

Strategi Pengelolaan Limbah Domestik Berbasis Masyarakat pada IPAL Komunal Guyub Rukun di Kota Salatiga

Siti Siwi Wulandari¹, Tri Retnaningsih Soeprbowati^{2*}, dan Kismartini³

¹Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

²Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika; Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro; Cluster of Paleolimnology (Cpalim), Semarang, Indonesia; email: trsoeprbowati@live.undip.ac.id

³Departemen Administrasi Publik, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

ABSTRAK

Pembangunan Instalansi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Komunal Guyub Rukun Kota Salatiga diharapkan mampu meningkatkan taraf sanitasi layak di kawasan tersebut. Namun, temuan lapangan menunjukkan adanya pembuangan *effluent* dari pipa *outlet* menuju Sungai Cengek yang belum mendapat pemantauan kualitas air berdasarkan PP No. 22/2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji strategi pengelolaan limbah cair domestik berbasis masyarakat pada IPAL Komunal Guyub Rukun. Responden penelitian adalah 6 orang *key informan* dari masyarakat dan 1 staff DPUPR Kota Salatiga yang ditentukan berdasarkan prinsip *qualitative sampling* menggunakan metode *purposive approach*. Data dianalisis menggunakan analisis SWOT dan diperoleh hasil perhitungan matriks IFAS dan EFAS pada kuadran I (x,y; 1,01, 0,68) dengan karakteristik strategi agresif. Pemetaan strategi menunjukkan skor kombinasi strategi SO sebesar 3,36, strategi WO sebesar 2,68, strategi ST sebesar 2,35, serta strategi WT sebesar 1,67. Kombinasi strategi SO (*Strength + Opportunity*) dengan skor tertinggi, yaitu 3,36 menjadi prioritas strategi yang dipilih dan dilaksanakan dengan menggunakan kekuatan yang tersedia untuk memanfaatkan peluang yang ada. Alternatif strategi yang dapat diterapkan berdasarkan analisis SWOT yaitu edukasi masyarakat mengenai manfaat pengelolaan lingkungan, peningkatan sanitasi aman di Kota Salatiga dengan melibatkan *stakeholder* dan pemerintah, serta inisiasi penerapan strategi pemulihan lingkungan.

Kata kunci: Sanitasi, Limbah, Strategi, Edukasi, Sungai, Lingkungan

ABSTRACT

The construction of the Guyub Rukun Communal Wastewater Management Installation (WWTP) in Salatiga City is expected to improve the level of proper sanitation in the area. However, field findings show that the effluent discharged from the outlet pipe to the Cengek River has yet to be subjected to water quality monitoring based on PP No. 22/2021 on the Implementation of Environmental Protection and Management. This study assesses the community-based domestic wastewater management strategy at the IPAL Komunal Guyub Rukun. The respondents were six key informants from the community and one DPUPR staff member from Salatiga City, and they were determined using a purposive approach based on qualitative sampling principles. The data were analyzed using SWOT analysis. The IFAS and EFAS matrix calculations showed in quadrants I (x,y; 1.01, 0.68) and had aggressive strategy characteristics. Strategy mapping shows a combination score of SO strategy of 3.36, WO strategy of 2.68, ST strategy of 2.35, and WT strategy of 1.67. The SO (Strength + Opportunity) strategy, combined with the highest score, namely 3.36, is the priority strategy chosen and implemented by using the available strengths to take advantage of existing opportunities. Alternative strategies based on the SWOT analysis include educating the community about the benefits of environmental management, improving safe sanitation in Salatiga City by involving stakeholders and the government, and implementing ecological restoration strategies.

Keywords: Sanitation, Wastewater, Strategies, Education, River, Environment

Citation: Wulandari, S. S., Soeprbowati, T. R., dan Kismartini (2024). Strategi Pengelolaan Limbah Domestik Berbasis Masyarakat pada IPAL Komunal Guyub Rukun di Kota Salatiga. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(6), 1466-1476, doi:10.14710/jil.22.6.1466-1476

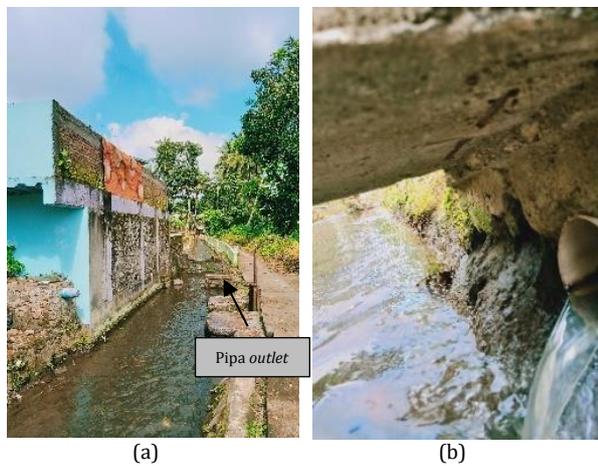
1. PENDAHULUAN

Aktivitas sanitasi yang dilakukan setiap individu dari hari ke hari menyumbang potensi kontaminasi limbah domestik akibat dari penggunaan sabun

mandi, deterjen, maupun jenis sabun lainnya. Permasalahan terkait pengolahan limbah domestik pada area pemukiman menjadi isu yang perlu diperhatikan, mengingat semakin padatnya jumlah

penduduk juga akan berimbas pada penumpukan volume limbah domestik buangan ke lingkungan (Tirta et al., 2022).

Data Badan Pusat Statistik Tahun 2024 mengungkapkan setidaknya terdapat 71,17% sungai yang ada di Indonesia masuk dalam kategori cemar ringan, 8,1% cemar ringan-cemar sedang, 8,1% memenuhi baku mutu sungai kelas II, 7,2% memenuhi baku mutu namun tergolong cemar ringan, serta 5,4% sungai lainnya berada pada kategori cemar sedang (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2024). Sebagai tambahan, data BPS pada tahun 2022 memaparkan dari total 66.636 kelurahan/desa yang memiliki sungai, 9.066 sungai diantaranya telah tercemar limbah rumah tangga. Jawa Tengah menduduki provinsi pertama dengan pencemaran limbah rumah tangga tertinggi yang terjadi pada 1.083 sungai pada kelurahan/desa (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022).



Gambar 1. (a) IPAL Komunal Guyub Rukun; (b) Pipa Outlet

Selain kepadatan penduduk, tentunya pola sanitasi juga menjadi faktor penting yang menentukan kualitas limbah domestik yang dihasilkan. Guna mengatasi fenomena tersebut, pemerintah melalui dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Provinsi Jawa Tengah berupaya meningkatkan capaian layak terhadap akses air limbah di Jawa Tengah dengan target tahun 2020-2024 sebesar 95% (Pemerintah Kota Salatiga, 2023).

Pemenuhan air bersih dan sanitasi layak merupakan salah satu prioritas pembangunan yang didasarkan pada Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB). TPB (SDGs/Sustainable Development Goals) poin ke-6, yaitu jaminan ketersediaan air bersih dan sanitasi berkelanjutan masih menjadi tantangan dalam pembangunan di Kota Salatiga. Akses air limbah aman Kota Salatiga tahun 2020 berhasil mencapai angka 6,16% dengan target tahun 2024 sebesar 10,00%. Selisih angka capaian sebesar 3,84% perlu diperhatikan hingga akhir tahun 2024 ini untuk memenuhi target Pembangunan (Pemerintah Kota Salatiga, 2023)

Alternatif penanganan untuk meningkatkan sanitasi yang layak di masyarakat dapat dilakukan dengan membangun IPAL Komunal pada pemukiman yang tidak memiliki bak pengolahan limbah domestik mandiri. Menurut laporan yang disampaikan Kepala DPUPR Kota Salatiga tahun 2024, persentase pemenuhan sanitasi layak di wilayah kota ini sudah mencapai angka 94,67% (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga, 2024). Salah satu IPAL Komunal terbangun yang masih aktif dan beroperasi dengan baik ialah IPAL Komunal yang terletak di Tegalsari, Kelurahan Kalibening, Kecamatan Tingkir, Kota Salatiga yang dikelola oleh KSM Guyub Rukun. IPAL Komunal di wilayah ini mulai dibangun pada tahun 2017 (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga, 2020).

