

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalansi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) skala komunal merupakan infrastruktur alternatif yang dibangun untuk menangani penyebaran polutan dari limbah rumah tangga ke lingkungan (Anugroho *et al.*, 2019). Limbah rumah tangga yang diolah pada IPAL Komunal terbagi menjadi 2, yaitu *black water* yang berasal dari buangan toilet (urine dan feses) serta *grey water* yang bersumber dari aktivitas sanitasi, mencuci, serta memasak (Kadir, 2022). Pengoperasian IPAL Komunal bertujuan untuk mengurangi dampak limpasan limbah yang umumnya dibuang ke saluran irigasi atau drainase dan akan bermuara ke sungai (Kristanti *et al.*, 2023).

Data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia memaparkan bahwa dari total 111 sungai besar di Indonesia, 71,2% diantaranya berada pada kategori cemar ringan (BPS Indonesia, 2024). Salah satu sumber pencemar sungai berasal dari limbah rumah tangga (Larasati *et al.*, 2021) yang setidaknya menyebabkan pencemaran pada air permukaan dengan persentase 78,9% (Quraini *et al.*, 2022). Tingginya pencemaran limbah rumah tangga dipengaruhi banyaknya intensitas aktivitas antropogenik tingkat rumah dan diperparah dengan peningkatan angka kepadatan penduduk (Illahi & Megawati, 2022).

Tahun 2024 jumlah penduduk Indonesia telah mencapai angka 37.892.300 jiwa dimana Jawa Tengah menduduki urutan ketiga provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak. Persentase jumlah penduduk provinsi ini ialah 17,88% dari total penduduk Indonesia (BPS Indonesia, 2024). Sementara, merujuk pada temuan data BPS Kota Salatiga diketahui bahwa Kecamatan Tingkir yang menjadi lokasi tujuan penelitian merupakan kecamatan dengan kepadatan tertinggi di Kota Salatiga dengan angka 4.612/Km² (BPS Kota Salatiga, 2024).

Sanitasi menjadi tantangan dalam penerapan tujuan pembangunan berkelanjutan (TPB) nomor 6 yang memastikan ketersediaan air bersih dan pemenuhan sanitasi layak (Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2020). Pemerintah

Jawa Tengah menargetkan capaian terhadap akses sanitasi layak air limbah domestik sebesar 95% dan akses sanitasi aman 20% pada tahun 2024. Sementara menurut Dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2040, Pemerintah Kota Salatiga menetapkan target capaian akses air limbah domestik dengan rincian akses layak sebesar 100% pada tahun 2024. Target terhadap akses sanitasi air limbah domestik yang aman juga dicantumkan dalam Dokumen Strategi Sanitasi Kota (SSK) Salatiga 2023 sebesar 12,5% untuk tahun 2024 dan diharapkan dapat meningkat menjadi 15% pada tahun 2026 (Pemerintah Kota Salatiga, 2023).

Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Salatiga Tahun 2023-2043 memaparkan bahwa Sungai Cengek merupakan sungai dalam kota yang diperuntukkan untuk kepentingan irigasi dan bendung sebagai bangunan sumber daya air (Pemerintah Kota Salatiga, 2023). Akan tetapi, pada dokumen SSK Salatiga 2023 muncul persoalan karena masih adanya tumpang tindih fungsi saluran sebagai peruntukan irigasi dan drainase. Padahal, menurut data pada dokumen tersebut, drainase di Kelurahan Kalibening masuk dalam kategori merah (rawan) (Pemerintah Kota Salatiga, 2023). Hal ini disebabkan masih maraknya pembuangan limbah rumah tangga menuju saluran drainase yang menjadi satu dengan saluran irigasi.



Gambar 1. Letak IPAL Komunal Guyub Rukun di Sekitar Sungai Cengek, (b) Pipa Outlet Mengalirkan *Effluent* ke Sungai Cengek

IPAL Komunal yang dikelola oleh KSM Guyub Rukun di Dusun Tegalsari, Kota Salatiga menjadi salah satu contoh IPAL Komunal dengan paguyuban yang masih aktif hingga hari ini. IPAL Komunal ini dibangun di sekitar badan Sungai Cengek (gambar 1.1). Menurut hasil pengujian laboratorium, diketahui bahwa kandungan P-Total dan BOD dari *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal masih melebihi baku mutu air sungai (PP 22/2021) serta kandungan COD yang melebihi baku mutu limbah domestik (PermenLHK 68/2016). Potensi pencemaran dikhawatirkan akan semakin besar karena sebagian *effluent* dialirkan menuju Sungai Cengek (gambar 1.2) yang diperuntukkan sebagai jaringan sumber daya air dengan peruntukan irigasi tersier Kota Salatiga (Kristanti *et al.*, 2023) dimana hingga saat ini belum ada pemantauan kualitas air secara rutin baik oleh pengelola maupun pemerintah setempat.

