

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, dunia mengalami berbagai permasalahan pencemaran lingkungan akibat aktivitas manusia yang berlebihan. Ledakan populasi dunia telah meningkatkan jumlah pencemaran air. Oleh karena itu, kuantitas dan kualitas limbah yang dihasilkan dan dibuang ke sumber air alami perlu dipertimbangkan, dengan menekankan perlunya strategi yang berbeda untuk mengatasi masalah kualitas air di berbagai wilayah. Pencemaran air merupakan masalah besar global dan secara umum dapat dibagi menjadi tiga kategori besar, yaitu pencemaran senyawa organik, senyawa anorganik, dan pencemaran mikroba. Penyebab utama pencemaran air adalah modernisasi ekonomi, perkembangan industri yang pesat, perluasan kota dan pertumbuhan penduduk yang luar biasa (Ojha dkk., 2021).

Saat ini, dunia memasuki fase baru dalam era biologi, di mana terjadi pergeseran arah global dari dominasi teknologi fisika dan kimia menuju pendekatan yang mengutamakan pemanfaatan prinsip-prinsip biologi. Visi yang ingin dicapai oleh umat manusia adalah kemajuan teknologi yang sejalan dengan perkembangan informasi, yang terintegrasi dengan kesadaran akan pentingnya pelestarian dan pengelolaan lingkungan hidup secara berkelanjutan. Pergeseran ini mencerminkan transformasi menuju era baru yang dikenal sebagai “zaman biologis” yang mulai menggantikan dominasi “zaman fisik” (Naisbitt dan Abden, 1990). Perubahan ini didorong oleh fakta bahwa berbagai produk hasil aktivitas manusia telah terbukti menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem, bahkan berpotensi mengancam kelangsungan hidup manusia itu sendiri (Yang dkk., 2019).

Salah satu tantangan utama yang dihadapi manusia saat ini adalah menemukan solusi efektif untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan. Pencemaran telah menjadi isu global yang mengancam kelestarian kehidupan dan umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan domestik seperti mencuci, mandi, dan kegiatan rumah tangga lainnya menghasilkan limbah cair yang dikenal sebagai air limbah domestik (Afifa Maharani dkk., 2023).

Air limbah merupakan salah satu sumber utama pencemar lingkungan yang berasal dari berbagai aktivitas. Tchobanoglous (1991) mendefinisikan air limbah sebagai air buangan yang dihasilkan melalui beragam kegiatan manusia. Air limbah domestik secara khusus merujuk pada limbah cair yang berasal murni dari aktivitas harian manusia, tanpa keterlibatan proses industri. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/MENLHK/Setjen/KUM.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah diartikan sebagai sisa air dari suatu kegiatan atau usaha, sedangkan air

limbah domestik adalah air limbah yang bersumber dari aktivitas manusia sehari-hari yang berhubungan langsung dengan penggunaan air. Dalam konteks ini, jenis limbah yang akan diteliti secara spesifik adalah air limbah domestik (Fajarwati & Putri, 2022).

Menurut data yang diperoleh dari India, setiap tahun sekitar 50.000 miliar liter air limbah dihasilkan dari daerah perkotaan, baik dari industri maupun domestik. Di India, hanya sekitar 2,8% limbah cair domestik dan 60% limbah cair industri yang dapat diolah oleh infrastruktur pengolahan air limbah yang ada. Oleh karena itu, banyak limbah cair yang tidak diolah dan langsung dibuang ke sungai. Dampak dari limbah cair yang dibuang ke sungai dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan membahayakan kesehatan masyarakat yang menggunakan air sungai sebagai sumber air minum (Chairani, 2023).

Kawasan pesisir adalah tempat dimana ekosistem darat dan laut saling berhubungan dan dipengaruhi oleh perubahan daratan dan lautan. Wilayah-wilayah ini memiliki potensi sumber daya alam yang besar yang menarik banyak masyarakat untuk menetap di sekitarnya. Sekitar 60% dari 250 juta penduduk Indonesia tinggal di wilayah pesisir. Meningkatnya jumlah penduduk di daerah pesisir yang rentan menyebabkan peningkatan masalah lingkungan, terutama masalah kualitas air di sekitarnya. Hal ini sejalan dengan tingkat aktivitas manusia yang meningkat dalam kehidupan sehari-hari. Air bersih menjadi lebih penting seiring pertumbuhan populasi. Air bersih yang digunakan oleh manusia dalam kegiatan sehari-hari, seperti dapur rumah tangga dan MCK, berubah menjadi sisa buangan dan termasuk ke dalam limbah domestik. Apabila limbah domestik tidak diolah, kandungan polutan organik tinggi dan dapat membahayakan lingkungan (Prastiwi dan Rosariawari 2023).

Indonesia, sebagai negara kepulauan, memiliki total 17.504 pulau dengan panjang garis pantai mencapai 80.791 km. Di tengah kekayaan sumber daya kelautan tersebut, negara ini menghadapi berbagai permasalahan lingkungan, termasuk pencemaran dan kerusakan ekosistem, serta eksploitasi ilegal sumber daya laut oleh pihak asing yang belum sepenuhnya terkendali. Di samping itu, kemiskinan masih menjadi isu utama di kawasan pesisir. Masyarakat yang tinggal di pulau-pulau kecil dan terpencil umumnya menghadapi berbagai tantangan kesehatan, seperti keterbatasan akses terhadap air bersih, kurangnya asupan gizi yang memadai, serta terbatasnya layanan kesehatan publik, khususnya saat kondisi cuaca ekstrem seperti musim badai. Selain itu, kondisi permukiman yang padat dan tidak memenuhi standar kesehatan meningkatkan kerentanan terhadap penularan penyakit yang dibawa oleh vektor maupun agen infeksius lainnya (Marewa & Parinussa, 2020).

Pulau-pulau kecil diberbagai belahan dunia, memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap risiko penyakit khususnya penyakit akibat sanitasi buruk (Lumunon dkk., 2021). Seperti yang diketahui sering kali memiliki sumber air yang tidak memenuhi standar kualitas fisik, yang pada akhirnya meningkatkan potensi risiko kesehatan bagi penduduknya bahwa pulau kecil berpenghuni memiliki sumber air yang tidak memenuhi syarat kualitas fisik maka semakin besar pula

risiko yang dapat muncul di pulau-pulau kecil tersebut (Syamsir,2019). Dampak dari bertambah padatnya jumlah penduduk di pulau kecil juga meningkatnya limbah rumah tangga Masyarakat kepulauan cenderung memiliki sumber air yang tidak memenuhi syarat dan ketidakmampuan menjaga kebersihan. Hal ini menjadikan kepulauan sebagai wilayah yang rentan terhadap penyakit dan kematian akibat penyakit terkait sanitasi. Rendahnya ketersediaan air bersih dapat menjadi faktor risiko beberapa penyakit yang sering terjadi, mulai dari sakit perut biasa, diare, tifus, cacingan, disentri, hingga infeksi saluran kemih (Birawida dkk., 2021).

Diare merupakan kondisi Ketika seseorang mengalami buang air besar sebanyak tiga kali atau lebih dalam sehari selama 14 hari atau kurang, adalah salah satu infeksi paling umum yang menyerang manusia. Diare menyebabkan sekitar 2,81% dari total kematian di seluruh dunia, sekitar 79 kematian (0,24% dari total kematian) terjadi di Lebanon pada tahun 2017 akibat penyakit diare (Ahmed dkk., 2020).

