

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Gambaran Umum Objek

Timbulan sampah menjadi salah satu tantangan global yang kritis dan berdampak pada munculnya risiko lingkungan, ekonomi dan sosial. Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Indonesia menghasilkan 35,83 juta ton timbulan sampah pada tahun 2022. Volume tersebut mengalami kenaikan sebesar 21,17% dari tahun 2021. Berdasarkan provinsi pada gambar 1.1, volume sampah terbanyak pada tahun 2022 berasal dari Jawa Tengah sekitar 5,51 juta ton, Jawa Timur dengan jumlah 4,95 juta ton dan Jawa Barat sebanyak 4,89 juta ton.



Gambar 1. 1 Diagram Volume Sampah Setiap Provinsi (Juta Ton) Tahun 2022

Sumber : SIPSN KLHK 2022

Jawa Timur menjadi sebuah provinsi yang terkenal dengan budaya dan ekonomi, menghadapi tantangan dalam pengelolaan sampah yang berada di bawah tekanan dan mengharuskan pergeseran ke solusi inovatif (Auliani et al., 2024). Bukti terkait pembuangan limbah industri yang belum memadai di Jawa Timur dibuktikan dengan adanya aksi demo akibat pembuangan limbah cair ke sungai pada bulan Agustus 2024 di jalan raya Bangil-Pandaan yang ditunjukkan pada gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Aksi Demo Agustus 2024

(Sumber : detikjatim)

Saat ini, pencemaran air menjadi hal biasa karena industri terus berkembang dan telah melakukan pembuangan tanpa memperhatikan efek terhadap ekosistem (Cosgrove & Loucks, 2015). Industri yang menjadi objek penelitian ini adalah industri makanan yaitu pabrik tahu. Industri tahu dipilih menjadi objek penelitian dikarenakan tahu memiliki rata-rata konsumsi per kapita tinggi daripada daging sapi atau kerbau, daging ayam ras/kampung, tempe dan telur yang dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Pertumbuhan Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu

Sumber : (BPS, 2024)

No.	Jenis Bahan	Satuan	Rata-rata konsumsi per kapita seminggu (%)		Peningkatan (%)
			2022	2023	
1.	Daging sapi/kerbau	kg	0,010492	0,009598	-0,085251139
2.	Daging ayam ras/kampung	kg	0,153029	0,15767	0,030327588
3.	Tempe	kg	0,140219	0,143261	0,021691592
4.	Tahu	kg	0,148314	0,15185	0,023841464
5.	Telur ayam ras/kampung	kg	2,335872	2,211842	-0,053097801

CV.XYZ adalah salah satu industri tahu yang berlokasi di Pasuruan, Jawa Timur. CV.XYZ berdiri sejak tahun 2018. Proses bisnis CV.XYZ terdiri dari proses produksi dan pengolahan limbah. Selama proses produksi tahu, CV.XYZ menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat berupa ampas tahu dan limbah cair berupa air sisa pengolahan mulai dari pembersihan kedelai hingga

proses pemasakan kedelai menjadi bubur kedelai. CV.XYZ dapat memproduksi sebanyak 850 kg kedelai dalam sehari sesuai dengan permintaan konsumen. Industri tahu menghasilkan limbah padat sekitar 40% dari total kapasitas produksi kedelai sebanyak 100 kg (Nurhassan & Pramudyanto, 1991). Tabel 1.2 menunjukkan jumlah limbah cair dan padat yang dihasilkan CV.XYZ dalam satu hari produksi. Limbah padat yang berbentuk ampas tahu sebesar 340 kg, sedangkan limbah cair sebanyak 3.750 liter.

Tabel 1. 2 Jumlah Limbah Padat dan Cair CV.XYZ

Sumber : Wawancara CV.XYZ

No.	Jenis Limbah	Jumlah Limbah yang Dihasilkan	Satuan
1.	Limbah padat (ampas tahu)	340	kg
2.	Limbah cair	3.750	L

