Penetapan Model Pengelolaan Limbah Cair Tempe di Plaju Ulu dengan Metode *Interpretive Structural Modeling*

Determination of Tempeh Wastewater Management Model in Plaju Ulu with Interpretive Structural Modeling Method

Erin Destri, **Amin Rejo**[*)], Laila Hanum
Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya, Ilir Barat I, Palembang 30139, Sumatera Selatan, Indonesia
[*)]Penulis untuk korespondensi: aminrejo@unsri.ac.id

Sitasi: Destri, E., Rejo, A., Hanum, L. (2024). Determination of tempeh wastewater management model in plaju ulu with interpretive structural modeling method. *In*: Herlinda S *et al*. (*Eds*.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-12 Tahun 2024, Palembangg 21 Oktober 2024. (pp. 409–425). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

The development of the household-scale tempeh industry in Plaju Ulu, Palembang, produces wastewater that has the potential to disrupt environmental balance if not managed properly. This research aimed to establish appropriate recommendations for a model of wastewater management for tempeh to minimize the impacts caused by waste disposal. This study uses the Interpretive Structural Modeling (ISM) approach to determine the relationships between elements in formulating the model recommendations. The framework variables for this research include three main elements: the background conditions of education, economy, and socio-cultural aspects of tempeh producers. The research findings indicate that the implementation of wastewater management for tempeh in Plaju Ulu needs to be supported by strengthening formal education through workshops or seminars for tempeh producers on effective waste management techniques, or by collaborating with academics to develop innovative waste processing technologies. The success of waste management also relies on the welfare of tempeh producers, necessitating efforts such as product diversification from wastewater raw materials and providing access to product certification to enhance competitiveness and sales. Additionally, the management of tempeh liquid waste requires the development of local regulations governing the disposal and management of wastewater, involving tempeh associations in discussions to ensure that the management stages are accepted and implemented effectively. A model for managing tempeh wastewater that focuses on education, economy, and socio-cultural aspects is expected to create a sustainable environmental system through good collaboration among all partiesn.

Keywords: economy, environment, education, socio-cultural

ABSTRAK

Pengembangan industri tempe skala rumah tangga di Kelurahan Plaju Ulu, Palembang menghasilkan limbah cair yang berpotensi mengganggu keseimbangan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan rekomendasi model pengelolaan limbah cair tempe yang tepat sehingga dapat meminimalisir dampak yang ditimbulkan dari pembuangan limbah. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Interpretive Structural Modeling* (ISM) untuk menentukan hubungan antar elemen dalam menentukan rekomendasi model. Adapun variabel kerangka kerja penelitian meliputi 3 elemen utama

yaitu kondisi latar belakang pendidikan, ekonomi, dan sosial budaya para pengrajin tempe. Hasil penelitian menunjukan penerapan pengelolaan limbah cair tempe di Kelurahan Plaju Ulu perlu didukung dengan penguatan pendidikan formal dengan mengadakan *workshop* atau seminar untuk para pengrajin tempe terkait teknik pengelolaan limbah yang efektif atau bekerjasama dengan pihak akademisi untuk mengembangkan inovasi teknologi pengolahan limbah. Keberhasilan pengelolaan limbah juga didasarkan pada kesejahteraan pengrajin tempe, sehingga perlu dilakukan upaya seperti diversifikasi produk dari bahan baku limbah cair dan menyediakan akses sertifikasi produk untuk meningkatkan daya saing dan penjualan. Selain itu, pengelolaan limbah cair tempe diperlukan pengembangan regulasi lokal yang mengatur cara pembuangan dan pengelolaan limbah cair tempe dengan melibatkan paguyuban tempe dalam diskusi agar tahap pengelolaan dapat diterima dan diimplementasikan dengan baik. Model pengelolaan limbah cair tempe yang berfokus pada pendidikan, ekonomi, dan sosial budaya diharapkan dapat menciptakan sistem lingkungan yang berkelanjutan dengan kolaborasi yang baik antar semua pihak.

Kata kunci: ekonomi, lingkungan, pendidikan, sosial budaya

PENDAHULUAN

Pengembangan sektor industri skala rumah tangga di wilayah perkotaan memiliki aktivitas produksi yang cukup tinggi saat ini, salah satunya peningkatan kebutuhan masyarakat akan produk pangan berbahan baku kedelai seperti tempe. Hal tersebut tentu membutuhkan bahan baku untuk diolah yang berkontribusi terhadap peningkatan jumlah buangan yang dihasilkan. Sebagian masyarakat menganggap bahwa hasil buangan dari kegiatan produksi industri tempe tidak cukup berbahaya bagi lingkungan dan tidak mengganggu aktivitas masyarakat sehari-hari.

Berdasarkan Undang – Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa pelaksananaan kebijakan pengelolaan menjadi tanggung jawab pemerintah, sektor swasta dan masyarakat. Bentuk kegiatan pengelolaan lingkungan dimulai dari perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Timbulnya kasus pencemaran lingkungan di sektor industri rumah tangga menunjukan bahwa perlunya peran aktif dari masyarakat dalam upaya pencegahan dan perlindungan dari kerusakan lingkungan. Menurut (Kawengian, 2019), peran masyarakat dalam kegiatan pengelolaan lingkungan berhubungan dengan kewajiban kelompok masyarakat dalam memelihara kelestarian lingkungan.

Berdasarkan data dari Badan Standarisasi Nasional Tahun 2012, negara Indonesia memiliki industri produksi tempe sebanyak 81.000 dengan produksi tempe sebesar 2,4 juta ton per tahun dan menjadi salah satu produsen penghasil tempe terbesar di dunia. Menurut (Puspawati, 2017), adanya industri tempe skala rumah tangga dapat menjadi salah satu pilihan lapangan pekerjaan dengan terlibat langsung dalam proses produksi ataupun penjualan bahan baku tempe. Banyaknya industri tempe skala rumah tangga ini juga menghadirkan tantangan baru yaitu adanya hasil buangan dari setiap tahapan produksi berupa limbah cair dan padat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2018, Kota Palembang juga menjadi salah satu wilayah yang memiliki tingkat konsumsi tempe cukup tinggi yaitu sebesar 0, 525 kg/minggu/kapita.

Salah satu contoh industri tempe rumah tangga yang perlu dikaji lebih lanjut dari segi pengelolaan limbah cair yaitu kawasan pengrajin tempe yang berada di Kelurahan Plaju Ulu, Kecamatan Plaju, Kota Palembang. Industri ini membutuhkan sistem manajemen lingkungan yang baik mulai dari kegiatan hulu hingga hilir yang memberikan peluang timbulnya buangan baik dalam bentuk padat ataupun cair. Kecenderungan masyarakat

yang membuang limbah langsung ke saluran air tanpa proses pengolahan akan merusak kualitas air di sistem drainase (Sari & Rahmawati, 2020) .

Penetapan model dan kebijakan pengolahan limbah cair tempe perlu diawali dengan identifikasi tahapan produksi yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Selain itu, perlu dilakukan pengamatan terkait pengaruh perilaku masyarakat atau pengrajin tempe terhadap kualitas lingkungan di sekitar lokasi produksi tempe. Penetapan model dilakukan dengan menentukan hubungan antar elemen yang menjadi faktor kunci dalam mengolah limbah (Rimantho & Rosdiana, 2018).

