih menggunakan media filtrasi karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi di Desa Lanca Kabupaten Bone dalam menurunkan kesadahan air dan kandungan Kalsium, Magnesium serta besi dalam air.

2. Tujuan Khusus

- a. Menganalisis kadar kesadahan (CaCO_3) sebelum dan sesudah filtrasi dengan media karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi serta media ijuk.
- b. Menganalisis kadar kalsium (Ca) sebelum dan sesudah filtrasi dengan media karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi serta media ijuk.
- c. Menganalisis kadar magnesium (Mg) sebelum dan sesudah filtrasi dengan media karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi serta media ijuk.
- d. Menganalisis kadar besi (Fe) sebelum dan sesudah filtrasi dengan media karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi serta media ijuk.



- e. Membandingkan perbedaan efektivitas media filtrasi karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi dengan media ijuk dalam menurunkan kadar kesadahan, kalsium, magnesium, dan besi.

2) Manfaat

1. Manfaat Ilmiah

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu informasi dan referensi yang menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya bagi mahasiswa terkait penerapan alat pengolahan air sadah menjadi air bersih sebagai teknologi tepat guna, serta sebagai referensi dalam menambah pengetahuan mengenai cara penggunaan abu sekam padi dan arang aktif kayu kesambi sebagai media teknologi tepat guna dalam menurunkan parameter kesadahan air.

2. Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan referensi yang relevan bagi pemerintah Desa Lanca, Kabupaten Bone, dalam merumuskan kebijakan serta mengambil langkah strategis untuk mengatasi permasalahan kesadahan air yang terjadi di wilayah tersebut.

3. Manfaat Institusi

Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai percontohan untuk mengatasi masalah air sadah pada masyarakat.

4. Manfaat Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat sehingga memiliki motivasi dalam upaya mengolah air sadah menjadi air bersih yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari di wilayah Desa Lanca.



1.5 Tabel Sintesa

Berikut beberapa artikel terkait efektivitas teknologi tepat guna pengolahan air sadah (CaCO_3) menjadi air bersih menggunakan media filtrasi karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi.

Tabel 1. 1 Sintesa Artikel Terkait Pengolahan Air Sadah menggunakan Media Filtrasi

No.	Penulis Jurnal	Judul Jurnal	Metode	Sampel	Hasil
1.	(Budiman Mentarianata, 2015)	& Efektifitas Abu Sekam Padi Sebagai Biofilter Zat Kapur (CaCO_3) pada Air Sumur Gali di Jalan Domba Kelurahan Talise	Metode Penelitian Ini Adalah Eksperimen Semu dengan pendekatan <i>One Group PreTest PostTest</i>	Air Sumur Gali di Jalan Domba Kelurahan Talise	Sebelum dilakukan perlakuan menggunakan abu sekam padi adalah 585,45 mg/l ini berarti zat kapur pada air sumur gali di Jalan Domba Kelurahan Talise melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan. Abu sekam padi mampu menurunkan zat kapur pada air sumur gali. Pada perlakuan ke tiga dengan ketebalan 15 cm merupakan perlakuan yang paling efektif dibandingkan dengan perlakuan yang lain, yang mampu menurunkan zat kapur 67,78%.



2.	(Sarifudin, 2022)	Penggunaan Karbon Aktif Kayu Kesambi (Schleicera oleosa MERR) dalam Pengolahan Air Sadah	Penelitian ini adalah eksperimental laboratorium	Sampel penelitian ini adalah air PAM Kabupaten Kupang yang didistribusikan di Perumahan BTN RSS Baumata Kupang	Penurunan konsentrasi ion kesadahan makin tinggi seiring dengan meningkatnya ketebalan arang aktif; semakin cepat laju alir, penurunan konsentrasi ion kesadahan makin kecil. Kapasitas adsorpsi makin besar bila waktu adsorpsi makin lama, adsorben telah jenuh ditandai dengan adanya penurunan kapasitas adsorpsi secara signifikan. Persamaan regresi pengaruh ketebalan karbon aktif dan laju alir dan secara bersama-sama terhadap penurunan kesadahan air $Y=151,480 + 8,580X_1 - 3,902X_2$.
----	-------------------	--	--	--	---



3.	(Dulanlebit et al., 2020)	Efektivitas Biji Kelor (<i>Moringa Oleifera</i> Lamk) Pada Pengolahan Air Sumur dan Penentuan Waktu Optimum Adsorpsi Biji Kelor Terhadap Fe Dalam Air	Eksperimen	50 mL sampel air dari sumur masyarakat	Efektivitas biji kelor dengan variasi pembubuhan 50, 100, 150 dan 200 mg kesadahan 284, 278, 272, dan 266 mg/L. Biji kelor efektif dan mampu menurunkan kesadahan air. Untuk penentuan waktu optimum adsorpsi serbuk biji kelor dilakukan pada konsentrasi Fe(awal) dalam air masing-masing 9,6677 mg/L dengan variasi waktu kontak 30, 60, 90, dan 120 menit. Hasil didapatkan kapasitas adsorpsi Fe 90,482, 90,472, 91,882, dan 92,220 mg/Kg dimana Fe teradsorpsi optimum pada waktu kontak 120 menit dengan efisiensi adsorpsi 95,389%.
----	---------------------------	--	------------	--	---