Kecamatan Tingkir merupakan salah satu kecamatan di Kota Salatiga yang menduduki kecamatan dengan kepadatan tertinggi di kota tersebut. Data Badan Pusat Statistik Kota Salatiga Tahun 2022 menunjukkan angka kepadatan pada Kecamatan Tingkir sebesar 4.486 jiwa/km² (Badan Pusat Statistik Kota Salatiga, 2022). Sementara pada tahun sebelumnya Kelurahan Kalibening tercatat memiliki kepadatan sebesar 2.420,62 jiwa/km² dengan luas wilayah 0,97 km² (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Salatiga, 2021).

Data Monitoring dan Evaluasi (MONEV) DPUPR Kota Salatiga tahun 2020 memaparkan bahwa hasil *outlet* dari buangan limbah menjadi poin permasalahan pasca konstruksi pada pengoperasian IPAL Komunal. Hal ini selaras dengan aduan masyarakat yang mengeluhkan timbulnya bau tidak sedap akibat buangan limbah dari pipa *outlet* yang dialirkan menuju Sungai Cengek (Gambar 1). Guna mengatasi masalah tersebut, KSM Guyub Rukun bersama tim DPUPR membangun sumur resapan setelah bak penampungan terakhir dan memberikan pipa di bagian atas bak yang berfungsi mengalirkan luapan buangan *outlet* ke badan Sungai Cengek (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga, 2020).

Penambahan sumur resapan pada IPAL Komunal mampu mengatasi aroma tidak sedap yang timbul dari air yang dikeluarkan pipa outlet. Akan tetapi, pipa *outlet* yang mengalirkan air limbah ke badan sungai tentu menjadi hal yang perlu diperhatikan sebab belum ada pemantauan rutin untuk memastikan apakah air tersebut memiliki kandungan polutan yang sesuai dengan baku mutu air sungai sesuai Lampiran VI PP No.22/2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Terlebih, limbah domestik memiliki karakteristik berupa kandungan polutan organik dan anorganik yang tinggi (Arrojo et al., 2022) yang dihasilkan dari aktivitas sanitasi dan dapur. Penggunaan sabun secara terus menerus dalam jumlah yang banyak akan menimbulkan penumpukan fosfat di badan air yang berpotensi menyebabkan eutrofikasi sungai (Widyastuti et al., 2023).

Sungai Cengek sendiri memegang peranan penting dalam sistem drainase di Kelurahan Kalibening. Sungai ini diperuntukkan sebagai drainase sekunder yang masuk dalam cakupan wilayah Sub Sistem Drainase Senjoyo-Jetis-Setro dengan total luas 2.0780.000 m². Sungai Cengek memiliki beberapa titik pertemuan dengan Sungai Senjoyo yang menjadi aliran drainase primer wilayah Salatiga bagian selatan (Pemerintah Kota Salatiga, 2023).

Menurut paparan yang dicantumkan dalam Dokumen Strategi Sanitasi Kota (SSK) Salatiga, sistem drainase di Kelurahan Kalibening tergolong dalam sanitasi drainase resiko tinggi (kategori merah). Faktor penyebabnya ialah masih kurangnya partisipasi dan keikutsertaan masyarakat dalam menjaga dan mengelola saluran drainase. Anggapan saluran drainase sebagai tempat pembuangan limbah masih sering ditemukan. Tak hanya itu, faktor lain yang berhubungan dengan bentang lahan berupa cekungan dan sedimentasi menjadikan drainase di kelurahan ini menjadi kurang optimal (Pemerintah Kota Salatiga, 2023).

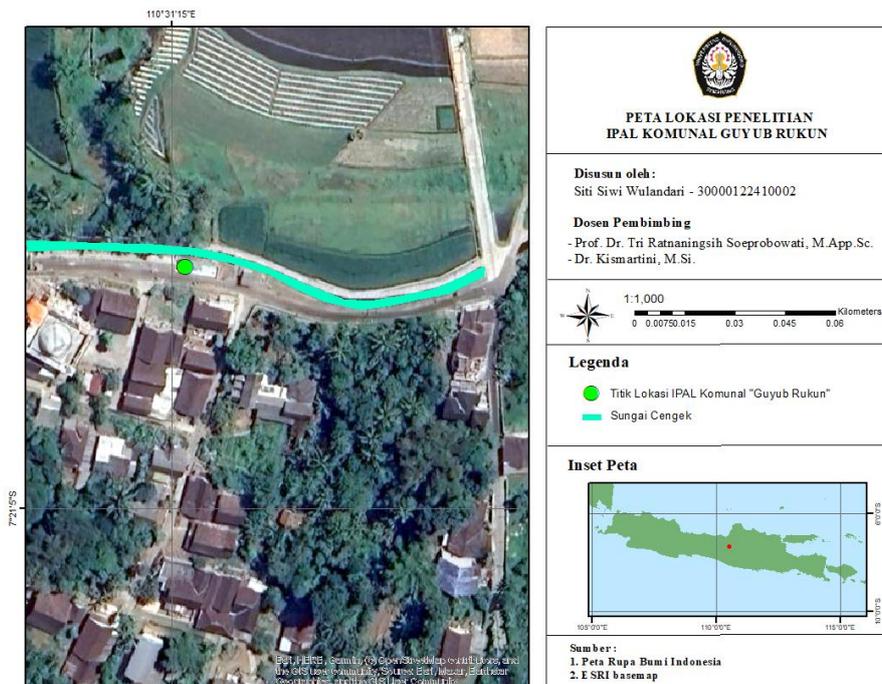
Strategi pengelolaan limbah domestik berbasis masyarakat merupakan salah satu upaya pengelolaan lingkungan yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat dalam prosesnya. Strategi ini diharapkan mampu menumbuhkan kepedulian lingkungan pada berbagai elemen masyarakat. Edukasi mengenai kelestarian lingkungan serta pengelolaan limbah domestik dapat dilakukan untuk menambah wawasan dan memantik keikutsertaan masyarakat sebelum program dijalankan. Peran masyarakat yang intensif pada setiap proses pengelolaan limbah menjadi indikator keberhasilan strategi, ditambah dengan partisipasi yang dilakukan dengan sukarela tanpa paksaan berbagai pihak (Tirta et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi pengelolaan lingkungan yang tepat pada pengoperasian IPAL Komunal berbasis masyarakat dalam mengolah timbunan limbah domestik. Analisis SWOT akan digunakan untuk mencari strategi yang tepat, dengan mempertimbangkan hasil survei kepada masyarakat mengenai persepsi pengoperasian IPAL Komunal, wawancara kepada pengelola IPAL Komunal, serta keunggulan-keunggulan yang dimiliki IPAL Komunal Guyub Rukun menurut data yang diperoleh dari dinas terkait.

2. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif yang mengkombinasikan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kota Salatiga Bagian Cipta Karya serta data primer yang diperoleh melalui wawancara pengelola dan survei menggunakan kuisioner kepada pengguna IPAL Komunal Guyub Rukun di Dusun Tegalsari RT02/RW02, Kelurahan Kalibening, Kecamatan Tingkir Kota Salatiga (gambar 2).

IPAL Komunal ini merupakan infrastruktur yang khusus mengolah limbah cair domestik dari kegiatan rumah tangga. Lokasi bangunan IPAL yang terletak pada badan sungai (Gambar 2) dan pipa *outlet* yang mengalirkan sebagian hasil pengolahan limbah domestik pada sungai (Gambar 1) perlu mendapatkan perhatian. Sebab, penyaluran air buangan *outlet* ke badan sungai tanpa adanya pengawasan dan monitoring kualitas limbah dikhawatirkan akan mengganggu keseimbangan ekosistem sungai.