Pada tahun 2017, Pakistan melaporkan 2,5 juta kematian akibat diare. Dari jumlah tersebut, 50% penyakit dan 40% kematian disebabkan oleh konsumsi air yang terkontaminasi air di negara ini tercemar oleh berbagai polutan seperti buangan limbah rumah tangga, kotoran, mikroba, racun logam, dan limbah industri. Kondisi sanitasi air yang buruk menyebabkan kerugian ekonomi yang besar, diperkirakan mencapai 343,7 miliar PKR (1,5 miliar USD) pada tahun 2019.(Qamar dkk., 2022).

Angka kejadian diare di Indonesia masih tergolong tinggi. Berdasarkan data Profil Kesehatan Indonesia tahun 2017, tercatat sebanyak 7.077.299 kasus diare. (Birawida dkk., 2020). Di Provinsi Sulawesi Selatan, jumlah kasus diare yang tercatat pada tahun 2019 mencapai sekitar 236.094 kasus, dengan 196.958 kasus (62,24%) yang berhasil ditangani. Kota Makassar tercatat sebagai wilayah dengan jumlah kasus tertinggi (Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, 2020). Dari total populasi Sulawesi Selatan sebanyak 9.145.143 jiwa, sebanyak 19.592 kasus diare dilaporkan pada tahun tersebut (Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, 2020).

Pulau Barrang Lompo yang dalam Bahasa Makassar berarti "besar" dan kerap disingkat menjadi Barlom merupakan salah satu dari dua belas pulau dan gusung yang berada di wilayah pesisir Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Secara administratif, pulau ini termasuk dalam wilayah Kecamatan Kepulauan Sangkarrang. Lokasinya berjarak sekitar 11 km dari daratan utama, yang dapat ditempuh dalam waktu 45 hingga 60 menit perjalanan laut menggunakan kapal cepat maupun kapal komersial berukuran sedang. Meskipun luasnya hanya sekitar 0,49 km², pulau ini dihuni oleh 5.227 jiwa, menghasilkan tingkat kepadatan penduduk yang sangat tinggi, yakni sekitar 10.130 jiwa/km². Selain menjadi pulau dengan kepadatan penduduk tertinggi di kawasan tersebut, Barrang Lompo juga menunjukkan aktivitas ekonomi dan sosial yang sangat intensif, yang berdampak pada tingginya volume produksi sampah di wilayah ini (Sutopo dkk., 2022).

Limbah domestik di daerah kepulauan memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan limbah domestik di perkotaan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan akses ke sistem pengolahan limbah besar dan kurangnya sumber daya seperti air tawar. Tantangan ini mengharuskan penggunaan solusi pengolahan limbah yang lebih kecil dan terdesentralisasi sebagai pilihan utama. Sementara itu, infrastruktur pengolahan limbah di perkotaan biasanya lebih canggih dan efisien. Perbedaan ini penting untuk dipertimbangkan dalam pengembangan strategi pengelolaan limbah domestik yang sesuai dengan kondisi geografis dan sumber daya yang ada di masing-masing wilayah atau daerah (Samosir dkk., 2022).

Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi tingginya kadar polutan dalam air limbah adalah melalui proses pengolahan secara biologis. Pengolahan ini melibatkan pemanfaatan mikroorganisme, khususnya bakteri, yang berperan dalam menguraikan senyawa-senyawa kompleks dan sulit terdegradasi yang terdapat dalam air limbah. Selain berfungsi sebagai agen pengurai, mikroorganisme tersebut juga menggunakan senyawa-senyawa organik tersebut sebagai sumber nutrisi untuk menunjang pertumbuhannya. Pendekatan biologis ini dianggap lebih ramah lingkungan serta efisien dari segi biaya operasional dibandingkan metode lainnya (Islamy, 2022).

Dalam bidang bioteknologi lingkungan, Penerapan proses biologis untuk mengatasi pencemaran dikenal dengan istilah bioremediasi. Bioremediasi merupakan suatu mekanisme pemulihan lingkungan yang melibatkan aktivitas biologis untuk menguraikan atau menghilangkan polutan. Proses ini dapat diterapkan pada berbagai media lingkungan, baik di kawasan perairan, daratan (terestrial), maupun kombinasi keduanya (Rosanti dkk., 2020).

Teknik bioremediasi merupakan suatu pendekatan biologis dengan memanfaatkan aktivitas bakteri dalam merombak bahan organik yang terdapat dalam limbah cair. Pemberian bakteri pengurai limbah dapat menentukan laju proses dekomposisi, sehingga diperlukan konsentrasi yang tepat untuk membantu efektivitas proses dekomposisi. Dengan memanfaatkan bakteri yang ada di dalam limbah cair diharapkan bakteri ini lebih efektif untuk menurunkan kadar polutan yang ada pada limbah, sehingga limbah cair aman dan tidak mencemari lingkungan ketika dibuang ke lingkungan perairan (Suprayitno dkk. 2024.)

Salah satu pendekatan dalam mengatasi masalah ini adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme, khususnya bakteri *indigenous*. Bakteri *indigenous* memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan lokal dan dapat berperan dalam proses biodegradasi bahan pencemar. Bakteri *indigenous* memiliki banyak manfaat dalam menangani lingkungan yang terkontaminasi. Bakteri dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi seperti pH, salinitas, dan suhu yang dimana dapat efektif untuk mengolah air limbah serta memanfaatkan kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi atau menghilangkan polutan lingkungan. (Pinheiro dkk., 2022).

Mikroorganisme dimanfaatkan dalam pengolahan limbah karena kemampuannya dalam menggunakan senyawa organik sebagai sumber energi dan nutrisi untuk mendukung pertumbuhan serta aktivitas metabolisme. Proses biokonversi senyawa tersebut mencerminkan perubahan karakter dari zat yang awalnya bersifat toksik menjadi tidak berbahaya bagi lingkungan, yang ditunjukkan melalui penurunan konsentrasi polutan. Oleh karena itu, sebelum menerapkan teknologi bioremediasi untuk pengolahan limbah cair, penting untuk menentukan terlebih dahulu konsentrasi mikroorganisme yang paling optimal dalam menangani volume limbah tertentu secara efektif (Lakhani dkk., 2022).

Parameter yang digunakan untuk menganalisis kualitas limbah domestik merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik. Parameter tersebut mencakup analisis pH, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), amonia (NH_3), minyak dan lemak, serta total koliform. Seluruh parameter ini merupakan indikator utama yang secara umum digunakan untuk menilai kualitas limbah domestik yang telah melalui proses pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), guna menentukan kelayakannya untuk dibuang ke badan air seperti sungai, danau, atau laut (Sulistia & Septisya, 2020).

Total Suspended Solid (TSS) atau padatan tersuspensi merujuk pada partikel yang tertahan oleh saringan mikro berpori $0,45 \mu\text{m}$ dan berukuran lebih besar dari 1 mikrometer. Komponen utama TSS meliputi lanau, pasir halus, serta mikroorganisme. Salah satu sumber utama TSS di perairan adalah erosi tanah atau material permukaan tanah yang terbawa langsung ke badan air. Konsentrasi TSS yang tinggi dapat mengganggu penetrasi cahaya matahari ke dalam air, sehingga menghambat proses fotosintesis. Selain bakteri dan alga yang menyumbang sebagian kecil dari TSS, sebagian besar berasal dari partikel anorganik seperti kerikil, pasir, lanau, tanah liat, dan fitoplankton. Peningkatan kadar TSS dapat menurunkan intensitas cahaya yang mencapai dasar perairan, menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut, dan berujung pada terganggunya keseimbangan ekosistem akuatik. Dampak lainnya adalah akumulasi endapan lumpur yang mempercepat pendangkalan sungai dan menghambat kelancaran aliran air (Florensi Alya & Haryanto, 2022).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan melalui Keputusan Nomor 68 Tahun 2016, ambang batas konsentrasi maksimum minyak dan lemak dalam air limbah domestik ditetapkan sebesar 5 mg/L. Kadar minyak dan lemak yang berlebihan dalam badan air permukaan dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut. Hal ini terjadi karena oksigen dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk proses degradasi senyawa tersebut. Selain itu, sifat minyak dan lemak yang tidak mudah larut dalam air menyebabkan pembentukan lapisan di permukaan, yang secara fisik menghambat difusi oksigen ke dalam air. Penurunan oksigen terlarut ini pada akhirnya dapat mengganggu keseimbangan dan kelangsungan ekosistem akuatik di lingkungan perairan tersebut. (Wikaningrum & Pratamadina, 2022).

