

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup seperti yang dinyatakan dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 merupakan urusan wajib dan menjadi kewenangan pemerintah Provinsi Jawa Tengah sesuai dengan Undang-Undang Nomor 9 tahun 2015 tentang Pemerintahan Daerah. Dalam menjalankan kewajibannya, pemerintah Provinsi Jawa Tengah kemudian diwajibkan menyusun dokumen lingkungan hidup guna menjamin keberlanjutan dan kelestarian sumberdaya alam mengiringi dengan masifnya upaya untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Semua masalah lingkungan memerlukan langkah antisipasi dan penanganan yang menyeluruh dan tepat untuk menjaga kualitas lingkungan hidup (Sosialisasi Perda Rencana Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPPLH) Provinsi Jawa Tengah, 2024).

Salah satu aspek penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan kesehatan lingkungan adalah pengelolaan limbah cair industri (Greenlab Indonesia, 2024). Limbah cair yang dihasilkan industri, jika tidak dikelola dengan baik, dapat mencemari air dan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, kehidupan akuatik, serta kualitas air tanah dan air permukaan (Dinas Kebudayaan DIY, 2023). Di Indonesia, pengelolaan air limbah menjadi perhatian utama, terutama karena meningkatnya industrialisasi yang berakibat pada bertambahnya jumlah dan jenis limbah (Putri, & Syafira, 2024). Berikut adalah Tabel jumlah perusahaan dan tenaga kerja berdasarkan klasifikasi industri besar dan sedang:

Tabel 1. 1 Jumlah Perusahaan dan Tenaga Kerja Menurut Klasifikasi Industri pada Industri Besar dan Sedang di Kota Provinsi Jawa Tengah, 2019 – 2022

Uraian	2019	2020	2021	2022
Perusahaan	8.078	8.078	16.282	20.146
Tenaga Kerja	157.334	41.886	197.344	223.117

Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2024

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1.1 mengenai jumlah perusahaan dan tenaga kerja di industri besar dan sedang di Kota Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2019 hingga 2022, terdapat peningkatan signifikan baik dalam jumlah perusahaan maupun tenaga kerja. Dari 2019 ke 2022, jumlah perusahaan mengalami kenaikan hampir 150% dari 8.078 menjadi 20.146 perusahaan, sedangkan jumlah tenaga kerja juga menunjukkan peningkatan yang konsisten, dari 157.334 menjadi 223.117 pekerja. Peningkatan ini mencerminkan perkembangan pesat sektor industri besar dan sedang di Jawa Tengah, yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan aktivitas operasional, termasuk dalam pengolahan limbah industri.

Limbah cair dihasilkan dari berbagai proses industri, termasuk tekstil, kimia, dan farmasi. Volume limbah cair dapat mencapai ratusan meter kubik per hari. Limbah padat berupa sisa produksi, bahan baku yang tidak terpakai, dan material berbahaya seperti slag dari industri logam (Firmansyah & Rahmadyanti, 2020). Industri tekstil menghasilkan limbah cair yang mengandung pewarna dan bahan kimia berbahaya. Limbah ini sering kali sulit diuraikan secara alami. Industri kimia dan farmasi di Semarang menghasilkan *Volatile Organic Compounds* (VOCs) dan partikel halus (Hidayat et al., 2021).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No P.80/MenLHK/Setjen/KUM.1/10/2019 Tentang Pemantauan Kualitas Air Limbah Secara Terus Menerus dan Dalam Jaringan Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan yang diperbaharui dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021 Tentang Tata Cara Penerbitan Persetujuan Teknis dan Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Air Limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Sistem Pemantauan Kualitas Air Limbah secara Terus Menerus dan Dalam Jaringan selanjutnya disebut Sparing adalah sistem pemantauan secara otomatis, terus menerus dan dalam jaringan, yang dipergunakan untuk memantau, mencatat dan melaporkan kegiatan pengukuran kadar suatu parameter dan/atau debit pembuangan air limbah ke media air (Permen LH dan Kehutanan, 2019).

Alat Pemantauan Air Limbah Terus Menerus dan Dalam Jaringan selanjutnya disebut Alat Sparing adalah alat yang dipergunakan untuk mengukur kadar suatu parameter kualitas air limbah dan debit air limbah melalui pengukuran dan pelaporan debit air limbah secara otomatis, terus menerus dan dalam jaringan (Arif, Abdullah, & Rangkuti, 2021). Baku Mutu Air Limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam media air dari suatu usaha dan/atau kegiatan (Permen LH dan Kehutanan, 2019).

