

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri pengolahan kedelai menjadi tahu dan produk turunannya, termasuk tahu bakso merupakan sektor pangan strategis yang berkontribusi penting terhadap ketahanan pangan nasional. Selain memberikan nilai ekonomi dan menyerap tenaga kerja industri ini juga menghasilkan limbah padat dan cair dalam jumlah besar yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola secara berkelanjutan.

Sebagai representasi nyata dari tingginya intensitas produksi di sektor ini, Kawasan Industri Rumah Tangga Tahu Bakso Berkah yang berlokasi di Kecamatan Gayamsari, Kelurahan Jalan Gayamsari Selatan III Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Semarang, Kota Semarang, beroperasi dengan kapasitas yang sangat masif. Berdasarkan observasi pendahuluan, kawasan ini mampu memproduksi hingga 20.000 unit tahu bakso setiap harinya dengan memproses bahan baku adonan (daging dan tepung) mencapai 8 ton per hari. Aktivitas padat karya yang menyerap sekitar 100 orang tenaga kerja ini berimplikasi langsung pada tingginya jejak air (*water footprint*) dan timbulan limbah. Namun, skala produksi yang besar tersebut masih murni mengadopsi pendekatan ekonomi linier tanpa dilengkapi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang memadai, sehingga seluruh efluen cair langsung didisposisikan ke jaringan drainase publik.

Penelitian Hardyanti et al. (2023) menunjukkan bahwa limbah cair tahu memiliki kandungan bahan organik tinggi, dengan nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*) mencapai 4.583 mg/L dan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) hingga 3.481 mg/L pada sampel kedelai Wonogiri. Tingginya kandungan organik tersebut mengindikasikan potensi pencemaran signifikan jika limbah dibuang tanpa pengolahan. Rasio BOD/COD sebesar 0,5-0,7 juga mengindikasikan bahwa limbah masih bersifat *biodegradable*, sehingga memungkinkan dilakukan

pengolahan biologis seperti sistem *anaerob-aerob* atau proses fermentasi (Hardyanti et al., 2023). Sayangnya, penerapan sistem pengolahan tersebut masih minim di banyak sentra industri kecil terutama di Jawa Tengah.

Data Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Tengah (2023) mencatat terdapat 905 industri tahu berskala kecil yang memproduksi 300-1.000 kg kedelai per hari. Dengan rata-rata produksi 710 kg kedelai per hari, setiap unit usaha dapat menghasilkan limbah cair sekitar 10.650 liter per hari (Dinas Lingkungan Hidup Jawa Tengah, 2023). Kondisi ini meningkatkan tekanan terhadap lingkungan, khususnya di kawasan padat penduduk seperti Kota Semarang. Penelitian Hartini et al. (2024) menunjukkan bahwa limbah cair tahu di Desa Sugihmanik, Kabupaten Grobogan memiliki nilai BOD 3.667-4.933 mg/L dan COD 7.668-9.736 mg/L, jauh melampaui baku mutu air limbah domestik Provinsi Jawa Tengah. Dampaknya terlihat pada perubahan warna, bau menyengat dan penurunan kualitas air tanah di sekitar lokasi industri (Hartini et al., 2024).

Berdasarkan acuan (PP Nomor 22 Tahun 2021), akumulasi beban pencemaran tersebut gagal diasimilasi oleh lingkungan, memicu penurunan kadar oksigen drastis, dan melanggar baku mutu air perairan umum. Hal ini menunjukkan perlunya sistem pengelolaan khusus yang tidak hanya mengejar kepatuhan angka konsentrasi baku mutu *end-of-pipe*, tetapi benar-benar mencegah kerusakan ekosistem perairan warga.

Di Kota Semarang, sebagian besar industri kecil tahu dan tahu bakso masih menggunakan praktik pengelolaan limbah konvensional, yaitu mengalirkan limbah cair ke saluran umum dan membuang limbah padat tanpa pemanfaatan lanjutan. Kondisi ini menunjukkan belum terimplementasikannya prinsip efisiensi sumber daya dan minimisasi dampak lingkungan (Bidura et al., 2023). Padahal, limbah padat seperti ampas tahu memiliki kandungan protein 23-26% dan serat kasar hingga 65%, sehingga berpotensi tinggi dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bahan pangan fermentatif, biogas atau pupuk organik cair (Hartini et al., 2024; Afiv M., 2025).

