

BAB I

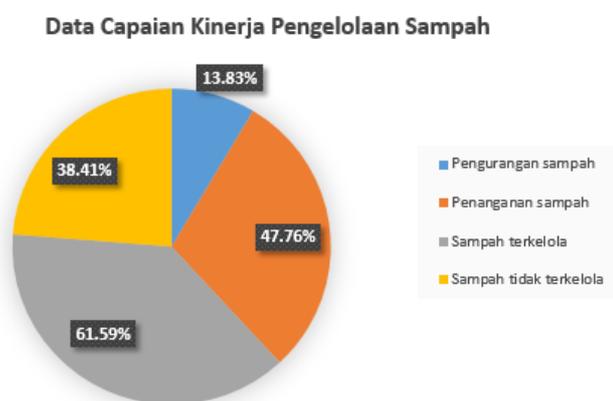
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan pengelolaan limbah industri menjadi isu strategis di Indonesia, seiring meningkatnya dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Di berbagai sektor industri, khususnya makanan dan minuman, limbah padat maupun cair dihasilkan dalam volume besar, namun belum dikelola secara optimal. Sektor makanan dan minuman di Indonesia tercatat sebagai kontributor utama limbah industri dalam volume yang besar. Ketidakefisienan dalam pengelolaannya berpotensi mencemari lingkungan dan berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat sekitar. Penelitian di Palangkaraya mengungkap bahwa banyak pelaku UMKM di sektor makanan dan minuman memiliki tingkat kesadaran yang rendah terhadap pengelolaan limbah (Rahayu & Hariyanti, 2024). Hambatan yang dihadapi mencakup keterbatasan pengetahuan, akses terhadap sumber daya finansial, dan teknologi pengolahan limbah yang memadai.

Industri minuman di Sidoarjo yang masih menghadapi hambatan dalam aspek pelabelan, penyimpanan, dan pengurangan limbah meskipun secara formal telah memiliki sistem pengelolaan limbah (Annisafitri et al., 2025). Studi kasus industri kayu lapis di Jawa Timur menunjukkan tingkat kepatuhan terhadap regulasi pengelolaan limbah hanya mencapai 66%. Capaian tersebut mencerminkan kesenjangan kritis dalam aspek pengelolaan limbah yang sesuai dengan standar lingkungan (Dinayah & Novembrianto, 2023).

Temuan dari berbagai sektor industri tersebut mengindikasikan adanya persoalan struktural yang lebih luas, seperti keterbatasan infrastruktur pengelolaan limbah, lemahnya kepatuhan terhadap regulasi, serta rendahnya kapasitas sumber daya manusia dalam menjalankan prinsip-prinsip pengelolaan limbah yang efektif dan berkelanjutan. Berikut disajikan data banyaknya limbah di Indonesia.



Gambar 1.1 Data Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah
Sumber: <https://sipsn.menlhk.go.id> (2024)

Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), pada tahun 2024 tercatat sebanyak 29,37 ton sampah di seluruh Indonesia. Dari jumlah tersebut, hanya 61,59% yang berhasil dikelola, sementara 38,41% sisanya tidak terkelola, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.1. Banyaknya sampah yang tidak dikelola berpotensi mencemari lingkungan secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak sampah atau limbah yang dibuang begitu saja tanpa pemanfaatan lebih lanjut. Masalah ini bukan hanya terkait limbah padat, tetapi juga limbah cair yang seringkali terabaikan dalam sistem pengelolaan industri, padahal limbah cair memiliki karakteristik pencemar yang kompleks dan dampaknya lebih sulit dipulihkan.