CV.XYZ termasuk ke dalam industri makanan yang berhubungan erat dengan pertumbuhan, perkembangan dan permasalahan yang timbul seperti pencemaran lingkungan, kelangkaan bahan baku, fluktuasi harga, regulasi dan perizinan, keselamatan dan kesehatan dan lain-lain. Adapun permasalahan utama yang terjadi di CV.XYZ adalah permasalahan lingkungan yaitu limbah cair yang dilakukan pembuangan ke sungai tanpa adanya pengolahan sejak akhir tahun 2023 dan dapat berdampak negatif bagi lingkungan dan masyarakat. Limbah padat dari sisa pengolahan limbah diperjualbelikan pada peternak sapi dan kambing sehingga tidak mengganggu ekosistem sekitar. Limbah cair tahu mengandung BOD dan COD tinggi ketika langsung dilakukan pembuangan ke sungai yang menyebabkan bau tak sedap dan polusi permukaan dan air tanah, meningkatkan kekeruhan air, menurunkan laju fotosintesis serta menyebabkan kematian organisme air karena tidak mendapat cukup oksigen (Aditya & Kartohardjono, 2018). Tingginya kadar COD menunjukkan bahwa sungai mengalami pencemaran, yang mengakibatkan penurunan jumlah oksigen dan berdampak negatif pada kehidupan akuatik (Napitupulu & Putra, 2024). Pemanfaatan sungai untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, mencuci dapat berdampak dari segi kesehatan. Penyakit yang dapat ditularkan melalui

pencemaran air (*waterbone diseases*) yaitu diare, tifoid dan leptospirosis (Salsabila et al., 2023).

Tahun 2023, CV.XYZ menerima bantuan dari pemerintah berupa fasilitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk mendukung proses pengolahan limbah cair industri tahu. Bantuan diberikan sebagai bagian dari upaya pemerintah dalam mendorong perusahaan menjalankan kegiatan operasional yang ramah lingkungan, khususnya dalam hal pengelolaan limbah industri. Namun, penggunaan IPAL pada akhir tahun 2023 menghadapi masalah signifikan dalam impelemntasinya. Salah satunya, kadar air yang dihasilkan tidak terlalu jernih dan menghasilkan bau yang tidak sedap dengan penggunaan sumber daya berlebih. Faktor risiko yang berpotensi menimbulkan masalah pada sistem pengolahan air sangat penting dipahami agar kejadian yang tidak diinginkan dapat dihindari dan tidak mempengaruhi hasil akhir proses pengolahan air limbah (Muka et al., 2023).

1.2 Latar Belakang

Industri tahu merupakan salah satu sektor yang mendukung pembangunan ekonomi Indonesia dan mengalami peningkatan konsumsi per kapita sebesar 15,18 kg per minggu pada tahun 2023 (BPS, 2024). Tahu digemari oleh berbagai kalangan karena harganya terjangkau serta kandungan gizi yang baik seperti protein dan karbohidrat. Industri tahu tergolong usaha skala kecil hingga menengah dengan modal terbatas dan penggunaan teknologi sederhana serta sumber daya yang relatif rendah seperti air dan bahan baku. Tercatat terdapat 160.000 pengrajin tahu dan tempe di Indonesia pada tahun 2022 (Yanwardhana, 2022) dan menurut Badan Pusat Statistik, di Jawa Timur terdapat 70 industri tahu yang terdata, meningkat 2,38% dibandingkan tahun 2022.

Peningkatan konsumsi tahu mendorong pertumbuhan industri tahu yang berakibat pada peningkatan limbah, baik cair dan padat maupun emisi udara yang berkontribusi pada pemanasan global (Rahmawati et al., 2022). Limbah padat CV.XYZ diperjualbelikan sebagai pakan ternak, sementara limbah cair dilakukan pembuangan ke sungai tanpa pengolahan sejak akhir tahun 2023

akibat kegagalan fungsi dalam operasi IPAL yang tetap menimbulkan bau tidak sedap dan kekeruhan. Kondisi ini kegagalan dalam sistem pengolahan air limbah. Limbah cair hasil produksi CV.XYZ dapat dilihat pada gambar 1.3.



Gambar 1. 3 Limbah padat dan cair yang dihasilkan oleh CV.XYZ

Sumber : Observasi

Studi komparatif dilakukan pada pabrik tahu di Jawa Barat untuk membandingkan bagaimana industri tahu dalam melakukan pengelolaan limbah. Gambar 1.4 menunjukkan bahwa salah satu pabrik tahu yang ada di Jawa Barat sama halnya melakukan pembuangan limbah pada sungai.