Adapun elemen yang dipilih melalui diskusi bersama praktisi lingkungan yaitu latar belakang pendidikan, kondisi ekonomi, dan kondisi sosial budaya para pengrajin tempe. Menurut (Prabawani, 2021), pendidikan mampu mendorong kapasitas individu dalam berpikir secara inovatif sehingga dapat menghubungkan bentuk kerusakan lingkungan. Kelestarian lingkungan dijadikan indikator untuk memastikan kebutuhan ekonomi generasi saat ini tanpa mengabaikan daya dukung lingkungan bagi generasi mendatang (Armayani *et al*., 2022).

Penetapan rekomendasi model dan kebijakan pengelolaan limbah cair tempe disusun menggunakan metode *Interpretive Structural Modelin*g (ISM). Metode ini merupakan teknik pemodelan yang merangkum pendapat para ahli untuk memberikan pendapat yang spesifik mengenai hierarki sub elemen sesuai dengan setiap elemen yang terdapat dalam sistem (Rifaldi *et al*., 2021). Metode ini dapat digunakan oleh berbagai kelompok interdisipliner dalam menyediakan sarana untuk menghubungkan berbagai persepsi kelompok serta dapat dikomunikasikan lebih mudah dan secara luas (Attri *et al*., 2013). Identifikasi elemen awal dalam metode ini menggunakan pendekatan *multiphase* melalui tinjauan literatur dan pendapat para ahli (Mekonnen *et al*., 2022). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membuat model pengelolaan lingkungan yang tepat untuk wilayah industri tempe skala rumah tangga khususnya di Plaju Ulu. Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat dan pemangku kepetingan terkait dalam mengelola kawasan industri tempe.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan data penelitian ini dilaksanakan di RW 02 Kelurahan Plaju Ulu, Kecamatan Plaju, Kota Palembang. Lokasi ini dipilih oleh peneliti dikarenakan merupakan salah satu lokasi industri rumah tangga yang telah lama beroperasi di Kota Palembang. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juli-September 2024.

Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dengan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) untuk merumuskan model pengelolaan limbah cair tempe di Plaju Ulu. Tahapan penelitian ini juga melibatkan diskusi bersama para ahli untuk memfasilitasi penerapan dari metode ISM. Diskusi bertujuan untuk mengetahui hubungan antar elemen yang berpotensial untuk diidentifikasi dan menentukan interaksi dalam konteks pengelolaan limbah cair tempe yang dalam hal ini diwakili oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Palembang dan praktisi lingkungan. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan *Software* Exsimpro (ES). Perangkat lunak ini merupakan suatu alat analisis dalam pemilihan faktor penting yang terlibat dalam suatu sistem.

Adapun tahapan analisis data pada penelitian ini meliputi identifikasi elemen yang berasal dari hasil kajian literatur, wawancara mendalam, dan hasil kuesioner. Pengumpulan data pada penelitian ini ditujukan kepada tiga pakar yang telah ditentukan yaitu dari instansi

pemerintah yang diwakili oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Palembang Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan, pengurus Koperasi Plaju Bersinar, dan praktisi lingkungan.

Adapun pokok pembahasan yang menjadi fokus penelitian terdiri dari 3 elemen yaitu latar belakang pendidikan, kondisi ekonomi, dan kondisi sosial budaya para pengrajin tempe. Selanjutnya, penetapan hubungan kontekstual antar elemen yang dilakukan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai berdasarkan masukan dari para ahli melalui wawancara secara mendalam dan kuesioner. Data hubungan kontekstual yang sudah didapatkan akan diolah menjadi data *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM). Penyusunan *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) bertujuan untuk merumuskan hubungan kontekstual dengan menggunakan simbol V, A, X, dan O. Keempat simbol tersebut memiliki petunjuk hubungan terhadap 2 faktor (Faktor i dan Faktor j) sebagai berikut (Sudipa *et al*., 2020):

1. V : Hubungan faktor i mempengaruhi faktor j.
2. A : Hubungan faktor i dipengaruhi faktor j.
3. X :Hubungan faktor i dan j saling mempengaruhi.
4. O : Faktor i dan j tidak saling mempengaruhi.

Data SSIM yang diperoleh akan diolah menjadi data *Reachability Matrix* (RM). Data ini merupakan pergantian simbol simbol SSIM menjadi matriks biner atau menjadi bilangan 1 dan 0, perhitungannya berdasarkan *transitivity rule* dengan melakukan koreksi terhadap simbol SSIM hingga menghasilkan matriks tertutup. *Reachability Matrix* yang telah memenuhi nilai *transitivity rule* selanjutnya diolah ke tahap selanjutnya untuk menetapkan *Level Partitioning.* Pembuatan level diklasifikasikan kedalam level hirarki (Mekonnen *et al*., 2022) dan dikelompokkan kedalam elemen dengan level yang sama.

Selanjutnya, pembuatan diagram berdasarkan hasil perangkingan dari *Level Partitioning*, elemen tingkat pertama diletakan pada posisi atas, elemen tingkat kedua ditempatkan pada urutan kedua atau tengah, dan elemen tingkat terakhir diletakan pada posisi terendah. Elemen tingkat pertama sangat dipengaruhi oleh elemen lainnya sedangkan yang berada pada tingkat terakhir berperan sebagai pengaruh yang kuat (Sari *et al*., 2018). Tahap akhir dari penelitian ini adalah memberikan penjelasan dari elemen beserta alur hubungan yang terbentuk serta memetakan bentuk model pengelolaan limbah cair yang tepat.

HASIL

Elemen Latar Belakang Pendidikan

Identifikasi elemen latar belakang pendidikan dilakukan berdasarkan diskusi dan wawancara bersama pakar dibidang pengelolaan limbah cair. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara diperoleh 4 (empat) sub elemen yaitu:

a. Pelaksanaan pendidikan formal (A1)
b. Pengetahuan manajemen pengelolaan limbah cair tempe (A2)
c. Pelatihan dan pendampingan pengelolaan limbah cair tempe (A3)
d. Pengetahuan pengolahan limbah cair sesuai standar (A4)

Penilaian hubungan kontekstual antar sub elemen pada elemen latar belakang pendidikan menggunakan pendekatan V,A,X, dan O yang dapat dilihat pada Tabel 1. Selanjutnya data hubungan kontekstual tersebut digunakan untuk menyusun data *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) dengan membandingkan antar faktor sub elemen.

Data *Structural Self Interaction Matrix* selanjutnya diubah menjadi data *Reachability Matrix* (RM). Intepretasi dari data *Reachability Matrix* yang telah direvisi disajikan pada Tabel 2.

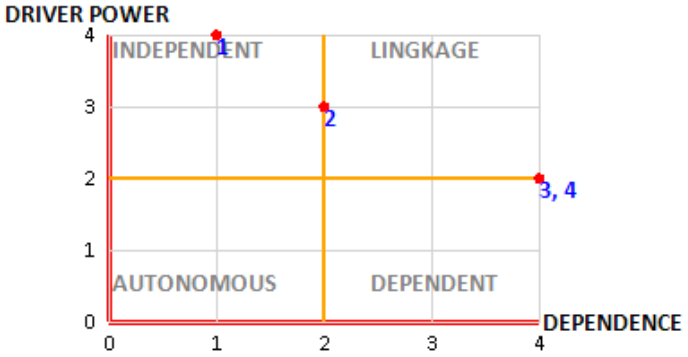
Tabel 1. Hubungan kontekstual antar sub elemen latar belakang pendidikan

NO	A1	A2	A3	A4
A1		V	V	V
A2			V	V
A3				X
A4				

Tabel 2. *Reachability matrix final* dan interpretasinya dari elemen latar belakang pendidikan

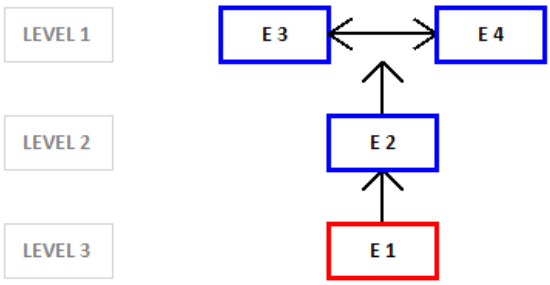
NO	A1	A2	A3	A4	Driver Power	Rank
A1	1	1	1	1	4	1
A2	0	1	1	1	3	2
A3	0	0	1	1	2	3
A4	0	0	1	1	2	3
Dependence	1	2	4	4		
Level	3	2	1	1		

Hasil analisis menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling* menghasilkan diagram Matriks *Driver Power-Dependence* yang disajikan pada Gambar 1. Diagram ini menunjukkan posisi elemen-elemen latar belakang pendidikan dalam pengelolaan limbah cair tempe.



