

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

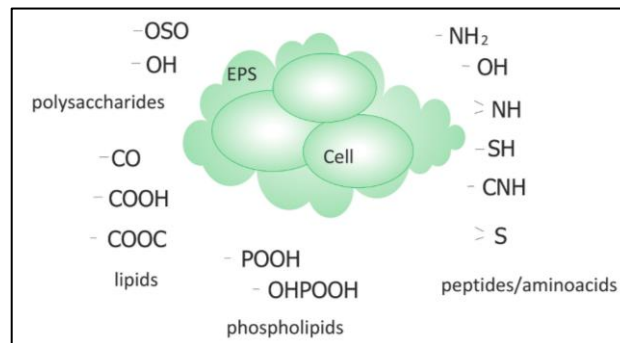
2.1 Tinjauan Pustaka

Kajian mengenai *literature review* yang berkaitan dengan penelitian sebelumnya dijabarkan pada poin ini. Tinjauan pustaka juga memaparkan mengenai teori, sumber data serta konsep yang mendukung uji fikoremediasi pada limbah rumah tangga menggunakan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick yang dikultur pada skala laboratorium. Teori yang memperkuat persepsi masyarakat dalam pengolahan limbah rumah tangga pada IPAL Komunal KSM Guyub Rukun dikaji untuk mengetahui dasar dalam menganalisis strategi pengelolaan lingkungan menggunakan analisis SWOT.

2.1.1 Fikoremediasi Limbah Rumah Tangga

Fikoremediasi merupakan salah satu teknik remediasi biologi yang memanfaatkan mikroalga untuk mereduksi dan mengeliminasi polutan yang terdapat pada air limbah. Mikroalga memiliki kemampuan untuk hidup pada kandungan bahan organik yang tinggi serta limbah dengan polutan yang tinggi. Beberapa mikroalga juga memiliki kemampuan dalam mereduksi logam berat sehingga dapat digunakan untuk melakukan remediasi limbah industri (*Kaloudas et al.*, 2021).

Penggunaan mikroalga dalam metode fikoremediasi lebih ekonomis karena mikroalga tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit. Mikroalga mudah dijumpai dan harganya cukup terjangkau (*Arrojo et al.*, 2022). Tak hanya itu, penggunaan mikroalga juga lebih ramah lingkungan karena tidak menimbulkan residu dari proses pengolahan limbah dan tidak menimbulkan cemaran fisika seperti cemaran panas atau pH yang tidak sesuai dengan peruntukan lingkungan sekitarnya (*Madadi et al.*, 2021).



Gambar 1. Fungsi Molekul Kimia *Chlorella* pada Proses Absorpsi
Sumber : (Amaral *et al.*, 2023)

Mikroalga memiliki kemampuan bio-absorpsi dimana sel-selnya mampu menyerap polutan yang terdapat pada limbah (Kaloudas *et al.*, 2021). Kemampuan *Chlorella* dalam mengabsorpsi senyawa organik dan non-organik dipengaruhi formasi dinding sel yang mendukung fungsi ini. Setiap spesies *Chlorella* akan memiliki kemampuan dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing. Gambar 2 mengilustrasikan formasi dinding sel yang bergantung pada persentase kandungan biokimia yang menyusunnya, meliputi karbohidrat, lipid serta protein (Ricky & Shanthakumar, 2023). Proses absorpsi dan akumulasi tidak akan berjalan lancar, kecuali jika mikroalga khususnya *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick mampu mengkondisikan tubuhnya pada stress lingkungan akibat kandungan pencemar yang tinggi (Danouche *et al.*, 2021).

Limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga dapat dikategorikan menjadi *gray water* dan *black water*. *Gray water* merupakan istilah yang digunakan untuk air limbah yang dihasilkan dari aktivitas mencuci, mandi serta memasak (Kadir, 2022). Sementara *black water* adalah jenis limbah dari kegiatan rumah tangga yang mengandung kotoran manusia (dari buangan WC) (Quraini *et al.*, 2022).