Gambar 2. Lokasi IPAL Komunal Guyub Rukun RT02/02 Kelurahan Kalibening, Salatiga

Subjek penelitian ditentukan berdasarkan konsep *qualitative sampling* dengan menyeleksi sejumlah kecil individu yang dipilih menjadi *key informan* (Mills & Gay, 2018). Pemilihan *key informan* didasarkan atas metode *purposive approach* dengan mempertimbangkan kemampuan informan untuk mengkomunikasikan fenomena yang dikaji. Penentuan *key informan* yang baik dapat berkontribusi pada penelitian karena mampu memberikan informasi yang mendalam mengenai suatu fenomena (Mills & Gay, 2018). *Key informan* dalam penelitian ini berjumlah 7 orang, yang terdiri dari 6 orang pengguna dan pengelola IPAL Komunal KSM Guyub Rukun serta 1 orang Staff Bidang Cipta Karya DPUPR Kota Salatiga.

Data terkait wawancara pengelola KSM Guyub Rukun dan survei kepada pengguna IPAL Komunal Guyub Rukun dianalisis menggunakan metode SWOT guna mencari strategi terbaik dalam basis pengolahan limbah domestik yang mengikutsertakan masyarakat di dalamnya. Data tersebut juga didukung dengan data sekunder yang bersumber dari laporan capaian program serta monitoring dan evaluasi pemenuhan sanitasi layak yang diperoleh dari DPUPR Kota Salatiga yang disertai kajian pra-konstruksi, konstruksi hingga pasca-konstruksi IPAL Komunal (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga, 2020).

Poin-poin hasil wawancara bersama pengguna dan pengelola IPAL Komunal Guyub Rukun kemudian dikategorikan dalam *Strength, Weakness, Opportunity, Threats* (SWOT) pada matriks *Internal Factor Assesment Strategy* (IFAS) dan *External Factor Assesment Strategy* (EFAS) sebagai faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja IPAL Komunal (Abraham & Suharyanto, 2023). Selanjutnya setiap faktor perlu diberikan bobot serta rating (Indrajaya et al., 2022). Besaran bobot berkisar pada angka 0,0 – 1,0 (dan saat dijumlah hasil pada sub poin adalah 1,0) serta pemeringkatan yang berada pada rentang 1-4. Faktor akan dinilai semakin penting jika mendekati bobot angka 1,0 dan tidak penting jika mendekati angka 0,0. Angka peringkat 4 pada *Strength* (S) dan *Opportunity* (O) memberikan gambaran faktor yang memiliki pengaruh makin besar. Hal ini berlaku sebaliknya pada faktor *Weakness* (W), dan *Threat* (T) (Qanita, 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Persepsi Masyarakat Terhadap Pengelolaan Limbah Domestik pada IPAL Komunal

Persepsi masyarakat mengenai pengelolaan limbah domestik didasarkan atas pengisian kuisioner kepada 6 informan pengguna IPAL Komunal Guyub Rukun yang ditampilkan dalam bentuk grafik (gambar 3). Pembuatan kuisioner didasarkan pada konsep persepsi masyarakat menurut *Transactional Theory of Perception* yang menjabarkan persepsi masyarakat secara menyeluruh sebagai bagian dari pengguna IPAL Komunal (Hutauruk, 2021). Sementara untuk isian kuisioner mengacu pada hasil MONEV DPUPR

terkait pemenuhan sanitasi yang mengkaji poin monitoring berdasarkan situasi sebelum proses pembangunan, saat pembangunan hingga setelah pembangunan IPAL Komunal selesai (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga, 2020).

Sementara, kajian pada Tabel 2 memaparkan hasil wawancara kepada pengelola KSM Guyub Rukun dan pengguna IPAL Komunal. Secara umum, aspek yang dibahas dalam proses interaksi dengan masyarakat ini meliputi: teknik pengoperasian IPAL Komunal, kelembagaan dan manajemen SDM, peran masyarakat, efektivitas IPAL Komunal, serta konsep penerapan fikoremediasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa aspek PHBS (77,22%) dan pemahaman konsep pemulihan lingkungan dengan fikoremediasi (71,9%) berada dalam kategori baik namun perlu adanya evaluasi dan perbaikan (Pradana & Mawardi, 2021). Aspek PHBS yang berhubungan dengan sanitasi masih menjadi isu yang perlu diperhatikan, mengingat aktivitas sanitasi erat kaitannya dengan taraf kesehatan yang ada di masyarakat. Penggunaan sabun, karbol pewangi, serta budaya membuang limbah domestik ke sistem drainase/selokan menjadi poin-poin penting terkait PHBS yang memengaruhi pengelolaan limbah domestik (Tirta et al., 2022). Se jauh ini belum ada aturan penggunaan sabun, deterjen serta bahan kimia lain dalam skala rumah tangga. Fenomena ini perlu lebih diperhatikan, sebab lingkungan memerlukan waktu dalam mengurai polutan yang bersumber dari sabun dan deterjen.

Penumpukan sisa deterjen dan sisa sabun berpotensi meningkatkan kandungan surfaktan dan P-Total pada limbah domestik yang akan menimbulkan dampak buruk jika langsung dibuang ke badan sungai. Kontaminasi surfaktan akan menimbulkan busa yang menghambat difusi Oksigen menuju air (Larasati et al., 2021), sementara jumlah P-Total yang berlebih pada badan air akan memperbesar potensi eutrofikasi dan mempercepat laju pertumbuhan tanaman air (Widyastuti et al., 2023) Pada kondisi ini, konsumsi oksigen difokuskan untuk kebutuhan tanaman air, dan secara simultan oksigen terlarut (*Dissolve Oxygen/DO*) dalam air akan menurun. Kadar COD dan BOD yang tinggi juga dapat memperparah kondisi ini, dimana oksigen yang seharusnya digunakan oleh biota di dalam air menjadi berkurang dan terganggu (Siti Prihatin & Sugiharto, 2021).

Implementasi aktivitas pemulihan lingkungan menggunakan mikroalga atau *familiar* disebut fikoremediasi dapat menjadi upaya dalam menangani timbunan polutan yang bersumber dari limbah domestik. Hasil survei menunjukkan bahwa masyarakat menyetujui penerapan remediasi dengan teknologi biologi ini (71,9%), namun konsep mengenai fikoremediasi belum dipahami dengan baik karena merupakan hal baru bagi masyarakat. Edukasi melalui sosialisasi secara langsung maupun menggunakan media penyebaran informasi lain dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan pemahaman

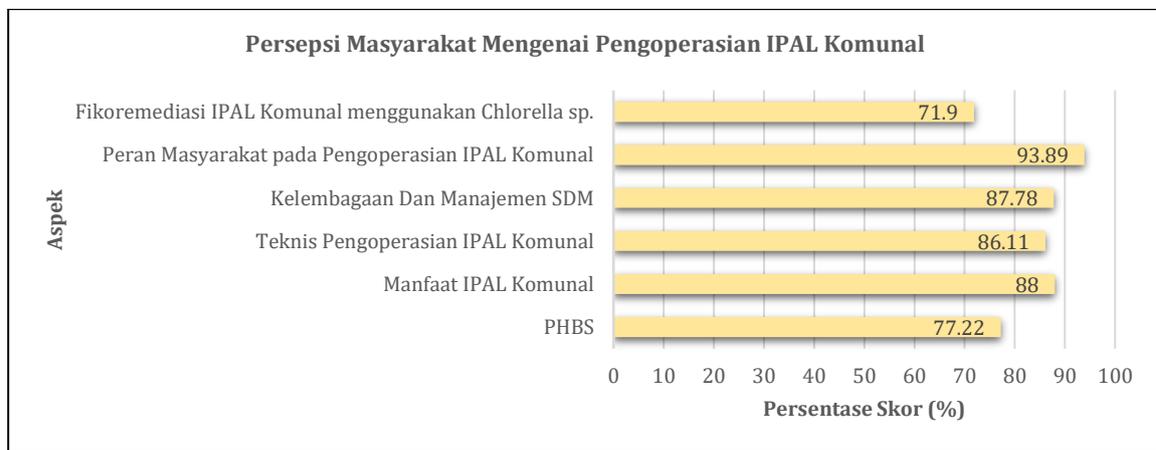
masyarakat khususnya pengguna IPAL Komunal terkait fikoremediasi (Nofiyanto et al., 2019).