Gambar 1. Matriks *Driver Power-Dependence* untuk elemen latar belakang pendidikan

Berdasarkan data *Driver Power-Dependence* yang diperoleh, selanjutnya disusun strukturisasi sub elemen yang mendukung keberhasilan pengelolaan limbah cair tempe. Strukturisasi yang disajikan pada Gambar 2. ini disusun berdasarkan *Level Partitioning.*



Gambar 2. Strukturisasi elemen latar belakang pendidikan dalam pengelolaan limbah cair tempe

Elemen Kondisi Ekonomi

Identifikasi elemen ekonomi dilakukan berdasarkan hasil diskusi dan wawancara bersama pakar dibidang pengelolaan limbah cair. Hasil dari diskusi tersebut diperoleh 5 (lima) sub elemen, yaitu:

a. Kesejahteraan pengrajin tempe (A1)
b. Menumbuhkan hubungan kemitraan (A2)
c. Biaya pengelolaan limbah cair tempe (A3)
d. Keuntungan dari produk limbah cair (A4)
e. Ketersediaan pasar untuk menjual produk dari limbah cair (A5)
f. Pengetahuan pengolahan limbah cair sesuai standar (A4)

Penilaian hubungan kontekstual antar sub elemen pada kondisi ekonomi menggunakan pendekatan V,A,X, dan O yang dapat dilihat pada Tabel 3. Selanjutnya data hubungan kontekstual tersebut digunakan untuk menyusun data *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) dengan membandingkan antar faktor sub elemen.

Tabel 3. Hubungan kontekstual antar sub elemen kondisi ekonomi

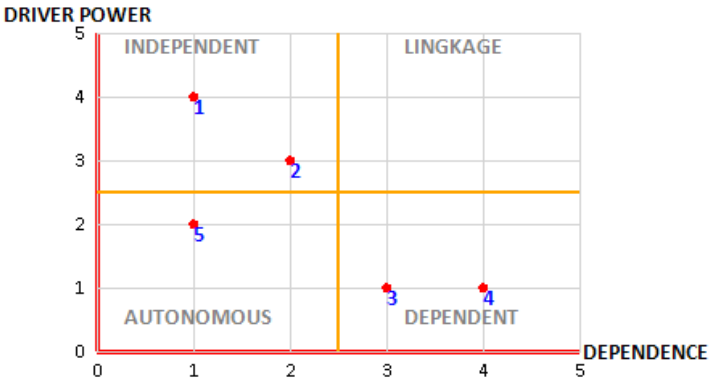
NO	A1	A2	A3	A4	A5
A1		V	V	V	O
A2			V	V	O
A3				O	O
A4					A
A5					

Data *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) selanjutnya diubah menjadi data *Reachability Matrix* (RM) yang telah direvisi dan diintepretasikan pada Tabel 4.

Tabel 4. *Reachability matrix final* dan interpretasinya dari elemen kondisi ekonomi

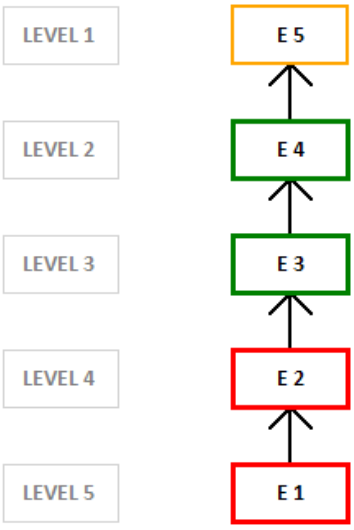
NO	A1	A2	A3	A4	A5	Driver Power	Rank
A1	1	1	1	1	0	4	1
A2	0	1	1	1	0	3	2
A3	0	0	1	0	0	1	4
A4	0	0	0	1	0	1	4
A5	0	0	0	1	1	2	3
Dependence	1	2	3	4	1		
Level	4	3	2	1	4		

Hasil analisis menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling* menghasilkan diagram Matriks *Driver Power-Dependence* yang menunjukkan posisi sub elemen kondisi ekonomi dalam pengelolaan limbah cair tempe (Gambar 3).



Gambar 3. Matriks *Driver Power-Dependence* untuk elemen kondisi ekonomi

Berdasarkan data *Driver Power-Dependence* yang diperoleh, selanjutnya disusun strukturisasi sub elemen kondisi ekonomi yang mendukung keberhasilan pengelolaan limbah cair tempe. Strukturisasi yang disajikan pada Gambar 4. ini disusun berdasarkan *Level Partitioning.*



Gambar 4. Strukturisasi elemen kondisi ekonomi dalam pengelolaan limbah cair tempe

Berdasarkan Gambar 4, strukturisasi elemen kondisi ekonomi dalam pengelolaan limbah cair tempe dengan pendekatan ISM menunjukkan bahwa kesejahteraan pengrajin tempe adalah elemen yang paling esensial, dimana semua sub elemen lain saling mendukung. Melalui hubungan kemitraan yang kuat, manajemen biaya yang baik, pemanfaatan produk limbah, dan keberadaan pasar yang siap, kesejahteraan pengrajin dapat ditingkatkan secara berkelanjutan. Upaya ini dapat menciptakan siklus positif yang dapat meningkatkan ekonomi lokal dan mendukung keberlanjutan lingkungan

Elemen Kondisi Sosial Budaya

Identifikasi elemen kondisi sosial budaya dilakukan berdasarkan hasil diskusi dan wawancara bersama pakar dibidang pengelolaan limbah cair. Berdasarkan diskusi dan wawancara tersebut diperoleh 4 (empat) sub elemen, yaitu:

a. Regulasi Kebijakan atau penetapan standar baku mutu (A1)
b. Diskusi pengelolaan limbah cair antar masyarakat (A2)
c. Aktivitas gotong royong kawasan industri tempe (A3)
d. Pelaku atau lembaga yang terlibat dalam pengelolaan limbah cair (A4)

Penilaian hubungan kontekstual antar sub elemen pada kondisi sosial budaya pengrajin tempe menggunakan pendekatan V,A,X, dan O yang dapat dilihat pada Tabel 5. Selanjutnya, data hubungan kontekstual tersebut digunakan untuk menyusun data *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) dengan membandingkan antar faktor sub elemen.