Minyak dan lemak merupakan salah satu jenis polutan yang berasal dari limbah domestik, terutama dari aktivitas dapur rumah tangga, restoran, maupun tempat usaha kuliner lainnya. Senyawa ini merupakan residu atau produk sampingan dari proses pengolahan makanan. Saat mencuci peralatan memasak, minyak dan lemak akan terbawa bersama aliran air limbah dapur. Keberadaan minyak dan lemak dalam sistem pembuangan dapat menimbulkan berbagai dampak lingkungan, seperti penyumbatan saluran drainase akibat penggumpalan, yang pada akhirnya menyebabkan luapan air limbah. Selain itu, akumulasi minyak dan lemak juga berpotensi menimbulkan bau tidak sedap serta menjadi sumber yang menarik bagi kehadiran hama (Wikaningrum & Pratamadina, 2022).

Pseudomonas berpengaruh signifikan dalam menurunkan berbagai parameter kualitas air limbah, termasuk pH, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*), serta minyak dan lemak. Melalui proses biodegradasi, bakteri ini mampu menguraikan senyawa organik yang terkandung dalam limbah, yang berkontribusi pada penurunan nilai BOD. Dengan mengurangi jumlah bahan organik yang terlarut, genus *pseudomonas* dikenal sebagai salah satu bakteri yang memiliki kemampuan luar biasa dalam mendegradasi senyawa organik, *pseudomonas* bersifat anaerobik hingga aerobik, dan mampu memanfaatkan berbagai substrat. *Pseudomonas* juga membantu meningkatkan kualitas air limbah dan mengurangi beban pencemaran yang dihasilkan (Romayanto, 2006).

Selain itu, *pseudomonas* juga berperan dalam menurunkan TSS dengan menguraikan padatan tersuspensi yang berasal dari bahan organik. Proses ini tidak hanya mengurangi TSS tetapi juga meningkatkan transparansi air limbah. Dalam hal ini minyak dan lemak, bakteri ini menghasilkan enzim lipase yang dapat memecah trigliserida menjadi asam lemak bebas, sehingga mengurangi kadar minyak dan lemak dalam limbah (Romayanto, 2006).

Biodegradasi dapat menjadi salah satu cara yang efektif untuk mengatasi *pseudomonas* juga berperan dalam menurunkan TSS dengan menguraikan padatan tersuspensi yang berasal dari bahan organik. Proses ini tidak hanya mengurangi TSS tetapi juga meningkatkan transparansi air limbah. Dalam hal minyak dan lemak, bakteri ini menghasilkan enzim lipase yang dapat memecah trigliserida menjadi asam lemak bebas, sehingga mengurangi kadar minyak dan lemak dalam limbah (Kawuri & Darmayasa, 2022).

Penelitian yang dilakukan Syah (2017) menunjukkan bahwa *pseudomonas aeruginosa* memiliki potensi besar dalam mendegradasi limbah cair, terbukti dari penurunan kadar limbah setelah aplikasi isolat. Sementara itu, Kawuri dan Darmayasa (2022) menemukan tiga strain bakteri pendegradasi minyak dan lemak, yaitu *bacillus licheniformis*, *bacillus. coagulans*, dan *pseudomonas diminuta*. Konsorsium ketiganya mampu meningkatkan jumlah bakteri hingga 816×10^5 CFU/mL dan menunjukkan kemampuan degradasi yang tinggi secara sinergistik. Temuan ini berpotensi diaplikasikan sebagai starter dalam pengolahan limbah minyak dan lemak domestik.

Penelitian Marhadi dkk. (2023) menunjukkan bahwa pengolahan limbah domestik menggunakan fotokatalis titanium dioksida efektif menurunkan polutan. Nilai pH meningkat sebesar 22,8% menuju normal (6,57) pada waktu kontak 210 menit dengan 2,5 gram katalis. TSS menurun dari 157 mg/L menjadi 94 mg/L, sedangkan COD turun sebesar 31% menjadi 2861 mg/L. Suprayitno et al. (2024) melaporkan bahwa kadar TSS awal pada limbah cair tahu mencapai 1590 mg/L, melebihi baku mutu menurut Permen LH No. 5 Tahun 2014. Setelah diberi perlakuan bakteri selulolitik, TSS menurun signifikan, terutama pada konsentrasi 15% dengan inkubasi 30 hari, hingga mencapai 120 mg/L. Penurunan ini disebabkan oleh kemampuan mikroorganisme memanfaatkan bahan organik dalam limbah sebagai sumber nutrisi selama fase pertumbuhannya.

Hasil penelitian Maghfiratin Banin Marta et al. (2021) menunjukkan bahwa kombinasi bakteri *acinetobacter baumannii*, *bacillus megaterium*, *nitrococcus sp.*, dan *pseudomonas putida* berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter kualitas air limbah. Nilai pH meningkat seiring waktu, dan hasil akhir telah memenuhi baku mutu limbah cair pembekuan ikan sesuai Permen LH No. 5 Tahun 2014. Kombinasi bakteri terbaik diperoleh dari *bacillus sp.* dengan TSS 63,85 mg/L, amonia 1,02 mg/L, minyak dan lemak 1,95 mg/L, BOD 20,05 mg/L, dan COD 79,95 mg/L.

Berdasarkan survei awal yang telah dilakukan diketahui bahwa Kelurahan Barrang Lompo merupakan salah satu pulau dari 2 pulau di makassar yang telah memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Namun peneliti menemukan bahwa masyarakat kepulauan Barrang Lompo kurang memperhatikan pengelolaan air limbah domestik yang dimana dari hasil wawancara beberapa warga sekitar bahwa sudah banyak IPAL komunal yang tidak beroperasi lagi dan mengakibatkan meluapnya air limbah dari dalam IPAL. Serta peneliti menemukan bahwa beberapa rumah yang masih membuang air limbah hasil kegiatan rumah tangga langsung ke perkarangan rumah, terlihat pada beberapa halaman rumah warga terdapat genangan yang berasal dari air limbah tersebut dan juga beberapa warga yang rumahnya terletak tepat di pinggir laut langsung mengalirkan air limbah rumah tangganya ke laut. Pembuangan air limbah ke laut tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu menyebabkan pencemaran terhadap laut. Pengelolaan limbah cair rumah tangga perlu dilakukan untuk meminimalisir terjadinya pencemaran yang lebih berkelanjutan di Pulau Barrang Lompo.

Berdasarkan uraian tersebut serta didukung oleh beberapa literatur terkait, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian terdahulu masih terpusat pada pengolahan air limbah industri, termasuk limbah tekstil dan limbah yang mengandung logam berat. Penggunaan bakteri sebagai agen biologis dalam pengolahan air limbah domestik, terutama yang berasal dari wilayah kepulauan, masih sangat terbatas dan belum banyak dikaji secara mendalam. Kondisi ini menunjukkan bahwa peneliti ingin melakukan penelitian mengenai efektivitas *pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan TSS dan minyak lemak pada air limbah domestik di pulau Barrang Lompo.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka didapatkan rumusan masalah yang akan diteliti yaitu “Bagaimanakah efektivitas bakteri *pseudomonas* sp. dalam menurunkan kadar TSS dan minyak lemak pada air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo?”