Peranan masyarakat pada pengoperasian IPAL Komunal memberikan hasil yang sangat tinggi yaitu 93,89%. Hasil ini membuktikan bahwa terdapat partisipasi aktif masyarakat di dalam penggunaan IPAL Komunal yang intensif mulai dari pra-konstruksi, konstruksi hingga pasca konstruksi. Peranan yang hingga saat ini terus dilakukan adalah kerja bakti dalam membersihkan bak komunal yang dilakukan 6 bulan sekali, iuran untuk menguras bak komunal setiap 2 tahun, dan pemeliharaan rutin bak kontrol pribadi yang ada pada masing-masing rumah pengguna IPAL Komunal (Tirta et al., 2022).

Masyarakat yang proaktif juga didukung berkat adanya aspek kelembagaan dan SDM (87,78%) yang baik dari pengelola IPAL Komunal Guyub Rukun. KSM Guyub Rukun masuk dalam salah satu KSM IPAL Komunal di Salatiga yang masih aktif (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga, 2020).

Selain menggerakkan masyarakat untuk kerja bakti dan turut serta membayar iuran, pengelola juga rutin mengadakan pertemuan anggota KSM baik untuk membahas keberlanjutan IPAL Komunal ataupun menginformasikan jika ada pembangunan bak kontrol lanjutan bagi anggota baru (Tirta et al., 2022). Selain itu, aspirasi-aspirasi anggota KSM baik mengenai kendala maupun saran pengembangan IPAL Komunal senantiasa disampaikan pengelola IPAL Komunal melalui pertemuan paguyuban IPAL Komunal se-Kota Salatiga yang dilaksanakan setiap bulan (Raharja, 2023).

Merujuk pada hasil wawancara yang dilakukan kepada pengelola (tabel 2), pengolahan limbah domestik pada IPAL Komunal Guyub Rukun berjalan dengan baik. Hal ini sesuai dengan paparan hasil survei *key informan* di masyarakat yang memberikan pandangan mengenai teknik pengoperasian IPAL Komunal berada pada angka 86,11% dengan kategori sangat baik.



Gambar 3. Hasil Survei Persepsi Masyarakat Mengenai Pengoperasian IPAL Komunal

Tabel 2. Identifikasi Pengoperasian IPAL Komunal Guyub Rukun

No.	Aspek Kajian	Hasil Wawancara	Saran Perbaikan
1	Teknik pengoperasian IPAL Komunal	<ul style="list-style-type: none"> Awal pembangunan respon warga beragam, mayoritas masyarakat yang menyetujui disebabkan tidak memiliki lahan luas untuk peresapan. Ada bak kontrol di rumah, pipa dan saluran penyambung dan bak komunal (8) Jadwal pemeliharaan rutin setiap 6 bulan. Bak komunal dikuras setiap 2 tahun. IPAL Komunal dikelola oleh KSM Guyub Rukun 	Perlu adanya kontrol parameter kualitas air limbah
2	Kelembagaan dan manajemen SDM	<ul style="list-style-type: none"> Pendampingan pihak DPUPR pasca konstruksi melalui paguyuban IPAL Komunal setiap 1 bulan sekali. Pemberlakuan kas dan kerja bakti untuk membersihkan bak kontrol, bak komunal dan pipa. 	Perlu ditingkatkan
3	Peran masyarakat	<ul style="list-style-type: none"> Menguras bak kontrol pada rumah masing-masing, ikut kerja bakti membersihkan pipa saluran dan bak komunal IPAL Komunal berjalan dengan efektif dan tidak terdapat kendala. 	Perlu ditingkatkan
4	Efektivitas IPAL Komunal	<ul style="list-style-type: none"> Monitoring petugas dinas dilakukan pada saat rapat rutin paguyuban IPAL Komunal se-Kota Salatiga. Muncul bau pasca konstruksi (diatasi dengan sumur resapan) Terdapat pipa dari bak outlet yang membuang hasil olahan IPAL Komunal ke sungai. 	Perlu pengujian kualitas air limbah dari pipa outlet
5	Konsep penerapan fikoremediasi	<ul style="list-style-type: none"> Masyarakat belum familiar. Keikutsertaan masyarakat dapat diawali dengan sosialisasi dan praktik fikoremediasi saat kerja bakti. 	Meningkatkan edukasi kepada masyarakat; Perencanaan yang baik dan berkelanjutan

Sumber data diolah dari hasil wawancara dengan pengelola KSM Guyub Rukun

Namun, menurut informasi dari *key informan* pengelola IPAL Komunal, terdapat kendala pasca-konstruksi yaitu munculnya bau karena buangan *outlet* yang dialirkan pada badan sungai (tabel 2). Timbulnya bau tidak sedap disebabkan gas amoniak dan sulfida dari penguraian zat organik yang kemudian bercampur dengan Nitrogen, Fosfor, serta sulfat dari proses dekomposisi protein pada limbah (Kadir, 2022). Selain menimbulkan bau, kontaminasi polutan organik (Liberda et al., 2021) dan anorganik dari limbah rumah tangga yang berlebih dikhawatirkan akan mempengaruhi keseimbangan sungai (Widyastuti et al., 2023).

Upaya yang telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan membangun sumur resapan setelah bak pengolahan akhir. Selain itu, penggunaan bakteri dalam mengolah limbah domestik juga sudah diimplementasikan. Akan tetapi, menurut pendapat responden yang tinggal dekat dengan IPAL Komunal, bau yang muncul dari pipa *outlet* masih saja muncul, terutama saat musim kemarau.

Penerapan fikoremediasi diharapkan bisa membantu masyarakat, dengan melakukan kajian dalam skala laboratorium terlebih dahulu. Pengelola IPAL Komunal juga menerima dengan baik saran tersebut, dan akan disampaikan melalui peguyuban IPAL Komunal se-Kota Salatiga agar mendapatkan tindaklanjut dari dinas terkait.

3.2. Analisis SWOT

Analisis SWOT/*Strength, Weakness, Opportunity, Threat* merupakan analisis kualitatif yang populer dilakukann untuk mencari strategi terbaik dalam penerapan suatu program atau proyek. Analisis SWOT pada penelitian ini didasarkan pada data hasil wawancara pengelola KSM Guyub Rukun dan kuisisioner kepada pengguna IPAL Komunal tersebut. Informasi dan data yang diperoleh dari informan akan dijadikan dasar dalam menentukan faktor kekuatan, kelemahan, peluang serta ancaman yang dapat dipetakan dalam matriks IFAS dan EFAS (Mas'adi et al., 2020).

Pengoperasian IPAL Komunal memiliki tantangan dari awal masa pembangunan hingga IPAL Komunal siap digunakan oleh masyarakat. Umumnya,

masyarakat ragu bahkan menolak pembangunan IPAL Komunal karena timbulnya bau khususnya bagi masyarakat yang tinggal di dekat lokasi IPAL. Isu ini tentunya menjadi evaluasi bersama baik bagi pemerintah, pelaksana program hingga masyarakat untuk bersama-sama mewujudkan lingkungan yang nyaman lewat sanitasi layak. Upaya koordinasi telah dilakukan dinas terkait untuk memastikan keberlanjutan penggunaan IPAL Komunal, salah satunya melalui paguyuban yang mengumpulkan KSM se-Kota Salatiga untuk saling bertukar pikiran, pandangan serta ide pengoptimalan pengolahan limbah domestik.

Namun, perlu adanya peningkatan peran masyarakat dalam pengolahan limbah domestik. Hal ini dapat diusahakan dengan membangun kesadaran dari dasar mengenai sanitasi layak dan aman sebagai bentuk peran serta masyarakat dalam pengelolaan lingkungan. Upaya ini tentunya tidak mudah, tetapi dapat diusahakan melalui strategi yang mengkombinasikan kekuatan dan peluang yang ada untuk mengatasi kekurangan dan ancaman yang akan terjadi (Raharja, 2023). Kombinasi strategi tersebut dapat disusun berdasarkan matriks faktor internal dan eksternal yang dijabarkan dalam tabel 3. dan tabel 4.