Tabel 5. Hubungan kontekstual antar sub elemen kondisi sosial budaya

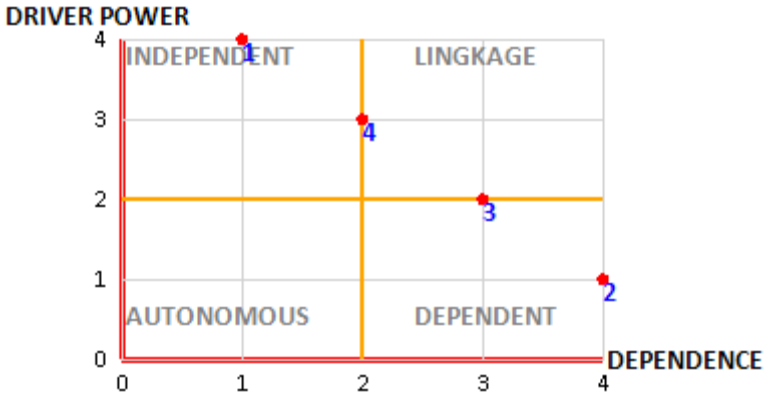
NO	A1	A2	A3	A4
A1		V	V	V
A2			A	O
A3				A
A4				

Data *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM) selanjutnya diubah menjadi data *Reachability Matrix* (RM) dan diintepretasikan pada Tabel 6.

Tabel 6. *Reachability matrix final* dan interpretasinya dari elemen kondisi sosial budaya

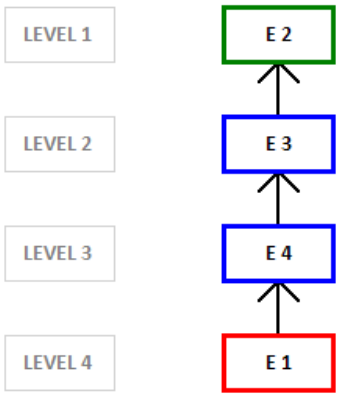
NO	A1	A2	A3	A4	Driver Power	Rank
A1	1	1	1	1	4	1
A2	0	1	0	0	1	4
A3	0	1	1	0	2	3
A4	0	1	1	1	3	2
Dependence	1	4	3	2		
Level	4	1	2	3		

Hasil analisis menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling* menghasilkan diagram Matriks *Driver Power-Dependence* yang menunjukkan posisi sub elemen kondisi sosial budaya dalam pengelolaan limbah cair tempe yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Matriks *Driver Power-Dependence* untuk elemen sosial budaya

Berdasarkan data *Driver Power-Dependence* yang diperoleh, selanjutnya disusun strukturisasi sub elemen kondisi sosial budaya yang mendukung keberhasilan pengelolaan limbah cair tempe. Strukturisasi yang disajikan pada Gambar 6. ini disusun berdasarkan *Level Partitioning.*



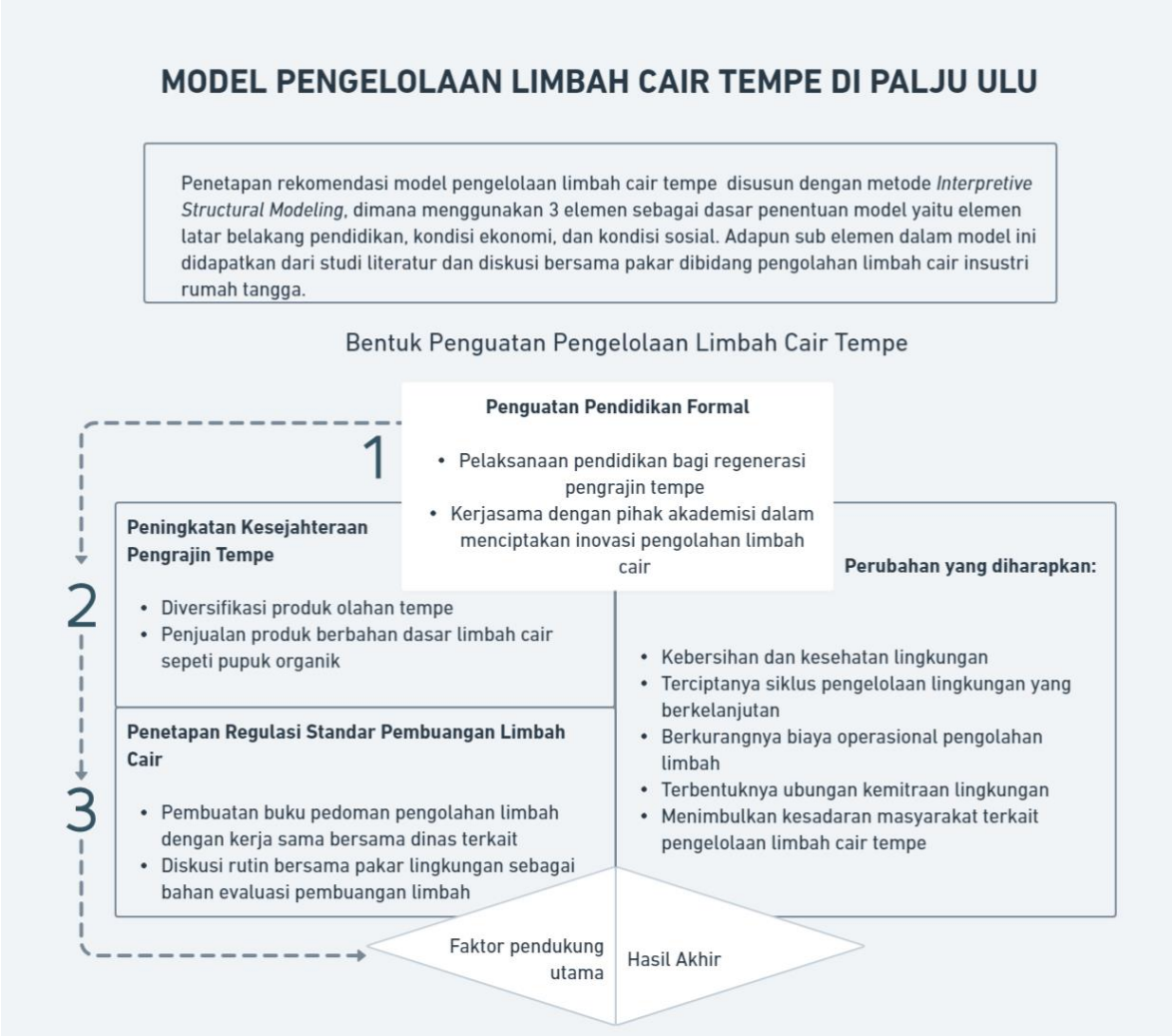
Gambar 6. Strukturisasi elemen sosial budaya dalam pengelolaan limbah cair tempe

Berdasarkan Gambar 6, sub elemen regulasi kebijakan atau penetapan standar baku mutu merupakan elemen kunci dalam pengelolaan limbah cair tempe. Regulasi ini berfungsi untuk menetapkan kerangka kerja yang jelas dan mengatur cara pengelolaan

limbah. Keberadaan kebijakan yang terstruktur membuat pengrajin tempe memiliki pedoman yang jelas untuk memastikan bahwa limbah yang dihasilkan dikelola secara berkelanjutan.

