BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Air Limbah Dapur SPPG

Air limbah yang dihasilkan dari dapur Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) merupakan air limbah domestik yang bersumber dari berbagai rangkaian aktivitas produksi makanan berskala besar, mulai dari proses memasak, pencucian bahan pangan mentah, hingga pencucian peralatan masak dan alat makan, yang seluruhnya dilakukan secara masif dan berulang setiap hari mengingat kapasitas produksi dapur SPPG dapat mencapai 500 hingga 3.000 porsi per hari sebagaimana ditegaskan dalam Peraturan Badan Gizi Nasional Nomor 1 Tahun 2026 tentang Pedoman Pengelolaan Sisa Pangan, Sampah, dan Air Limbah Domestik pada SPPG (Badan Gizi Nasional, 2026).

Sebagai konsekuensi dari skala produksi tersebut, air limbah yang dihasilkan mengandung beban pencemar organik, padatan tersuspensi, deterjen, amonia, serta minyak dan lemak dalam konsentrasi yang relatif tinggi, sehingga menurut Toya Arta Sejahtera (2026) kebutuhan kapasitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk dapur berkapasitas 500 hingga 1.000 porsi per hari diperkirakan berkisar antara 2 sampai 5 m3/hari, sedangkan dapur dengan kapasitas hingga 3.000 porsi per hari memerlukan IPAL dengan kapasitas sekitar 4 hingga 5 m3/hari.

Regulasi mengenai pengelolaan air limbah SPPG di Indonesia diatur secara khusus melalui Peraturan Badan Gizi Nasional Nomor 1 Tahun 2026, yang secara tegas mewajibkan setiap unit SPPG untuk memiliki sistem pengolahan air limbah domestik sebelum efluennya dibuang ke badan lingkungan (Badan Gizi Nasional, 2026), dan kewajiban ini juga ditegaskan kembali oleh Wartaekonomi (2026) yang melaporkan bahwa setiap satuan pelayanan program Makan Bergizi Gratis wajib mengelola air limbah domestiknya sesuai ketentuan yang berlaku, sebagaimana ditegaskan pula oleh Wartaperwira (2026) yang mencatat bahwa Dinas Lingkungan Hidup di berbagai daerah aktif menegaskan kewajiban SPPG untuk memenuhi baku mutu air limbah dan standar teknologi pengolahan yang dipersyaratkan.

Adapun ketentuan baku mutu air limbah domestik yang menjadi acuan teknis dalam penelitian ini tercantum dalam Permen LH/BPLH 11/2025, dengan parameter yang dipersyaratkan meliputi pH pada rentang 6 hingga 9, BOD maksimal 30 sampai 75 mg/L, COD maksimal 100 sampai 125 mg/L, TSS maksimal 30 sampai 50 mg/L, serta kadar minyak dan lemak maksimal 5 hingga 10 mg/L, yang mana pemenuhan terhadap baku mutu tersebut menjadi salah satu syarat penerbitan Sertifikat Laik Higiene Sanitasi (SLHS) bagi dapur SPPG sebagaimana dijelaskan oleh Toya Arta (2026).

2. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak, yang dalam istilah teknis sering disingkat FOG (*fat, oil, and grease*), merupakan kelompok senyawa organik yang

bersifat hidrofobik dan memiliki berat jenis lebih rendah dibandingkan air, sehingga secara alami cenderung mengapung dan membentuk lapisan tipis pada permukaan air apabila tidak segera dipisahkan dari badan air limbah (Faradillah & Pujiastuti, 2022). Menurut Faradillah dan Pujiastuti (2022), sumber utama kandungan FOG pada air limbah dapur maupun rumah makan umumnya berasal dari minyak goreng bekas pakai, lemak yang terkandung dalam bahan pangan hewani seperti daging dan ikan, mentega maupun margarin, serta sisa bumbu masakan yang ikut terbawa dalam air pencucian peralatan dapur.