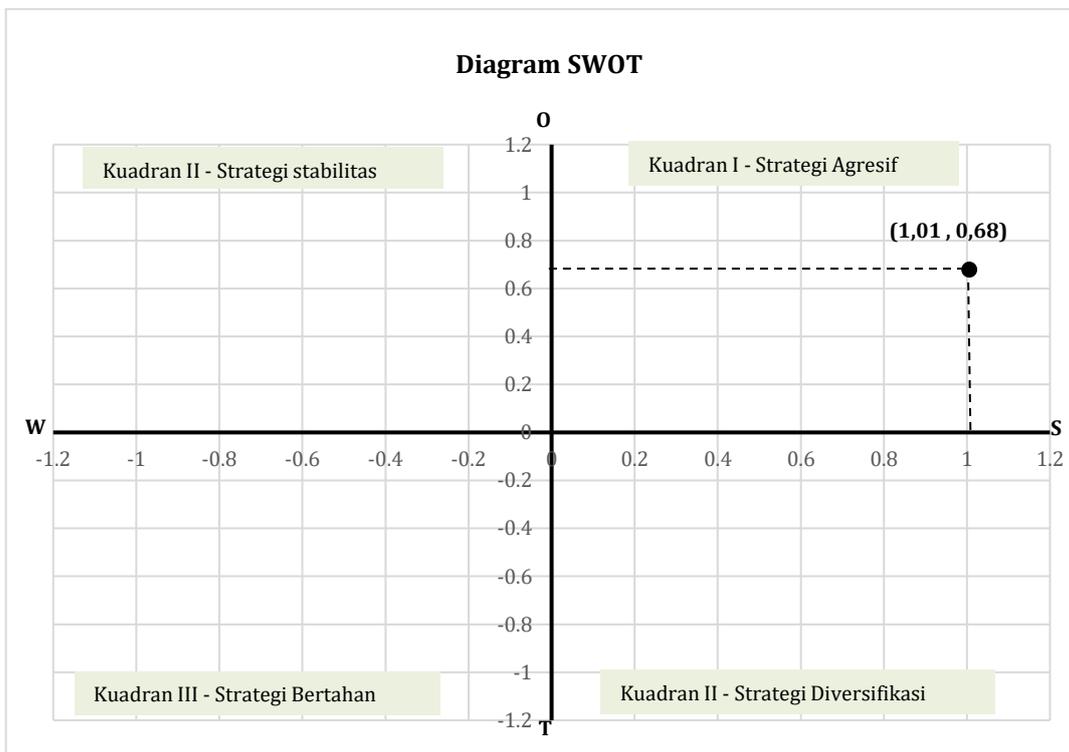
Berdasarkan uraian faktor internal, dapat diketahui bahwa pengoperasian IPAL Komunal yang optimal menjadi poin kekuatan utama dalam kajian ini. IPAL Komunal yang optimal menunjang keberhasilan pengolahan limbah domestik dan mampu menumbuhkan kepercayaan serta minat warga untuk ikut serta dalam pemeliharaan bak komunal. Tetapi, edukasi serta kepedulian lingkungan yang belum merata di masyarakat dapat mengganggu efektivitas kinerja IPAL Komunal. Munculnya bau (skor : 0,13; Tabel 3.) akibat penggunaan sabun dalam jumlah banyak akan menambah potensi ancaman eutrofikasi sungai (skor : 0,16; Tabel 4.) (Harahap et al., 2020). Terlebih, lokasi IPAL Komunal yang dekat dengan badan sungai (skor : 0,15; Tabel 3.) dikhawatirkan akan menambah beban pencemar yang jika diteruskan dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan perubahan keseimbangan lingkungan di sekitarnya (Harahap et al., 2020).

Tabel 3. Matriks IFAS

Faktor Internal	Bobot (a)	Pemeringkatan (b)	(a x b)
Strength			
1. Kinerja IPAL Komunal baik	0,14	4	0,56
2. Memanfaatkan bakteri pada bak komunal akhir	0,11	4	0,44
3. Rutin melakukan pemeliharaan bak kontrol pribadi dan bak komunal	0,12	3	0,36
4. Kelembagaan dan manajemen KSM berkelanjutan	0,07	3	0,21
5. Kas rutin untuk mengurus bak komunal	0,07	3	0,21
Jumlah			1,78
Weakness			
1. Muncul bau	0,13	1	0,13
2. Sebagian buangan <i>outlet</i> dialirkan ke badan sungai	0,13	1	0,13
3. Pemerataan kepedulian lingkungan	0,10	2	0,2
4. Belum adanya pemantauan kualitas air	0,08	2	0,16
5. Lokasi IPAL Komunal terletak di badan sungai	0,05	3	0,15
Jumlah	1,0		0,77
P = Strength - Weakness			1,01

Tabel 4. Matriks EFAS

Faktor Eksternal	Bobot (a)	Pemeringkatan (b)	(a x b)
Opportunity			
1. Implementasi mikroalga untuk pengolahan limbah domestik	0,10	2	0,2
2. Keterlibatan masyarakat dalam pengolahan limbah domestik semakin intens	0,16	4	0,64
3. Muncul aturan penggunaan deterjen dan sabun	0,07	2	0,14
4. Perbaikan pola sanitasi berwawasan lingkungan	0,11	3	0,33
5. Pemenuhan sanitasi aman dan sanitasi layak Kota Salatiga 2024	0,09	3	0,27
Jumlah			1,58
Threat			
1. Bertambahnya beban pencemar air sungai	0,14	1	0,14
2. Potensi terjadinya eutrofikasi sungai	0,08	2	0,16
3. Perubahan keseimbangan ekosistem sungai	0,06	2	0,12
4. Kurangnya minat dan motivasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan	0,09	2	0,18
5. Pemahaman fikoremediasi masih terbatas	0,10	3	0,3
Jumlah	1,0		0,9
Q = Opportunity - Threat			0,68



Gambar 3. Diagram Penentuan Strategi SWOT

Langkah untuk mengatasi kekurangan dapat dilakukan dengan memanfaatkan peluang, salah satunya melalui perbaikan pola sanitasi yang berwawasan lingkungan. Edukasi diberikan dengan memberikan pemahaman kepada masyarakat dalam memilih sabun dan deterjen yang mudah diuraikan oleh alam (*biodegradable*). Selain itu, pengurangan beban pencemar pada sungai juga dapat menjadi alternatif program yang dapat diimplementasikan melalui kegiatan fikoremediasi (Pooja et al., 2022) dengan memanfaatkan mikroalga (Rana & Prajapati, 2021).

Kuantifikasi faktor SWOT dalam bobot dan pemeringkatan dapat dijadikan dasar untuk menentukan posisi strategi menurut diagram kartesius SWOT yang ditampilkan dalam Gambar 3. Perhitungan faktor internal/IFAS (P) menunjukkan

hasil sebesar 1,01 (x) dan faktor eksternal/EFAS (Q) sebesar 0,68 (y). Titik koordinat (x,y) dengan nilai (1,01 , 0,68) berada pada kuadran 1 yang identik dengan strategi agresif yang diharapkan mampu meningkatkan perkembangan program secara signifikan (Christina & Soedarsa, 2022).

Perhitungan IFAS dan EFAS juga dimanfaatkan untuk menentukan prioritas strategi yang dapat diambil untuk menangani isu pengolahan limbah domestik pada IPAL Komunal ini. Kalkulasi prioritas strategi dapat dilakukan dengan mencari jumlah antara faktor internal dan eksternal sesuai hasil pada matriks IFAS dan EFAS. Strategi yang akan diukur meliputi *Strength (S) + Opportunity (O)* ; *Strength (S) + Threat (T)* ; *Weakness (W) + Opportunity (O)*; dan *Weakness (W) + Threat (T)* (Indrajaya et al., 2022). Perhitungan ini akan ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Urutan Prioritas Kombinasi Strategi SWOT

Urutan	Jenis Strategi	Nilai
I	SO = <i>Strength</i> (S) + <i>Opportunity</i> (O)	3,36
II	ST = <i>Strength</i> (S) + <i>Threat</i> (T)	2,68
III	WO = <i>Weakness</i> (W) + <i>Opportunity</i> (O)	2,35
IV	WT = <i>Weakness</i> (W) + <i>Threat</i> (T)	1,67

Menurut data yang diperoleh dari perhitungan kombinasi strategi SWOT, strategi SO (*Strength - Opportunity*) menduduki peringkat pertama dengan perolehan skor sebesar 3,36. Kekuatan utama berdasarkan skor yang ditampilkan pada matriks IFAS terdapat pada kinerja IPAL Komunal yang berada pada status baik (0,56) dan ditunjang dengan penggunaan bakteri (0,44) pada bak pengolahan terakhir guna mereduksi polutan yang berasal dari limbah domestik.