No.	Penulis Jurnal	Judul Jurnal	Metode	Sampel	Hasil
4.	(Dewi et al., 2018)	Pengaruh Lama Kontak Arang Kayu Terhadap Penurunan Kadar Kesadahan Air Sumur Gali Di Paal Merah II kota Jambi	Eksperimen semu (Quasi Experiment) dengan rancangan Time series design.	Sampel air sumur 25 mL	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh tingkat kesadahan air. Persentase penurunan pada waktu kontak 10 menit (25,23%), 20 menit (36,44%) dan 30 menit (56,38%). Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kesadahan yang paling efektif dari waktu kontak 10 menit, 20 menit dan 30 menit adalah 30 menit.
5.	(Sejati et al., 2018)	Pemanfaatan Abu Sekam Padi Pada Penurunan Kesadahan Total Air Sumur Gali Di Desa Bandung Playen Gunung Kidul Yogyakarta	Titrasi kompleksometri.	Sampel diambil dari 16 titik sumur	Rata-rata kesadahan dari seluruh sampel adalah 640,53 mg/L. Angka kesadahan total dengan variasi jumlah abu sekam padi sebanyak 10, 20 dan 30 g dengan waktu pendiaman selama 2 jam secara berturut-turut adalah 515,62; 401,43; dan 291,81 mg/L. Angka kesadahan total dengan variasi jumlah abu sekam padi sebanyak 10, 20 dan 30 g dengan waktu pendiaman selama 4 jam secara berturut-turut adalah 273,03; 78,13; 98,26 mg/L. Dapat disimpulkan bahwa abu sekam padi berpengaruh terhadap penurunan kesadahan total air sumur gali di Desa Bandung Kecamatan Playen Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta.



No.	Penulis Jurnal	Judul Jurnal	Metode	Sampel	Hasil
6.	(Egriska et al., 2024)	Penggunaan filter air sederhana dari biji kelor terhadap kualitas air sumur gali untuk kebutuhan air minum pedesaan di Kabupaten Timor Tengah Selatan	Metode eksperimen	Air sumur diambil dari 3 (tiga) buah sumur di RT 004, yang diambil berdasarkan penempatan sumur dengan pendekatan purposive sampling	Uji kesadahan, sampel pertama 280 mg/l, sampel kedua 460 mg/l dan sampel ketiga 492 mg/l. Hasil pengujian kualitas air setelah penyaringan, filter air I kesadahan naik sebesar 7,14%, sedangkan filter air II kesadahan naik sebesar 2,86%.
7.	(Varada, 2019)	Adsorption studies on water hardness removal by using moringa oleifera seed pod husk activated carbon as an adsorbent	Metode eksperimen	Air sadah	Hasil penelitian dengan jelas menunjukkan bahwa adsorpsi Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada bahan aktif lebih disukai. Dosis optimal ditemukan sebesar 5 gram dan penyisihan maksimum terlihat dalam 150 menit waktu kontak. Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, jelas bahwa ini efektif dalam menurunkan kesadahan air.
8.	(Putranto et al., 2015)	Pemanfaatan Zeolit dari Abu Sekam Padi dengan Aktivasi Asam untuk Penurunan Kesadahan Air	Kualitatif menggunakan Spektrofotometer Inframerah (FTIR) dan Difraksi Sinar-X (XRD)	25 mL air sumur	Pengaruh aktivasi menggunakan asam kuat HCl 2 M pada proses sintesis zeolit abu sekam padi dapat meningkatkan kadar SiO_2 abu sekam padi mencapai 95,83%. Zeolit yang dihasilkan merupakan zeolit tipe NaY (zeolite like) dengan kristal cancrinite ($\text{Na}_6\text{Ca}_2[(\text{CO}_3)_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