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan umum dan tujuan khusus pada penelitian ini yaitu:

2. Tujuan Umum

Untuk mengetahui efektivitas *pseudomonas* sp. dalam mendegradasi TSS dan minyak lemak pada air limbah domestik pulau Barrang Lompo.

3. Tujuan Khusus

- Mengisolasi dan mengidentifikasi genus *pseudomonas* sp. dari sampel air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo.
- Menganalisis kadar awal *Total Suspended Solids* (TSS) dan Minyak Lemak pada air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo.
- Menganalisis efektivitas isolat *pseudomonas aeruginosa* dalam mendegradasi TSS berdasarkan konsentrasi bakteri dan waktu inkubasi pada air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai sejauh mana efektivitas bakteri *pseudomonas* sp. dalam menurunkan kadar TSS dan minyak lemak pada air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo, serta berpotensi menjadi acuan atau referensi bagi penelitian-penelitian berikutnya di bidang serupa.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan untuk memperluas pengetahuan dan menambah pengalaman bagi para pembaca. Selain itu, penelitian ini juga merupakan salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan studi pada Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin.

3. Manfaat Untuk Penulis

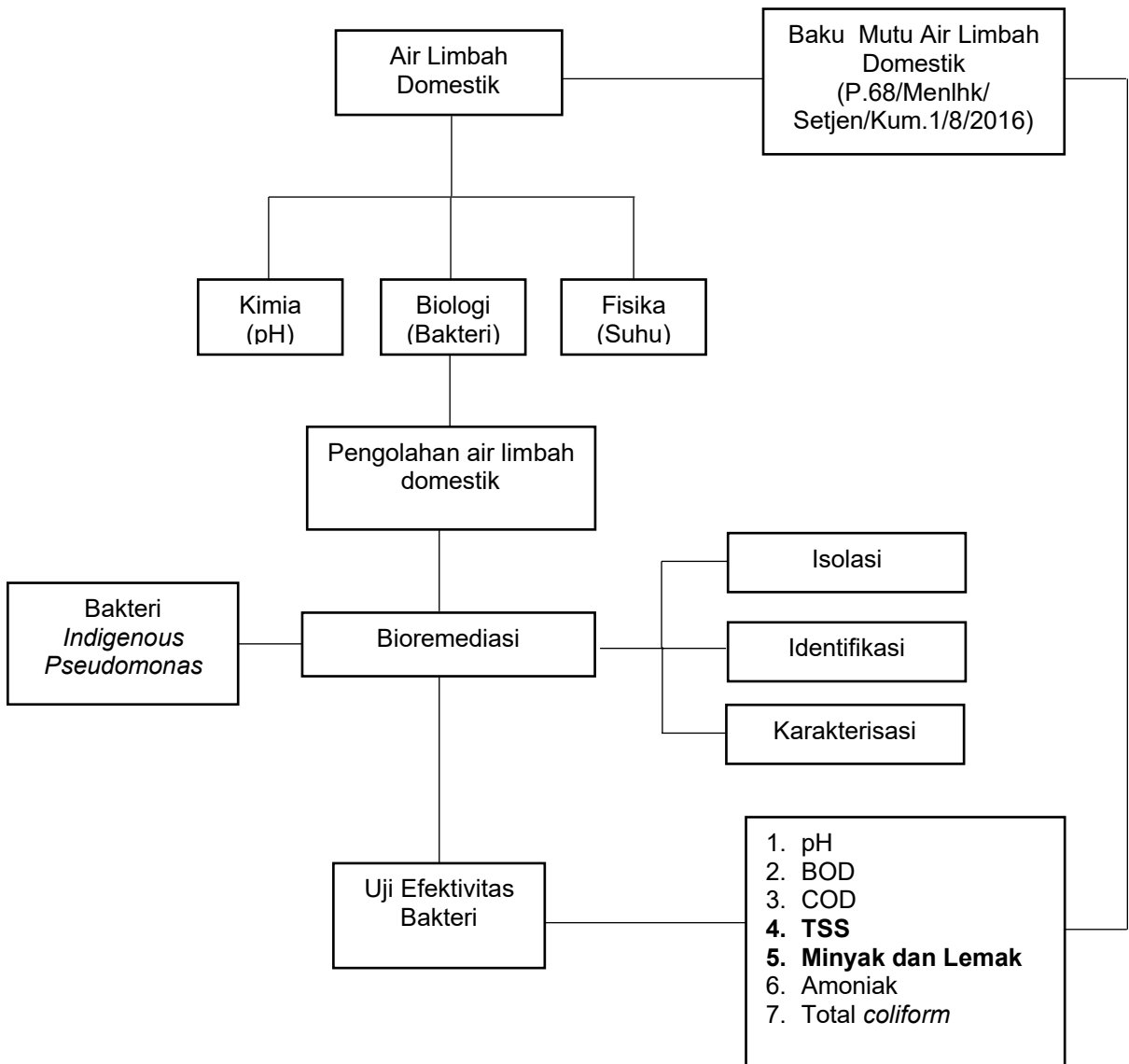
Penelitian ini memberikan pengalaman yang berharga bagi peneliti dalam menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama masa studi, serta memperluas pengetahuan terkait pengolahan air limbah domestik.

4. Manfaat untuk masyarakat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai penggunaan bakteri sebagai agen bioremediasi dalam pengolahan air limbah domestik di Pulau Barrang Lompo, Kota Makassar.

1.5 Kerangka Teori

Berikut ini adalah bagan kerangka teori yang menjadi acuan dalam penelitian ini:

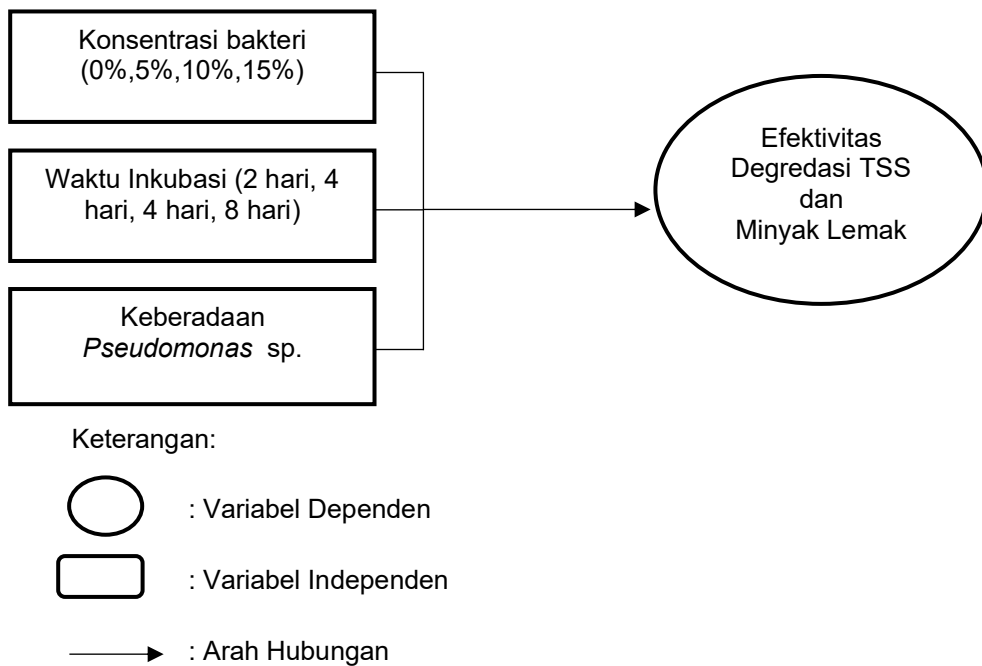


Gambar 1. 1 Kerangka Teori Penelitian

(Sumber : kholif 2020, Nursila 2021, Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, 2016, waluyo 2018)