Salah satu jenis limbah cair yang memiliki tingkat pencemaran tinggi adalah *whey*, limbah cair dari industri pengolahan susu menjadi keju. *Whey* merupakan agen yang berpolutan tinggi dan pembuangannya masih menjadi masalah bagi sektor produk susu. *Whey* adalah air limbah yang sulit dan mahal untuk diolah karena kandungan bahan organik dan mineralnya yang tinggi (Şahin et al., 2024). Penanganan khusus diperlukan karena cairan berwarna kuning kehijauan ini mengandung kadar air sangat tinggi sebesar 95,1%, dan bahan organik lain seperti protein 0,85%, lemak 0,27%, laktosa 4,7%, vitamin, dan mineral (Poonia et al., 2023). Konstituen utama *whey* adalah protein, lipid, mineral, dan laktosa (Zotta et al., 2020; Estikomah et al., 2023), yang berkontribusi pada kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi. Dengan beban polutannya yang tinggi, pembuangan tanpa pengolahan awal dapat menimbulkan eutrofikasi atau penurunan kadar oksigen terlarut, serta efek toksik bagi kehidupan akuatik di lingkungan perairan (Prazeres et al., 2021). Sehingga memerlukan metode optimal untuk mengekstraksi dan memanfaatkan kandungan organiknya secara memadai (Addai et al., 2020).

Whey merupakan limbah atau produk sampingan buangan dengan volume terbesar yang dihasilkan dari industri pengolahan susu dan telah dikenal selama dua abad terakhir (Tsermoula et al., 2021). Dari data di seluruh dunia, sebanyak $40,7 \times 106$ ton *whey* dihasilkan per tahun dan setengahnya diproduksi di Amerika Serikat (Prazeres et al., 2021). Pada industri pengolahan susu modern, *whey* tidak lagi dipandang sebagai limbah, melainkan sebagai

bahan baku bernilai tinggi yang mampu memberikan keuntungan ekonomi lebih besar dibandingkan produk utamanya, seperti keju. Menurut standar industri pengolahan susu di Eropa, *whey* dapat dimanfaatkan hingga 60–70% sebagai bahan baku turunan seperti pupuk cair, minuman *whey*, hingga pakan ternak (Al-Baarri et al., 2023).

PT Mazaraat Lokanatura Indonesia, sebuah perusahaan yang bergerak dalam produksi keju *cheddar* skala menengah melakukan produksi setiap hari dengan kebutuhan bahan baku mencapai 1.500-1.750 liter susu untuk sekali produksi keju *cheddar*. Dari jumlah *input* tersebut, hanya 150 hingga 180 kg keju yang dihasilkan, tergantung pada kualitas susu, sementara sisanya yang mencapai lebih dari 89% dari total *input* menjadi *whey* yang selama ini langsung dibuang tanpa proses pengolahan atau pemanfaatan lebih lanjut sehingga menjadi limbah. Berikut disajikan tabel data produksi keju PT Mazaraat Lokanatura Indonesia.

Tabel 1.1 Produksi Keju Tahun 2022-2025

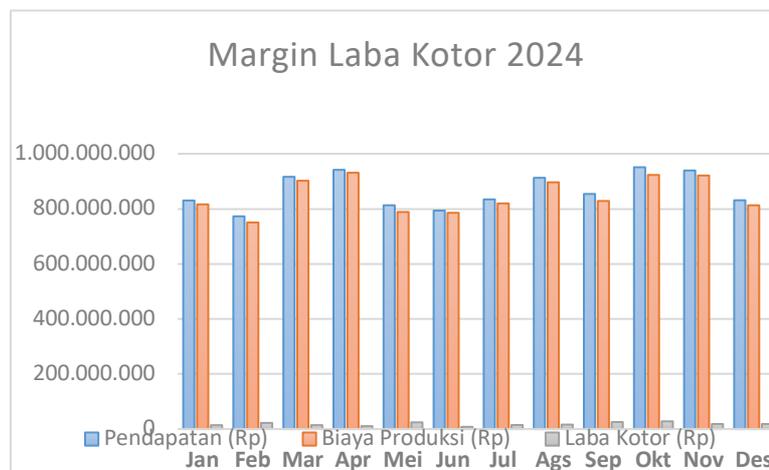
Tahun	Jumlah Susu (dalam lt)	Hasil Keju (dalam kg)	Hasil Whey (dalam lt)
Jan-Des 2022	20,700	2,277.35	18,422.66
Jan-Des 2023	20,700	2,287.56	18,412.44
Jan-Des 2024	419,750	46,172.53	373,577.47
Total	461,150	50,737.44	410,412.56
Rata-rata	153,717	16,912.48	136,804.19