Karakteristik utama limbah rumah tangga adalah bau tidak sedap yang semakin menyengat seiring bertambahnya penggunaan sabun dan deterjen. Bau ini timbul dari proses penguraian senyawa organik pada limbah yang menghasilkan gas, seperti Amoniak atau Sulfida yang bercampur dengan unsur lain seperti Fosfor, Nitrogen serta Sulfur hasil proses dekomposisi molekul protein pada limbah rumah

tangga (Kadir, 2022). Sifat fisik lain yang mencirikan limbah rumah tangga adalah adanya padatan berupa padatan terlarut (Total Dissolve Solid / TDS) dan padatan tersuspensi (Total Suspended Solid / TSS). TSS adalah padatan dalam larutan yang tidak terlarut, sementara TDS adalah padatan yang terlarut dalam air. TDS dan TSS dapat berasal dari bahan organik maupun anorganik (Kaslum *et al.*, 2019). TSS dapat berupa kandungan protein, ganggang serta mikroorganisme (mikroalga atau bakteri) (Kadir, 2022). Jumlah TSS yang tinggi akan menyebabkan kekeruhan pada air (Kusumawardani *et al.*, 2021).

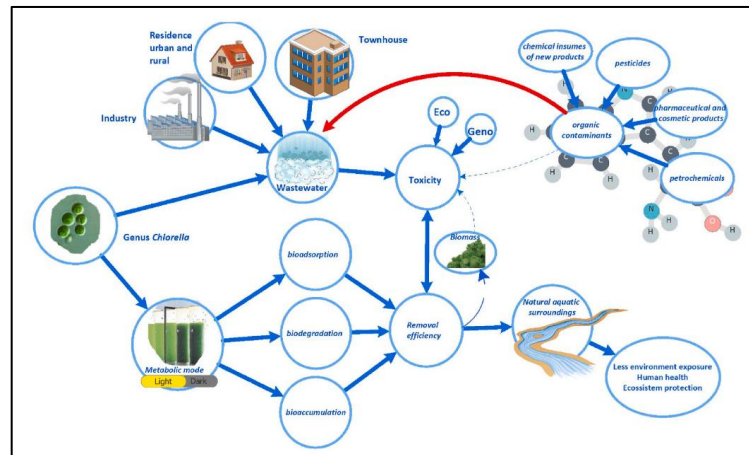
Kontaminasi limbah rumah tangga yang berawal dari fraksi kecil namun terjadi terus menerus akan menyebabkan akumulasi pada perairan dan beresiko mengganggu keseimbangan lingkungan (Ariffin & Zakili, 2019). Konsentrasi Total Fosfat (P-Total) dan Total Nitrogen (N-Total) dalam limbah rumah tangga memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk guna menunjang pertumbuhan mikroalga (Katiyar *et al.*, 2021).

Fase pertumbuhan mikroalga terbagi menjadi 5 tahapan sesuai dengan daya dukung lingkungan berupa media kultur. Fase lag menggambarkan proses adaptasi mikroalga pada awal kultur, sehingga penambahan sel cenderung sedikit. Ketika sel-sel mikroalga mampu menyesuaikan diri terhadap media kultur, proses absorpsi nutrisi oleh sel cenderung tinggi dan laju pertumbuhan sel juga meningkat. Pada tahap ini, sel mikroalga berada pada fase eksponensial (Tamalonggehe *et al.*, 2020). Ketersediaan nutrisi yang tidak bisa mendukung kepadatan mikroalga yang terus bertambah akan menyebabkan kultur berada pada fase penurunan laju pertumbuhan. Jumlah nutrisi yang terus berkurang akan menyebabkan jumlah sel cenderung stasioner dan saat nutrisi benar-benar habis, akan terjadi kematian sel dalam intensitas tinggi (Tewal *et al.*, 2021).