1.6 Kerangka Konsep

Kerangka konsep ini mencakup variabel independen dan variabel dependen. Hubungan antara kedua variabel tersebut diilustrasikan melalui diagram pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. 2 Kerangka Konsep Penelitian

1.7 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 1. 1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Kriteria Objektif	Skala Pengukuran
1	TSS	Jumlah residu terlarut yang terdapat pada air limbah cair domestik	• Memenuhi syarat, jika tidak melebihi baku mutu air limbah domestik < 30 mg/L • Tidak memenuhi syarat, jika melebihi baku mutu air limbah domestik > 30 mg/L	Nominal
2	Minyak dan Lemak	Komponen lemak dan minyak dalam air limbah yang dapat mencemari lingkungan perairan	• Memenuhi syarat, jika tidak melebihi baku mutu air limbah domestik < 5 mg/L • Tidak memenuhi syarat, jika melebihi baku mutu air limbah domestik > 5 mg/L	Nominal
4	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> merupakan bakteri berbentuk batang, berwarna hijau, bersifat aerob obligat	• Positif, jika sesuai dengan karakteristik <i>pseudomonas aeruginosa</i> • Negatif, jika tidak sesuai dengan <i>pseudomonas aeruginosa</i>	Rasio
3	Efektifitas <i>pseudomonas aeruginosa</i> dalam mendegradasi TSS	Kemampuan <i>pseudomonas aeruginosa</i> dalam mendegradasi TSS air limbah domestik berdasarkan konsentrasi bakteri 0%, 5%, 10%, 15% dan waktu inkubasi 2 hari, 4 hari, 6 hari, 8 hari		

1.8 Tabel Sintesa

Tabel 1. 2 Studi Penelitian Terdahulu yang Relevan dengan Penelitian

No	Judul	Penulis	Metode	Hasil
1	Potensi Bakteri Sebagai Biodegradasi Lemak Dan Minyak Pada Lingkungan Yang Tercemar Limbah Domestik	Kawuri, Retno, and Darmayasa IBG. (2022)	Metode Eksperimen skala laboratorium	Tiga strain bakteri (<i>B. licheniformis</i> , <i>B. coagulan</i> , <i>P. diminuta</i>) bekerja sinergis mendegradasi minyak dan lemak.
2	Pengaruh Bakteri Indigenous Dalam Degradasi Senyawa Fisika Kimia Limbah Batik Dan Tekstil	Ariadi, H., Linayati, L., & Mardiana, T. Y. (2022)	Desain eksperimental skala laboratorium	Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri indegenious dapat menurunkan parameter kimia air yang.
3	Isolasi Dan Uji Kemampuan Bakteri Indigenus Dalam Perbaikan Kualitas Limbah Domestik	Leonardo, A., & Yulianti, L. I. M. 2018	Metode Eksperimen skala laboratorium	Tiga bakteri dominan (<i>Bacillus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Pseudomonas</i>); formula campuran menurunkan lemak 68,75%, BOD 37,05%, dan TSS 76,09%
4	Efektivitas Bioaugmentasi dengan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> pada Tanah Tercemar Minyak Bumi	Perwira dkk., (2021)	Desain eksperimen laboratorium	Bioaugmentasi <i>P. aeruginosa</i> menurunkan pencemar minyak bumi hingga 48,69%
5	<i>Domestic Waste Water Bioremediation By Consortium Of Bacteria</i>	Safitri Ratu Bambang Priadie , & Anindhita Hawadish (2015)	metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 2 faktor dan diulang sebanyak 3 kali.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioremediasi dengan konsorsium <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Nitrosomonas</i> , <i>Bacillus circulans</i> dan <i>pseudomonas</i> efektif menurunkan kadar TSS sebesar 77,1%.
6	Pengaruh Pemberian Biosurfaktan Asal <i>pseudomonas</i> sp. Dengan Media Limbah Minyak Goreng Terhadap Kadar <i>Total Suspended Solids</i> (TSS) Dan Lemak Pada	Dano Ibnul Rifa'i, Masdiana C. Padaga, Dyah Ayu Oktavanie (2014)	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain eksperimental skala laboratorium	Biosurfaktan menurunkan TSS 0,013% dan lemak 0,025%; efektif dari limbah minyak goreng 30%.

	Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA) Tradisional			
7	Pengaruh Isolat <i>Pseudomonas sp.</i> dan <i>Bacillus sp.</i> dengan Biostimulasi Kompos Jerami Padi (<i>Oryza sativa</i> L.) Terhadap Penurunan Total Petroleum Hidrokarbon Tanah Tercemar Oli Bekas	Pratama Sandi Fransisco, Dezi Handayani ² (2017)	Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam factorial 3x3 dengan 3 kali pengulangan.	Kombinasi <i>Bacillus sp.</i> + 20g kompos menurunkan TPH hingga 93,66%
8	<i>The Role of Indigenous Bacteria in Degrading Liquid Waste of Tofu Production</i>	Retno Ken, R., Indah, A. W. N. J. L., & Yulianti, M. (2019).	Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan empat perlakuan dan setiap perlakuan dilakukan tiga kali	Kombinasi <i>Pseudomonas sp.</i> (R3) dan <i>Bacillus sp.</i> (R7) menurunkan COD, BOD ₅ , TSS, amilum, dan N-total secara signifikan.
9	Efektivitas Mikroorganisme Sebagai Bahan Bioremediasi Pada Limbah Pencucian Ikan Tongkol (<i>Auxis Thazard</i>) (Skala Laboratorium)	Fitriadi, r., haeruddin, h., & ain, c. (2016).	Acak Lengkap (RAL)	mikroorganisme (<i>rhodopseudomonas sp.</i> , <i>lactobacillus sp.</i> , <i>aspergillus sp.</i> , <i>penicilium sp.</i> , <i>sacharomyces sp.</i> , dan <i>actinomyces sp.</i>) menurunkan amonia 59,88%, nitrit 64,60%, H ₂ S 19,19%.
10	Identification and physiological characteristics of potential indigenous bacteria as bioremediation agent in the wastewater of sugar factory. Sains Malaysiana,	Pardamean, M. A., Islamy, R., Hasan, V. E. R. Y. L., Herawati, E. Y., & Mutmainnah, N. (2021).	Metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat dua jenis bakteri yang mampu menurunkan parameter pencemaran yaitu <i>bacillus sp</i> dan <i>staphylococcus sp.</i>

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen (*eksperimental design*) dengan rancangan penelitian faktorial Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dimana RAL faktorial merupakan suatu metode desain percobaan yang digunakan untuk menganalisis dua atau lebih faktor secara bersamaan. Pada penelitian ini digunakan dua faktorial yang terdiri dari konsentrasi bakteri dan waktu inkubasi.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini terbagi atas dua lokasi penelitian yaitu terdiri dari lokasi pengambilan sampel dan lokasi pengujian sampel. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Pulau Barrang Lompo, sedangkan lokasi pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Balai Besar Kesehatan Lingkungan Makassar. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Oktober-November 2024.

2.3 Populasi dan Sampel

2.3.1 Populasi

Populasi merupakan keseluruhan dari subjek penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah semua air limbah domestik dari rumah tangga di pulau Barrang Lompo.