Upaya untuk menangani problematika limbah rumah tangga dapat dilakukan dengan uji fikoremediasi. Fikoremediasi menjadi strategi yang dipilih karena ramah lingkungan dan ekonomis (Arrojo *et al.*, 2022). Faktor kemudahan juga menjadi dasar pertimbangan untuk menekan biaya perawatan (Maria *et al.*, 2021). Tak hanya itu, penggunaan mikroalga dalam proses remediasi juga tidak membutuhkan banyak suplai nutrisi, karena kandungan Nitrogen, Fosfor, serta Karbon dalam limbah rumah tangga dapat digunakan sebagai nutrisi utama mikroalga sebagai agen fikoremediasi (Apandi *et al.*, 2019).

Chlorella merupakan jenis mikroalga yang toleran terhadap lingkungan air dengan kandungan bahan organik yang tinggi serta air yang tercemar berat (Kaloudas *et al.*, 2021). Spesies *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick menjadi salah satu spesies mikroalga yang optimal dalam menurunkan polutan organik dengan kemampuan mereduksi Nitrat, Fosfat, serta COD dengan efektivitas masing-masing sebesar 99,2%, 70,1%, dan 61,0% (Kumari *et al.*, 2021). *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick mampu mereduksi polutan pada hari ke-13 masa kultur (Amaral *et al.*, 2023), akan tetapi untuk mengoptimalkan proses eliminasi polutan berupa Nitrogen, Fosfor, COD serta BOD diperlukan rentang waktu hingga 42 hari masa kultur (Madadi *et al.*, 2021).

Selain membersihkan air limbah dengan mengeliminasi polutan di dalamnya, kemampuan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick dalam proses fikoremediasi juga memberikan sumbangsih yang bermanfaat bagi lingkungan. *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick mampu menurunkan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) pada kisaran $407,8 \pm 0,1$ ppm sehingga akan menekan dampak pemanasan global secara lokal pada lokasi yang tercemar (Maria *et al.*, 2021). Pada jangka waktu yang lebih lama, kemampuan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick dalam mereduksi Karbon akan membantu keseimbangan lingkungan dalam memitigasi perubahan iklim tanpa mengganggu proses penyediaan makanan bagi individu lain (Madadi *et al.*, 2021).

Fikoremediasi IPAL dengan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick diaplikasikan dengan skema strategi pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat. Strategi ini tidak saja berfokus pada pemulihan lingkungan akibat adanya polutan pada air limbah, tetapi juga mengkampanyekan kepada masyarakat untuk dapat berpartisipasi aktif dalam menjaga kelestarian lingkungan. Penerapan proses remediasi diawali dengan memetakan pola kebiasaan sanitasi masyarakat sekitar, sehingga akan diketahui polutan yang mendominasi limbah pada IPAL (Neneng *et al.*, 2020).

Persepsi masyarakat mengenai pengadaan IPAL Komunal dan pengelolaan lingkungan dikaji berdasarkan *transactional theory of perception* (Hutauruk, 2021) dan menjadi dasar dalam menentukan strategi pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat. Informasi yang diperlukan untuk diteliti meliputi kebiasaan sanitasi, pengetahuan awal mengenai pengoperasian dan pemeliharaan sistem IPAL Komunal, serta persepsi dan peran masyarakat mengenai pengoperasian IPAL Komunal di kawasan pemukimannya (Hutauruk, 2021). Penentuan strategi selanjutnya dianalisis menggunakan SWOT dan diharapkan mendapatkan *output* berupa stategi yang tepat dalam pengolahan limbah rumah tangga melalui pengoperasian IPAL Komunal (Mas'adi *et al.*, 2020).

Uji fikoremediasi dilakukan pada skala laboratorium untuk mengetahui konsentrasi limbah yang optimal sebagai media kultur *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick. Penelitian mengenai fikoremediasi *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick telah banyak dilakukan di Indonesia dengan berbagai jenis sumber limbah, diantaranya