Data BPS Jawa Tengah (2019–2022) menunjukkan bahwa jumlah industri besar dan sedang di Kota Semarang terus meningkat, dari 2.588 industri pada 2019 menjadi 4.594 pada 2022, dengan tenaga kerja mencapai lebih dari 137 ribu orang. Angka ini relatif lebih tinggi dibandingkan kota lain di Jawa Tengah seperti Surakarta, Magelang, atau Tegal. BPS (2022) mencatat bahwa Semarang memiliki 146 kelurahan yang dilalui sungai, tertinggi dibanding kota lain di Jawa Tengah. Dari jumlah tersebut, 13 sungai tercemar oleh limbah industri dan 23 sungai tercemar limbah rumah tangga. Kondisi ini menunjukkan urgensi yang lebih besar dalam pengelolaan limbah cair industri di Semarang dibandingkan kota lain. Hasil penelitian pendukung diantaranya Saputra (2022) meneliti DAS di Kota Semarang (Sungai Kreo & Kaligarang) dan menemukan bahwa pengelolaannya belum berkelanjutan akibat praktik sektoral dan kurang integrasi kebijakan. Model Low Impact Development diusulkan untuk meningkatkan keberlanjutan. Yohana, Purwanto & Warsito (2023) meneliti industri manufaktur di Salatiga dan menemukan banyak kekurangan dalam kepatuhan lingkungan, khususnya terkait limbah cair. Hasil ini menjadi pembandingan bahwa Semarang, dengan beban industri lebih besar, menghadapi tantangan lebih kompleks.

Sejumlah hasil penelitian mendukung pentingnya kualitas air sungai bagi keberlanjutan lingkungan hidup. Saputra (2022) menemukan bahwa Sungai Kreo dan Kaligarang di Semarang masih menghadapi pencemaran karena pengelolaan DAS yang sektoral dan kurang terpadu. Putri dan Syafira (2024) menekankan bahwa limbah industri kimia berpotensi merusak kualitas air jika tidak dikelola secara sinergis dengan kebijakan dan inovasi teknologi. Penelitian Arif, Abdullah,

dan Rangkuti (2021) menunjukkan bahwa penguatan manajemen limbah di kawasan industri mampu meningkatkan kepatuhan terhadap baku mutu dan menurunkan keluhan masyarakat. Sementara itu, studi Luzha et al. (2023) di Sungai Nerodime menegaskan bahwa limbah domestik dan industri yang tidak diolah berdampak serius pada kualitas air. Temuan serupa juga diperkuat oleh Yohana, Purwanto, dan Warsito (2023) di Salatiga, bahwa lemahnya kompetensi SDM menyebabkan rendahnya ketaatan industri terhadap baku mutu air. Berbagai hasil riset ini mempertegas bahwa kualitas air sungai merupakan aspek vital bagi lingkungan hidup, sehingga pengelolaan limbah industri di Kota Semarang menjadi isu yang sangat mendesak.

Dengan kondisi industri yang padat dan pencemaran sungai yang nyata, kebutuhan akan personil pengolah air limbah (POPAL) yang tersertifikasi di Semarang menjadi lebih krusial dibanding kota lain. Sertifikasi ini terbukti berpengaruh positif terhadap efektivitas pengelolaan limbah cair dan kepatuhan pada baku mutu. Semarang dipilih karena memiliki kombinasi unik yaitu jumlah industri besar yang tinggi, sungai yang paling banyak tercemar di Jawa Tengah, serta kompleksitas jenis limbah yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh data BPS, laporan DLH, serta hasil penelitian terdahulu (Saputra, 2022; Yohana et al., 2023) yang menegaskan bahwa Semarang memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaan limbah industri.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi industri di Semarang yang terkait dengan penelitian tentang pengelolaan limbah industri di Semarang:

Tabel 1. 2 Fenomena Industri yang Menghasilkan Limbah Gas, Cair dan Padat di Kota Semarang

No	Jenis Limbah	Aspek	Dampak Lingkungan	Upaya Pengelolaan	Sumber
1	Limbah Gas	Emisi Udara	Peningkatan polusi udara, risiko gangguan kesehatan pada masyarakat sekitar seperti	Penerapan sistem scrubber dan filter untuk menurunkan emisi, serta instalasi	Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang, 2022; Data Pemantauan

No	Jenis Limbah	Aspek	Dampak Lingkungan	Upaya Pengelolaan	Sumber
			penyakit pernapasan.	cerobong yang memenuhi standar.	Emisi Industri, 2023
2	Limbah Cair	Efluen dari IPAL	Pencemaran sungai dan sumber air, eutrofikasi, dan penurunan kualitas air tanah yang berakibat pada penurunan kualitas air minum.	Penggunaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pengolahan secara aerobik dan anaerobik, dan pemantauan berkala terhadap kualitas efluen.	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023; Laporan Kualitas Air Sungai di Kota Semarang, 2022
3	Limbah Padat	Sampah Industri	Pencemaran tanah dan air tanah jika tidak dikelola dengan baik, penumpukan di TPA yang berpotensi menjadi sumber polusi.	Pemilahan sampah padat, daur ulang material tertentu, dan pembuangan ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sesuai dengan regulasi.	Data Pengelolaan Limbah B3, 2023
4	Limbah Cair	Efluen Tekstil	Pencemaran sungai yang menyebabkan perubahan warna air dan penurunan kualitas oksigen terlarut, berdampak pada kehidupan biota air.	Penerapan teknologi advanced oxidation process (AOP), koagulasi-flokulasi, dan instalasi sistem pengendalian pH sebelum pembuangan.	Asosiasi Industri Tekstil Indonesia, 2022; Laporan Dinas Lingkungan Hidup, 2023
5	Limbah Gas	VOCs dan Partikulat	Risiko pencemaran udara di sekitar kawasan industri, efek buruk pada	Penggunaan alat penangkap partikulat (dust collector) dan pengontrol emisi untuk	Dinas Kesehatan Kota Semarang, 2023; Laporan