Apabila kandungan minyak dan lemak yang tinggi tersebut dibiarkan masuk ke badan air tanpa pengolahan yang memadai, maka menurut Akbar (2021) dampak yang ditimbulkan cukup beragam, mulai dari menurunnya tingkat penetrasi cahaya matahari ke dalam kolom air yang menghambat proses fotosintesis organisme akuatik, penurunan kadar oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) akibat lapisan minyak yang menghambat difusi oksigen dari udara ke badan air, timbulnya bau tidak sedap akibat proses dekomposisi anaerobik, hingga penyumbatan saluran drainase dan jaringan perpipaan akibat terbentuknya endapan lemak yang dikenal dengan istilah fatberg.

Selain berdampak pada lingkungan perairan, akumulasi minyak dan lemak pada saluran pembuangan dapur berskala besar seperti SPPG juga berpotensi menimbulkan kerugian ekonomis berupa biaya pemeliharaan dan perbaikan infrastruktur drainase yang meningkat, sehingga

pengendalian FOG sejak dari sumbernya, sebagaimana ditekankan oleh Faradillah dan Pujiastuti (2022), menjadi langkah mitigasi yang penting untuk dilakukan sebelum air limbah tersebut dialirkan ke badan lingkungan.

3. *Grease Trap*

Grease Trap merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan minyak dan lemak dari air limbah sebelum limbah tersebut dialirkan ke saluran pembuangan. Prinsip kerja *Grease Trap* memanfaatkan perbedaan massa jenis antara air dengan minyak dan lemak. Minyak dan lemak yang memiliki massa jenis lebih ringan akan mengapung di permukaan, sedangkan air akan mengalir keluar melalui bagian bawah alat (Kautsar, 2024).

Grease Trap atau yang lazim disebut sebagai perangkap lemak, merupakan unit pengolahan fisik yang dirancang khusus untuk memisahkan kandungan minyak dan lemak dari aliran air limbah berdasarkan prinsip gravity separation, yaitu pemanfaatan perbedaan berat jenis antara air dengan minyak sebagai dasar mekanisme pemisahannya Ibrahim dkk. (2023). Menurut Ibrahim, dkk. (2023), pada saat air limbah memasuki bak *Grease Trap* , aliran air akan mengalami perlambatan kecepatan sedemikian rupa sehingga partikel-partikel minyak yang memiliki berat jenis lebih ringan memperoleh cukup waktu untuk naik dan mengapung ke permukaan melalui proses flotasi, sementara padatan yang memiliki berat jenis lebih berat dari air akan

mengendap secara gravitasi di bagian dasar bak, sehingga air yang relatif telah bersih dari kandungan minyak dan padatan kasar dapat dialirkan menuju unit pengolahan berikutnya seperti bak ekualisasi maupun biofilter anaerob-aerob.

Ibrahim dkk. (2023) juga menegaskan bahwa keberadaan *Grease Trap* sebagai lini pertahanan pertama pada sistem IPAL dapur berskala besar seperti SPPG memiliki peran yang sangat strategis, sebab apabila minyak dan lemak dibiarkan masuk ke unit pengolahan biologis tanpa penyisihan awal, maka lapisan minyak tersebut berpotensi menyelimuti permukaan media biofilter dan menghambat kontak antara mikroorganisme pengurai dengan substrat organik yang hendak diuraikan, sehingga secara keseluruhan akan menurunkan efisiensi pengolahan air limbah pada tahap selanjutnya.

Dari sisi standar teknis, perencanaan dan perancangan unit *Grease Trap* di Indonesia umumnya mengacu pada Standar Nasional Indonesia SNI 7509:2011 adalah standar jaringan distribusi air minum, bukan standar IPAL atau grease trap tentang Tata Cara Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Standar Nasional Indonesia, 2011), yang mengatur ketentuan mengenai dimensi bak, waktu detensi, serta kapasitas pengolahan yang harus dipenuhi agar kinerja unit pemisah lemak dapat berjalan secara optimal dan efluen yang dihasilkan memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

a. Jenis-Jenis *Grease Trap*

Menurut Ramadhani (2022), *Grease Trap* dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1.) *Grease Trap* Konvensional

Grease Trap konvensional memiliki desain sederhana dengan ruang pemisah minyak dan air tanpa sekat tambahan. Aliran limbah yang terlalu cepat sering menyebabkan minyak masih ikut terbawa keluar bersama air limbah.