Bakteri mengambil peranan yang penting dalam pengolahan limbah domestik, baik secara anaerobik maupun aerobik. Degradasi polutan organik dapat dilakukan dalam proses anaerob oleh bakteri dengan syarat adanya suplai nutrisi makro dan mikro seperti Nitrogen, Kalium, serta Fosfor (Quraini et al., 2022). Secara aerob, bakteri dapat membantu mereduksi jumlah endapan pada air sehingga nilai TSS juga akan menurun (Aniriani et al., 2022).

Pada matriks EFAS, peluang/*opportunity* tak kalah penting dalam menentukan prioritas kombinasi strategi SWOT kali ini. Peluang dengan skor tinggi yang dapat berpotensi untuk dimanfaatkan adalah peluang keterlibatan masyarakat yang semakin intens dalam setiap proses pengolahan limbah domestik. Bentuk keterlibatan yang proaktif diharapkan akan merubah pola sanitas masyarakat menjadi pola sanitasi yang berwawasan lingkungan (Arbain & Chairiyah, 2021).

3.3. Strategi Pengelolaan Lingkungan Berbasis Masyarakat pada Pengolahan Limbah Domestik

Berdasarkan analisis SWOT yang mencakup matriks IFAS-EFAS, penentuan posisi strategi serta prioritas strategi, diketahui bahwa kombinasi SO (*strength-opportunity*) menduduki peringkat paling atas. Selanjutnya, strategi ini dapat diaplikasikan dengan cara menggunakan kekuatan yang tersedia guna memanfaatkan peluang yang ada (Qanita, 2020). Strategi yang dapat diterapkan sesuai dengan kombinasi SO (*Strength + Opportunity*) diantaranya edukasi masyarakat, peningkatan sanitasi aman, serta penerapan strategi penerapan lingkungan.

Pengelolaan lingkungan hidup menjadi agenda penting yang dilakukan untuk mengantisipasi penurunan kualitas lingkungan akibat kontaminasi polutan, perubahan iklim dan aktivitas manusia yang umumnya disumbang dari sektor industri. Arahan yang tertuang dalam UUPPLH No.32/2009 pada Bab Penjelasan Poin 1 memaparkan bahwa negara bersama dengan pemerintahan dan semua pemangku kepentingan dari tingkat pusat hingga daerah memiliki tanggungjawab untuk

melakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan sebagai upaya menjaga kelestarian lingkungan. Edukasi mengenai pengelolaan lingkungan seyogyanya juga dilakukan kepada masyarakat umum, mengingat masyarakat merupakan elemen paling dekat yang berhubungan langsung dengan lingkungan hidup (Pemerintah Republik Indonesia, 2009).

Bentuk pengelolaan lingkungan yang dapat dilakukan masyarakat adalah turut serta dalam pemeliharaan dan pengawasan. Tindakan ini diharapkan dapat meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap kelestarian lingkungan, sehingga ketika terjadi hal negatif yang merugikan lingkungan hidup, masyarakat dapat lebih responsif dalam memberikan saran masukan dan segera melakukan aduan kepada pemangku kebijakan setempat untuk meminimalisir dampak yang akan terjadi (Anwar & Maya, 2020).

Pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat dapat diawali dengan adanya kepeloporan dari tokoh masyarakat atau individu yang memiliki *environmental awareness* yang baik. Bentuk kepedulian ini sudah diterapkan oleh para pengelola IPAL Komunal yang memperhatikan pemeliharaan bak dan pipa-pipa sehingga kinerja IPAL Komunal berjalan dengan efektif hingga saat ini (Ahsanti et al., 2022).

Kepeloporan mengenai pengelolaan lingkungan perlu ditingkatkan untuk memastikan kualitas pengolahan limbah domestik pada IPAL Komunal sesuai dengan aturan yang tertuang dalam Lampiran VI PP 22/2021 terkait Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sebab seperti uraian permasalahan di atas, pipa *outlet* IPAL Komunal Guyub Rukun mengalirkan buangan limbah ke badan sungai dimana kontaminan akan semakin tinggi saat penggunaan sabun dan deterjen meningkat (Kospa & Rahmadi, 2019).

Elemen masyarakat yang menjadi pelopor dalam sosialisasi pengelolaan lingkungan dapat berasal dari *stakeholder* setempat atau pengelola IPAL Komunal Guyub Rukun. Pemilihan tokoh-tokoh ini didasarkan atas *bonding* atau keterikatan yang tercipta karena tinggal dalam kawasan yang sama, dimana secara otomatis juga akan mengalami kendala ataupun manfaat lingkungan yang sama pula (Ahsanti et al., 2022).

Penyebaran informasi mengenai edukasi pengelolaan lingkungan dapat dilakukan dengan bertatap muka secara langsung atau melalui media elektronik. Arisan, rapat warga, maupun kegiatan karang taruna menjadi agenda berkumpul masyarakat yang bisa dimanfaatkan untuk

menjelaskan prinsip-prinsip pengelolaan lingkungan yang baik. Prosedur sosialisasi yang berlangsung santai dan didukung dengan bantuan tokoh masyarakat setempat dapat menjadi kombinasi penyampaian informasi yang optimal (Arbain & Chairiyah, 2021).

Implementasi edukasi masyarakat dapat pula diterapkan dengan media tambahan, seperti brosur, papan informasi serta *broadcast* pesan yang dikirim melalui ponsel pintar. Lokasi strategis untuk penempatan papan informasi ialah di kawasan IPAL Komunal. Pemilihan ini diharapkan mampu menarik minat baca masyarakat sembari melakukan kerja bakti atau sekedar lewat di ruas jalan sekitar IPAL Komunal.

Sesuai target dan capaian sanitasi layak yang tertuang dalam Strategi Sanitasi Kota Salatiga 2023-2028, angka sanitasi aman di kota ini direncanakan mencapai persentase 10,00% (target jangka pendek) dengan capaian tahun 2024 sebesar 6,34%(Pemerintah Kota Salatiga, 2023). Sejalan dengan rencana target ini, strategi edukasi dan remediasi pada poin sebelumnya, diharapkan mampu meningkatkan capaian sanitasi aman Kota Salatiga yang masih berada di bawah angka 10%.

Peningkatan angka sanitasi aman dan sanitasi layak akan berpengaruh terhadap perubahan pola sanitasi masyarakat. Perbaikan pola sanitasi yang berwawasan lingkungan dapat dipraktikkan salah satunya melalui kebiasaan menggunakan deterjen yang ramah lingkungan (*biodegradable*) dan pemakaian sabun seperlunya. *Biodegradable* dapat diartikan sebagai bahan yang mudah diuraikan oleh lingkungan, sehingga kelestarian lingkungan dapat terjaga. Guna memudahkan pemahaman konsumen, beberapa produk juga tidak hanya menggunakan istilah *biodegradable* tetapi juga menambahkan keterangan 'ramah lingkungan', 'mudah diuraikan lingkungan' atau klaim mengandung bahan surfaktan yang rendah (Fibriani et al., 2021).

Selain menyebabkan polusi pada air, penggunaan sabun yang berlebih juga akan menyebabkan aroma buangan *outlet* semakin menyengat. Semakin banyaknya jumlah sisa pengolahan sabun pada aliran air akan menyebabkan penurunan kualitas air. Kontaminasi yang terus menerus terjadi tanpa adanya pemulihan lingkungan akan berdampak pada krisis air bersih (Raharja, 2023).