No	Jenis Limbah	Aspek	Dampak Lingkungan	Upaya Pengelolaan	Sumber
			kesehatan masyarakat seperti iritasi mata dan gangguan pernapasan.	mengurangi kadar VOCs.	Emisi Industri, 2022
6	Limbah Padat	Sisa Produksi Makanan dan Minuman	Menimbulkan bau tidak sedap dan potensi pencemaran air tanah jika dibuang sembarangan.	Pengomposan limbah organik dan pengolahan limbah padat menjadi pupuk organik.	Laporan Industri Makanan dan Minuman, 2022

Sumber: berbagai sumber diolah untuk tesis, 2025

Tabel 1.2 memberikan gambaran tentang jenis limbah yang dihasilkan oleh industri di Kota Semarang, dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan, serta upaya yang telah dilakukan untuk mengelola limbah tersebut. Fokus utama pada penelitian ini adalah pengelolaan limbah cair, karena dampaknya yang signifikan terhadap kualitas air sungai. Hasil riset menunjukkan bahwa kualitas air sungai di Kota Semarang mengalami penurunan signifikan akibat pencemaran limbah industri maupun domestik. Studi Saputra (2022) mengenai pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Kreo dan Kaligarang, misalnya, menemukan bahwa kondisi kedua sungai tersebut belum berkelanjutan karena praktik pengelolaan masih bersifat sektoral dan kurang terintegrasi. Padahal, air sungai memiliki peran vital bagi lingkungan hidup (LH), baik sebagai sumber air baku, penopang ekosistem perairan, maupun kebutuhan dasar masyarakat sekitar (Arif, Abdullah & Rangkuti, 2021).

Dengan demikian, penekanan pada kualitas air sungai ini penting untuk membedakan secara nyata antara laporan deskriptif tentang kondisi lingkungan dengan hasil penelitian yang berfokus pada kontribusi ilmiah bagi pengelolaan lingkungan hidup. dan kebutuhan akan teknologi serta kompetensi yang lebih kompleks dalam pengolahannya. Untuk melakukan penanganan dan upaya pengelolaan limbah cair hasil industri maka dibutuhkan personal SDM yang

bertanggungjawab di aspek tersebut (Putri & Syafira, 2024). Kompetensi personal mutlak dibutuhkan dengan dibuktikan dengan sertifikasi kompetensi.

Sertifikasi kompetensi personil dalam pengolahan air limbah menjadi sangat penting dalam konteks pemenuhan baku mutu air limbah industri (Baeti et al., 2022). Sertifikasi ini tidak hanya meningkatkan kredibilitas personil, tetapi juga memastikan bahwa mereka memiliki keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk mengelola sistem pengolahan air limbah secara efektif. Personil yang tersertifikasi diharapkan dapat mengidentifikasi potensi masalah, menerapkan solusi yang tepat, dan memastikan bahwa limbah yang diolah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan (Arif, Abdullah, & Rangkuti, 2021).

Di Indonesia, sertifikasi kompetensi bagi personil pengolah air limbah telah menjadi bagian dari upaya pemerintah untuk meningkatkan kualitas pengelolaan air limbah di industri (Media Utama Indonesia, 2025). Sertifikasi ini mencakup berbagai aspek, mulai dari pengetahuan tentang teknologi pengolahan air limbah, pemahaman terhadap regulasi lingkungan, hingga kemampuan dalam mengoperasikan dan memelihara peralatan pengolahan air limbah. Personil yang tersertifikasi diharapkan mampu menjawab tantangan yang ada dalam pengelolaan air limbah, terutama dalam hal pemenuhan baku mutu air limbah yang semakin ketat (Karina et al., 2020).

Personil yang tersertifikasi biasanya telah melalui serangkaian pelatihan dan uji kompetensi yang memastikan bahwa mereka memiliki pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan yang diperlukan untuk mengelola limbah cair dengan baik (Dewi et al., 2024). Kompetensi ini meliputi pemahaman tentang jenis-jenis limbah, metode pengolahan yang tepat, serta prosedur pemantauan dan evaluasi kualitas air limbah. Dengan kompetensi yang memadai, personil dapat mengurangi risiko kesalahan dalam pengolahan limbah yang dapat berdampak negatif pada lingkungan Sistem Pemantauan Lingkungan Keberlanjutan Industri (Sparing KLHK, 2024).