Model Pengelolaan Limbah Cair Tempe di Plaju Ulu

Penetapan model pengelolaan limbah cair tempe di Koperasi Plaju Bersinar menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM). Metode ini memberikan kerangka kerja yang sistematis untuk mengidentifikasi dan menganalisis elemen-elemen yang terlibat dalam pengelolaan limbah, serta memahami hubungan kompleks antar faktor yang mempengaruhi efektivitas pengelolaan tersebut. Rekomendasi model pengelolaan limbah cair tempe yang disusun dengan aplikasi Exsimpro dengan pendekatan *Interpretive Structural Modeling* (ISM) yang didasarkan pada 3 (tiga) elemen utama yaitu pendidikan, ekonomi, dan sosial budaya disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Penetapan rekomendasi model pendukung pengelolaan limbah cair berdasarkan metode *interpretive structural modeling*
Sumber: Analisis data peneliti, 2024

PEMBAHASAN

Elemen Latar Belakang Pendidikan

Hubungan Kontekstual antar Sub Elemen

Hubungan sub elemen pelaksanaan pendidikan formal berpengaruh terhadap sub elemen pengetahuan manajemen pengelolaan limbah cair tempe, pelatihan dan pendampingan pengelolaan limbah cair tempe, dan pengetahuan pengolahan limbah cair sesuai standar. Selanjutnya, hubungan kontekstual sub elemen pengetahuan manajemen pengelolaan limbah cair tempe juga mempengaruhi sub elemen pelatihan dan pendampingan pengelolaan limbah cair tempe dan pengetahuan pengolahan limbah cair sesuai standar. Hubungan kontekstual antara sub elemen pelatihan dan pendampingan pengelolaan limbah cair tempe dengan pengetahuan pengolahan limbah cair sesuai standar adalah saling mempengaruhi atau dipengaruhi.

Berdasarkan analisis data dengan pendekatan V,A,X,O menunjukan pendidikan formal paling berpengaruh dalam mendukung pengelolaan limbah cair tempe. Hal ini menunjukan bahwa pendidikan formal tidak hanya memberikan landasan teori yang kuat, tetapi juga membentuk sikap dan kesadaran individu mengenai pentingnya pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Menurut (Zunaidi, 2024), pendidikan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan praktis dalam mengimplementasikan solusi yang berkelanjutan.

Pengembangan *Conical Matrix* dan Interpretasi *Reachability Matrix Final*

Coanical Matrix didapatkan dengan menggabungkan faktor yang berada pada kolom dan baris yang sama dalam satu tingkat. Data *driving power* dihasilkan dari menghitung jumlah faktor pada setiap baris, sedangkan *dependence* didapatkan dari menghitung jumlah faktor setiap kolom pada tabel *reachability matrix final*. *Driver Power* tertinggi atau elemen kunci kondisi latar belakang pendidikan yang sangat berperan dalam proses pengelolaan limbah cair tempe adalah pelaksanaan pendidikan formal. Sub elemen latar belakang pendidikan yang mempunyai daya dorong besar diurutan kedua adalah pengetahuan manajemen pengelolaan limbah cair. Hal ini menyatakan, keberhasilan pengelolaan limbah cair tempe di Plaju Ulu sangat dipengaruhi oleh kapasitas kelompok pengrajin dalam mengelola hasil buangan produksi tempe.

Analisis Matriks *Driver Power-Dependence*

Hasil analisis menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling (ISM)* menghasilkan diagram Matriks *Driver Power-Dependence* yang menunjukkan posisi elemen-elemen latar belakang pendidikan dalam pengelolaan limbah cair tempe. Gambar 1. menunjukkan bahwa sub elemen pelaksanaan pendidikan formal berada pada sektor *independent* dan memiliki daya dorong paling tinggi dalam mendorong sub elemen lainnya terhadap pengelolaan limbah cair tempe. Pendidikan formal tidak hanya memberikan landasan teori yang kuat, tetapi juga membentuk sikap dan kesadaran individu mengenai pentingnya pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Menurut (Prabawani, 2021), pendidikan mampu mendorong kapasitas individu dalam berpikir secara inovatif sehingga dapat menghubungkan bentuk kerusakan lingkungan dan hal yang menjadi penyebabnya, kemampuan berpikir secara mendalam untuk menghadirkan pendekatan baru yang dapat meminimalisir dampak kerusakan lingkungan.

Peringkat daya dorong tertinggi urutan ke dua adalah pengetahuan manajemen pengelolaan limbah cair tempe yang berada pada sektor *linkage*. Sub elemen ini berperan sebagai perantara antara pendidikan formal dengan pelaksanaan pengelolaan limbah cair tempe yang efektif. Pengetahuan manajemen pengelolaan limbah cair menjadi permasalahan mendasar yang merujuk pada minimnya kesadaran pelaku industri terhadap

manajemen pengelolaan limbah, sehingga peningkatan kapasitas kelompok pengrajin menjadi hal yang penting untuk ditingkatkan (Nasir *et al*., 2015).

Sub elemen pelatihan dan pendampingan pengelolaan limbah cair tempe dan pengetahuan pengolahan limbah cair sesuai standar berada pada sektor *dependent*. Hal ini menunjukan kondisi latar belakang sub elemen tersebut sangat kecil daya dorongnya untuk mempengaruhi pengrajin tempe di Plaju Ulu melaksankan pengelolaan limbah cair tempe. Kedua sub elemen tersebut menunjukkan ketergantungan pada pendidikan formal dan pengetahuan manajemen.

Penetapan Strukturisasi Elemen Latar Belakang Pendidikan

Strukturisasi elemen latar belakang pendidikan pada Gambar 2. menunjukkan bahwa pelaksanaan pendidikan formal berada pada level tertinggi yang berada di level 3. Hal ini menunjukan bahwa berjalannya sistem pengelolaan limbah cair tempe membutuhkan pengrajin tempe yang telah mendapatkan pendidikan formal untuk meningkatkan kapasitas pengrajin dalam mengelola limbah cair. Pendidikan yang menekankan pada aspek lingkungan akan menghasilkan individu yang lebih sadar dan terampil dalam menangani isu-isu terkait limbah. Menurut (Lullulangi *et al*., 2020), pendidikan kependudukan dan lingkungan hidup menjadi pendukung terlaksananya interaksi yang menguntungkan antara individu dengan lingkungan hidup yang mengacu pada konsep pembangunan berkelanjutan.

Sub elemen pengetahuan manajemen pengelolaan limbah cair tempe berada pada level 2. Pada level ini, pengrajin tempe harus memahami berbagai teknik dan strategi yang relevan untuk pengelolaan limbah cair. Sub elemen pendampingan pengelolaan limbah cair tempe dan pengetahuan pengolahan limbah cair sesuai standar berada pada level 1 dan sangat tergantung pada kondisi latar belakang pendidikan lainnya dalam pengelolaan limbah cair tempe. Pelatihan dan pendampingan berfungsi sebagai sarana praktis untuk menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh. Program pelatihan yang tepat dan bimbingan dari para ahli akan memperkuat kemampuan individu dalam pengolahan limbah cair sesuai dengan standar yang ditetapkan, sehingga mampu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Elemen Kondisi Ekonomi

Hubungan Kontekstual antar Sub Elemen

Hubungan sub elemen kesejahteraan pengrajin tempe mempengaruhi kondisi tumbuhnya hubungan kemitraan, ketersediaan biaya pengelolaan limbah caie tempe, dan keuntungan penjualan produk dari limbah cair. Menurut hasil diskusi bersama pakar, kesejahteraan pengrajin tempe tidak saling berpengaruh terhadap ketersediaan pasar untuk menjual produk dari limbah cair. Sub elemen menumbuhkan hubungan kemitraan mempengaruhi biaya pengelolaan limbah cair tempe dan keuntungan dari produk limbah cair dan tidak mempengaruhi ketersediaan pasar untuk menjual produk dari limbah cair. Sub elemen biaya pengelolaan limbah cair tempe tidak saling mempengaruhi atau dipengaruhi.