Sumber: PT Mazaraat Lokanatura Indonesia (2025)

Berdasarkan Tabel 1.1, disajikan data internal PT Mazaraat Lokanatura Indonesia mengenai jumlah susu yang digunakan dalam proses pembuatan keju, hasil keju yang diperoleh, serta jumlah *whey* yang dihasilkan pada tahun 2022-2024. PT Mazaraat menggunakan sebanyak 461,150 liter susu untuk menghasilkan 50,737.44 kg keju. Selama empat tahun tersebut, tercatat sebanyak 410,412.56 liter *whey* yang tidak dimanfaatkan dan terbuang. Fenomena ini menunjukkan ketidaksesuaian dengan prinsip efisiensi, mengingat proporsi produk yang dimanfaatkan hanya sebesar 11%. Dengan demikian untuk produksi 1 kg keju dibutuhkan 10 liter susu dan menghasilkan 9 liter *whey*.

Masalah utama yang dihadapi perusahaan bukan hanya terletak pada tingginya volume *whey* yang tidak termanfaatkan, tetapi juga pada efisiensi proses produksi secara keseluruhan. Margin laba kotor PT Mazaraat sangat rendah, berkisar antara 1,5% hingga 2,9% per bulan ditunjukkan pada gambar grafik berikut.

Gambar 1.2 Grafik Margin Laba Kotor 2024



Sumber: PT Mazaraat Lokanatura Indonesia (2025)

Berdasarkan Gambar 1.3, disajikan grafik margin laba kotor PT Mazaraat Lokanatura Indonesia pada tahun 2024. Meskipun volume produksinya tergolong besar, laporan keuangan menunjukkan margin laba kotor yang sangat rendah, yaitu hanya sekitar 1,5% hingga 2,9% per bulan. Hal ini disebabkan oleh tingginya biaya produksi yang menyerap hingga 97% dari total pendapatan, serta fluktuasi harga jual keju yang berada di kisaran Rp200.000 hingga Rp250.000 per kilogram. Ketidakseimbangan antara *input* yang besar dan *output* produk utama yang sangat kecil, ditambah dengan tidak adanya strategi pemanfaatan *whey* bernilai tinggi, menunjukkan adanya tekanan profitabilitas dan rendahnya efisiensi operasional. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat mengancam kelangsungan bisnis dan keberlanjutan lingkungan di sekitarnya.

Sehubungan dengan permasalahan tersebut, pendekatan yang relevan untuk diterapkan adalah konsep yang mengintegrasikan kinerja ekonomi dan kinerja lingkungan secara simultan. Berbagai negara berkembang, seperti Mesir, Aljazair, Tunisia, dan Maroko, juga telah berfokus pada pengelolaan limbah cair *whey* untuk menghadapi tantangan yang signifikan terkait penipisan sumber daya energi dan pembuangan limbah yang tidak terkendali. (Tugume et al., 2025). Upaya-upaya terkini berfokus pada pengembangan metode yang ramah lingkungan untuk pemanfaatan *whey* yang bertujuan untuk mengubah limbah atau produk sampingan yang melimpah ini menjadi sumber daya yang berharga (Escorza, 2024). Kendati telah diterapkan berbagai strategi pengelolaan untuk menghilangkan limbah *whey*, pemanfaatannya melalui

pengomposan masih belum optimal. Padahal, pengomposan termasuk teknologi ramah lingkungan yang mendukung proses daur ulang serta dapat dijadikan sebagai strategi manajemen alternatif dengan biaya rendah dan kemudahan implementasi (Şahin et al., 2024).