2.3.2 Sampel

Sampel merupakan bagian dari keseluruhan populasi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, pengambilan sampel air limbah domestik dilakukan pada satu lokasi tertentu di Pulau Barrang Lompo yang dianggap dapat mewakili kondisi populasi limbah secara umum.

2.4 Teknik Pengambilan Sampel

2.4.1 Metode pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode purposive sampling, yaitu pemilihan sampel pada satu lokasi tertentu yang dianggap dapat merepresentasikan kondisi keseluruhan sampel secara umum.

2.4.2 Waktu Pengambilan Sampel

Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pukul 16.00 - 18.00, pengambilan sampel pada sore hari dilakukan karena volume aliran air limbah maksimal pada waktu tersebut. Sore hari merupakan puncak aktivitas harian, seperti mencuci, mandi, dan penggunaan air lainnya. Hal ini menyebabkan volume air limbah yang lebih tinggi dan representatif untuk diuji.

2.5 Alat dan Bahan

2.5.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cawan petri, tabung reaksi, pembersih tabung reaksi, *laminar air flow*, gelas pengaduk, gelas ukur, gelas beker, erlenmeyer 50 ml dan 100 ml, corong, kertas saring, kertas payung, bunsen, mikropipet, pipet ukur, trigalski, propipet, jarum ose, korek gas, rak tabung reaksi, inkubator, autoclave, hemositometer, gelas benda, gelas penutup, *hand counter*, mikroskop, kertas label, kapas, gelas ukur, labu ukur, timbangan analitik, kertas tisu, karet, alat sentrifugal, oven, aerator, selang, toples, botol plastik, corong, pH meter, *shaking incubator*, pipet tetes, *hot plate*, buret, pipet volumetrik, botol winkler, statif, klem, desikator, alat vakum, penangas air, corong pisah, neraca teknis, dan alat destilasi.

2.5.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air limbah domestik, molase, *Nutrient Agar*, *Nutrient Broth*, *Aquades* dan Alkohol, $K_2Cr_2O_7$, Larutan asam sulfat – perak sulfat, Hg_2SO_4 , HCl, N-Heksana 85%, FAS, dan Na_2SO_4 .

2.6 Pengambilan dan Pemeriksaan Sampel

Pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahapan yang akan dijabarkan dibawah ini:

2.6.1 Pengambilan sampel air limbah domestik

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah cair domestik di Pulau Barrang Lompo. Proses pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode grab sampling sesuai dengan acuan SNI 6989.59:2008. Setelah diambil, sampel disimpan dalam botol plastik yang dibungkus dengan aluminium foil dan diletakkan dalam cool box untuk menjaga kestabilan kondisi sampel.

2.6.2 Pemeriksaan sampel air limbah domestik di Laboratorium

a. Pengujian kualitas air sebelum pengujian

Parameter kualitas air yang dilakukan pengujian berdasarkan dari parameter yang terdapat pada standar baku mutu air limbah domestik Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 adapun parameternya yaitu TSS, minyak dan lemak. Adapun metode pengujian dilakukan berdasarkan dengan SNI 6989: 2019 mengenai Metode Pengujian Air dan Air Limbah.

b. Isolasi bakteri

Proses isolasi bakteri indigenous untuk mendapatkan bakteri dominan yang diinginkan yaitu *pseudomonas aeruginosa* dengan beberapa tahap, sebagai berikut:

1. Pembuatan *Cetrimide Agar*

Pembuatan media *Cetrimide Agar* dilakukan untuk mendukung proses isolasi bakteri dari sampel air limbah domestik. *Cetrimide Agar* merupakan media selektif yang mengandung zat aktif *cetyltrimethylammonium bromide*

(*cetrimide*) yang berfungsi menghambat pertumbuhan sebagian besar mikroorganisme lain. Dalam penelitian ini, sebanyak 11 gram serbuk media *Cetrimide Agar* ditimbang dan dilarutkan ke dalam 500 mL akuades. Larutan kemudian dipanaskan sambil diaduk hingga homogen menggunakan *hot plate magnetic stirrer*. Setelah media larut sempurna, proses sterilisasi dilakukan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah selesai disterilisasi, media didinginkan hingga mencapai suhu sekitar 50°C sebelum dituangkan ke dalam cawan petri steril sebanyak ± 20 mL per cawan. Media kemudian dibiarkan mengeras dan disimpan pada suhu ruang dalam kondisi steril hingga siap digunakan untuk proses penanaman bakteri. Media ini dipilih karena kemampuannya dalam menyeleksi berbagai bakteri berdasarkan karakteristik metabolik spesifik seperti produksi pigmen *piocyanin* dan *fluoresensi*, yang menjadi penanda khas pada koloni bakteri tersebut (Sharma, D. dkk. (2016).

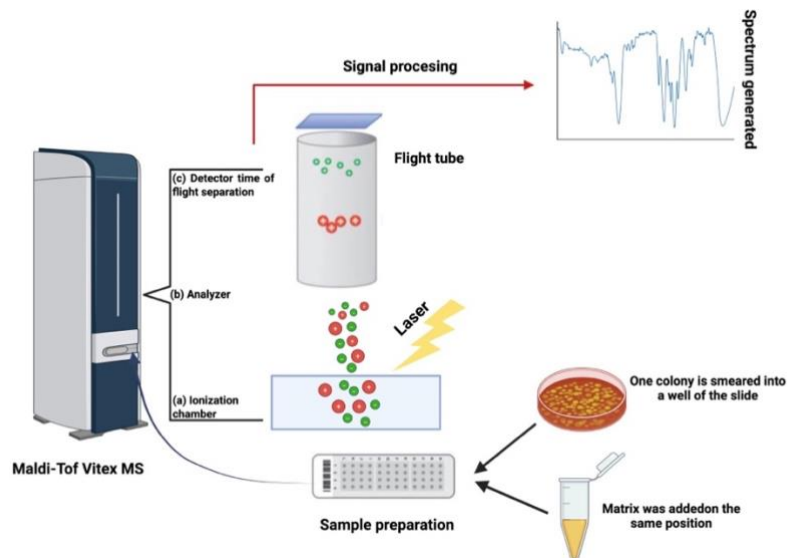
2. Isolasi bakteri

Isolasi *pseudomonas* sp. dilakukan dari sampel air limbah domestik yang diambil dari Pulau Barrang Lompo. Proses isolasi dilakukan menggunakan metode membran filter, yaitu dengan memfiltrasi sampel air menggunakan membran berpori 0,45 μm untuk menangkap bakteri yang terkandung di dalamnya. Membran kemudian diletakkan langsung pada media *cetrimide agar*, yang merupakan media selektif untuk isolasi *pseudomonas*. Media ini mengandung senyawa *cetrimide* yang berfungsi menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, namun tetap memungkinkan pertumbuhan *pseudomonas*. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 24–48 jam. Koloni yang tumbuh diamati berdasarkan karakteristik morfologi khas *pseudomonas aeruginosa*, seperti pigmen hijau kebiruan (*piocyanin*) dan bau khas. Koloni yang menunjukkan kemiripan karakteristik tersebut kemudian dipilih untuk proses identifikasi lanjutan.