Kebiasaan ini merupakan perilaku yang mudah diterapkan, dengan catatan perlu adanya edukasi untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai bahaya deterjen dan sabun yang berlebih bagi lingkungan. Akan tetapi, aturan mengenai penggunaan deterjen dan sabun belum direalisasikan oleh pemerintah setempat, sehingga peluang ini masih memiliki nilai yang kecil (Tabel 4.). Menurut hasil wawancara kepada staf DPUPR Kota Salatiga, Kota Salatiga belum memiliki peraturan yang mengatur penggunaan deterjen dan sabun pada tingkat rumah tangga. Aturan terkait kualitas *effluent* IPAL masih didasarkan atas PermenLHK 68/2016

Mengenai Baku Mutu Air Limbah Domestik. Sementara itu, terkait pengoperasian IPAL Komunal merujuk pada Perda Kota Salatiga 9/2021, Perwali Kota Salatiga 10/2018, dan Perwali Kota Salatiga 99/2021.

Larangan membuang limbah cair domestik secara langsung ke sistem drainase/selokan juga menjadi upaya dalam meningkatkan pola sanitasi. Masalah yang sering dijumpai pada pemukiman padat penduduk ialah pembuangan limbah domestik menuju selokan yang seyogyanya dimanfaatkan sebagai saluran drainase. Pembangunan IPAL Komunal memiliki tujuan utama untuk mengatasi budaya membuang limbah domestik pada selokan yang perlu segera dihentikan. Namun, sosialisasi serta evaluasi tetap harus dilaksanakan untuk memastikan keberlanjutan budaya yang baik dalam kegiatan sanitasi agar saluran drainase tetap berjalan efektif (Tirta et al., 2022).

Pemerintah dapat mengambil peran dengan melakukan pengawasan, baik dalam pengoperasian bak-bak komunal maupun pengawasan kualitas lingkungan yang ada di sekitar lokasi IPAL Komunal. Meskipun IPAL Komunal adalah tanggung jawab KSM dalam pengelolaan dan pengoperasian, tetapi untuk pengawasan kualitas lingkungan tentunya perlu dukungan dari dinas terkait mengingat keterbatasan SDM yang ada di masyarakat. Pengawasan ini tidak saja bertujuan untuk memastikan keberlanjutan IPAL Komunal dalam hal pengoperasian, tetapi juga keberlanjutan IPAL Komunal yang kaitannya dengan kelestarian lingkungan (Indrajaya et al., 2022).

Pemulihan lingkungan menjadi strategi yang dapat diinisiasi sebagai bentuk usaha untuk mengembalikan lingkungan dalam keadaan bersih dan kembali lestari (Tembhare et al., 2022). Konsep ini sering disebut dengan remediasi, dimana remediasi dengan agen biologi umumnya sering diterapkan karena memiliki keunggulan berupa biaya yang terjangkau dan perawatan yang mudah (Neneng et al., 2020). IPAL Komunal Guyub Rukun sudah menerapkan penggunaan bakteri pada bak pengolah terakhir untuk mengurai polutan organik dan anorganik. Akan tetapi, seiring berjalannya waktu perlu adanya *upgrade* teknologi atau penambahan komponen untuk mengoptimalkan pengolahan limbah domestik.

Fikoremediasi adalah teknologi biologi yang dapat digunakan untuk membantu mengembalikan kondisi lingkungan pada baku mutu yang seharusnya dengan mereduksi polutan yang terkandung di dalam air. Konsep remediasi biologi ini diterapkan dengan memanfaatkan mikroalga sebagai agen pereduksi kontaminan pada limbah (Apandi et al., 2019). *Chlorella* sp. merupakan salah satu jenis mikroalga yang terkenal mampu bertahan hidup dalam kondisi polutan organik tinggi (Kaloudas et al., 2021). Kriteria ini sesuai dengan karakteristik limbah domestik yang mengandung banyak senyawa organik hasil buangan kegiatan rumah tangga (Pooja et al., 2022).

Selain melalui fikoremediasi limbah domestik, inisiasi pemulihan lingkungan juga dapat dilakukan dengan membuat aturan penggunaan deterjen dan sabun pada tingkat rumah tangga. Aturan yang dikeluarkan pemangku kebijakan diharapkan dapat merubah perilaku sanitasi masyarakat agar lebih memperhatikan kelestarian lingkungan. Pembatasan penggunaan sabun dan deterjen juga akan menekan kandungan polutan pada limbah domestik sehingga pengolahan limbah pada IPAL Komunal dapat berjalan lebih efektif (Kospa & Rahmadi, 2019).

4. KESIMPULAN

Pembuangan sebagian air *outlet* menuju badan Sungai Cengek menjadi poin permasalahan yang perlu diselesaikan pada IPAL Komunal Guyub Rukun. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah menentukan strategi yang tepat terkait pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat yang dianalisis menggunakan pendekatan SWOT. Pemetaan faktor internal dan eksternal pada matriks IFAS dan EFAS menunjukkan hasil bahwa kombinasi strategi SO (*Strength-Opportunity*) menjadi prioritas strategi yang dapat diterapkan dengan memanfaatkan kekuatan dalam memaksimalkan peluang yang ada. Alternatif strategi pengelolaan limbah domestik yang ditawarkan menurut analisis SWOT dapat dilakukan melalui edukasi masyarakat mengenai manfaat pengelolaan lingkungan, peningkatan sanitasi aman di Kota Salatiga dengan melibatkan stakeholder dan pemerintah, serta inisiasi penerapan strategi pemulihan lingkungan. Keberhasilan program ini dapat ditunjang berkat adanya koordinasi bersama *stakeholder* guna meningkatkan antusiasme dan motivasi keikutsertaan masyarakat sekitar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) RI yang telah memfasilitasi pendanaan penelitian ini sesuai surat *Letter of Guarantee* (LOG) No: LOG-8298/LPDP/LPDP.3/2024. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada responden, KSM Guyub Rukun, Kesbangkespol dan DPUPR Kota Salatiga serta seluruh pihak yang berperan dalam penelitian dan publikasi naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abraham, & Suharyanto. (2023). Evaluasi Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat Skala Komunal. *Journal on Education*, 05(03), 9682-9694.
<https://www.jonedu.org/index.php/joe/article/view/1850%0Ahttps://www.jonedu.org/index.php/joe/article/download/1850/1523>

Ahsanti, A., Husen, A., & Samadi. (2022). Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat dalam Mitigasi Perubahan Iklim: Suatu Telaah Sistematis. *JGG-Jurnal Green Growth Dan Manajemen Lingkungan*, 11(1), 19-26.

Aniriani, G. W., Savira, M., Putri, A., & Nengseh, T. (2022). Efektivitas Penambahan Moving Bed Biofilm Reactor

(MBBR) Terhadap Kualitas Air Limbah di Instalasi Pengolahan Air Limbah Pondok Pesantren Mahasiswa Universitas Islam Lamongan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 22(April), 67-74.