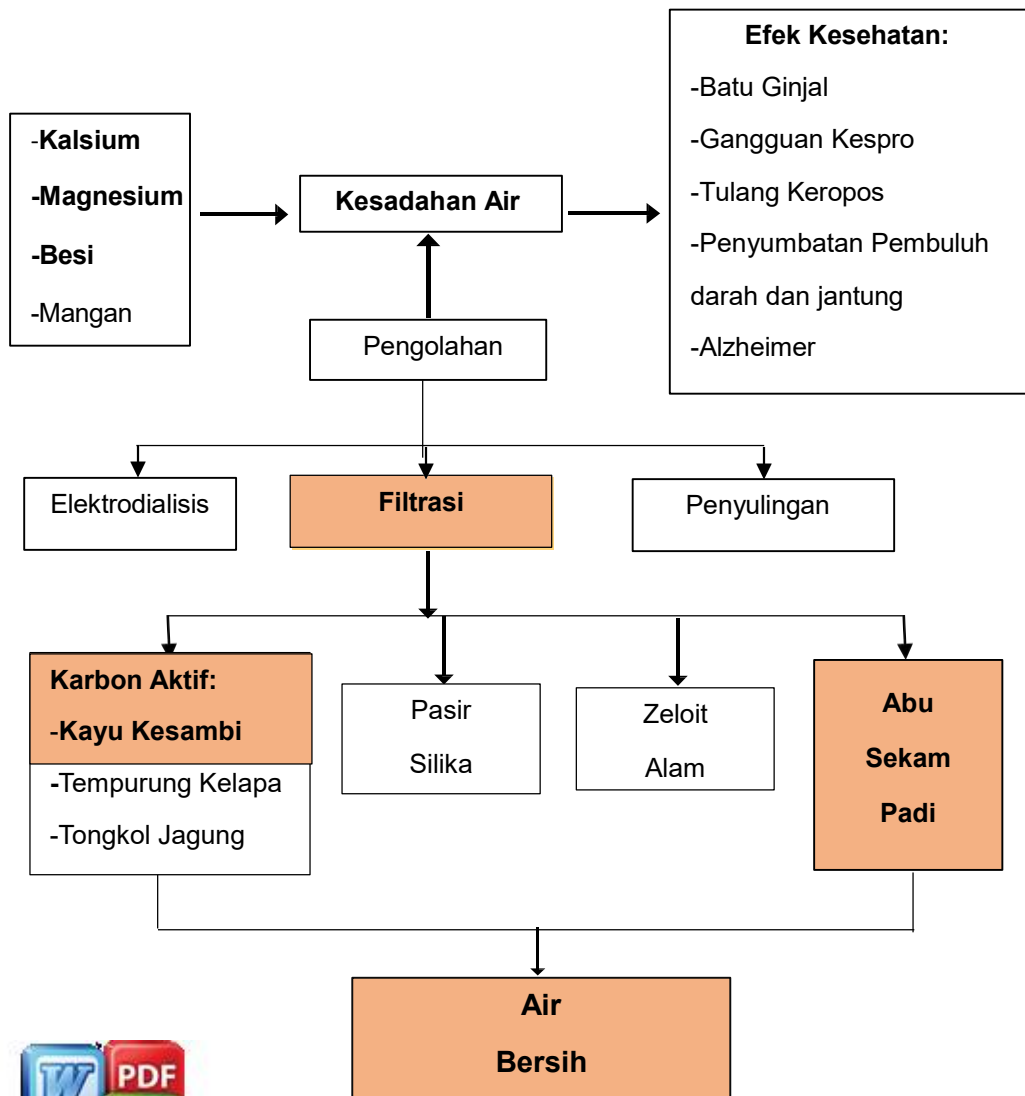


No.	Penulis Jurnal	Judul Jurnal	Metode	Sampel	Hasil
					sebagai fasa dominan. Penggunaan HCl 2 M untuk mengaktivasi abu sekam padi yang digunakan sebagai bahan utama dalam sintesis zeolit dapat meningkatkan tingkat kristalinitasnya. Selain itu kemampuan menurunkan kadar ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada air sumur sangat baik dengan penurunannya sebesar 166,3338 mg/L atau (94,71%) dan 26,1269 mg/L (84,55%) untuk waktu kontak adsorpsi optimum 60 menit serta untuk massa optimum 0,125 gram sebesar 160,6887 mg/L atau (93,02%) dan 24,6561 mg/L atau (83,78%).



1.6 Kerangka Teori

Menurut Sugiyono (2018), teori dapat dipahami sebagai suatu kerangka logis yang terdiri atas seperangkat konsep, definisi, serta proposisi yang dirancang secara sistematis untuk menjelaskan suatu fenomena. Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, disusunlah suatu kerangka teoretis mengenai sejauh mana efektivitas media filtrasi berupa karbon aktif dari kayu kesambi dan abu sekam padi dalam menurunkan tingkat kesadahan air (CaCO_3) hingga mencapai kualitas air bersih. Skema kerangka teori tersebut ditampilkan pada Gambar 2.10 berikut ini:



Gambar 1. 4 Kerangka Teori Penelitian
Sumber pustaka dan modifikasi (Latupeirissa & Manuhutu, 2020)

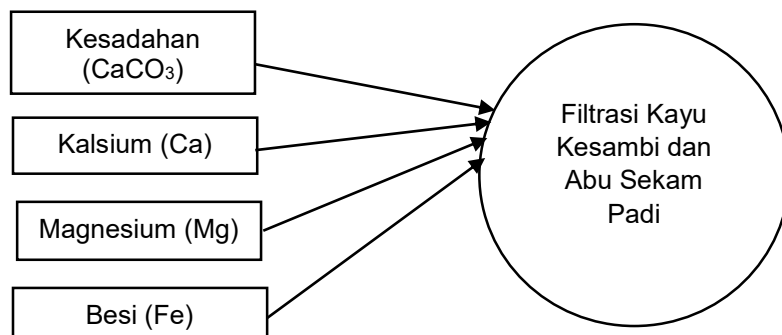


Pada Gambar 1.4 menunjukkan tingkat kesadahan air dipengaruhi oleh kandungan berbagai mineral seperti magnesium, kalsium, mangan, dan besi (Latupeirissa & Manuhutu, 2020). Apabila konsentrasi kesadahan melampaui ambang batas yang ditetapkan, maka dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan, antara lain pembentukan batu ginjal, gangguan fungsi reproduksi, penyumbatan pembuluh darah serta jantung, osteoporosis, hingga penyakit Alzheimer (Kilo, 2018). Dengan demikian, diperlukan upaya pengolahan air yang memadai guna menurunkan kadar kesadahan menjadi sesuai standar air bersih yang layak konsumsi.