3. Identifikasi Bakteri

Setelah diperoleh isolat bakteri dari media kultur, dilakukan pengamatan awal berdasarkan morfologi koloni dan karakteristik gram yang menunjukkan kemiripan dengan genus *pseudomonas*. Untuk memastikan identitas bakteri secara lebih akurat, isolat yang diduga *pseudomonas aeruginosa* kemudian dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry* (MALDI-TOF MS). Uji MALDI-TOF merupakan teknik spektrometri massa yang mampu mengidentifikasi mikroorganisme berdasarkan profil protein ribosomal yang unik. Sampel isolat ditempatkan pada target plate dan diberikan matriks kimia sebelum dianalisis dalam instrumen MALDI-TOF. Spektrum massa yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan basis data referensi (database) untuk menentukan spesies bakteri. Hasil analisis menunjukkan bahwa isolat tersebut teridentifikasi sebagai *Pseudomonas aeruginosa* dengan tingkat kepercayaan yang tinggi, sehingga isolat ini

layak digunakan dalam tahap selanjutnya sebagai agen bioremediasi pada air limbah domestik.



Gambar 2. 1 Ilustrasi proses identifikasi bakteri menggunakan Maldi-ToF

4. Nutrient Broth

Nutrient Broth dilakukan dengan menimbang sebanyak 3,25 gram serbuk NB, kemudian melarutkannya dalam 250 ml aquadest yang dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer berkapasitas 500 ml. Larutan tersebut dipanaskan di atas hot plate sambil diaduk hingga mencapai kondisi homogen dan mendidih. Setelah itu, media disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm.

5. Perbanyak Isolat Bakteri

Isolat *Pseudomonas* yang telah dikultur dalam media *Nutrient Broth* (NB) digunakan untuk proses perbanyak dan penyesuaian populasi bakteri sebelum diaplikasikan ke dalam sistem bioremediasi. Sebanyak tiga konsentrasi awal kultur *Nutrient Broth* (NB) yang masing-masing telah disiapkan, yaitu 12,5 mL, 50 mL, dan 112,5 mL. Masing-masing volume kultur *Nutrient Broth* (NB) tersebut kemudian dicampurkan ke dalam aquadest steril dengan volume berbeda, yakni 250 mL, 500 mL, dan 750 mL secara berurutan, sehingga membentuk tiga tingkat pengenceran suspensi bakteri. Proses pencampuran dilakukan secara aseptis dalam wadah steril untuk menghindari kontaminasi dan menjaga kemurnian isolat. Pengenceran ini bertujuan untuk mengadaptasi bakteri terhadap lingkungan media yang lebih luas dan meningkatkan distribusi populasi secara merata sebelum masuk ke tahap aplikasi dalam reaktor bioremediasi. Setelah pencampuran, seluruh suspensi diinkubasi pada suhu ruang selama

beberapa jam untuk memungkinkan penyesuaian awal sebelum digunakan lebih lanjut dalam proses pengolahan air limbah.

6. Pembuatan Reaktor Sederhana

Dalam penelitian ini, digunakan 4 buah reaktor bioremediasi sederhana yang dibuat dari drum plastik berkapasitas 20 liter. Pada bagian bawah drum dipasang keran sebagai saluran pembuangan, yang berfungsi untuk mengeluarkan air limbah domestik yang telah melalui proses bioremediasi. Selain itu, untuk menunjang aktivitas dan kelangsungan hidup bakteri *pseudomonas aeruginosa* selama proses degradasi, reaktor juga dilengkapi dengan aerator. Pemasangan aerator ini bertujuan untuk menjaga ketersediaan oksigen terlarut dalam media, sehingga kondisi lingkungan tetap mendukung pertumbuhan dan aktivitas metabolik bakteri selama proses penurunan kadar *Total Suspended Solid* (TSS).

7. Pengaplikasian Reaktor

Empat buah reaktor bioremediasi sederhana yang telah dirancang terlebih dahulu menjalani proses sterilisasi guna mencegah kontaminasi dari mikroorganisme luar yang dapat mengganggu keakuratan hasil penelitian. Proses sterilisasi dilakukan dengan cara mencuci seluruh bagian reaktor menggunakan larutan desinfektan dan membilasnya dengan air panas, kemudian dikeringkan dalam kondisi tertutup. Setelah reaktor dalam kondisi steril dan siap digunakan, masing-masing diisi dengan 5 liter air limbah domestik yang telah diambil dari Pulau Barrang Lompo dan. Selanjutnya, ke dalam masing-masing reaktor ditambahkan suspensi hasil perbanyakan bakteri *pseudomonas aeruginosa* sesuai konsentrasi yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Inokulasi dilakukan secara aseptis untuk menjaga kemurnian kultur bakteri. Setelah proses inokulasi selesai, aerator dinyalakan dan dijalankan secara terus-menerus untuk memastikan pasokan oksigen terlarut dalam air tetap optimal, mengingat *P. aeruginosa* merupakan bakteri aerob yang membutuhkan oksigen untuk aktivitas metaboliknya. Kondisi ini dipertahankan selama periode bioremediasi untuk mendukung proses degradasi zat pencemar, khususnya penurunan kadar *Total Suspended Solid* (TSS).

8. Uji *Total Suspended Solids* (TSS)

Pengukuran kadar *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan berdasarkan prosedur Standar Nasional Indonesia SNI 6989.3:2019 dengan metode gravimetri. Sampel air limbah diambil secara representatif dan segera dianalisis untuk mencegah perubahan komposisi akibat pengendapan atau pertumbuhan mikroorganisme.

Sampel terlebih dahulu disaring menggunakan kertas saring berserat mikro (pore size 0,45 μm) yang telah dikeringkan dalam oven pada suhu 103–105°C selama 1 jam dan ditimbang hingga berat konstan. Penyaringan dilakukan menggunakan alat penyaring vakum untuk mempercepat proses filtrasi. Setelah penyaringan, kertas saring yang telah menahan padatan tersuspensi dikeringkan kembali dalam oven pada suhu yang sama selama

1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator selama ± 15 menit dan ditimbang ulang hingga diperoleh berat konstan.

Kadar TSS dihitung berdasarkan selisih berat kertas saring sebelum dan sesudah filtrasi, kemudian dinyatakan dalam mg/L menggunakan rumus berikut:

$$TSS \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{(B - A) \times 1000}{V}$$

Keterangan:

- A : Berat kertas saring kosong
- B : Berat kertas saring setelah filtrasi dan pengeringan (mg)
- V : Volume sampel air limbah

Adapun perhitungan untuk menentukan berapa banyak sampel bakteri yang akan dibutuhkan pada proses bioremediasi menurut (Khadijah dkk., 2023) berikut perhitungannya:

- Sampel air limbah yang akan digunakan pada perlakuan masing-masing sebanyak 5 liter.
- Perhitungan untuk konsentrasi bakteri 5%
 - 5 liter : 5000 ml
 - 5000 ml x 5% : 250 ml (Total larutan bakteri *pseudomonas* yang akan digunakan)
- Perhitungan untuk konsentrasi bakteri 10%
 - 5 liter : 5000 ml
 - 5000 ml x 10% : 500 ml (Total larutan bakteri *pseudomonas* yang akan digunakan)
- Perhitungan untuk konsentrasi bakteri 15%
 - 5 liter : 5000 ml
 - 5000 ml x 15% : 750 ml (Total larutan bakteri *pseudomonas* yang akan digunakan)

1) Uji efektivitas bakteri *pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan TSS dan minyak lemak

Pengujian efektivitas TSS dan minyak lemak pada sampel akan dilakukan dalam kurun waktu 8 hari dengan pengujian secara berkala pada 5000 ml air limbah. Pengujian efektivitas terhadap parameter TSS berdasarkan SNI 6989.3 Tahun 2019, minyak dan lemak berdasarkan SNI 6898.10 Tahun 2019. Uji degradasi TSS dan minyak lemak disusun secara faktorial yang dimana terdiri dari 2 faktor yaitu variasi konsentrasi bakteri dan variasi waktu inkubasi. Konsentrasi inokulum sendiri terdiri dari kontrol yaitu tanpa penambahan bakteri, penambahan bakteri sebanyak 5%, penambahan bakteri sebanyak 10% dan penambahan bakteri sebanyak 15%. Sedangkan untuk waktu inkubasi dilakukan selama 8 hari yang terdiri

dari 2 hari pemeriksaan sampel, 4 hari jam pemeriksaan sampel, 6 hari jam pemeriksaan sampel dan 8 hari pemeriksaan sampel (Khadijah dkk., 2023).