Namun demikian, masih banyak industri yang menghadapi tantangan dalam memenuhi persyaratan baku mutu air limbah meskipun telah memiliki personil pengolah limbah yang tersertifikasi (Saputra, 2022). Hal ini menunjukkan adanya

celah antara kompetensi personil dengan penerapan praktik pengolahan limbah yang optimal. Oleh karena itu, analisis lebih mendalam mengenai kompetensi personil pengolah limbah cair tersertifikasi dan hubungannya dengan pemenuhan persyaratan baku mutu air limbah industri menjadi sangat penting (Luzha et al., 2023).

Selain faktor kompetensi personil yang tersertifikasi (POPAL/PPPA), terdapat sejumlah faktor lain yang juga menentukan kualitas pengolahan limbah cair industri yaitu kualitas pengolahan limbah cair industri juga sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lain. Pertama, teknologi dan kapasitas IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) menjadi aspek krusial, karena IPAL yang usang, kapasitas terbatas, atau tidak sesuai dengan jenis limbah akan menyebabkan hasil pengolahan tidak memenuhi baku mutu meskipun operatornya kompeten. Sebagai contoh, industri tekstil di Semarang membutuhkan penerapan teknologi advanced oxidation process (AOP) atau metode koagulasi-flokulasi untuk menurunkan polutan spesifik seperti zat pewarna dan COD yang tinggi. Kedua, dukungan manajemen perusahaan turut menentukan keberhasilan pengolahan limbah. Tanpa adanya komitmen manajemen berupa alokasi anggaran, kebijakan internal yang jelas, serta pengawasan yang konsisten, tenaga tersertifikasi tidak dapat bekerja secara optimal. Ketiga, pengawasan dan regulasi pemerintah juga berperan besar, di mana implementasi peraturan lingkungan seperti Permen LHK No. P.80/2019 dan No. 5/2021 serta sistem pemantauan online (SPARING) terbukti mendorong industri lebih patuh terhadap standar baku mutu melalui intensitas pengawasan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH).

Faktor keempat adalah kualitas sumber daya manusia (SDM) pendukung, tidak hanya POPAL, tetapi juga tenaga teknis seperti laboran, supervisor, hingga manajer mutu yang berperan dalam pemantauan kualitas air maupun perawatan IPAL. Penelitian Yohana, Purwanto, dan Warsito (2023) menunjukkan bahwa lemahnya kompetensi SDM secara umum berkontribusi pada rendahnya ketaatan industri terhadap baku mutu air. Faktor kelima, sarana prasarana dan infrastruktur pendukung, meliputi ketersediaan laboratorium uji internal, peralatan pengukur kualitas air (BOD, COD, TSS), serta sistem pemantauan real-time. Tanpa sarana

yang memadai, evaluasi mutu air limbah sulit dilakukan secara akurat. Terakhir, faktor lingkungan eksternal juga memiliki pengaruh signifikan. Volume limbah yang dihasilkan, jenis bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi, serta kondisi geografis seperti kualitas sungai penerima limbah, menentukan efektivitas pengolahan. Di Kota Semarang, misalnya, sungai-sungai yang telah menerima beban pencemaran dari limbah domestik kemudian diperparah oleh limbah industri, sehingga beban pencemarannya semakin berat meskipun IPAL berfungsi dengan baik.

Rosental & Sambursky (2023) menunjukkan bahwa industri yang memiliki personil tersertifikasi cenderung lebih mampu memenuhi baku mutu air limbah dibandingkan dengan industri yang personilnya belum tersertifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa sertifikasi kompetensi memiliki dampak positif terhadap kualitas pengelolaan air limbah (Yohana, Purwanto, & Warsito, 2023). Studi ini akan menganalisis lebih lanjut dampak sertifikasi terhadap pemenuhan baku mutu air limbah di industri-industri di Jawa Tengah, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan dalam mencapai kepatuhan terhadap standar tersebut.

Penelitian ini menjadi relevan dalam konteks upaya pemerintah untuk memperketat pengawasan terhadap pengelolaan air limbah industri di Indonesia. Dengan meningkatnya standar baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh pemerintah, kompetensi personil pengolah air limbah menjadi faktor kunci dalam memastikan bahwa industri-industri di Jawa Tengah dapat memenuhi persyaratan tersebut. Penelitian ini relevan dalam konteks upaya pemerintah memperketat pengawasan pengelolaan air limbah industri di Indonesia. Regulasi terkait baku mutu air limbah dan kewajiban sertifikasi personil pengolah limbah berlaku secara nasional. Namun, penelitian difokuskan pada Jawa Tengah, khususnya Kota Semarang, karena daerah ini merepresentasikan tingkat industrialisasi yang tinggi dan kompleksitas persoalan limbah cair yang signifikan. Dengan demikian, meskipun berakar pada konteks lokal, temuan penelitian dapat memberikan kontribusi bagi penguatan kebijakan dan praktik pengelolaan limbah cair di tingkat nasional. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam

pengembangan kebijakan dan strategi peningkatan kompetensi personil, serta dalam implementasi program sertifikasi yang lebih efektif (Putri & Syafira, 2024).