Kota Semarang sebagai salah satu pusat industri kecil tahu bakso menjadi lokasi yang relevan untuk penerapan model ini. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang (2023), lebih dari 150 unit usaha tahu dan tahu bakso beroperasi tanpa instalasi pengolahan limbah memadai. Di desa Gayamsari Kelurahan Jalan Gayamsari Selatan III Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Semarang Kecamatan Tembalang Kota Semarang, masyarakat melaporkan bau menyengat dan penurunan kualitas air sumur akibat pembuangan limbah langsung. Hal ini menegaskan pentingnya sistem pengolahan limbah terpadu yang tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga menciptakan nilai tambah

Penelitian ini mengintegrasikan aspek teknologi pengolahan limbah, peningkatan nilai ekonomi dan pemberdayaan sosial dalam kerangka *Circular Economy*. Konsep Ekonomi Sirkular (*Circular Economy*) menawarkan pendekatan strategis untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara merekayasa ulang aliran limbah organik agar tidak terbuang percuma, melainkan ditangkap dan diintegrasikan kembali ke dalam rantai nilai (*value chain*) sebagai bahan baku sekunder atau sumber energi alternatif bagi operasional pabrik. Penelitian ini mengintegrasikan aspek teknologi pengolahan limbah, peningkatan nilai ekonomi, dan pemberdayaan sosial dalam kerangka *Circular Economy*. Upaya mitigasi lingkungan difokuskan pada penurunan beban pencemar organik secara drastis untuk mengeliminasi pelepasan gas hidrogen sulfida penyebab bau menyengat serta mencegah kerusakan ekosistem perairan di sekitar permukiman warga. Pendekatan terpadu ini sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 6 (*Clean Water and Sanitation*) dan SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*) yang menekankan pengelolaan air limbah dan produksi berkelanjutan. Lebih dari itu, mengingat keberhasilan transisi sirkular ini sangat bergantung pada sinergi kelembagaan antara pelaku industri, masyarakat (BUMDes/Dasawisma), dan pemerintah daerah, maka implementasi tata kelola ini sekaligus menjadi wujud nyata pencapaian SDG 17: *Partnerships for the Goals* (Kemitraan untuk Mencapai Tujuan).

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik limbah padat dan cair dari proses produksi tahu bakso di desa Gayamsari Kelurahan Jalan Gayamsari Selatan III Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Semarang Kecamatan Tembalang, Kota Semarang?
2. Bagaimana potensi penerapan konsep *Circular Economy* dalam pengelolaan limbah tersebut?
3. Bagaimana menganalisis pengelolaan limbah tahu bakso berbasis *Circular Economy*?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis karakteristik limbah padat dan cair hasil proses produksi tahu bakso.
2. Mengidentifikasi peluang penerapan konsep *Circular Economy* dalam pengelolaan limbah tahu bakso.
3. Menyusun strategi pengelolaan limbah berbasis *Circular Economy* melalui analisis parameter C/N, BOD dan COD.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini, diharapkan akan diperoleh manfaat sebagai berikut:

1.4.1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teori Ekonomi Lingkungan dan Ekologi Industri dengan merumuskan kerangka evaluasi hibrida (*hybrid evaluation framework*). Penelitian ini mengembangkan pendekatan *Circular Economy* konvensional dengan cara mengintegrasikan *Life Cycle Assessment* (LCA) berbatasan *Gate-to-Gate* dan *Contingent Valuation Method* (CVM). Melalui integrasi teori ini, justifikasi kelayakan transisi menuju sistem sirkular tidak hanya didasarkan pada metrik teknis penurunan emisi, melainkan divalidasi secara langsung oleh metrik moneter riil berupa nilai *Willingness to Accept* (WTA) dari masyarakat terdampak. Hal ini memperkaya literatur

akademis mengenai penyelesaian kegagalan pasar (*market failure*) dan internalisasi eksternalitas pada sektor UMKM pangan.

1.4.2. Manfaat Praktis

1. Bagi Pelaku Usaha (Industri Tahu Bakso)

Memberikan rancang bangun teknis operasional untuk mentransformasi limbah cair dan padat menjadi sumber energi mandiri (biogas) dan komoditas bernilai jual (pakan ternak). Transisi ini memberikan solusi konkret bagi pabrik untuk memangkas biaya pembelian bahan bakar gas (LPG) sekaligus meredam potensi konflik sosial dengan warga sekitar akibat polusi bau dan air.

2. Bagi Masyarakat

Menyediakan skema resolusi konflik lingkungan yang terintegrasi dengan pemberdayaan institusi lokal (seperti BUMDes dan Dasawisma/PKK). Melalui model sirkular ini, masyarakat sekitar tidak lagi hanya menjadi pihak yang menanggung kerugian (*eksternalitas negatif*), melainkan dilibatkan sebagai mitra strategis yang memperoleh manfaat ekonomi langsung melalui hilirisasi produk turunan limbah, seperti pemanfaatan pupuk organik cair untuk program pertanian perkotaan (*urban farming*).

3. Bagi Pemerintah

Menghasilkan rancangan *policy brief* dan *pilot model* simbiosis industri mikro yang dapat diadopsi oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Semarang. Model ini dapat dijadikan landasan teknis dalam merancang standarisasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) komunal yang terjangkau bagi kluster UMKM padat karya. Selain itu, penelitian ini menjadi cetak biru perwujudan kemitraan lintas sektor yang mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 6, 12, dan 17 di tingkat daerah.