E-ISSN: 3025-0994
Halaman 241-251
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026

Analisis Limbah Ikan Giling Berbasis Ekologi Industri

Callysta Aurelia[1], Gabriella Shany Tetalonika Galingging[2], Wahyu Hidayat[3], Muhammad Athallah Ghibrandi[4], Vincensius Dika Ivanda[5], Adrian Tanaka[6], Maria Keristin Novianti Panggabean[7]

[1,2,3,4,5,6,7]Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Katolik Musi Charitas
e-mail: callystaurelia15@gmailcom[1], gabriellashany04@gmail.com[2], Bajangacay15@gmail.com[3] ghibrandi2006@gmail.com[4], vincensiusdikaivanda@gmail.com[5], adriantanaka2319@gmail.com[6], mariapanggabean564@gmail.com[7]

Abstrak

UMKM Ikan Giling "X" di Kota Palembang menghasilkan ikan giling tenggiri dan gabus dengan proses pemisahan daging, tulang, kulit, dan jeroan yang masih manual. Kondisi tersebut menimbulkan kehilangan material dan pembuangan limbah organik tanpa pemilahan, sehingga berpotensi menciptakan bau, pencemaran area produksi, serta hilangnya peluang nilai tambah. Penelitian ini bertujuan menganalisis aliran material, mengidentifikasi akar penyebab permasalahan limbah, dan merumuskan rekomendasi penerapan ekologi industri pada UMKM ikan giling. Penelitian menggunakan studi kasus deskriptif kualitatif dengan dukungan pengukuran kuantitatif melalui *Material Flow Analysis*, observasi proses, wawancara pemilik dan pekerja, serta pemetaan akar masalah menggunakan *Fishbone Diagram*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata *input* ikan segar sebesar 85 kg per hari menghasilkan 62 kg ikan giling dan 23 kg limbah, atau 27,1% dari total material masuk. Limbah terdiri atas tulang ikan 9 kg, kulit ikan 7 kg, jeroan ikan 5 kg, dan limbah cair pencucian 2 kg per hari. Faktor utama penyebabnya meliputi ketiadaan SOP, rendahnya pemilahan, keterbatasan alat, dan belum adanya mitra pemanfaatan limbah. Rekomendasi penelitian diarahkan pada pemilahan limbah, penguatan prosedur kerja, penggunaan alat bantu, dan pengembangan produk turunan berupa tepung tulang, keripik kulit, pupuk organik, serta kerja sama simbiosis industri.

Kata Kunci: Ekologi Industri, Fishbone Diagram, Ikan Giling, Material Flow Analysis, Pengelolaan Limbah

Abstract

The "X" ground fish MSME in Palembang processes Spanish mackerel and snakehead fish through manual separation of flesh, bones, skin, and viscera. This condition creates material loss and unmanaged organic waste disposal, which may generate odor, contaminate the production area, and reduce the opportunity to create added value. This study aims to analyze material flows, identify the root causes of waste management problems, and formulate applicable industrial ecology recommendations for a ground fish MSME. The study applies a descriptive qualitative case study supported by quantitative measurement through Material Flow Analysis, process observation, interviews with the owner and workers, and root cause mapping using a Fishbone Diagram. The findings show that an average input of 85 kg fresh fish per day produces 62 kg of ground fish and 23 kg of waste, or 27.1% of the total incoming material. The waste consists of 9 kg fish bones, 7 kg fish skin, 5 kg viscera, and 2 kg washing wastewater per day. The main causal factors include the absence of standard operating procedures, weak waste segregation, limited equipment, and the lack of waste

utilization partners. The proposed recommendations include waste segregation, strengthened work procedures, supporting equipment, derivative product development such as fish bone flour, fish skin snacks, organic fertilizer, and industrial symbiosis collaboration.

***Keyword**: Fishbone Diagram, Ground Fish, Industrial Ecology, Material Flow Analysis, Waste Management*

LATAR BELAKANG

Bagian penting dari rantai pangan lokal karena mampu menyerap bahan baku perikanan, menciptakan produk bernilai jual, dan membuka kesempatan kerja di sekitar sentra produksi. Aktivitas pengolahan skala kecil sering berlangsung dengan peralatan sederhana, ruang produksi terbatas, dan kebiasaan kerja yang diwariskan secara praktis dari pengalaman sehari-hari. Pola produksi seperti ini tidak selalu bermasalah dari sisi ekonomi, tetapi dapat menimbulkan persoalan lingkungan ketika sisa produksi tidak dipilah, tidak ditimbang, dan langsung dibuang ke area sekitar usaha. Studi pada UMKM sambal ikan tuna di Cilacap menunjukkan bahwa limbah organik dari proses pengolahan perikanan dapat muncul dari isi perut, tulang, duri, cairan pencucian, dan bagian lain yang tidak masuk ke produk akhir, sementara pengelolaannya sering belum dilakukan karena keterbatasan pengetahuan dan fasilitas (Mardiyana et al., 2022).