Tren pertumbuhan jumlah perusahaan dan tenaga kerja menunjukkan urgensi yang lebih besar terhadap pengelolaan limbah industri yang efisien dan sesuai dengan standar baku mutu. Dengan bertambahnya perusahaan dan tenaga kerja di sektor industri, potensi peningkatan volume limbah yang dihasilkan juga meningkat. Oleh karena itu, kompetensi personil pengolah limbah yang tersertifikasi akan menjadi faktor krusial dalam memastikan bahwa standar baku mutu air limbah dapat terpenuhi, sehingga mendukung pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan (Luzha et al., 2023).

Sedangkan rincian persebaran jumlah perusahaan dan tenaga kerja di Provinsi Jawa Tengah dapat dijabarkan melalui tabel berikut:

Tabel 1. 3 Jumlah Industri dan Tenaga Kerja Menurut Kota di Provinsi Jawa Tengah, 2019 – 2022

Kota		2019	2020	2021	2022
Kota	Jml Industri	979	979	3.119	4.205
Magelang	Jml Tenaga Kerja	1.765	1.765	5.079	8.845
Kota	Jml Industri	711	711	618	731
Surakarta	Jml Tenaga Kerja	8.600	8.600	10.450	13.859
Kota	Jml Industri	1.871	1.871	1.564	1.659
Salatiga	Jml Tenaga Kerja	3.051	3.051	21.188	21.806
Kota	Jml Industri	2.588	2.588	3.848	4.594
Semarang	Jml Tenaga Kerja	136.007	21.387	133.755	137.293
Kota	Jml Industri	1.100	1.100	6.538	7.843
Pekalongan	Jml Tenaga Kerja	6.676	6.676	23.294	34.361
Kota	Jml Industri	829	829	595	1.114
Tegal	Jml Tenaga Kerja	1.235	407	3.578	6.953

Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2024

Berdasarkan Tabel 1.3 yang menampilkan jumlah industri dan tenaga kerja di beberapa kota di Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2019 hingga 2022, terlihat pertumbuhan signifikan dalam jumlah industri dan tenaga kerja di beberapa kota. Kota Magelang, Kota Semarang, dan Kota Pekalongan mengalami peningkatan

tajam, baik dari segi jumlah industri maupun tenaga kerja. Kota Semarang misalnya, memiliki jumlah tenaga kerja yang sangat tinggi dibandingkan kota-kota lainnya, dengan angka mencapai 137.293 tenaga kerja pada tahun 2022. Pertumbuhan ini menunjukkan perkembangan pesat di sektor industri di kota-kota tersebut yang pada gilirannya meningkatkan produksi industri dan menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar.

Melihat dari sisi pengelolaan limbah industri, peningkatan jumlah industri dan tenaga kerja ini juga memperlihatkan urgensi perlunya sertifikasi dan kompetensi yang memadai dari Personil Penanggung Jawab Operasional Pengolahan Air Limbah (POPAL) dan Penanggung Jawab Pengendalian Pencemaran Air (PPPA) (Yohana et al., 2023). Dengan adanya pertumbuhan industri, terutama di kota-kota dengan angka industri dan tenaga kerja yang besar seperti Semarang dan Pekalongan, kemampuan untuk mengelola air limbah industri sesuai dengan persyaratan baku mutu semakin penting. Jika tenaga POPAL memiliki kompetensi yang memadai, hal ini dapat mendukung pemenuhan baku mutu air limbah yang dihasilkan, sehingga kualitas lingkungan tetap terjaga meskipun terjadi peningkatan aktivitas industri. Sungai yang tercemar oleh limbah merupakan masalah lingkungan yang kompleks dan sering terjadi di berbagai wilayah, terutama di daerah yang memiliki aktivitas manusia dan industri yang tinggi.

Contoh nyata dapat dilihat pada Sungai Kreo dan Sungai Kaligarang di Kota Semarang yang telah diteliti oleh Saputra (2022). Kedua sungai ini mengalami tekanan pencemaran yang cukup tinggi akibat aktivitas industri di sekitarnya, terutama dari limbah cair tekstil dan makanan-minuman, serta tambahan beban limbah domestik dari permukiman padat penduduk. Kondisi ini mencerminkan kompleksitas permasalahan, di mana meskipun sebagian industri telah memiliki IPAL, keterbatasan teknologi pengolahan dan kurangnya kompetensi personil membuat baku mutu air limbah tidak selalu tercapai. Akibatnya, kualitas air sungai menurun, ditandai dengan tingginya nilai BOD, COD, serta TSS yang melampaui ambang batas. Fenomena serupa juga dilaporkan pada Sungai di kawasan industri Pekalongan, di mana pencemaran zat pewarna dari industri batik menurunkan

kualitas oksigen terlarut, sehingga mengganggu kehidupan biota air. Kedua contoh tersebut mempertegas urgensi perlunya personil POPAL dan PPPA yang kompeten serta dukungan manajemen industri dalam menjaga agar air limbah yang dibuang tidak menambah beban pencemaran sungai.