Gambar 1. 4 Pembuangan limbah pabrik tahu di Provinsi Jawa Barat

Sumber : Observasi

Limbah cair industri tahu mengandung gas-gas seperti oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), ammonia (NH_3), karbon dioksida (CO_2) dan gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari penguraian bahan organik selama proses produksi (Herlambang, 2021). Komposisinya terdiri dari 99,9% air dan 0,1% partikel padatan tersuspensi (Mulyadi & Safrudin, 2020), yang didominasi oleh 70% bahan organik yaitu 0,1 hingga 0,8% protein, 1% karbohidrat, 0,4% hingga 1% lemak dan 0,4% mineral serta mengandung 30% bahan anorganik (Rajagukguk, 2020). Kandungan BOD, COD dan TSS yang tinggi pada limbah

cair dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah sebelum dilakukan pembuangan. Baku mutu limbah cair industri berdasarkan parameter kimia seperti BOD, COD, TSS dan pH diatur dalam keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 dan disajikan pada tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Baku Limbah Cair Industri Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup

Sumber : Menteri Lingkungan Hidup RI No.5 Tahun 2014

Parameter	Concentration (mg/L)	Beban (kg/ton)
COD	300	6
BOD	150	3
TSS	200	4
pH	6-9	
<i>The highest quantity of waste water (m³/ ton)</i>	20	

Hasil uji laboratorium limbah cair CV.XYZ pada 1 hingga 8 Juli 2024 menunjukkan adanya parameter yang melebihi ketentuan Menteri Lingkungan hidup RI No. 5 Tahun 2014, yaitu COD dengan nilai lebih dari 900 mg/L, TSS sebesar 320 mg/L, serta pH sebesar 3,68 yang menunjukkan tingkat keasaman. Rincian hasil uji ditampilkan pada tabel 1.4.

Tabel 1. 4 Uji Laboratorium Parameter Dalam Limbah Cair Industri CV.XYZ

Sumber : Uji Laboratorium

Parameter	Metode	Satuan	Hasil	Status Kepatuhan
BOD	K/KIM.55/04-20 (respirometry)	mg/L	200	Melebihi baku mutu
COD	IK/KIM.76/01-23 (spektrofotometri)	mg/L	>900	Melebihi baku mutu
TSS	SNI 6989.3:2019	mg/L	320	Melebihi baku mutu
pH	pH meter	°C	3,68	Terlalu asam
<i>The highest quantity of waste water (m³/ ton)</i>			17	Sesuai

Tidak adanya pengolahan limbah cair sejak akhir tahun 2023 hingga 2024 menimbulkan teguran informal sebanyak tiga kali kepada pihak CV.XYZ sebagai bentuk keresahan terhadap dampak operasional perusahaan, meskipun teguran tersebut tidak disertai dengan dokumentasi atau laporan resmi.

Ketidaktertiban ini menunjukkan potensi risiko sosial yang semakin tinggi apabila tidak segera ditindaklanjuti dan dapat memicu sanksi administratif maupun pidana dari pemerintah sesuai Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup berupa denda hingga 10 miliar dan/atau pidana penjara maksimal 10 tahun. Kondisi ini menempatkan CV.XYZ dalam posisi rentan secara hukum dan berpotensi mengganggu keberlanjutan usaha. Terdapat tiga faktor utama yang menyebabkan kegagalan dan pemberhentian penggunaan IPAL di tahun 2023. Pertama, faktor manusia yaitu keterbatasan sumber daya dimana operator IPAL hanya berlatar belakang pendidikan SD dan belum menguasai prinsip dan teknik operasional IPAL. Minimnya pelatihan teknis dan pemahaman tentang prosedur pengolahan air limbah menyebabkan ketidakefisienan dalam penggunaan fasilitas tersebut. Kedua faktor lingkungan, dimana lokasi produksi yang dekat dengan sumber air dan area persawahan mendorong praktik pembuangan limbah secara terbuka yang berdampak pada lingkungan dan kesehatan (Srivastava et al., 2023). Ketiga, faktor keuangan yakni tingginya biaya operasional IPAL seperti energi dan perawatan yang menyebabkan pembengkakan biaya dan penurunan laba bersih dibanding tahun 2022 dapat dilihat pada tabel 1.5. Tanpa peningkatan kualitas SDM, adaptasi lingkungan dan perencanaan keuangan yang baik, IPAL justru berpotensi menjadi sumber masalah baru.

Tabel 1. 5 Pengeluaran Bulanan Tahun 2022 dan Tahun 2023

	Per bulan tahun 2022	Per bulan tahun 2023 (IPAL)
Pendapatan	Rp.4.095.000.000,00	Rp.4.212.000.000,00
HPP	Rp.2.991.348.000,00	Rp.3.137.325.000,00
Laba kotor	Rp.1.103.652.000,00	Rp.1.074.675.000,00
Biaya Operasional		
Biaya listrik dan air	Rp.90.000.000,00	Rp.165.000.000,00
Biaya tenaga kerja	Rp.621.600.000,00	Rp.621.600.000,00

Tabel 1. 6 Pengeluaran Bulanan Tahun 2022 dan Tahun 2023 (lanjutan)