2.1.2 *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick Sebagai Fikoremediator

Pada proses fikoremediasi, *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick memiliki peran yang penting sebagai organisme yang mereduksi kontaminan dan memanfaatkannya sebagai elemen esensial untuk menunjang pertumbuhan (Das & Deka, 2019). Seperti skema yang dijelaskan pada Gambar 3., genus *Chlorella*

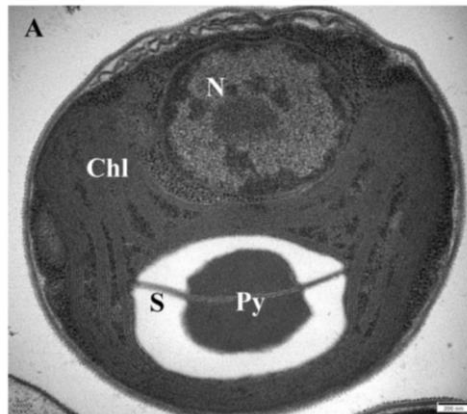
merupakan kelompok mikroalga yang dimanfaatkan sebagai bioremediator limbah yang berasal dari limbah industri, perkotaan serta pemukiman. Limbah-limbah ini umumnya mengandung fosfat, ammonia, serta nitrat yang menjadi nutrisi untuk menunjang pertumbuhan *Chlorella*, dimana jenis mikroorganisme lainnya tidak mampu untuk menggunakannya sebagai nutrisi (Kusmayadi *et al.*, 2022).



Gambar 2. Pemanfaatan *Chlorella* dalam Mereduksi Polutan Organik Limbah
Sumber : (Amaral *et al.*, 2023)

Kemampuan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick dalam remediasi tak lepas dari susunan organel yang mendukung peranan ini. Salah satu yang menonjol dari spesies ini adalah keberadaan pirenoid dalam ukuran yang cukup besar (Gambar xx). Pirenoid memiliki fungsi yang penting dalam proses fiksasi karbon pada proses reaksi gelap/siklus Calvin. Selain itu, pirenoid juga mengandung enzim Rubisco yang berperan dalam mengkatalisis 3-Fosfoglisarat dari CO₂ dan Ribulosa 1,5-bifosfat (RuBP) yang menjadi tahap awal proses fotosintesis (Zhou *et al.*, 2024).

Proses fiksasi karbon pada pirenoid mampu meningkatkan efisiensi dalam fotosintesis. Mekanisme pengolahan polutan organik dan anorganik yang ikut terserap dalam sel juga berlangsung dalam proses tersebut. Melalui serangkaian proses ini, polutan yang terserap dalam sel dapat diubah menjadi bentuk yang tidak berbahaya. Selanjutnya, hasil pengolahan polutan juga dapat disimpan pada kompartemen pirenoid, sehingga tidak saja berperan dalam fiksasi karbon dan fikoremediasi polutan, organel ini juga memiliki fungsi terhadap bioakumulasi polutan (Hu *et al.*, 2023).



Gambar 3. Struktur Ultra Sel *Chlorell pyrenoidosa* H.Chick
Sumber: (Hu et al., 2023)

Efisiensi fotosintesis juga tak lepas dari kinerja pigmen fotosintesis yang terdiri dari klorofil-a dan klorofil-b. Pigmen bertugas sebagai penangkap cahaya yang menjadi sumber energi bagi sel mikroalga. Klorofil-a merupakan pigmen utama yang bertanggungjawab dalam absorpsi cahaya dan mengolahnya menjadi energi (ATP) untuk siklus fotosintesis lainnya. Sementara itu, klorofil-b berperan dalam menunjang kinerja absorpsi klorofil-a dengan memperluas cakupan gelombang cahaya dan selanjutnya menyalurkan energi yang diperoleh menuju klorofil-a (Ge et al., 2024).