Upaya untuk menjaga kelestarian sungai membutuhkan pendekatan yang holistik, termasuk perbaikan sistem pengelolaan limbah domestik, penerapan teknologi pengolahan limbah industri yang ramah lingkungan, serta pengendalian penggunaan bahan kimia di sektor pertanian. Banyaknya kelurahan di Kota Semarang yang mempunyai sungai dan sungai yang tercemar limbah menurut sumber limbah dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 1. 4 Kelurahan Yang Mempunyai Sungai Dan Sungai Yang Tercemar Limbah Menurut Sumber Limbah, 2021

Kota	Kelurahan yang mempunyai sungai	Limbah dari Pabrik/ Industri/ Usaha	Limbah Rumah Tangga	Limbah Lainnya
Kota Magelang	12	2	2	-
Kota Surakarta	42	18	14	1
Kota Salatiga	22	-	2	1
Kota Semarang	146	13	23	2
Kota Pekalongan	22	16	7	-
Kota Tegal	15	-	4	-

Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 13 September 2022

Berdasarkan Tabel 1.4, Kota Semarang menjadi kota dengan jumlah kelurahan yang dilalui sungai terbanyak yaitu 146 kelurahan, dan sungai-sungai di kota ini tercemar oleh berbagai sumber limbah, terutama dari rumah tangga dan industri. Dari total tersebut, 13 sungai tercemar oleh limbah pabrik/industri dan 23 oleh limbah rumah tangga. Hal ini menunjukkan bahwa pencemaran sungai di Kota Semarang cukup signifikan dan membutuhkan perhatian khusus dalam upaya pengelolannya. Kondisi ini bisa jadi merupakan hasil dari tingginya aktivitas ekonomi dan urbanisasi yang terjadi di kota tersebut, yang pada akhirnya meningkatkan jumlah limbah yang tidak dikelola dengan baik. Kombinasi limbah

industri dan rumah tangga ini berpotensi merusak ekosistem sungai serta membahayakan kualitas air yang digunakan oleh masyarakat. Kota Semarang jelas memerlukan perhatian lebih.

Peningkatan jumlah sungai yang tercemar di Kota Semarang memang menuntut pengelolaan limbah yang lebih efektif. Contoh nyata adalah Sungai Kaligarang yang melintasi Kecamatan Gajahmungkur, Candisari, dan Semarang Selatan. Sungai ini bukan hanya berfungsi sebagai saluran pembuangan air, tetapi juga menjadi sumber air baku untuk instalasi PDAM yang melayani masyarakat di beberapa kelurahan sekitar, sehingga pencemarannya berdampak langsung pada kesehatan masyarakat. Demikian pula, Sungai Kreo yang mengalir melewati wilayah Kelurahan Kandri dan Wonolopo di Kecamatan Gunungpati, digunakan oleh masyarakat sekitar untuk irigasi sawah serta kebutuhan harian terbatas. Kondisi tercemarnya kedua sungai tersebut akibat limbah domestik dan industri memperlihatkan betapa pentingnya kompetensi personil POPAL dalam memastikan limbah industri diolah sesuai baku mutu sebelum dialirkan ke badan sungai. Tanpa pengelolaan yang baik, keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat di kelurahan-kelurahan tersebut akan semakin terancam.

Penggunaan lahan sangat dinamis, hal tersebut terjadi di Kota Semarang, penggunaan lahan sangat dipengaruhi oleh meningkatnya aktivitas manusia seiring dengan pertumbuhan penduduk. Pada tahun 2023, laju pertumbuhan penduduk di Jawa Tengah mencapai 1,00%, dengan kepadatan penduduk 1.151 jiwa per kilometer persegi. Pertumbuhan penduduk ini meningkatkan kebutuhan lahan untuk aktivitas penduduk. Kabupaten Pekalongan memiliki laju pertumbuhan tertinggi, yaitu 1,36%, sedangkan Kota Surakarta memiliki kepadatan tertinggi, mencapai 11.258 jiwa per kilometer persegi.