Pengembangan *Conical Matrix* dan Interpretasi *Reachability Matrix Final*

Driver Power tertinggi atau elemen kunci kondisi ekonomi yang sangat berperan dalam proses pengelolaan limbah cair tempe adalah kesejahteraan pengrajin tempe. Sub elemen kondisi ekonomi yang mempunyai daya dorong besar diurutan kedua adalah menumbuhkan hubungan kemitraan. Hal ini menyatakan, keberhasilan pengelolaan limbah cair tempe di Koperasi Plaju Bersinar sangat dipengaruhi oleh kesejahteraan pengrajin tempe.

Analisis Matriks *Driver Power-Dependence*

Berdasarkan matriks *Driver Power-Dependence*, sub elemen kesejahteraan pengrajin tempe berada pada sektor independen dan memiliki daya dorong paling tinggi dalam mendorong sub elemen lainnya terhadap pengelolaan limbah cair tempe. Sub elemen ini menunjukkan kekuatan independen dalam konteks pengelolaan limbah. Kesejahteraan pengrajin berkaitan dengan pendapatan yang diperoleh dari produksi barang hingga berhasil dijual (Fitria *et al*., 2022).

Sub elemen yang berada pada sektor *independent*, seperti kesejahteraan pengrajin dan hubungan kemitraan, menunjukkan bahwa upaya untuk meningkatkan kedua aspek ini dapat berdampak positif pada pengelolaan limbah cair tempe. Peningkatan kesejahteraan pengrajin dapat mendorong untuk investasi dalam praktik pengelolaan limbah yang lebih baik. Kelestarian lingkungan dijadikan indikator untuk memastikan kebutuhan ekonomi generasi saat ini tanpa mengabaikan daya dukung lingkungan bagi generasi mendatang (Armayani *et al*., 2022).

Sub elemen biaya pengelolaan limbah cair tempe ini berada pada sektor *dependent*. Hal ini menunjukan bahwa pengelolaan limbah cair sangat dipengaruhi oleh faktor biaya. Begitu juga dengan sub elemen keuntungan dari produk limbah cair. Kebijakan yang dirancang untuk menurunkan biaya pengelolaan, seperti subsidi atau dukungan teknologi, dapat mendorong pengrajin untuk mengimplementasikan metode pengelolaan yang lebih efektif. Selain itu, memaksimalkan keuntungan dari produk limbah cair bisa menjadi pendorong bagi pengrajin untuk melakukan investasi yang diperlukan.

Sub elemen ketersediaan pasar untuk menjual produk dari limbah cair berada pada sektor *autonomous* yang menunjukkan bahwa ketersediaan pasar untuk produk limbah cair tidak tergantung pada bagaimana limbah cair dikelola. Hal ini membuka peluang bagi pengrajin untuk menjual produk meskipun ada tantangan dalam pengelolaan limbah. Ketersediaan pasar untuk produk dari limbah cair seperti pupuk organik menunjukkan potensi untuk meningkatkan pendapatan. Strategi pemasaran dan pengembangan produk yang inovatif dapat menarik minat konsumen, meskipun tantangan dalam pengelolaan limbah tetap ada.

Penetapan strukturisasi elemen kondisi ekonomi

Pada level tertinggi, kesejahteraan pengrajin tempe merupakan elemen kunci yang menjadi tujuan utama dari pengelolaan limbah cair tempe. Peningkatan kesejahteraan pengrajin tempe mendorong inisiatif yang berkelanjutan dalam pengelolaan limbah. Menurut (Hafiz, 2023), pengelolaan limbah cair tempe membutuhkan anggaran dan lahan yang cukup tinggi yaitu sekitar 4 juta rupiah. Keterbatasan biaya menjadi salah satu penghambat implementasi pengelolan limbah sehingga diperlukan upaya peningkatan pendapatan pengrajin tempe.

Sub elemen hubungan kemitraan berada pada level 4, dimana kemitraan dapat memperkuat kolaborasi dalam pengelolaan limbah dan penciptaan nilai tambah. Pada level ini, dukungan dari berbagai pemangku kepentingan diperlukan untuk menciptakan ekosistem yang saling menguntungkan. Menurut (Tantalo & Priem, 2016), keterlibatan pemangku kepentingan tidak hanya memperkuat sinergi yang memungkinkan berbagi pengetahuan, sumber daya, dan inovasi terkait pengelolaan lingkungan.

Sub elemen biaya pengelolaan limbah cair tempe berada pada level 3, dimana biaya pengelolaan menjadi elemen krusial yang harus diperhatikan. Pengelolaan limbah cair tempe yang efektif memerlukan investasi awal. Analisis biaya pengolahan limbah cair tempe menjadi penting untuk memastikan bahwa pengelolaan limbah tidak membebani pengrajin, melainkan menjadi sumber pendapatan tambahan.

Sub elemen keuntungan dari produk limbah cair berada pada level 2. Limbah cair tempe memiliki potensi untuk diolah menjadi produk bernilai tambah, seperti pupuk organik atau produk lain yang bermanfaat. Sub elemen ketersediaan pasar untuk menjual produk dari limbah cair berada pada Level 1. Tanpa adanya pasar yang jelas dan permintaan yang stabil, semua upaya dalam pengelolaan limbah cair akan terhambat. Oleh karena itu, pengembangan jaringan distribusi dan promosi produk sangat penting untuk memastikan produk dari limbah cair tempe dapat diterima di pasaran.

Elemen Kondisi Sosial Budaya

Hubungan Kontekstual antar Sub Elemen

Sub elemen regulasi Kebijakan atau penetapan standar baku mutu mempengaruhi adanya diskusi pengelolaan limbah cair antar masyarakat, aktivitas gotong royong kawasan industri tempe, dan pelaku atau lembaga yang terlibat dalam pengelolaan limbah cair tempe di Plaju Ulu. Sub elemen aktivitas gotong royong kawasan industri tempe lebih berpengaruh atau mempengaruhi diskusi pengelolaan limbah cair antar masyarakat, dan adanya diskusi pengelolaan limbah cair antar masyarakat tidak saling berpengaruh atau mempengaruhi pelaku atau lembaga yang terlibat dalam pengelolaan limbah cair tempe. Selanjutnya, sub elemen pelaku atau lembaga yang terlibat dalam pengelolaan limbah cair tempe lebih berpengaruh atau mempengaruhi aktivitas gotong royong di kawasan industri tempe.

Pengembangan *Conical Matrix* dan Interpretasi *Reachability Matrix Final*

Driver Power tertinggi atau elemen kunci pada kondisi sosial budaya yang sangat berperan dalam proses pengelolaan limbah cair tempe adalah adanya regulasi kebijakan atau penetapan standar baku mutu. Sub elemen pada kondisi sosial budaya yang mempunyai daya dorong besar diurutan kedua adalah Pelaku atau lembaga yang terlibat dalam pengelolaan limbah cair. Hal ini menyatakan, keberhasilan pengelolaan limbah cair tempe di Plaju Ulu sangat dipengaruhi oleh adanya regulasi yang menetapkan standar pengelolaan limbah yang tepat.