2.) *Grease Trap* dengan Media Filter

Grease Trap jenis ini menggunakan tambahan media seperti zeolit, karbon aktif, atau plate settler untuk meningkatkan efektivitas pemisahan minyak dan lemak.

3.) *Grease Trap* Model Zig-Zag

Grease Trap model zig-zag menggunakan sekat-sekat berliku yang membentuk pola aliran zig-zag. Desain ini bertujuan memperpanjang waktu tinggal limbah sehingga proses pemisahan minyak dan lemak menjadi lebih optimal.

b. Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas *Grease Trap*

Efektivitas *Grease Trap* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

1.) Waktu tinggal limbah di dalam alat

Semakin lama waktu tinggal limbah, maka semakin besar kesempatan minyak dan lemak untuk terpisah dari air (Lestari dkk., 2023).

2.) Kecepatan aliran

Aliran yang terlalu cepat menimbulkan turbulensi sehingga minyak ikut terbawa keluar dan efisiensi alat menurun. Debit yang kecil membuat kecepatan aliran dan turbulensi rendah serta memperpanjang waktu tinggal, sehingga minyak memiliki waktu yang cukup untuk mengapung dan terpisah dari air limbah. Hubungan antara debit (Q), volume bak (V), dan waktu detensi (td) dinyatakan dengan td = V/Q. Kriteria desain *Grease Trap* umumnya menggunakan waktu detensi 30–60 menit (Aniska dkk., 2022).

3.) Desain hidrolik alat

Desain sekat dan jalur aliran sangat mempengaruhi proses pemisahan minyak dan lemak dalam *Grease Trap* (Susanto & Rahayu, 2021).

c. Ketentuan Desain *Grease Trap* Menurut SNI 03-6379-2000

Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6379-2000 tentang Spesifikasi dan Tata Cara Pemasangan Perangkap Bau merupakan acuan utama yang mengatur persyaratan teknis perangkap lemak (*Grease Trap*) sebagai bagian dari sistem plambing bangunan gedung. Beberapa ketentuan pokok yang diatur dalam SNI ini antara lain:

1) Pencegat diperlukan untuk minyak, lemak, pasir, dan bahan lain yang berpotensi merusak sistem drainase bangunan,

saluran limbah umum, atau instalasi pengolahan limbah, sehingga wajib dilengkapi dengan perangkap sebelum air limbah dibuang.

2) Perangkap lemak harus sesuai dengan persyaratan Plumbing and Drainage Institute (PDI) G101 dan dirancang berdasarkan kapasitas menampung lemak sesuai besar aliran (flow-through rate) yang telah ditetapkan.
3) Perangkap lemak wajib dilengkapi dengan alat pengontrol kecepatan aliran agar debit yang masuk tidak melebihi kapasitas rancangan, sehingga waktu kontak antara minyak dan air cukup untuk terjadinya proses pemisahan secara gravitasi.
4) Perangkap lemak tidak diwajibkan untuk unit tempat tinggal tunggal atau rumah pribadi, namun wajib diterapkan pada sumber limbah komersial dan institusional seperti dapur restoran, hotel, rumah sakit, dan fasilitas penyedia makanan skala besar seperti Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG).
5) Perangkap lemak harus dipelihara secara berkala dengan cara membuang lemak yang terkumpul, skum, minyak, dan bahan terapung maupun mengendap lainnya secara periodik agar unit tetap berfungsi optimal.