Selain itu, pertumbuhan ekonomi dan perluasan kota juga mempengaruhi perubahan fungsi lahan. Pada tahun 2023, ekonomi Kota Semarang tumbuh sebesar 4,98 persen. Seiring dengan perkembangan ini, regulasi pengelolaan air limbah di Indonesia juga terus diperketat, terutama setelah tahun 2020. Tujuan dari regulasi ini adalah memastikan bahwa industri mematuhi standar baku mutu air limbah. Salah satu langkah penting untuk mencapai kepatuhan tersebut adalah dengan

meningkatkan kompetensi tenaga kerja yang terlibat dalam pengolahan air limbah. Tenaga kerja yang kompeten dan tersertifikasi diharapkan mampu mengelola sistem pengolahan air limbah secara efektif sesuai standar yang telah ditetapkan pemerintah. Jawa Tengah adalah salah satu provinsi di Indonesia dengan tingkat industrialisasi yang cukup tinggi (Yohana, Purwanto & Warsito, 2023). Industri-industri besar, seperti tekstil, makanan dan minuman, kimia, serta manufaktur, menjadi penyumbang utama limbah cair di wilayah ini. Dengan meningkatnya aktivitas industri, volume limbah cair yang dihasilkan juga meningkat secara signifikan. Limbah-limbah ini, jika tidak diolah dengan baik, dapat mencemari sumber daya air yang sangat vital bagi masyarakat dan lingkungan di sekitar kawasan industri.

Namun, tantangan masih tetap ada, terutama terkait dengan kemampuan personil pengolah air limbah untuk memenuhi persyaratan baku mutu yang semakin ketat. Banyak industri masih menghadapi kendala dalam hal kompetensi personil, baik dari segi pengetahuan teknis, keterampilan operasional, maupun pemahaman terhadap regulasi yang berlaku. Pemenuhan baku mutu air limbah industri adalah tantangan yang kompleks dan multidimensional. Tantangan ini tidak hanya terkait dengan teknologi pengolahan air limbah yang digunakan, tetapi juga melibatkan faktor manusia, yaitu kompetensi personil yang mengoperasikan dan memelihara sistem pengolahan. Kualitas pengolahan air limbah sangat dipengaruhi oleh kemampuan personil dalam memahami dan menerapkan prosedur yang tepat, serta dalam mengambil keputusan yang cepat dan tepat saat menghadapi situasi darurat atau masalah teknis.

1.2 Permasalahan

Penelitian ini dibatasi pada industri-industri yang menghasilkan limbah cair dan memiliki risiko pencemaran yang tinggi terhadap lingkungan. Fokus utama adalah pada industri pengolahan, termasuk sektor tekstil, makanan dan minuman, serta kimia, yang dipilih karena kontribusinya yang signifikan terhadap pencemaran air. Jenis-jenis komoditi ini memiliki karakteristik limbah yang berbeda-beda, baik dari segi volume, kandungan zat pencemar, maupun metode pengolahan yang

dibutuhkan, sehingga memerlukan kompetensi pengelolaan limbah yang tersertifikasi.

Pada penelitian ini, parameter uji yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas air limbah terbatas pada Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Total Suspended Solids (TSS). Pemilihan ketiga parameter ini didasarkan pada pertimbangan. BOD, COD, dan TSS merupakan parameter kunci yang secara umum digunakan sebagai indikator utama kualitas air limbah dalam berbagai peraturan nasional maupun internasional. Ketiganya mewakili tingkat pencemaran organik dan kandungan partikel tersuspensi, yang paling umum ditemukan pada limbah industri.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan serta standar baku mutu air limbah di Indonesia secara spesifik menetapkan batas maksimal untuk BOD, COD, dan TSS, sehingga hasil penelitian akan lebih relevan dengan kebutuhan kepatuhan regulasi di tingkat industri. Pemeriksaan BOD, COD, dan TSS sudah cukup untuk menggambarkan efektivitas proses pengolahan air limbah serta memudahkan evaluasi teknis di lapangan. Parameter lain seperti logam berat, pH, atau minyak dan lemak memang penting, namun memiliki cakupan yang lebih spesifik tergantung jenis industri dan sering kali memerlukan analisis lanjutan yang lebih mahal dan kompleks. Dengan demikian, penggunaan tiga parameter utama ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang memadai mengenai kepatuhan industri terhadap baku mutu air limbah dan efektivitas pengelolaan limbah cair di Kota Semarang.

Penelitian ini dibatasi pada jenis industri besar dan sedang di Kota Semarang, yang dipilih karena skala produksinya yang lebih besar dan diperkirakan memberi dampak lebih signifikan terhadap lingkungan. Kelas industri ini memerlukan pengelolaan limbah yang lebih kompleks dan volume limbah yang lebih besar, sehingga personil pengolah limbah (POPAL) yang tersertifikasi diharapkan mampu mengelola limbah sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh sertifikasi kompetensi personil pengolah air limbah terhadap pemenuhan baku mutu air limbah dan efektivitas pengelolaan limbah cair pada sektor industri di Kota Semarang?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi keberhasilan dalam mencapai kepatuhan terhadap standar baku mutu air limbah di industri yang telah memiliki personil pengolah air limbah tersertifikasi di Kota Semarang?
3. Bagaimana mutu pengolahan limbah industri mengacu tingkat kompetensi dari personil pengolah limbah berdasarkan parameter kunci air limbah (BOD, COD, TSS)?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengacu rumusan masalah dan latar belakang yang telah di disusun, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh sertifikasi kompetensi personil pengolah air limbah terhadap pemenuhan baku mutu air limbah dan efektivitas pengelolaan limbah cair pada sektor industri di Kota Semarang.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan dalam mencapai kepatuhan terhadap standar baku mutu air limbah di industri-industri yang telah memiliki personil pengolah air limbah tersertifikasi.
3. Menganalisis hasil uji parameter kunci air limbah (BOD, COD, dan TSS) pada inlet dan outlet instalasi pengolahan air limbah (IPAL) industri, mengacu sertifikasi kompetensi personil.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan berbagai manfaat, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan dalam bidang pengelolaan limbah cair industri, terutama terkait dengan kompetensi personil pengolah limbah dan pemenuhan persyaratan baku mutu air limbah. Hasil

penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengelolaan limbah industri dan kompetensi personil. Memberikan kontribusi pada pengembangan teori manajemen lingkungan dengan mengkaji hubungan antara kompetensi personil dan efektivitas pengelolaan limbah.

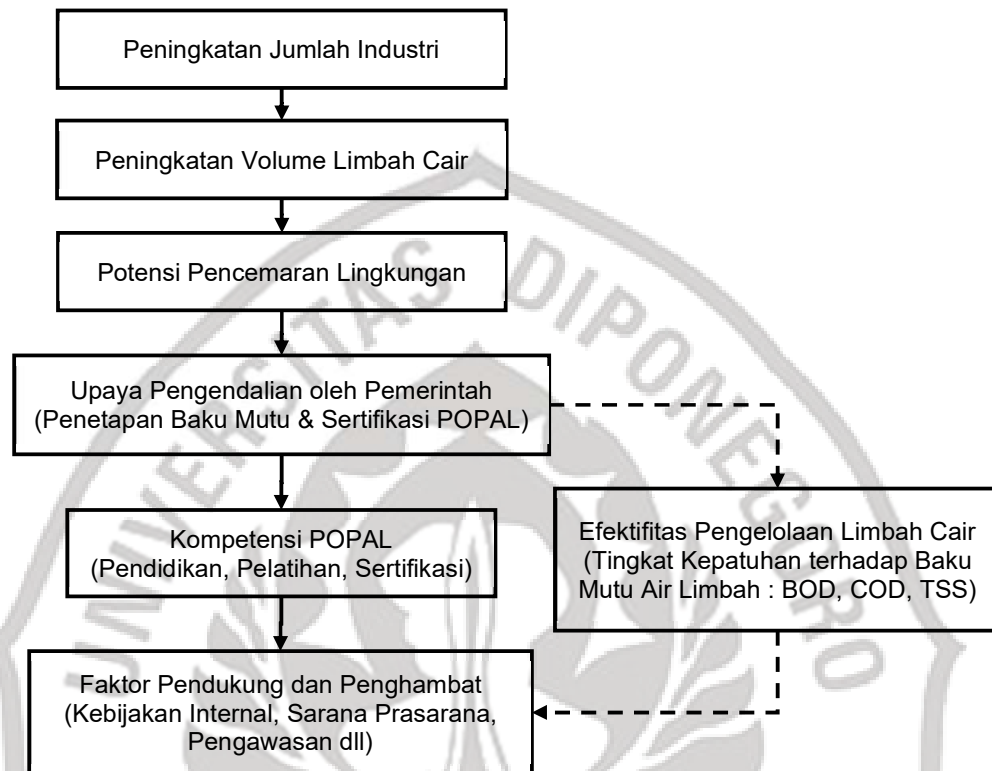
1.4.2 Manfaat Praktis

Memberikan wawasan bagi industri mengenai pentingnya kompetensi personil dalam mengelola limbah cair untuk memenuhi standar baku mutu. Membantu industri dalam mengidentifikasi kebutuhan pelatihan dan pengembangan bagi personil pengolah limbah cair tersertifikasi. Dengan meningkatkan kompetensi personil, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional dalam pengolahan limbah cair.

1.5 Kerangka Berpikir

Penelitian ini didasarkan pada fenomena meningkatnya jumlah industri dan volume limbah cair di Kota Semarang, yang berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Pemerintah telah menetapkan standar baku mutu air limbah yang harus dipenuhi oleh industri, dan salah satu upaya untuk memastikan kepatuhan adalah dengan menempatkan personil pengolah limbah (POPAL) yang tersertifikasi. Kompetensi personil tersebut diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan limbah cair dan kepatuhan terhadap baku mutu yang ditetapkan.

Alur pikir penelitian dimulai dari identifikasi masalah berupa pencemaran air akibat limbah industri, dilanjutkan dengan analisis regulasi dan perlunya kompetensi personil pengolah limbah. Selanjutnya, penelitian menguji hubungan antara sertifikasi kompetensi POPAL dengan tingkat pemenuhan baku mutu air limbah industri, menggunakan parameter kunci BOD, COD, dan TSS sebagai indikator keberhasilan pengelolaan limbah. Penelitian ini juga mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat yang berpengaruh pada efektivitas pengelolaan limbah cair di industri.



Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir Penelitian