Upaya untuk menurunkan tingkat kesadahan air dapat dilakukan melalui beberapa metode, seperti proses distilasi, elektrodialisis, serta teknik filtrasi konvensional. Dalam metode filtrasi konvensional, berbagai jenis media dapat dimanfaatkan, antara lain karbon aktif, pasir karbon, zeolit alami, dan abu sekam padi. Karbon aktif sendiri dapat disintesis dari berbagai bahan organik seperti tempurung kelapa, tongkol jagung, maupun kayu kesambi yang memiliki karakteristik penyerap yang baik (Nenohai et al., 2023).

1.7 Kerangka Konsep

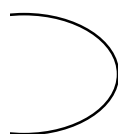
Kerangka konsep ini memuat dua jenis variabel, yakni variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Interaksi antara kedua variabel tersebut diilustrasikan secara sistematis melalui bagan berikut.



Keterangan:

 = Variabel Independen (Bebas)



 = Variabel Dependen (Terikat)

Gambar 1. 5 Kerangka Konsep Penelitian

1.8 Definisi Operasional

Penulis menguraikan definisi operasional dan kriteria objektif dari variabel yang digunakan dalam penelitian efektivitas teknologi tepat guna pengolahan air sadah (CaCO_3) menjadi air bersih menggunakan media filtrasi karbon aktif kayu kesambi dan abu sekam padi

Tabel 1. 2 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Variabel	Definisi Operasional	Kriteria	Satuan	Cara Ukur	Alat Ukur
Tingkat Kesadahan	Nilai kesadahan pada sampel air yang diukur sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan TTG dari air sampel	1. Memenuhi syarat (≤ 500 mg per liter) 2. Tidak memenuhi syarat (> 500 mg per liter) (PERMENKES Nomor 32 Tahun 2017)	Mg/L	Uji Laboratorium	Atomic Absorption Spectrophotometer atau Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)
Kalsium (Ca)	Kandungan kalsium pada sampel air yang diukur sebelum dan setelah filtrasi menggunakan TTG (PERMENKES Nomor 416 Tahun 1990)	1. Memenuhi syarat (≤ 200 mg per liter) 2. Tidak memenuhi syarat (> 200 mg per liter)	Mg/L	Uji Laboratorium	Atomic Absorption Spectrophotometer atau Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)
	Kandungan magnesium pada sampel air yang diukur sebelum dan setelah filtrasi menggunakan TTG (PERMENKES Nomor 416 Tahun 1990)	1. Memenuhi syarat (≤ 15 mg per liter) 2. Tidak memenuhi syarat (> 15 mg per liter)	Mg/L	Uji Laboratorium	Atomic Absorption Spectrophotometer atau Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)



Besi (Fe)	Kandungan besi sampel air yang diukur sebelum dan setelah filtrasi menggunakan TTG (PERMENKES Nomor 32 Tahun 2017)	1. Memenuhi syarat (≤ 1 mg per liter) 2. Tidak memenuhi syarat (> 1 mg per liter)	Mg/L	Uji Laboratorium	Atomic Absorption Spectrophotometer atau Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)
Efektivitas Filtrasi	Seberapa persentase tingkat penurunan kesadahan air, kalsium, magnesium, dan besi pada air setelah filtrasi menggunakan TTG	$\geq 50\%$	%	-	Perbandingan sebelum dan sesudah filtrasi

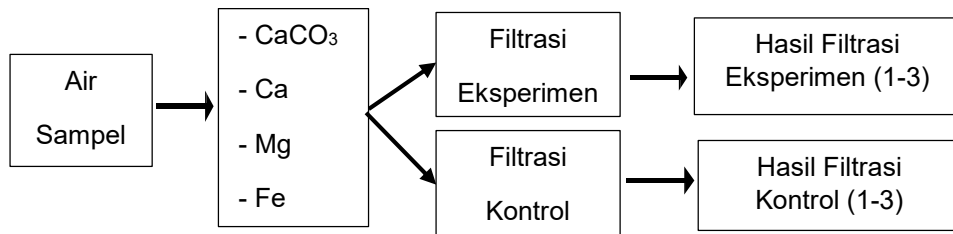


BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori observasional analitik dengan pendekatan eksperimen semu (quasi experiment), menggunakan rancangan *non-randomized pretest-posttest control group design*. Eksperimen semu merupakan metode penelitian yang melibatkan kelompok kontrol, namun tidak sepenuhnya mampu mengendalikan variabel-variabel eksternal yang dapat memengaruhi jalannya eksperimen, seperti suhu dan pH (Sugiyono, 2018).