Analisis Matriks *Driver Power-Dependence*

Regulasi kebijakan berada pada sektor *independent* yang bersifat penting dan berperan sebagai penggerak dalam pengelolaan limbah cair tempe. Penerapan regulasi dapat mempengaruhi cara pengelolaan limbah melalui penetapan standar baku mutu. Manajemen pengelolaan limbah secara menyeluruh perlu mengembangkan kebijakan khusus yang berkaitan dengan usaha menimbulkan kesadaran perlikau masyarakat umum (Jerin *et al*., 2022). Regulasi pengelolaan limbah cair digunakan sebagai panduan untuk memenuhi persyaratan yang berlaku sehingga dapat mencegah dampak negatif yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

Sub elemen pelaku atau lembaga yang terlibat dalam pengelolaan limbah cair juga berada pada sektor *independent*. Lembaga tersebut berperan sebagai fasilitator dan pengawas yang membantu pengrajin tempe dalam memahami dan memenuhi standar yang berlaku. Pengelolaan limbah cair membutuhkan kontribusi secara aktif dari semua pihak termasuk masyarakat dan didukung oleh pihak terkait seperti pemerintah dan akademisi dalam menyebarluaskan teknologi pengolahan limbah yang tepat (Prihatiningsih, 2021).

Sub elemen aktivitas gotong royong di kawasan industri tempe termasuk dalam sektor *linkage*. Kegiatan ini menciptakan sinergi dalam pengelolaan limbah, memperkuat rasa kebersamaan dan tanggung jawab kolektif yang mengutamakan sikap saling tolong menolong (Siburian *et al.*, 2024). Diskusi antar masyarakat mengenai pengelolaan limbah

cair berada pada sektor *dependent*. Diskusi ini membantu menciptakan kesadaran bersama dan membangun konsensus tentang praktik terbaik dalam pengelolaan limbah.

Matriks *Driver Power-Dependence* untuk elemen sosial budaya dalam pengelolaan limbah cair tempe menunjukkan bahwa regulasi kebijakan dan lembaga yang terlibat memiliki peran *independent* yang kuat dalam mendukung keberhasilan pengelolaan limbah cair tempe. Sementara itu, aktivitas gotong royong berfungsi sebagai penghubung yang memperkuat kolaborasi antar pemangku kepentingan, dan diskusi antar masyarakat memberikan dimensi dalam menciptakan kesadaran dan partisipasi terkait pengelolaan lingkungan hidup.

Penetapan Strukturisasi Elemen Kondisi Sosial Budaya

Sub elemen regulasi kebijakan atau penetapan standar baku mutu merupakan elemen kunci dalam pengelolaan limbah cair tempe. Sebagai level tertinggi, regulasi ini berperan dalam menetapkan kerangka kerja pengolahan limbah yang jelas dan terstruktur. Selain itu, regulasi ini juga berfungsi untuk melindungi lingkungan dan kesehatan masyarakat, serta menciptakan standar kualitas produk tempe yang lebih baik.

Sub elemen pelaku atau lembaga yang terlibat dalam pengelolaan limbah cair berada pada level 3. Lembaga-lembaga seperti pemerintah, organisasi non-pemerintah, dan komunitas lokal berperan dalam menyediakan dukungan teknis, pelatihan, dan sumber daya untuk membantu pengrajin mematuhi standar yang ada. Keberadaan lembaga ini juga diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap proses pengelolaan limbah dan mendorong partisipasi aktif dari pengrajin.

Sub elemen aktivitas gotong royong kawasan industri tempe berada pada level 2. Kegiatan gotong royong di kawasan industri tempe merupakan elemen yang menunjukkan kolaborasi antar pengrajin dan komunitas. Diskusi terkait pengelolaan limbah cair berada pada level 1 atau terendah. Diskusi antar masyarakat bersifat krusial dalam menciptakan kesadaran dan pemahaman bersama. Keterlibatan masyarakat dalam dialog ini dapat membantu membangun konsensus mengenai praktik terbaik dan mendukung pelaksanaan kebijakan yang lebih baik. Meskipun berada di level pertama, diskusi ini menjadi fondasi penting bagi keberhasilan pengelolaan limbah karena menciptakan keterlibatan dan dukungan sosial.

Model Pengelolaan Limbah Cair Tempe di Plaju Ulu

Penguatan Pendidikan Formal

Pendidikan formal berperan membangun kesadaran dengan melibatkan generasi muda dalam proses pembelajaran. Pemahaman yang baik terhadap potensi pendidikan akan menciptakan pengrajin yang bertanggung jawab dalam mendorong praktik produksi secara berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Bentuk penguatan pendidikan formal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh (Jayanti *et al*., 2017), tingkat pendidikan berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap pengelolaan limbah dimana tingkat pendidikan perguruan tinggi menunjukan bentuk pengelolaan yang paling tinggi melalui kegiatan *reuse, reduce*, dan *recycle*.

Selain penguatan pendidikan formal bagi regenerasi pengrajin tempe, pendidikan non formal juga perlu dilakukan untuk para pelaku usaha tempe yang dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan seperti pelatihan praktis, sosialisasi kesadaran pengelolaan lingkungan, pelibatan generasi muda, dan melakukan evaluasi terhadap program pendidikan yang dijalankan. Pendidikan non formal merupakan kegiatan belajar yang diikuti oleh masyarakat pada suatu organisasi yang berada di luar sistem persekolahan dengan tujuan untuk meningkatkan keterampilan (Syaadah *et al*., 2023).

Pelaksanaan program sosialisasi kesadaran lingkungan dapat dilakukan melalui kegiatan seminar, diskusi kelompok, dan penyuluhan. Kegiatan ini mendorong pemahaman pengrajin tempe terhadap dampak yang ditimbulkan bagi lingkungan apabila limbah tidak dikelola dengan baik. Menurut (Jailani *et al*., 2021), melalui sosialisasi dan penyuluhan membuat proses penanganan limbah cair tempe akan lebih mudah ditangani sehingga dapat menjamin higienitas produksi. Penguatan pendidikan peduli lingkungan juga dapat dilakukan dengan bekerja sama bersama pihak akademisi dalam menciptakan inovasi teknologi sederhana yang mudah untuk diterapkan di pengrajin tempe. Pengenalan teknologi yang ramah lingkungan kepada pengrajin dapat memudahkan mereka dalam mengolah limbah secara efisien. Hal serupa dilakukan oleh (Krisnadianto, 2019) yang melakukan pelatihan pembuatan pupuk organik cair dari limbah tempe

Peningkatan Kesejahteraan Pengrajin Tempe

Peningkatan kesejahteraan pengrajin tempe perlu diupayakan untuk mendukung proses pengolahan limbah yang berkelanjutan. Salah satu upaya untuk menunjang pendapatan para pengrajin tempe adalah melalui diversifikasi produk. Diversifikasi produk dilakukan melalui upaya pembuatan produk jenis baru atau *upgrade* dari produk yang sudah ada untuk dipasarkan, bentuk diversifikasi dapat dilakukan melalui perubahan ukuran, jenis, warna, model, hingga bentuk produk. Upaya ini dilakukan untuk menambah peluang dalam mendapatkan pelanggan baru (Martina *et al*., 2021).

Adanya inovasi aneka produk olahan akan membuat nilai produk menjadi lebih tinggi apabila dibandingkan dengan menjual tempe mentah tradisional. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Raswanti *et al*., 2019), aneka diversifikasi produk olahan tempe yang dapat diterapkan meliputi nugget, steak, dan ham tempe. Penelitian yang dilakukan oleh (Suhendi *et al*., 2022) fokus pada upaya pengembangan diversifikasi tempe menjadi keripik. Produk ini dipilih karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi sehingga akan berdampak pada penambahan lapangan pekerjaan dan meningkatkan perekonomian masyarakat.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Prasetyo *et al*., 2024), diversifikasi produk mendukung untuk memperluas peluang strategi pemasaran yang efektif dengan menciptakan target pasar yang bervariasi. Menurut (Widyastuti, 2017), adanya produk yang beraneka ragam dapat menjangkau konsumen dengan preferensi yang berbeda dan dapat meningkatkan *brand awareness.* Pengenalan produk baru oleh pengrajin tempe akan menciptakan visibilitas merek yang lebih kuat di pasaran. Diversifikasi produk tempe dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan produsen tempe.