4. Variasi Jumlah Layer pada *Grease Trap*

Dalam penelitian ini, layer diartikan sebagai lembar sekat (baffle) yang dipasang tegak lurus arah aliran di dalam bak Grease Trap. Setiap

lembar sekat (layer) membagi bak menjadi kompartemen (ruang), sehingga bak dengan 3 layer memiliki 4 kompartemen, bak dengan 4 layer memiliki 5 kompartemen, dan bak dengan 5 layer memiliki 6 kompartemen. Setiap lembar sekat memaksa air limbah mengalir melalui celah di bagian bawah sekat menuju kompartemen berikutnya, sehingga minyak dan lemak yang lebih ringan tertahan dan mengapung di permukaan masing-masing kompartemen.

Salah satu upaya rekayasa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi pemisahan minyak pada unit *Grease Trap* adalah dengan menambahkan layer atau plate settler di dalam bak, sebagaimana dibuktikan oleh Astuti dkk. (2019) dalam penelitiannya terhadap limbah cair industri tekstil. Menurut Astuti dkk. (2019), prinsip penambahan layer ini merujuk pada teori pengendapan bertingkat atau shallow bed theory, di mana pemasangan plate maupun layer secara berjenjang di dalam bak akan memperpendek jarak tempuh yang harus dilalui oleh partikel minyak untuk mencapai bidang pengendapan atau permukaan flotasi, sekaligus memperluas total bidang pemisahan (settling area) secara signifikan tanpa harus memperbesar volume fisik bak *Grease Trap* itu sendiri.

Semakin banyak jumlah layer yang dipasang, semakin luas pula total bidang efektif yang tersedia untuk proses pemisahan, sehingga secara teoretis semakin tinggi pula efisiensi penurunan kadar minyak dan lemak yang dapat dicapai, hingga mencapai suatu titik optimum tertentu sebagaimana ditemukan oleh Astuti dkk. (2019).

Aniska dkk. (2022) dalam penelitiannya mengenai modifikasi *Grease Trap* dengan media zeolit pada limbah cair kantin menekankan bahwa penambahan jumlah layer yang dilakukan secara berlebihan tanpa memperhitungkan jarak antar-plate serta kemiringan (slope) plate yang tepat justru dapat menimbulkan turbulensi aliran dan menyebabkan terjadinya re-suspensi partikel minyak yang sebelumnya telah terpisah kembali bercampur dengan aliran air limbah, sehingga hubungan antara jumlah layer dengan efektivitas pemisahan tidak selalu bersifat linear secara proporsional.

Aniska, Hasan, dan Nurjaman (2022) menyarankan bahwa penentuan jumlah layer yang paling optimal perlu diuji secara empiris dengan mempertimbangkan karakteristik spesifik air limbah yang hendak diolah, termasuk debit aliran dan konsentrasi awal kandungan minyak dan lemaknya, sehingga rekomendasi jumlah layer yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kondisi lapangan yang dihadapi.

5. Sistem Filtrasi Sarang Tawon dan Biobal

Media sarang tawon (*honeycomb*) dan biobal (*bioball*) merupakan media biofilter yang lazim digunakan pada unit pengolahan air limbah secara biologis. Media sarang tawon memiliki struktur berongga menyerupai sarang lebah dengan luas permukaan yang besar, sehingga dapat menjadi tempat tumbuh dan melekatnya mikroorganisme (*biofilm*) yang berperan menguraikan bahan organik dalam air limbah, baik secara aerob maupun anaerob. Biobal memiliki prinsip kerja yang serupa, yaitu