Chlorella pyrenoidosa H.Chick yang memiliki kandungan protein tinggi banyak dimanfaatkan untuk meremediasi berbagai jenis limbah. Kultur yang dilakukan dengan bantuan cahaya dari lampu LED terbukti mendukung metabolisme protein dan meningkatkan *removal efficiency* sel-sel dalam mereduksi polutan dalam limbah (J. Wang et al., 2023). Akan tetapi, penggunaan limbah sebagai media kultur *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick memiliki kekurangan, diantaranya jumlah padatan akan menghambat proses penetrasi cahaya dan kandungan polutan organik dan anorganik yang terlalu tinggi akan meningkatkan stress lingkungan yang menyebabkan pertumbuhan mikroalga terhambat (He et al., 2023), sehingga diperlukan rancangan penelitian dengan konsentrasi bertingkat untuk mengetahui konsentrasi limbah optimum yang dapat menunjang pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick (Zalfiatri et al., 2022).

Chlorella pyrenoidosa H.Chick merupakan salah satu spesies dari Genus *Chlorella* dengan kemampuan toleransi lingkungan, kandungan biomassa serta potensi akumulasi lipid yang tinggi (He *et al.*, 2023). Merujuk pada penelitian yang dilakukan Selvaraj *et al* (2022), jenis mikroalga ini mampu mereduksi Total Fosfat sebesar 93% dan Total Nitrat sebesar 68,40% pada limbah domestik sebelum proses pengendapan lumpur. *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick juga mampu mereduksi Nitrat dan COD dengan *removal efficiency* sebesar 55,56% dan 45,98% (Rana & Prajapati, 2021) dan BOD sebesar 57,3% setelah 15 hari masa kultur (Azam *et al.*, 2022).

Selain angka *removal efficiency*, keberhasilan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick sebagai bioremediator juga didasarkan atas perhitungan kepadatan harian, laju pertumbuhan spesifik serta kandungan klorofil (Q. Wang *et al.*, 2020). Kepadatan sel merepresentasikan jumlah populasi mikroalga yang dapat terus bertambah seiring meningkatnya penyerapan nutrisi untuk proses metabolisme *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick (Tewal *et al.*, 2021). Nilai kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick dihitung menggunakan Haemocytometer pada lapang pandang dalam kotak yang berjumlah 16 dan diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x (K. Sari *et al.*, 2014) setiap periode pertumbuhan 24 jam (Lasmarito *et al.*, 2022).

Jumlah nutrisi yang berbeda akibat variasi persentase konsentrasi limbah rumah tangga menjadi penyebab perbedaan laju pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick untuk mencapai fase tertentu pada tiap perlakuan (Arrosyd *et al.*, 2024). Daya dukung media yang baik berpotensi meningkatkan laju pertumbuhan spesifik, sementara penyerapan nitrogen dan fosfat yang tidak optimal dapat menghambat laju pertumbuhan spesifik (Wahyuni *et al.*, 2019). Lebih jauh, laju pertumbuhan memiliki korelasi positif dengan kandungan klorofil-a yang didukung fotosintesis oleh pigmen ini. Tingginya ketersediaan nitrat pada media kultur dapat mendukung sintesis klorofil sehingga jumlah klorofil-a dan angka laju pertumbuhan spesifik akan meningkat (Wardani *et al.*, 2022).

2.1.3 Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Komunal

Pembangunan IPAL Komunal diharapkan dapat meningkatkan akses sanitasi aman guna memastikan *effluent* yang dibuang ke badan air atau tanah sudah memenuhi baku mutu dan tidak mencemari lingkungan (Tirta *et al.*, 2022). Pada beberapa program sanitasi, selain pembangunan IPAL Komunal juga umumnya diterapkan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpadu (SPALD-T) dengan cakupan wilayah yang lebih luas dibandingkan IPAL Komunal yang hanya melayani 25-30 KK (DPUPR Kota Salatiga, 2020).

IPAL Komunal menjadi salah satu solusi pengolahan limbah rumah tangga sebelum dibuang menuju saluran atau badan air (Kristanti *et al.*, 2023). Umumnya, Indonesia menerapkan teknologi sistem pengelolaan air limbah desentralisasi atau disebut DEWATS (*Decentralized Wastewater Treatment Systems*). Sistem ini diintegrasikan dengan konsep pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat melalui program SANIMAS (Sanitasi Berbasis Masyarakat) (Solichin & Sari, 2023). Teknologi DEWATS diaplikasikan dalam bentuk pembangunan IPAL Komunal yang bertujuan untuk mengolah limbah yang terkumpul baik dengan proses fisika, kimia maupun biologi (Mladenov *et al.*, 2022). Penerapan DEWATS banyak dijumpai di kawasan perkotaan, dimana notabene mengandung limbah domestik yang cukup tinggi akibat adanya aktivitas masyarakat yang kompleks (Solichin & Sari, 2023).