adalah limbah tekstil (Soeprbowati & Hariyati, 2017), limbah industri plastik (K. Sari et al., 2014), serta limbah peternakan (Azhar et al., 2017). Kajian persepsi masyarakat guna menentukan strategi pengelolaan lingkungan yang tepat juga telah dilakukan oleh (Indrajaya et al., 2022) di lokasi tambang rakyat Kota Palangka Raya, (Mas'adi et al., 2020) di TPST Kec. Pamulang, Tangerang Selatan, serta (Arbain & Chairiyah, 2021) pada ekowisata mangrove dan bekantan di Tarakan Barat. Penelitian ini diharapkan mampu mendukung ketercapaian program pemerintah dalam mewujudkan capaian target sanitasi aman, baik pada tingkat kota/kabupaten, provinsi hingga nasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan persoalan yang telah dijabarkan di atas, diketahui bahwa *effluent* yang dihasilkan dari pengolahan limbah rumah tangga pada IPAL Komunal masih mengandung polutan yang melebihi baku mutu sungai dan baku mutu limbah domestik. Untuk itu, diperlukan penelitian yang mengkaji mengenai remediasi limbah rumah tangga dan dikombinasikan dengan persepsi masyarakat dan *key informan* mengenai pengoperasian IPAL Komunal guna meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan. *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick telah banyak diterapkan dalam fikoremediasi skala laboratorium untuk beberapa jenis limbah, seperti limbah peternakan (Azhar et al., 2017), limbah tekstil (Soeprbowati & Hariyati, 2017) dan limbah industri (K. Sari et al., 2014). Penelitian ini mencoba meremediasi limbah rumah tangga skala laboratorium menggunakan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick sebagai agen fikoremediasi dan dilengkapi dengan hasil survei mengenai persepsi masyarakat dan *key informan* mengenai pengelolaan limbah rumah tangga pada IPAL Komunal untuk merumuskan strategi pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat.

1.3 Tujuan Penelitian

Merujuk pada rumusan masalah dan latar belakang penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya, berikut uraian mengenai tujuan penelitian kali ini.

1. Untuk menganalisis persepsi responden dan *key informan* mengenai pengelolaan limbah rumah tangga pada IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga.
2. Untuk menganalisis efisiensi fikoremediasi skala laboratorium dalam mendukung pertumbuhan sel *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick dan menurunkan polutan yang berasal dari *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga.
3. Untuk merancang strategi pengelolaan limbah rumah tangga berbasis masyarakat sesuai persepsi responden, *key informan* serta uji fikoremediasi pada *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah dan tujuan penelitian, detail terkait kontribusi yang akan diberikan bagi lingkungan dari penelitian kali ini antara lain :

1. Memberikan paparan persepsi dari responden (masyarakat) dan *key informan* mengenai pengelolaan limbah rumah tangga pada IPAL Komunal.
2. Memberikan gambaran hasil analisis efisiensi uji fikoremediasi skala laboratorium dalam mendukung pertumbuhan sel *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick dan menurunkan polutan yang berasal dari *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga.
3. Memberikan saran dalam bentuk strategi pengelolaan limbah rumah tangga berbasis masyarakat berdasarkan hasil analisis persepsi responden, *key informan*, serta pengujian fikoremediasi pada *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga.

1.5 Orisinalitas Penelitian

Penelitian ini berfokus pada fikoremediasi limbah rumah tangga (Narayanan *et al.*, 2021) skala laboratorium yang diambil dari *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal KSM Guyub Rukun menggunakan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick seperti penelitian oleh Soeprbowati & Hariyati (2017) dan Kumari *et al* (2021). Uji fikoremediasi juga diharapkan dapat menurunkan kandungan polutan seperti deskripsi pada tabel 1. untuk penelitian yang dilakukan Narayanan *et al* (2021),

Rana & Prajapati (2021), serta Utami *et al* (2020). Analisis persepsi seperti penelitian Sondakh *et al* (2019) dan Nugraha *et al* (2018) bertujuan untuk menilai pemahaman dan kesadaran pengelolaan lingkungan yang berpusat pada masyarakat. Strategi pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat pada pengolahan limbah rumah tangga akan dikembangkan dengan analisis SWOT merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Liberda *et al* (2021) dan Indrawanto & Sari (2023) yang tertuang dalam tabel 1.1.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu dan Orisinalitas Penelitian

No.	Penulis (Tahun)	Judul	Deskripsi Penelitian
1.	Narayanan, Mathiyazhagan Prabhakaran, Murugan Natarajan, Devarajan Kandasamy, Sabariswaran Raja, Rathinam Carvalho, Isabel S Ashokkumar, Veeramuthu Chinnathambi, Arunachalam Ali, Sulaiman Devarayan, Kesavan Pugazhendhi, Arivalagan (2021)	Phycoremediation potential of <i>Chlorella</i> sp. on the polluted Thirumanimutharu river water	Penelitian mengkaji uji fikoremediasi <i>Chlorella</i> sp. pada air sungai Thirumanimutharu yang tercemar oleh limbah perkotaan, rumah tangga, dan medis yang dikultur pada skala lapangan dan laboratorium selama 15 hari. Grup 3 uji skala lapangan memberikan hasil penurunan polutan terbaik dengan penurunan BOD 34,51%, COD 32,53%, serta 100% pada NO ₂ , NO ₃ , dan NH ₃ .
2.	Liberda, Remalda Apriani, Isna Utomo, Kiki Prio (2021)	Studi Benchmarking Unit Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) Program SANIMAS IDB di Kota Pontianak	Penelitian dilakukan pada SANIMAS IDB di Kota Pontianak dengan mengkaji efisiensi penilaian SPALDT berdasarkan pandangan masyarakat dan hasil uji kualitas <i>effluent</i> air limbah yang didasarkan pada baku mutu air limbah domestik menurut PERMENLHK No. 68 Tahun 2016.
3.	Indrajaya, Fahrul Shodaq, Amru Ash Virgiyanti, Lisa (2022)	Strategi Pengelolaan Lingkungan Pada Lokasi Tambang	Penelitian ini membahas dampak tambang emas rakyat dengan mengukur parameter kualitas air