Penelitian ini menerapkan rancangan pretest-posttest group design yang terdiri atas dua kelompok, yakni kelompok kontrol sebagai kelompok pembanding yang tidak menerima perlakuan utama atau intervensi baru, serta kelompok eksperimen yang memperoleh perlakuan dan dipilih secara acak (random), bertujuan membandingkan dua perlakuan yang berbeda kepada subjek penelitian yang berbeda, serta diberikan pretest untuk mengetahui keadaan awal sehingga dapat dilihat besaran perbedaan antara sebelum dan sesudah memanfaatkan adsorben abu sekam padi dan arang aktif kayu kesambi (eksperimen) dengan ijuk (kontrol). Sebagai data pendukung juga dilakukan pengukuran kandungan Mg, Ca, dan Fe untuk mengetahui faktor penyebab tingginya kesadahan pada air yang diteliti. Metode filtrasi digunakan sebagai pertimbangan karena alat filtrasi sederhana dapat dibuat dengan bahan-bahan yang murah dan mudah didapatkan disekitar masyarakat, seperti kayu dari pohon kesambi yang banyak tumbuh disekitar wilayah, abu sekam padi, ijuk, dan spons. Hal ini membuatnya mudah dioperasikan dan dipasang di rumah tangga.



Gambar 2. 1 Skema Penelitian

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

1) Lokasi penelitian



Penelitian ini telah dilaksanakan di dua tempat yaitu workshop untuk TTTG dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat untuk pemeriksaan sampel. Sedangkan untuk pengaplikasian TTTG ini di Desa Lanca Kabupaten Bone Sulawesi Selatan.

tian

litian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus-Oktober 2024.

2.3 Populasi dan Sampel penelitian

1) Populasi

Populasi merupakan sekumpulan objek atau subjek yang memiliki karakteristik serta sifat tertentu yang ditentukan oleh peneliti sebagai fokus kajian, dari mana kemudian diambil simpulan atas hasil penelitian yang dilakukan (Sugiyono, 2018). Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh air sumur yang mengandung air sadah pada masyarakat Desa Lanca.

2) Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagian air sadah yang diperoleh dari hasil pemasangan TTG di salah satu rumah penduduk sebanyak 1000 mL Desa Lanca, Kec.Tellu Siattinge Kab.Bone sesuai dengan jumlah yang diperlukan pada proses pengujian sampel. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah Integrated Sample. yaitu dengan menggabungkan tiga sampel air dari tiga mata air dengan volume yang sama yang nantinya digabungkan menjadi satu sampel air yang akan diuji.

2.4 Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu:

1. Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil pengamatan atau observasi dan juga hasil pemeriksaan laboratorium, meliputi :

- a. Data hasil observasi ciri-ciri fisik air
- b. Pengukuran laboratorium kimia air sebelum dan setelah filtrasi (Kesadahan, Mg,Ca,Fe)
- c. Data hasil kesadahan air pada kelompok eksperimen maupun kontrol yang digunakan pada proses filtrasi.

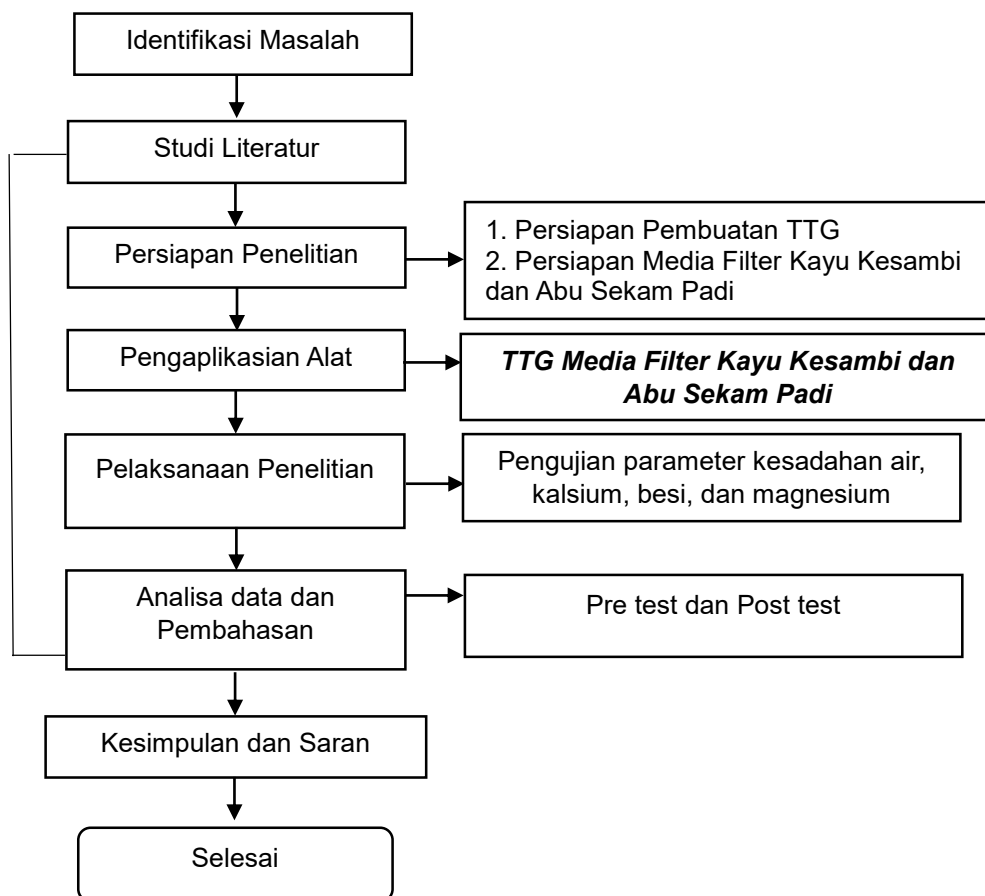
2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari hasil literatur terkait dengan tema penelitian seperti tesis, skripsi, jurnal dan data dari instansi terkait.