Sistem sederhana dalam operasional IPAL Komunal umumnya menggunakan bak oksidasi yang tersusun atas bak anaerob, bak fakultatif serta bak maturasi. Bak anaerob berfungsi mengolah polutan organik dengan bantuan bakteri anaerob (Nathaniel & Arbaningrum, 2021). Bak fakultatif berfungsi mengolah *effluent* bak anaerob dengan bantuan bakteri anaerob pada lapisan dasar, bakteri fakultatif pada lapisan tengah, serta bakteri aerob pada lapisan atas (Quraini *et al.*, 2022). Sementara bak maturasi berfungsi untuk menurunkan jumlah mikroorganisme seperti *Fecal coliform*, mereduksi polutan lain seperti BOD, serta polutan organik lain secara aerob sebelum dialirkan ke lingkungan (Liberda *et al.*, 2021).

Peran masyarakat sangat penting dalam mewujudkan pengoperasian IPAL Komunal yang berkelanjutan dalam hal pengelolaan dan pemeliharaan (Liberda *et*

al., 2021). Setidaknya terdapat 4 aspek yang dapat menunjang keberhasilan pengoperasian IPAL Komunal, diantaranya aspek ekonomi, aspek sosial, aspek institusional serta aspek teknis (Abraham & Suharyanto, 2023). Guna mendapatkan efektivitas baik dalam pengolahan serta pengelolaan limbah domestik pada IPAL Komunal, diperlukan sinergi yang baik antara pengguna, pengelola KSM, serta pendampingan dari dinas terkait (Tirta *et al.*, 2022).

2.1.4 Persepsi Masyarakat dalam Pengoperasian IPAL Komunal

Kajian mengenai persepsi masyarakat mengacu pada *Transactional theory of perception* yang dikemukakan Mead (1903), Dewey dan Bentley (1949) serta Ames (1960) yang berprinsip pada hubungan dinamis antara manusia dengan lingkungannya (Hutauruk, 2021). Aspek yang ada pada jenis teori persepsi ini menekankan pada peran pengalaman manusia yang aktif pada lingkungan dan bukan berdasarkan proses yang pasif. Artinya, guna mengetahui peran dan persepsi masyarakat mengenai pengoperasian IPAL Komunal di kawasan tempat tinggal mereka, perlu adanya pengetahuan dasar baik secara teknis maupun operasional IPAL Komunal dari masyarakat penggunanya (Nugraha *et al.*, 2018).

Selain itu, beberapa hal yang menjadi poin penting *Transactional theory of perception* mengenai peran dan persepsi masyarakat terkait IPAL antara lain:

1. Hubungan masyarakat dan lingkungan adalah jenis hubungan yang dinamis.
2. Pandangan lingkungan (dalam hal ini berkaitan dengan IPAL Komunal) yang dimiliki masyarakat bergantung pada pengalaman masa lalu, masa depan dan akan menentukan sikap masyarakat ke depannya.
3. Kebutuhan masyarakat merupakan hasil proyeksi dari pengalaman masa lalu yang dihubungkan dengan pengalaman di masa yang akan datang (Bahalwan, 2018)

Pada kajian persepsi mengenai pengelolaan limbah rumah tangga, kesadaran dan kepedulian masyarakat diperlukan untuk memastikan limbah tidak mencemari air tanah dan badan air (Yustiana & Kadarusman, 2023). Faktor kebiasaan masih menjadi tantangan dalam mengubah persepsi masyarakat agar memperbaiki budaya sanitasi yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, salah satunya dengan

tidak membuang limbah secara langsung badan air atau tanah tanpa pengolahan terlebih dahulu (Saputri & Arsi, 2019).