	Per bulan tahun 2022	Per bulan tahun 2023 (IPAL)
Total biaya operasional	Rp.711.600.000,00	Rp.786.600.000,00
Laba kotor	Rp.392.052.000,00	Rp.288.075.000,00
Penyusutan	Rp.570.700,00	Rp.3.876.000,00
Laba bersih	Rp.391.481.300,00	Rp.284.199.000,00

Industri berkelanjutan memerlukan dua aspek penting, yaitu pasokan bahan baku yang berkelanjutan dan pembuangan limbah yang efektif guna mendukung kegiatan produksi bersih (Srivastava et al. 2023). Industri modern menghadapi tantangan dalam menjaga produktivitas, keberlanjutan lingkungan dan kepatuhan terhadap regulasi. Analisis kegagalan implementasi IPAL diperlukan untuk menentukan prioritas penanganan risiko yang dapat muncul di setiap proses. Manajemen risiko lingkungan membantu mengidentifikasi bahaya lingkungan, analisis kemungkinan, konsekuensi serta mengatur hasil dari tingkat risiko (Shinta et al., 2019). Ketidaktercapaian keberlanjutan dapat menyebabkan pencemaran air dan tanah, dampak sosial dan kesehatan masyarakat serta sanksi pemerintah berupa teguran denda, hingga pencabutan izin yang merusak reputasi perusahaan.

Alat yang tepat harus mengidentifikasi spesifikasi risiko dan dampaknya dalam suatu model. Manajemen risiko adalah fondasi dari manajemen bisnis untuk mengidentifikasi risiko atau peluang dalam mencapai efisiensi operasional, meningkatkan pelaporan internal dan eksternal dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi (Chapman, 2006). Selain membantu perusahaan bertahan di lingkungan bisnis yang dinamis, manajemen risiko juga menekankan pentingnya penilaian terhadap ketergantungan antar aktivitas karena tindakan agen risiko saling berkaitan (Haqi et al., 2024; Natalia et al., 2020).

Metode *House of Risk* (HOR) digunakan sebagai pendekatan sistematis dalam identifikasi, penilaian dan mitigasi risiko, namun memiliki keterbatasan dalam memperhitungkan hierarki manajemen risiko. Oleh karena itu, dikembangkan metode *House of Risk Safety, Health, Environment* (HORSHe)

yang lebih spesifik di bidang keselamatan, kesehatan dan lingkungan dengan mempertimbangkan faktor manusia (Pasaribu & Sudiarno, 2024). Untuk memperjelas hubungan antar agen risiko, digunakan metode *Interpretative Structural Modelling* (ISM) sebagai pelengkap dalam menentukan akar permasalahan risiko. Sementara itu, dalam rangka menentukan strategi mitigasi risiko yang optimal berdasarkan tingkat pengaruh, keterkaitan dan kesulitan implementasi diterapkan metode *Analytic Network Process* (ANP). Integrasi metode HORShe, ISM dan ANP memberikan pendekatan holistik dalam penanganan risiko operasional, teknologi, lingkungan dan finansial secara terpadu dan berbasis prioritas.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian di CV.XYZ adalah sebagai berikut :

1. Apa saja risiko kegagalan yang terkait dengan penggunaan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) pada industri tahu CV.XYZ pada tahun 2023 dalam aspek finansial, operasional, teknologi dan lingkungan?
2. Bagaimana tingkat keparahan dan agen risiko yang menjadi dampak kegagalan dalam pengolahan limbah menggunakan IPAL tahun 2023 yang diidentifikasi menggunakan metode HORShe (*House of Risk Safety, Health, Environment*)?
3. Bagaimana struktur hubungan antar risiko yang dapat dianalisis menggunakan *Interpretative Structural Modelling* (ISM) untuk menentukan hierarki risiko mana yang menjadi akar permasalahan kegagalan penggunaan IPAL di CV.XYZ tahun 2023?
4. Apa prioritas usulan strategi mitigasi risiko yang dapat ditentukan secara kuantitatif berdasarkan tingkat keterkaitan, pengaruh antar risiko dan kesulitan implementasi?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi dan mengelompokkan risiko kegagalan dalam penggunaan IPAL di CV.XYZ berdasarkan empat kategori utama yaitu finansial, operasional, teknologi dan lingkungan.