2.5 Prosedur Penelitian

Untuk memperoleh hasil dan informasi yang baik maka dibuat prosedur penelitian yang tersaji pada diagram berikut:



Gambar 2. 2 Prosedur Penelitian

2.6 Instrumen Penelitian

1. Survey

Tahap survei dilaksanakan untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat di Desa Lanca serta memperoleh data mengenai kondisi ran yang dimanfaatkan oleh warga. Setelah survei dilakukan, tahap adalah merancang prototipe alat pengolahan air sederhana yang dengan kebutuhan dan kondisi lapangan. Pengumpulan data dengan survei secara langsung di lapangan selama proses karbon aktif, pengambilan sampel dan pengujian di laboratorium.



2. Tahap Perancangan Alat

Dilakukan dengan tujuan untuk menentukan desain alat yang tepat untuk pengolahan air sadah secara otomatis. Hasil kajian dari survey yang telah dilakukan digunakan untuk menentukan desain alat tersebut sehingga benar-benar dapat menjadi solusi dalam pengolahan air sadah. Berdasarkan pengkajian, otomatisasi pengolahan air sadah memerlukan mikrokontroler sebagai sistem elektronik pengontrolan pengolahan air sadah secara otomatis. Perancangan alat pengolahan air sadah terdiri dari 3 bagian, yaitu bagian tandon pengendapan air sadah, bagian pipa filter air, dan bagian tangki air. Keseluruhan bagian dirangkai menjadi sebuah sistem yang saling terhubung.

3. Pembuatan Model Perangkat

Tahapan pembuatan model perangkat merupakan kelanjutan dari proses perancangan alat yang telah disesuaikan dengan desain yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam implementasinya, pengolahan air sadah secara otomatis membutuhkan sejumlah komponen alat dan bahan sebagai pendukung utama:

1. Bahan

Air Aquades, larutan NaOH, larutan KOH, kertas, kayu kesambi, abu sekam padi, biji kelor, arang kayu, daun-daun kering, dan spons

2. Alat

Tandon 250 liter, tangki air 50 liter, pompa air, housing tabung filter nanotech 10 inch (panjang = 25 cm, lebar = 6 cm), pipa PVC ¼ inch, pipa PVC ½ inch, kran air ½ inch, ayakan, botol sampel 500 mL, gergaji, kain kasa, karung, korek api, saringan lubang, dan meteran

3. Langkah-langkah Proses Pembuatan Karbon Aktif

- Kayu kesambi dibersihkan dari kotoran yang menempel.
- Kayu kesambi dijemur dibawah terik matahari untuk mengurangi kandungan airnya.
- Kayu kesambi dimasukkan kedalam drum untuk dilakukan pembakaran secara tertutup hanya ada ventilasi udara untuk keluarnya asap. Pada proses pembakaran juga dimasukkan kertas dan daun-daun kering untuk mempermudah proses pembakaran.
- Arang kayu kesambi dikeluarkan dari drum pembakaran.
- Arang kayu kesambi diayak dengan menggunakan ayakan untuk memisahkan arang dan abu.
- Arang kayu kesambi dihancurkan menggunakan alu
- Arang kayu kesambi direndam dengan menggunakan larutan NaOH konsentrasi 1 M, dengan perbandingan arang aktif berbanding larutan KOH 1: 2 selama 24 jam.



ipuran disaring dan dicuci menggunakan akuades hingga netral dan ucian tidak berwarna.

ig aktif dijemur dibawah sinar matahari hingga kering.

-langkah Pengambilan Sampel

l sampel dicuci dengan detergent dan dibilas hingga bersih.

l sampel dicuci dengan air sampel sebanyak 3 kali menggunakan sampel.