Pengetahuan masyarakat mengenai urgensi pengelolaan lingkungan hidup rata-rata cukup baik (Yustiana & Kadarusman, 2023), akan tetapi belum ada penerapan secara konkrit karena kepedulian yang masih rendah (Khoiriyah, 2021). Untuk itulah diperlukan strategi yang tepat dalam pengelolaan limbah rumah tangga yang melibatkan masyarakat di dalamnya (Sondakh *et al.*, 2019).

2.1.5 Strategi Pengelolaan Lingkungan Berbasis Masyarakat

Pendekatan *Collaborative Governance* dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan hidupnya. Pendekatan ini memiliki konsep untuk merancang tata kelola kolaboratif yang melibatkan banyak aktor di dalamnya (Novita, 2018). Sebab, hingga saat ini sistem tata kelola yang baru berfokus pada satu aktor masih banyak diterapkan di berbagai kalangan. Tentunya penerapan pendekatan ini akan memerlukan perencanaan yang matang dan ketahanan masing-masing aktor (Darwis *et al.*, 2020). Tetapi, ketika semua pihak mampu mengedepankan aspek kepentingan bersama untuk menjaga kelestarian lingkungan, pendekatan ini akan memberikan dampak yang baik tidak saja bagi lingkungan hidup, tetapi juga kesejahteraan sosial serta hajat hidup banyak orang (Y. P. Sari *et al.*, 2018).

Bentuk kepeloporan masyarakat dapat ditingkatkan dengan memberikan dorongan agar mereka berminat untuk aktif berperan dalam aktivitas pengelolaan lingkungan. Strategi yang dapat ditingkatkan untuk hal ini ada 3 macam, yaitu:

1. Strategi Persuasif yang dapat diwujudkan dengan memberikan pembinaan atau pengenalan awal guna menarik minat masyarakat;
2. Strategi Edukatif berupa pemberian pelatihan untuk meningkatkan skill dan pengetahuan masyarakat;
3. Strategi Fasilitatif berupa pemberian bantuan atau program yang mengikutsertakan masyarakat di dalamnya (Turisno *et al.*, 2018).

Penentuan strategi dalam pengelolaan limbah rumah tangga dengan melibatkan masyarakat di dalamnya dapat dianalisis menggunakan metode SWOT

(*Strength, Weakness, Opportunity, Threats*) (Mas'adi *et al.*, 2020). Analisis ini dilakukan dengan mengelompokkan faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pengelolaan untuk selanjutnya dilakukan pembobotan dan rating guna mengetahui tingkat keberpengaruh faktor. Melalui analisis SWOT diharapkan dapat ditentukan strategi pengelolaan yang tepat dalam menangani limbah rumah tangga (Indrajaya *et al.*, 2022).