- Anwar, M., & Maya, S. (2020). Harmonisasi Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Pesisir Lampung dalam Rezim Pengelolaan Berbasis Masyarakat. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 2(6), 266-287.
- Apandi, N. M., Mohamed, R. M. S. R., Al-Gheethi, A., & Kassim, A. H. M. (2019). Microalgal Biomass Production Through Phycoremediation Of Fresh Market Wastewater And Potential Applications As Aquaculture Feeds. *Environmental Science and Pollution Research*, 3226-3242.
- Arbain, M., & Chairiyah, N. (2021). Strategi Peningkatan Peran Masyarakat Dalam Melestarikan Ekowisata Mangrove Dan Bekantan Di Kelurahan Karang Rejo Tarakan Barat. *Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian*, 3(March), 1-13.
- Arrojo, M. Á., Regalado, L., Orquín, J. C., Figueroa, F. L., & Díaz, R. T. A. (2022). Potential Of The Microalgae *Chlorella Fusca* (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) For Biomass Production And Urban Wastewater Phycoremediation. *AMB Express*, 1-14.
<https://doi.org/10.1186/s13568-022-01384-z>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). Statistik Potensi Desa Indonesia 2021. *Badan Pusat Statistik*, 45.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024). Statistic Indonesia (Statistical Yearbook of Indonesia) 2024. *Katalog Statistik Indonesia*, 52(1101001), 120.
<https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html>
- Badan Pusat Statistik Kota Salatiga. (2022). Kepadatan Penduduk Per Kecamatan Di Kota Salatiga, 2022. *BPS - Statistic of Salatiga Municipality*, 1.
<https://salatigakota.bps.go.id/subject/12/kependudukan.html#subjekViewTab3>
- Christina, V., & Soedarsa, H. G. (2022). Analisis SWOT Terhadap Pengembangan Usaha Produk Kedai Mie 81 di Masa Pandemi Covid 19. *Sinomika Journal*, 1(1), 37-46.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Salatiga. (2021). Kepadatan Penduduk Kota Salatiga Tiap Kelurahan 2021. *Kepadatan Penduduk Kota Salatiga Tiap Kelurahan 2021*, 1.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga. (2020). Laporan Akhir Profil Infrastruktur Sanitasi (IPAL Komunal) Kota Salatiga. In *Laporan Akhir* (Vol. 1).
- Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Salatiga. (2024). Laporan Hak Atas Lingkungan Yang Baik Dan Sehat Serta Hak Atas Perumahan Layak. *Laporan Hak Atas Lingkungan Yang Baik Dan Sehat Serta Hak Atas Perumahan Layak*, 1.
- Fibriani, S., Haeruddin, & Ayuningrum, D. (2021). Analisis Status Mutu Air dan Beban Pencemaran Sungai Siangker, Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 5(2), 78-86.
- Harahap, M. K. A., Rudiyaniti, S., & Widyorini, N. (2020). Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Konsentrasi Logam Berat dan Indeks Pencemaran di Sungai Banjir Kanal Timur Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(2), 108-115.
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pasirlaut>
- Hutauruk, T. R. (2021). Persepsi Masyarakat Setempat Atas Rencana Pembangunan Kolam Retensi Di Kecamatan Samarinda Ulu. *Jurnal Riset Inossa*, 3(1), 1-14.

- Indrajaya, F., Shodaq, A. A., & Virgiyanti, L. (2022). Strategi Pengelolaan Lingkungan Pada Lokasi Tambang Rakyat Di Kelurahan Petuk Barunai Kecamatan Rakumpit Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 6(1), 56–65.
- Kadir, M. I. (2022). Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9400–9411.
- Kaloudas, D., Pavlova, N., & Penchovsky, R. (2021). Phycoremediation Of Wastewater By Microalgae : A Review. *Environmental Chemistry Letters*, 19(4), 2905–2920. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01203-0>
- Kospa, H. S. D., & Rahmadi, R. (2019). Pengaruh Perilaku Masyarakat Terhadap Kualitas Air di Sungai Sekanak Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 212. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.212-221>
- Larasati, N. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Zainuri, M., & Kunarso, K. (2021). Kandungan Pencemar Detejen Dan Kualitas Air Di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.14710/ijoc.v3i1.9470>
- Liberda, R., Apriani, I., & Utomo, K. P. (2021). Studi Benchmarking Unit Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALDT) Program SANIMAS IDB di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 465–478. <https://doi.org/10.14710/jil.19.2.465-478>
- Mas'adi, M., Aji Priyano, A., & Nurhadi, A. (2020). Analisis SWOT Sebagai Dasar Menentukan Strategi Pengelolaan Sampah Pada TPST Se-Kecamatan Pamulang Tangerang Selatan. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, Dan Akuntansi)*, 4(3), 715–727.
- Mills, G. E., & Gay, L. R. (2018). Educational Research : Competencies For Analysis and Applications. In *Pearson Education, Inc* (Vol. 1, Issue 2). Pearson Education.
- Neneng, L., Ardianoor, Usup, H. L. D., Adam, C., Zakaria, Ghazella, A., Perangin-angin, S. B., & Alvianita, V. (2020). Potensi Chlorella sp. dan Pseudomonas sp. dari Areal Tambang Emas sebagai Mikroorganisme Potensial Pereduksi Merkuri. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 617–625. <https://doi.org/10.14710/jil.18.3.617>
- Nofiyanto, E., Soeprbowati, T. R., & Izzati, M. (2019). Fikoremediasi Kualitas Lindi TPA Jatibarang Terhadap Efektifitas Lemna minor dan Ipomoea aquatica. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 107–112. <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.107-112>
- Pooja, K., Priyanka, V., Rao, B. C. S., & Raghavender, V. (2022). Cost-Effective Treatment Of Sewage Wastewater Using Microalgae Chlorella Vulgaris And Its Application As Bio-Fertilizer. *Energy Nexus*, 7(July), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100122>
- Pradana, F. A. P., & Mawardi, M. (2021). Pengembangan Instrumen Penilaian Sikap Disiplin Menggunakan Skala Likert dalam Pembelajaran Tematik Kelas IV SD. *Fondatia*, 5(1), 13–29. <https://doi.org/10.36088/fondatia.v5i1.1090>
- Pemerintah Kota Salatiga. (2023). Strategi Sanitasi Kota Salatiga 2023-2028. *Peraturan Wali Kota Salatiga No.24 Tahun 2023*, 1–190.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Undang-Undang Republik Indonesia*, 5(August), 1–110. [http://downloads.esri.com/archydro/archydro/Doc/Overview of Arc Hydro terrain preprocessing workflows.pdf](http://downloads.esri.com/archydro/archydro/Doc/Overview%20of%20Arc%20Hydro%20terrain%20preprocessing%20workflows.pdf) <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.11.003> <http://sites.tufts.edu/gis/files/2013/11/Watershed-and-Drainage-Delineation-by-Pour-Point.pdf>
- Qanita, A. (2020). Analisis Strategi Dengan Metode Swot Dan Qspm (Quantitative Strategic Planning Matrix): Studi Kasus Pada D'gruz Caffe Di Kecamatan Bluto Sumenep. *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 1(2), 11–24.
- Quraini, N., Busyairi, M., & Adnan, F. (2022). Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Berbasis Masyarakat Kelurahan Masjid Samarinda Seberang. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 6(1), 1–11.
- Raharja, S. (2023). Upaya Peningkatan Kesadaran Masyarakat dalam Pemanfaatan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (PAL) Komunal Berbasis Masyarakat. *Adarma*, 64(32), 120–126. <http://ejournal.janabadra.ac.id/index.php/adarma/article/view/2493> <https://ejournal.janabadra.ac.id/index.php/adarma/article/viewFile/2493/1665>
- Rana, M. S., & Prajapati, S. K. (2021). Stimulating Effects Of Glycerol On The Growth, Phycoremediation And Biofuel Potential Of Chlorella Pyrenoidosa Cultivated In Wastewater. *Environmental Technology and Innovation*, 24(2021), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102082>
- Siti Prihatin, & Sugiharto, A. (2021). Pengaruh Variasi Dosis Kapur Terhadap Penurunan Kadar COD dan Fosfat Pada Limbah Usaha Laundry. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(2), 58–63. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss2.art2>
- Tembhare, S. P., Bhanvase, B. A., Barai, D. P., & Dhoble, S. J. (2022). E-Waste Recycling Practices: A Review on Environmental Concerns, Remediation and Technological Developments With A Focus on Printed Circuit Boards. In *Environment, Development and Sustainability* (Vol. 24, Issue 7). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01819-w>
- Tirta, D. I., Latief, R., & Tato, S. (2022). Hubungan Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Limbah Domestik IPAL Losari Kecamatan Ujung Pandang Kota Makassar. *Urban and Regional Studies Journal*, 5(1), 04–08. <https://doi.org/10.35965/ursj.v5i1.1960>
- Widyastuti, S., Rhenny Ratnawati, Sugito, Yoso Wiyarno, & Pungut. (2023). Eco Enzyme untuk Menurunkan Kadar Surfaktan, Nitrogen dan Fosfat pada Air Limbah Laundry. *Jurnal WAKTU*, 21(01), 2–10. <https://doi.org/10.36456/waktu.v21i01.6567>