- c) Botol sampel di isi penuh menggunakan air sampel dan ditutup serta diberi label.
- 5. Langkah-langkah Proses Filtrasi
 - a) Dilakukan pengaturan kran air filtrasi agar kecepatan alirannya 1 L/Menit
 - b) Air sampel dimasukkan kedalam alat filtrasi dengan perbandingan setiap volume air sampel sama
 - c) Dialirkan air pada kran pertama
 - d) Botol sampel dibilas sebanyak 3x menggunakan air sampel
 - e) Botol sampel diisi dengan menggunakan air sampel hingga penuh kemudian ditutup rapat dan diberi label
 - f) Diisi pipa filtrasi eksperimen dengan karbon aktif dengan ketebalan 20 cm, abu sekam padi dengan ketebalan 20 cm, dan spons dengan ketebalan 20 cm.
 - g) Diisi pipa filtrasi kontrol dengan biji kelor dengan ketebalan 20 cm, arang kayu dengan ketebalan 20 cm, dan spons dengan ketebalan 20 cm.
 - h) Dibuka kran air pada tangki air pertama (filtrasi eksperimen).
 - i) Botol sampel dibilas sebanyak 3x menggunakan air sampel
 - j) Botol sampel diisi dengan menggunakan air sampel kelompok eksperimen hingga penuh kemudian ditutup rapat dan diberi label.
 - k) Dibuka kran air pada tangki air kedua (filtrasi kontrol).
 - l) Botol sampel dibilas sebanyak 3x menggunakan air sampel
 - m) Botol sampel diisi dengan menggunakan air sampel kelompok kontrol hingga penuh kemudian ditutup rapat dan diberi label.
 - n) Sampel dibawa ke laboratorium untuk diperiksa.
- 6. Langkah-langkah Pemeriksaan Besi
 - a) Disediakan 2 tabung nessler, masing-masing di isi 50 ml sampel air dan aquadest.
 - b) Masing-masing tabung ditambahkan 2,5 ml H_2SO_4 4N ditambah 2 – 3 tetes $KMnO_4$ 0,1 N sampai berwarna merah muda stabil.
 - c) Masing-masing tabung ditambahkan 2,5 ml NH_4SCN 20%. dicampur sampai berwarna merah coklat.
 - d) Diamati perubahan warna, dan dibandingkan dengan standar pembanding, bila positif mengandung besi akan berwarna coklat.
 - e) Kemudian tabung pembanding ditambah larutan standar besi sampai sama dengan tabung sampel air.
 - f) Dicatat jumlah standar yang digunakan.



Langkah-langkah Pengukuran Kesadahan Total
 1. Dalam Erlenmeyer 250 ml dituangkan sampel sebanyak 50 ml
 2. Ditambahkan 1 ml buffer sadah/ammonia
 3. Ditambahkan sepucuk sendok EBT, dan dikocok hingga menjadi merah
 4. Dititrasi dengan larutan EDTA 0,01 N sampai berubah warna menjadi tua

- e) dicatat hasil titrasi.
8. Langkah-langkah Pengukuran Kalsium dan Magnesium
- disiapkan 50 ml sampel air masukkan kedalam Erlenmeyer
 - ditambahkan 1 ml NaOH 1 N untuk mendapatkan pH 12 – 13
 - ditambahkan sepucuk sendok Murexide, terjadi perubahan warna menjadi merah muda.
 - dititrasi dengan larutan EDTA 0,01 N sampai berubah warna menjadi warna violet.
 - dicatat hasil titrasi.
9. Perhitungan Kalsium

Kesadahan total dan magnesium dalam contoh uji dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

a) Kesadahan total (mg CaCO₃/L) =
$$\frac{1000}{V_{C.u.}} \times V_{EDTA(a)} \times M_{EDTA} \times 100$$

b) Kadar Kalsium (mg/L) =
$$\frac{1000}{V_{C.u.}} \times V_{EDTA(b)} \times M_{EDTA} \times 40$$

c) Kadar Magnesium (mg/L) =
$$\frac{1000}{V_{C.u.}} \times [V_{EDTA(b)} \times M_{EDTA(b)}] \times M_{EDTA} \times 24,3$$

Sumber : SNI-06-6989.12-2004 dalam (Dwiasi et al., 2018)

Keterangan :

$V_{C.u}$: Volume Larutan Uji (mL)

V_{EDTA} : Volume rata-rata larutan baku Na₂EDTA untuk titrasi kesadahan total (mL)

M_{EDTA} : Molaritas larutan baku Na₂EDTA untuk titrasi (mmol/mL)

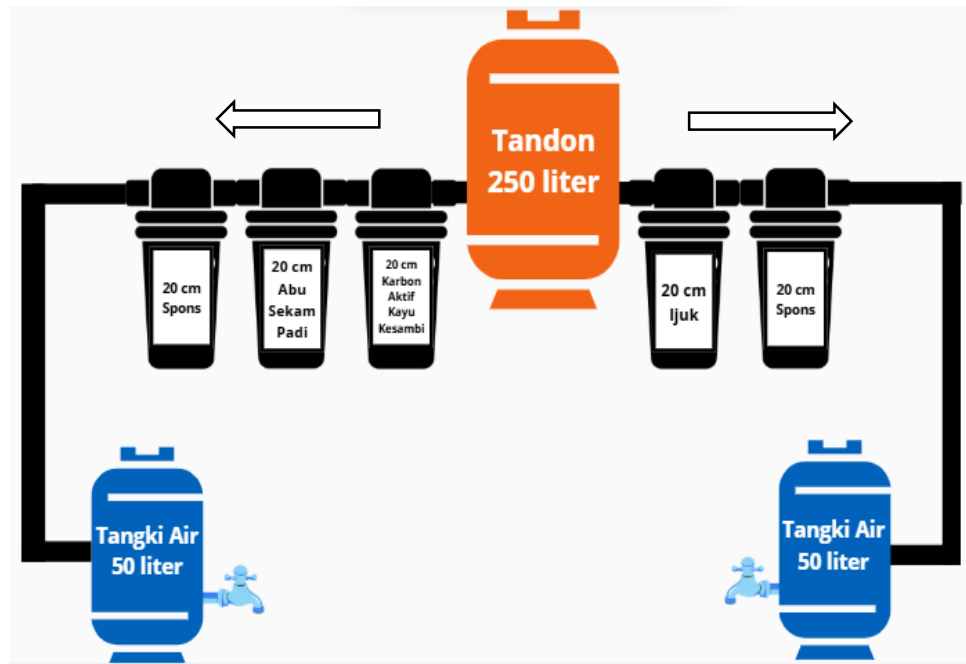
$V_{EDTA(b)}$: Volume rata-rata larutan baku Na₂EDTA untuk titrasi kalsium (mL).