2.2 Hipotesis

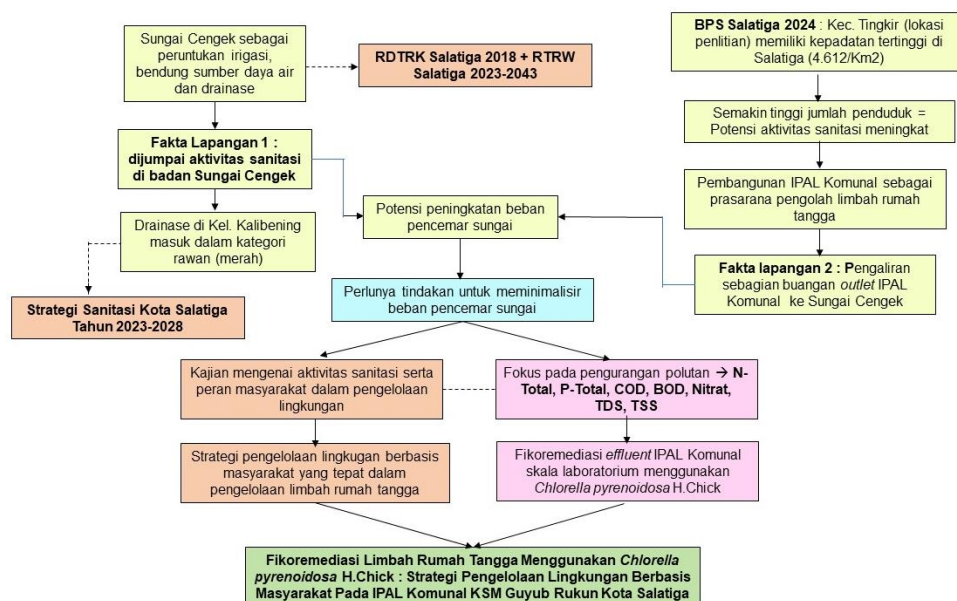
Terdapat 3 poin yang menjadi fokus pada penelitian ini, yaitu analisis persepsi responden dan *key informan* mengenai pengolahan limbah pada IPAL Komunal, analisis fikoremediasi skala laboratorium terkait pengaruh efisiensi dalam mendukung pertumbuhan sel *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick dan menurunkan polutan berupa N-Total, P-Total, COD, BOD, Nitrat, TDS, serta TSS yang berasal dari *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal KSM Guyub Rukun, serta merancang strategi yang tepat dalam pengelolaan lingkungan berbasis masyarakat pada proses pengolahan limbah rumah tangga di IPAL Komunal KSM Guyub Rukun. Hipotesis terbagi menjadi H1 dengan detail kemungkinan yang dijadikan dasar dalam penelitian ini dan H0 yang berlawanan dengan H1. H0 pada penelitian ini dirinci menjadi 3 poin sebagai berikut.

1. Persepsi responden dan *key informan* tidak mendukung pengelolaan limbah rumah tangga melalui IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga.
2. Fikoremediasi skala laboratorium tidak memberikan pengaruh efisiensi yang signifikan 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. Susunan rancangan strategi pengelolaan limbah rumah tangga berbasis masyarakat berdasarkan persepsi responden, *key informan*, serta uji fikoremediasi pada *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga kurang tepat untuk diterapkan.

H1 yang menjadi dasar dalam penelitian ini juga terdiri atas 3 poin sebagai berikut.

1. Persepsi responden dan *key informan* mendukung pengelolaan limbah rumah tangga melalui IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga
2. Fikoremediasi skala laboratorium memberikan pengaruh efisiensi yang signifikan 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. Susunan rancangan strategi pengelolaan limbah rumah tangga berbasis masyarakat berdasarkan persepsi responden, *key infroman* serta uji fikoremediasi pada *effluent* (hasil pengolahan)IPAL Komunal KSM Guyub Rukun Kota Salatiga sangat tepat untuk diterapkan.

2.3 Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep Penelitian

Berdasarkan visualisasi pada gambar 5. kerangka penelitian ini dimulai dari temuan lapangan berupa pembuangan sebagian *effluent* (hasil pengolahan) IPAL Komunal Guyub Rukun di Kota Salatiga menuju Sungai Cengek. andungan P-Total *effluent* IPAL Komunal melebihi baku butu air sungai (PP 22/2021) sementara konsentrasi COD melebihi baku mutu limbah domestik (PermenLHK 68/2016). Kajian persepsi masyarakat dan *key informan* diperlukan untuk memetakan

kebiasaan sanitasi yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan melalui IPAL Komunal. Fikoremediasi skala laboratorium menggunakan *Chlorella pyrenoidosa* H.Chick diterapkan pada *effluent* IPAL Komunal untuk mengatasi masalah tersebut. Keberhasilan fikoremediasi diukur berdasarkan kepadatan sel, laju pertumbuhan, kandungan klorofil, serta *removal efficiency* polutan dalam limbah. Strategi pengelolaan lingkungan dianalisis menggunakan SWOT dan diharapkan memberikan *output* berupa strategi yang tepat dalam pengelolaan limbah rumah tangga berbasis masyarakat.