	Rakyat Di Kelurahan Petuk Barunai Kecamatan Rakumpit Kota Palangka Raya	berupa N-Total, K-Total, P2O5, C-Organik, pH, dan KTK (Kapasitas Tukar Kation). Persepsi masyarakat digunakan sebagai dasar untuk analisis SWOT yang bertujuan untuk menentukan strategi pengelolaan lingkungan yang melibatkan masyarakat .
4.	Kumari, Preety Kumar, Anil Shankar, Ravi Singh, Lokendra Mondal, Prasenjit (2021)	Phycoremediation of wastewater by <i>Chlorella</i> <i>pyrenoidosa</i> and utilization of its biomass for biogas production
		Penelitian ini menguji fikoremediasi <i>Chlorella</i> <i>pyrenoidosa</i> yang dilakukan pada sampel air dari instalasi pengelolaan air limbah yang berhasil menurunkan nitrat (99,2%), Fosfat (70,1%), serta COD (61%) dan limbah sintetik dengan persentase penurunan nitrat 99,5%, fosfat 94,2%, dan COD 87,1% selama 21 hari kultur.
5.	Nugraha, Aditya Sutjahjo, Surjono H. Amin, Akhmad Arif (2018)	Persepsi Dan Partisipasi Masyarakat Terhadap Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Melalui Bank Sampah Di Jakarta Selatan
		Penelitian ini mengkaji persepsi dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah rumah tangga dengan metode survei. Analisis dilakukan dengan SPSS untuk mengetahui faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi persepsi pengelolaan sampah serta korelasi persepsi dengan partisipasi. Semakin positif persepsi yang dimiliki masyarakat, maka semakin beragam partisipasi yang dapat diberikan.
6.	Soeprbowati, Tri R. Hariyati, Riche (2017)	The Phycoremediation Of Textile
		Penelitian ini memberikan gambaran fikoremediasi yang dilakukan <i>Chlorella</i>

		Wastewater Discharge By <i>Chlorella pyrenoidosa</i> H. Chick, <i>Arthrospira platensis</i> Gomont, And <i>Chaetoceros calcitrans</i> (Paulson) H. Takano	<i>pyrenoidosa</i> H. Chick paling optimal dengan persentase penurunan Cr, Cu, Pb, dan Cd lebih dari 80% dan memiliki nilai BCF tertinggi dibanding <i>Arthrospira platensis</i> Gomont dan <i>Chaetoceros calcitrans</i> (Paulson) H. Takano.
7.	Rana, Mohit Singh Prajapati, Sanjeev Kumar (2021)	Stimulating Effects Of Glycerol On The Growth, Phycoremediation And Biofuel Potential Of <i>Chlorella pyrenoidosa</i> Cultivated In Wastewater	Penelitian ini menguji fikoremediasi <i>Chlorella pyrenoidosa</i> pada limbah dan diberi perlakuan gliserol. Hasilnya, fikoremediasi mampu menurunkan fosfat 96,35%, nitrat 47,22% dan COD 79,88%.
8.	Sondakh, Vina S Suhaeni, Siti Lumenta, Vonne (2019)	Persepsi Masyarakat Terhadap Pengelolaan Hutan Mangrove Di Desa Tiwoho Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara	Penelitian persepsi bertujuan untuk mengetahui pandangan masyarakat mengenai pengelolaan hutan mangrove. Hasil penilaian pada 10 kriteria menunjukkan persepsi masyarakat yang cenderung baik dan termasuk dalam rentang positif.
9.	Utami, Dwi Ayu Dahril, Tengku Windarti (2020)	Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Dan Komposisi Kimia <i>Chlorella</i> sp.	Uji fikoremediasi dengan metode RAL terdiri dari 5 taraf konsentrasi dengan rentang konsentrasi terbaik 20%. Biomassa terbaik terdapat pada kultur 25% limbah. Penurunan polutan terbaik ada pada kultur 30% limbah dengan reduksi nitrat dari 14,3 mg/L menjadi 3,1 mg/L dan fosfat dari 1,87 mg/L menjadi 0,33 mg/L.