Penetapan Regulasi Standar Pembuangan Limbah Cair Tempe

Penetapan batas ketentuan kadar limbah yang dibuang ke lingkungan telah ditetapkan oleh pemerintah melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Adanya peraturan tersebut menjadi dasar bahwa limbah cair harus dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke perairan agar tidak mencemari lingkungan. Peraturan pemerintah di tingkat daerah menjadi penguat pelaksanaan pengelolaan limbah cair tempe, tentunya peraturan yang terbit perlu dilengkapi dengan pedoman tata kelola limbah cair.

Adanya panduan atau pedoman pengelolaan limbah yang komprehensif perlu didukung partisipasi aktif masyarakat terutama para pengrajin tempe. Bentuk partisipasi tersebut dapat difasilitasi melalui diskusi rutin bersama dinas terkait ataupun para ahli di bidang pengelolaan limbah cair tempe. Diskusi yang dilakukan secara berkala bersama para ahli lingkungan akan membangun ruang komunikasi dan pertukaran informasi serta pengalaman. Adanya forum ini membuat pengrajin tempe dapat membahas isu terkait

pengelolaan limbah cair tempe dan menemukan solusi secara bersama terkait permasalahan yang sedang dihadapi. Evaluasi kegiatan pengelolaan lingkungan penting untuk melibatkan beberapa pemangku kepentingan dalam membangun komunikasi berbasis kolaboratif, sinergi yang terbentuk akan dapat meningkatkan kinerja lingkungan sehingga dapat mengurangi dampak lingkungan dan berlanjut memberikan perlindungan bagi ekosistem (Kamil, 2018).

KESIMPULAN

Penetapan rekomendasi model pengelolaan limbah cair tempe dilakukan dengan menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM). Pada proses ini, terdapat tiga elemen utama yang menjadi dasar dalam menentukan model, yaitu elemen latar belakang pendidikan, kondisi ekonomi, dan kondisi sosial masyarakat. Adapun sub elemen kunci yang menjadi penguat keberhasilan pengelolaan limbah cair adalah pelaksanaan pendidikan formal, kesejahteraan pengrajin tempe, dan pembuatan regulasi standar pembuangan limbah. Metode ini diharapkan dapat menghasilkan pendekatan yang komprehensif dan efektif dalam proses pengelolaan limbah cair tempe.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada paguyuban tempe di Kelurahan Plaju Ulu atas kesempatan waktu yang telah diberikan kepada peneliti untuk melakukan pengamatan di rumah produksi tempe. Terima kasih juga kepada pihak Dinas Lingkungan Hidup Kota Palembang dan praktisi lingkungan yang terlibat atas diskusi secara mendalam terkait pengelolaan limbah cair industri rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

Armayani, R. R., Lubis, H. K., & Sari, N. (2022). Hubungan antara ekonomi dengan lingkungan hidup: suatu kajian literatur. *SINOMIKA Journal: Publikasi Ilmiah Bidang Ekonomi Dan Akuntansi*, *1*(2), 175–182. https://doi.org/10.54443/sinomika.v1i2.181

Attri, R., Dev, N., & Sharma, V. (2013). Interpretive structural modelling (ISM) approach: an overview. *Research Journal of Management Sciences*, *2*(2), 3–8.

Fitria, D. U., Suharso, P., & Hartanto, W. (2022). Kesejahteraan keluarga perajin tempe di Kelurahan Sumbertaman Kota Probolinggo. *Jurnal Pendidikan Ekonomi: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi, Dan Ilmu Sosial*, *16*(1), 116–124. https://doi.org/10.19184/jpe.v16i1.25149

Hafiz, A. (2023). Pengolahan limbah tahu tempe guna mengurangi pencemaran lingkungan di Kecamatan Sandubaya. *Jurnal Pengabdian Publik (JP-Publik)*, *2*(2), 50. https://doi.org/10.31764/jp-publik.v2i2.12910

Jerin, D. T., Sara, H. H., Radia, M. A., Hema, P. S., Hasan, S., Urme, S. A., Audia, C., Hasan, M. T., & Quayyum, Z. (2022). An overview of progress towards implementation of solid waste management policies in Dhaka, Bangladesh. *Heliyon*, *8*(2), e08918. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08918

Kawengian, G. P. (2019). Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan dan Pelestarian Lingkungan Hidup. *Lex Et Societatis*, *7*(5), 55–62.

Lullulangi, M., Merlien, A. A., Kalengkongan, J., Mohammad, H., Oktofin, S., & Aris, P. (2020). *Pembelajaran Lingkungan Hidup Yang Kreatif Dan Inovatif*.

Mekonnen, G. B., dos Muchangos, L. S., Ito, L., & Tokai, A. (2022). Analyzing key drivers for a sustainable waste management system in Ethiopia: An interpretive

structural modeling approach. *Environmental Challenges*, *8*(May). https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100556

Nasir, M., Saputro, E. P., & Handayani, S. (2015). Manajemen pengelolaan limbah industri. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, *19*(2), 143–149.

Prabawani, B. (2021). *Education for Sustainable Development : Pembentukan Karakter dan Perilaku Berkelanjutan* (Issue January).

Prihatiningsih, B. (2021). Peran stakeholder dalam pengelolaan limbah cair domestik berkelanjutan di Kota Malang. *Seminar Nasional Teknologi Fakultas Teknik*, *62*, 185–189.

Puspawati, S. W. (2017). *Alternatif Pengolahan Limbah Industri Tempe dengan Kombinasi Metode Filtrasi dan Fitoremidiasi*.

Rifaldi, M., Sumargo, B., & Zid, M. (2021). Penerapan metode interpretative structural modeling (ISM) dalam menyusun strategi pengelolaan sampah (Studi Kasus di Kabupaten Bekasi). *Environment Science and Engineering Conference*, *2*(1), 1–7.

Rimantho, D., & Rosdiana, H. (2018). Penentuan faktor kunci peningkatan kualitas air limbah industri makanan menggunakan interpretative structural modeling (ISM). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *15*(2), 90. https://doi.org/10.14710/jil.15.2.90-95

Sari, D., & Rahmawati, A. (2020). Pengelolaan limbah cair tempe air rebusan dan air rendaman kedelai. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*, *9*(1), 47–54. https://doi.org/10.33475/jikmh.v9i1.210

Siburian, D. T. E., Purba, A. P., Naumarga, T., & Butar, B. (2024). Kegiatan gotong royong kebersihan dan keindahan lingkungan untuk meningkatkan partisipasi dan kesadaran masyarakat di Desa Parsaoran Kecamatan Ajibata Kabupaten Toba. *Abdi Jurnal Publikaso*, *2*(6), 247–250.

Sudipa, N., Mahendra, M. S., Adnyana, W. S., & Pujaastawa, I. B. (2020). Model pengelolaan lingkungan di kawasan pariwisata Nusa Penida Bali. *Ecotrophic : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, *14*(1), 1–13. https://doi.org/10.24843/ejes.2020.v14.i01.p01

Zunaidi, A. (2024). Metodologi Pengabdialn kepada masyarakat: pendekatan praktis untuk memberdayakan komunitas. In *Yayasan Putra Adi Dharma*, *11*(1), 1–88.