10. Perhitungan persentasi efektivitas filtrasi dilakukan dengan rumus :

$$\text{Persentase Efektivitas Filtrasi} = \frac{\text{Kadar Awal} - \text{Kadar Akhir}}{\text{Kadar Awal}} \times 100\%$$

Sumber : (Dwiasi et al., 2018)





Gambar 2. 3 Desain Alat TTG Modifikasi (Silitonga et al., 2020)

Gambar 2.3 menunjukkan bahwa gambaran desain model alat yang digunakan dalam penelitian ini. Tandon berukuran 250 liter sebagai penampung air utama sebelum air melalui filtrasi, kemudian aliran air diatur sebanyak 1L/menit mengalir ke media filter eksperimen dan kontrol. Media filter eksperimen menggunakan karbon aktif kayu kesambi 20 cm, abu sekam padi 20 cm, dan spons 20 cm. Media filter kontrol menggunakan 20 cm ijuk dan 20 cm spons. Tangki air berukuran 50 liter sebagai penampung tahap akhir setelah air melalui proses filtrasi.

Pengukuran sampel air masing-masing dilakukan pengulangan 3 kali (*triplo*). Hal ini dilakukan untuk memastikan konsistensi hasil, mengurangi bias analisis, serta dapat digunakan dalam analisis statistik, misalnya uji signifikansi.

2.7 Pengolahan Data dan Analisis Data

1. Pengolahan data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis dengan menggunakan aplikasi *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). Proses pengolahan data mencakup beberapa tahapan sebagai berikut.

a. *Editing* (Pemeriksaan data)

Tahap ini bertujuan untuk menilai kelengkapan, konsistensi, serta kesesuaian data yang dibutuhkan dalam pengujian hipotesis atau menjawab rumusan an. Pemeriksaan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS (*luct and Service Solutions*) guna memastikan integritas data lebih lanjut.



kan Data) merupakan tahapan di mana data yang telah dikodekan dimasukkan gkat lunak pengolah data. Setelah semua kuesioner dan lembar

observasi terisi secara lengkap dan benar, data tersebut dikonversi ke dalam bentuk digital dan diproses menggunakan program SPSS untuk menghasilkan output analisis yang dibutuhkan.

c. *Tabulating* (Mentabulasi)

Pada tahap ini, data yang telah dimasukkan disusun ke dalam tabel, baik dalam bentuk tabel data mentah maupun tabel yang dirancang khusus untuk keperluan analisis tertentu. Proses ini memudahkan dalam membaca, menginterpretasi, dan mengolah data secara sistematis.

d. *Cleaning* (Pembersihan Data)

Cleaning merupakan proses verifikasi ulang terhadap data yang telah di-*entry*, untuk mendeteksi kemungkinan kesalahan input, ketidaksesuaian, atau data yang belum lengkap. Jika ditemukan ketidaksesuaian, maka dilakukan koreksi guna memastikan validitas dan reliabilitas data sebelum analisis akhir dilakukan.

2. Analisis data

a. Analisis Univariat

Analisis univariat diterapkan pada masing-masing variabel hasil penelitian dengan memanfaatkan tabel distribusi frekuensi, yang bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai pola distribusi frekuensi dari setiap variabel. Dalam konteks penelitian ini, analisis univariat berperan penting dalam menyajikan deskripsi rinci terhadap seluruh variabel yang diteliti, sehingga karakteristik masing-masing variabel dapat diidentifikasi secara sistematis.

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan hasil dari air sadah (*hard water*) yang keluar dari alat filtrasi yaitu CaCO_3 , Ca, Mg, dan Fe yang disajikan dalam bentuk tabel.

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan pada kedua variabel untuk mengetahui perbandingan media filter eksperimen dan kontrol dalam menurunkan setiap parameter yang diuji yaitu CaCO_3 , Ca, Mg, dan Fe menggunakan uji Wilcoxon yang akan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

Uji Wilcoxon merupakan metode statistik non-parametrik yang digunakan untuk mengevaluasi perbedaan antara dua kelompok sampel independen dengan tujuan mengidentifikasi adanya perbedaan yang signifikan pada nilai median masing-masing kelompok. Uji ini berperan sebagai alternatif dari uji-t independen ketika data tidak memenuhi asumsi distribusi normal (Palupi & Prasetya, 2022).

2.8 Penyajian Data

Hasil penelitian terkait kelompok filtrasi eksperimen dan kontrol terhadap penurunan kesadahan pada proses filtrasi air disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik yang disertai dengan interpretasi data.



Optimized using
trial version
www.balesio.com

dilaksanakan atas persetujuan dari komisi etik penelitian Fakultas at Universitas Hasanuddin Kota Makassar dan dilanjutkan izin pada terkair pemeriksaan yang akan dilaksanakan, dalam hal ini pada laboratorium. Data dan informasi yang terkumpul hanya erluan penelitian.