Tabel 2. 1 Interval pengujian konsentrasi bakteri dan waktu inkubasi

Konsentrasi Bakteri (%)	Waktu Inkubasi			
	2 hari	4 hari	6 hari	8 hari
0 (K ₁)	K ₁ W ₁	K ₁ W ₂	K ₁ W ₃	K ₁ W ₄
5 (K ₂)	K ₂ W ₁	K ₂ W ₂	K ₂ W ₃	K ₂ W ₄
10 (K ₃)	K ₃ W ₁	K ₃ W ₂	K ₃ W ₃	K ₃ W ₄
15 (K ₄)	K ₄ W ₁	K ₄ W ₂	K ₄ W ₃	K ₄ W ₄

Keterangan :

K₁W₁, K₁W₂, K₁W₃, K₁W₄ : Tanpa penambahan bakteri

K₂W₁ : Konsentrasi 5% bakteri dengan waktu 2 hari

K₂W₂ : Konsentrasi 5% bakteri dengan waktu 4 hari

K₂W₃ : Konsentrasi 5% bakteri dengan waktu 6 hari

K₂W₄ : Konsentrasi 5% bakteri dengan waktu 8 hari

K₃W₁ : Konsentrasi 10% bakteri dengan waktu 2 hari

K₃W₂ : Konsentrasi 10% bakteri dengan waktu 4 hari

K₃W₃ : Konsentrasi 10% bakteri dengan waktu 6 hari

K₃W₄ : Konsentrasi 10% bakteri dengan waktu 8 hari

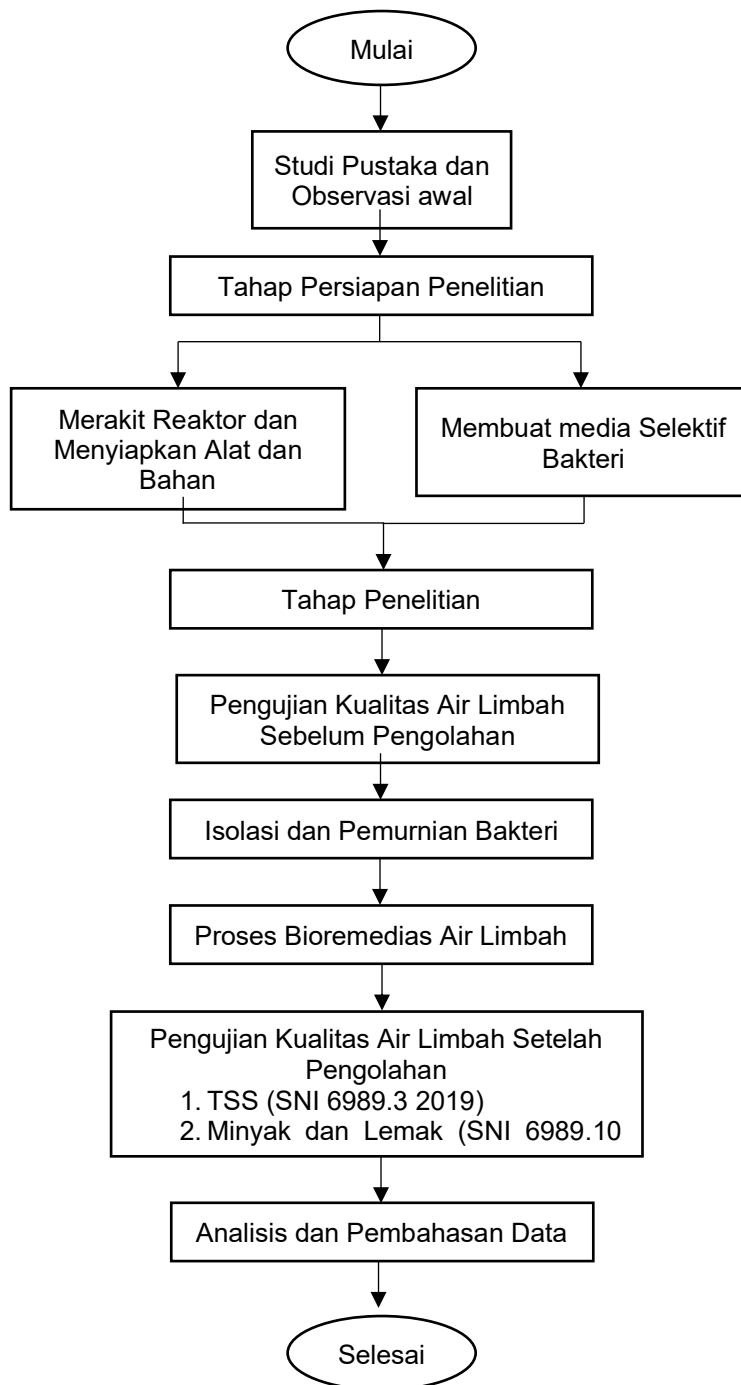
K₄W₁ : Konsentrasi 15% bakteri dengan waktu 2 hari

K₄W₂ : Konsentrasi 15% bakteri dengan waktu 4 hari

K₄W₃ : Konsentrasi 15% bakteri dengan waktu 6 hari

K₄W₄ : Konsentrasi 15% bakteri dengan waktu 8 hari

2.7 Bagan Prosedur Penelitian



Gambar 2. 2 Kerangka Alur Penelitian

2.8 Metode Pengambilan Data

2.8.1 Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dari hasil pemeriksaan laboratorium. Data primer diperoleh dari isolasi bakteri dari air limbah domestik. Setelah itu dilakukan kultur bakteri untuk menghasilkan bakteri yang diinginkan yaitu bakteri *pseudomonas aeruginosa*. yang akan diuji dalam proses bioremediasi untuk menurunkan TSS dan Minyak lemak pada air limbah domestik di Barrang Lompo.

2.8.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari hasil penelitian yang berkaitan dan studi pustaka serta informasi terkait penelitian yang didapatkan dari data instansi terkait.

2.9 Pengolahan dan Analisis Data

2.9.1 Pengolahan Data

Data yang diperoleh berupa data hasil pemeriksaan laboratorium terhadap parameter TSS dan minyak lemak sebelum dilakukan penambahan bakteri pendegradasi dan sesudah dilakukan penambahan bakteri dalam degradasi TSS dan minyak lemak.

2.9.2 Analisis Data

Data dari hasil penelitian yang diperoleh dari pemeriksaan laboratorium pada sampel sebelum dan setelah pengolahan, dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif dengan tabel grafik dan narasi yang menggambarkan secara menyeluruh efektivitas *pseudomonas* sp. dalam menurunkan TSS dan Minyak Lemak pada air limbah domestik dan dilanjutkan dengan uji Two-way Anova.

untuk mengetahui penurunan *Total Suspended Solids* (TSS) dan minyak lemak menggunakan rumus sebagai berikut ((Florensi Alya & Haryanto, 2022)) :

$$\text{Degradasi \%} : \frac{C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}}{C_{\text{awal}}} \times 100\%$$

Ket:

C_{awal} : Konsentrasi awal sebelum perlakuan

C_{akhir} : Konsentrasi akhir setelah perlakuan