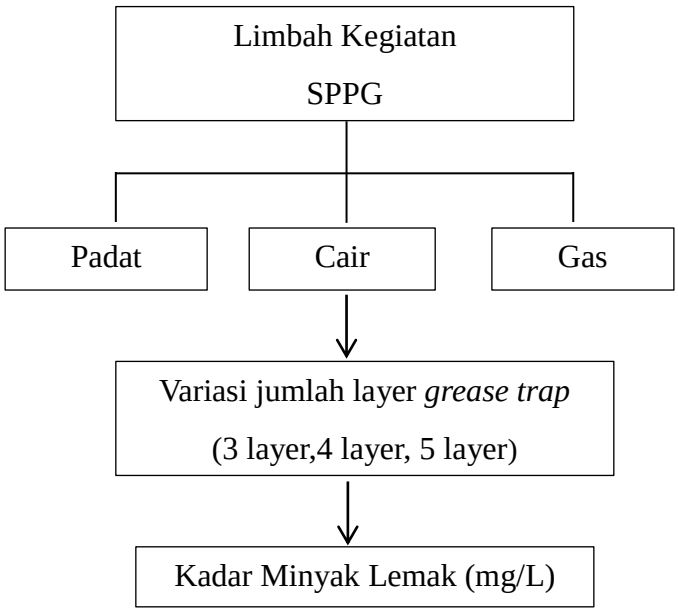
menyediakan media bagi pertumbuhan mikroorganisme pengurai pada reaktor biofilter. Perbandingan kinerja kedua jenis media tersebut pada biofilter aerob untuk limbah cair dengan kandungan bahan organik tinggi pernah dikaji, di antaranya pada pengolahan limbah cair laundry (Apema dkk., 2023).

Kedua jenis media tersebut pada dasarnya dirancang untuk mendukung proses pengolahan biologis, yaitu penguraian bahan organik oleh mikroorganisme, dan bukan ditujukan secara khusus untuk memisahkan minyak dan lemak melalui mekanisme pengendapan maupun flotasi gravitasi sebagaimana diterapkan pada unit *Grease Trap*. Akibatnya, meskipun proses biologis pada media sarang tawon dan biobal berlangsung untuk menurunkan beban organik, sebagian kandungan minyak dan lemak yang bersifat hidrofobik dan sulit terurai secara biologis berpotensi tetap terbawa dalam efluen, sehingga diperlukan unit tambahan yang secara khusus berfungsi memisahkan minyak dan lemak sebelum air limbah dibuang ke lingkungan (Ibrahim, Selintung, & Zubair, 2023).

Kondisi ini sejalan dengan hasil studi pendahuluan yang dilakukan pada IPAL SPPG Margomulyo, di mana meskipun sistem filtrasi menggunakan media sarang tawon dan biobal telah diterapkan, air limbah yang dihasilkan masih menunjukkan adanya lapisan minyak yang mengapung, endapan, serta bau yang belum tertangani secara optimal. Temuan ini memperkuat dasar pemikiran bahwa diperlukan unit pemisah

minyak dan lemak berbasis prinsip gravitasi, seperti *Grease Trap* dengan variasi jumlah layer, sebagai unit tambahan (*polishing unit*) yang dipasang setelah sistem filtrasi sarang tawon dan biobal yang sudah ada, guna menurunkan lebih lanjut kadar minyak dan lemak pada efluen sebelum dialirkan ke lingkungan di SPPG Margomulyo.

B. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

C. Hipotesis

Berdasarkan kerangka teori dan tujuan penelitian, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis Mayor

   Terdapat pengaruh variasi jumlah layer pada unit *Grease Trap* (3 layer, 4 layer, dan 5 layer) terhadap penurunan kadar minyak dan lemak pada air limbah dapur SPPG Margomulyo Seyegan.

2. Hipotesis Minor

   a. Terdapat perbedaan penurunan kadar minyak dan lemak pada air limbah sebelum dan sesudah melewati unit *Grease Trap* dengan variasi 3 layer

   b. Terdapat perbedaan penurunan kadar minyak dan lemak pada air limbah sebelum dan sesudah melewati unit *Grease Trap* dengan variasi 4 layer

   c. Terdapat perbedaan penurunan kadar minyak dan lemak pada air limbah sebelum dan sesudah melewati unit *Grease Trap* dengan variasi 5 layer

   d. Terdapat variasi jumlah layer yang paling efektif dalam menurunkan kadar minyak dan lemak pada air limbah dapur SPPG Margomulyo Seyegan.