2. Melakukan penilaian tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya setiap risiko menggunakan metode HORShe untuk menentuka risiko mana yang paling kritis.
3. Melakukan analisis hubungan antar elemen agen risiko menggunakan metode ISM untuk membangun struktur hierarkis pengaruh antar risiko serta menemukan agen risiko yang menjadi akar permasalahan.
4. Menentukan prioritas solusi usulan berdasarkan tingkat keterkaitan, pengaruh antar risiko dan kesulitan implementasi guna meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan sistem IPAL di industri tahu CV.XYZ.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat bagi CV.XYZ
 - a) Memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada CV.XYZ terkait risiko utama yang menyebabkan kegagalan dalam penggunaan IPAL, sehingga dapat dilakukan langkah antisipasi secara lebih dini dan terarah.
 - b) Menyediakan dasar pertimbangan dalam penyusunan strategi mitigasi risiko yang lebih efektif, khususnya dalam pengelolaan sumber daya manusia, lingkungan dan keuangan yang selama ini menjadi faktor dominan kegagalan IPAL.
 - c) Membantu CV.XYZ dalam mengoptimalkan penggunaan IPAL secara berkelanjutan, mengurangi potensi pencemaran lingkungan serta meningkatkan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan yang berlaku.
 - d) Memberikan rekomendasi tindakan mitigasi prioritas yang berbasis analisis ilmiah yang mendukung operasionalisasi IPAL secara optimal pada tahun 2025, sekaligus meningkatkan efisiensi biaya pengelolaan limbah.
2. Manfaat bagi akademik

Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan kajian manajemen risiko, khususnya dalam konteks industri kecil menengah (IKM) pengolahan limbah pada industri pangan berbasis pendekatan integrasi

metode *House of Risk Safety, Health, Environment* (HORShe), *Interpretative Structural Modelling* (ISM) dan *Analytic Network Process* (ANP).

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek penelitian dibatasi pada proses produksi dan pengolahan limbah industri tahu CV.XYZ, khususnya yang berkaitan dengan penggunaan IPAL yang mengalami kegagalan operasional pada tahun 2023.
2. Identifikasi risiko difokuskan pada tiga faktor utama, yaitu faktor manusia (keterbatasan pendidikan dan keterampilan operator IPAL, faktor lingkungan (lokasi produksi yang dekat dengan sumber air dan persawahan) dan faktor keuangan (peningkatan pengeluaran dana).
4. Data keuangan terkait proses produksi dan pengolahan limbah dibatasi pada tahun 2022-2023.
5. Waktu dianalisis dibatasi pada kegagalan IPAL di tahun 2023 dan rencana pemulihan di 2025.
6. Waktu penelitian mengacu pada kondisi kegagalan penggunaan IPAL yang terjadi pada tahun 2023 dan perencanaan adopsi penggunaan IPAL penuh yang direncanakan untuk tahun 2025.
7. Penggunaan metode HORShe hanya sampai pada HORShe tahap 2, karena HORShe tahap 3 dapat dianalisis setelah Cv.XYZ mengimplementasikan usulan strategi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan gambaran umum objek penelitian dan latar belakang penelitian yang mengungkap mengenai tidak adanya pengolahan limbah cair industri tahu yang disebabkan oleh beberapa faktor internal. Bab ini juga memberikan bahasan mengenai perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, asumsi dan sistematika dari penelitian.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini mengkaji mengenai teori yang relevan digunakan oleh penulis dalam menyelesaikan permasalahan pada tesis ini. Tinjauan pustaka diawali dengan penjelasan mengenai teori yang digunakan dalam penelitian, meliputi limbah industri, risiko, manajemen risiko dan ketiga metode yaitu HORShe, ISM dan ANP. Pengembangan teori tersebut diikuti dengan kajian literatur yang relevan dengan penelitian, baik dari aspek kesamaan bidang penelitian, teori maupun model yang digunakan.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini berisi mengenai tahapan dan sistematika penulis dalam memecahkan masalah pada objek penelitian, dimulai dari tahapan identifikasi masalah, analisis hingga tahap akhir yaitu pengambilan kesimpulan berdasarkan metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan mengenai cara penulis dalam melakukan analisis data, pengolahan data hingga menyajikan data yang diperoleh dari penelitian untuk mengatasi permasalahan ada di CV.XYZ. Bab ini juga menjelaskan mengenai perancangan manajemen identifikasi risiko yang memanfaatkan informasi dari beberapa stakeolder terkait untuk mendukung pengambilan keputusan strategi mitigasi yang sesuai dengan kondisi aktual di CV.XYZ.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini menjelaskan mengenai ringkasan dari temuan penelitiannya serta implikasi yang dihasilkan. Kesimpulan akan merangkum poin penting yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Serta terdapat saran yang dijadikan sebagai rekomendasi praktis dan arah untuk penelitian selanjutnya. Bagian ini bertujuan untuk memberikan gambaran jelas tentang kontribusi penelitian dan langkah yang bisa diambil untuk pengembangan lebih lanjut pada bidang yang dibahas.