Pengelolaan limbah dalam industri modern tidak lagi semata bertujuan untuk membuang sisa produksi, tetapi telah bergeser menjadi strategi penting dalam menciptakan nilai tambah melalui efisiensi penggunaan sumber daya. Upaya ini sejalan dengan prinsip efisiensi bahan, yaitu bagaimana limbah atau sisa produksi dapat diolah kembali menjadi *output* yang bernilai guna. Menurut Heizer et al., (2023), efisiensi merupakan kemampuan suatu sistem dalam memaksimalkan *output* yang bernilai guna dengan meminimalkan penggunaan sumber daya serta limbah yang dihasilkan. Dalam konteks manajemen operasional, efisiensi menjadi salah satu indikator penting dalam menilai kinerja proses produksi, terutama pada industri manufaktur yang menghasilkan limbah dalam jumlah signifikan. Efisiensi yang baik menunjukkan adanya optimalisasi dalam pemanfaatan *input* seperti air, energi, dan bahan baku, sekaligus menekan pemborosan dan dampak lingkungan.

Berbagai studi telah membahas pentingnya efisiensi dalam proses produksi dan pengelolaan limbah industri, sebagian besar penelitian yang ada masih bersifat sektoral dan terfokus pada pengolahan teknis limbah atau analisis produktivitas secara terpisah. Beberapa penelitian menyoroti potensi *whey* sebagai produk turunan bernilai tinggi, namun pendekatannya cenderung teknis-laboratoris tanpa mengaitkan secara langsung dengan kinerja

produktivitas dan efisiensi proses produksi secara menyeluruh. Sementara itu, studi-studi tentang efisiensi produksi dalam industri pengolahan susu juga jarang mengevaluasi limbah cair sebagai elemen kunci dalam pengukuran efisiensi. Minimnya ditemukan studi aplikatif yang mengintegrasikan analisis produktivitas dan efisiensi secara bersamaan melalui peningkatan daur ulang limbah, terutama pada industri keju di Indonesia. Kebanyakan penelitian peningkatan daur ulang limbah banyak dilakukan di industri tahu, batik, dan lainnya. Hal ini menciptakan kesenjangan empiris dalam memahami bagaimana konsep keberlanjutan dalam pengolahan limbah dapat diterapkan secara praktis di lingkungan industri keju di negara berkembang, yang memiliki tantangan lebih besar dalam hal sumber daya, teknologi, dan integrasi lingkungan ke dalam proses bisnis. Ketidaksesuaian antara potensi tersebut dan praktik di lapangan inilah yang menjadi dasar permasalahan penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi dengan Pendekatan *Eco-Efficiency* pada Pabrik Keju”. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengukur kinerja produksi sembari meminimalkan dampak lingkungan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi teoretis dan praktis terhadap pengembangan manajemen operasional berkelanjutan dalam industri pangan lokal, serta mengkaji potensi pemanfaatan limbah *whey* sebagai upaya pengurangan limbah dan peningkatan profitabilitas pada PT Mazarat Lokanatura Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan pada latar belakang, dapat dirumuskan suatu masalah yang menjadi fokus penelitian, yaitu bagaimana menentukan tingkat produktivitas dan efisiensi dalam pengelolaan limbah cair di PT Mazaraat Lokanaturan Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan, tujuan yang menjadi target capaian penelitian, yaitu dapat menentukan tingkat produktivitas dan efisiensi dalam pengelolaan limbah cair di PT Mazaraat Lokanatura Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat yang diharapkan dapat tercapai dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagi perusahaan

Diharapkan penelitian ini dapat membantu perusahaan dalam mengetahui pengukuran tingkat produktivitas dan efisiensi dengan pendekatan *eco-efficiency* pada limbah cair dan sebagai bahan pertimbangan perusahaan dalam memperbaiki tingkat produktivitas dan dampak lingkungannya berdasar pada usulan perbaikan yang diberikan peneliti.

2. Bagi penelitian selanjutnya

Diharapkan penelitian ini dapat menjadi bahan referensi, acuan, sumber informasi dan bahan materi dalam penyusunan karya ilmiah atau penelitian lebih lanjut terkait tingkat produktivitas, efisiensi, dan *eco-efficiency*.