Limbah ikan tidak dapat diperlakukan hanya sebagai sisa yang harus dibuang karena bagian tulang, kulit, jeroan, kepala, dan cairan proses masih mengandung komponen bernilai. Literatur terbaru menempatkan sisa ikan sebagai sumber bahan yang dapat diolah menjadi kolagen, gelatin, peptida bioaktif, minyak ikan, tepung tulang, pakan, pupuk, serta produk pangan inovatif. Cara pandang tersebut mengubah limbah dari beban lingkungan menjadi sumber daya proses, terutama ketika pelaku usaha mampu mengenali jenis limbah, volume harian, dan kemungkinan pemanfaatannya secara realistis (Coppola et al., 2021).

UMKM Ikan Giling “X” di Kota Palembang memproduksi ikan giling berbahan baku ikan tenggiri dan ikan gabus untuk memasok kebutuhan olahan pangan khas daerah, seperti pempek, tekwan, model, dan kerupuk ikan. Kapasitas produk siap jual berada pada kisaran 60-65 kg per hari, tetapi proses pemisahan daging dari tulang, kulit, dan jeroan masih dilakukan secara manual. Kegiatan manual tersebut membuat proses produksi sangat bergantung pada keterampilan pekerja, ketelitian pemotongan, kondisi bahan baku, dan ketersediaan alat bantu. Praktik produksi kecil semacam ini sejalan dengan temuan pemetaan limbah pengolahan hasil perikanan di Pangandaran yang menunjukkan bahwa sumber limbah padat perlu dipetakan sampai pada jenis olahan, jenis residu, dan volume produksinya agar potensi pemanfaatannya dapat dipahami oleh pelaku usaha (Andhikawati & Permana, 2023).

Masalah utama pada UMKM Ikan Giling “X” terletak pada pembuangan tulang, kulit, jeroan, dan air pencucian di sekitar area produksi tanpa wadah khusus, alas kerja yang memadai, atau prosedur pemilahan. Kondisi tersebut menimbulkan bau, memperburuk kebersihan area kerja, dan membuat material yang masih bernilai ekonomi keluar dari sistem produksi sebagai residu tidak termanfaatkan. Kerugian semacam ini tidak hanya berwujud biaya lingkungan, tetapi juga hilangnya peluang pendapatan karena bagian tulang dan kulit dapat diolah menjadi produk lain, sedangkan jeroan berpotensi diarahkan sebagai bahan pupuk atau pakan. Kajian mengenai kehilangan ikan dan ikan bernilai rendah juga menegaskan bahwa persoalan limbah perikanan perlu dilihat sebagai tantangan rantai nilai, bukan semata akibat akhir dari proses produksi (Racioppo et al., 2021).

Ekologi industri memberikan sudut pandang yang tepat untuk membaca persoalan tersebut karena menempatkan aliran material dalam sistem produksi sebagai jaringan yang dapat dioptimalkan. Prinsip dasarnya adalah meminimalkan aliran keluar yang tidak bernilai dan mengarahkan residu menjadi bahan baku bagi proses lain, baik di dalam unit usaha maupun melalui kerja sama dengan pelaku usaha berbeda. Kerangka circular economy pada

limbah hasil laut menunjukkan bahwa pengurangan underutilization, peningkatan reuse, dan penyusunan jalur valorisasi dapat memperbaiki efisiensi produksi sekaligus mengurangi tekanan terhadap sumber daya alam (Cooney et al., 2023).

Pendekatan Material Flow Analysis dipilih karena mampu menunjukkan besaran material masuk, produk utama, dan residu keluar dalam satuan yang mudah dibaca oleh pemilik UMKM. Data neraca material menjadi penting karena persoalan limbah sering terlihat kecil ketika hanya diamati secara visual, tetapi menjadi signifikan ketika dihitung dalam kilogram per hari dan dikonversi menjadi potensi nilai ekonomi bulanan. Penerapan Material Flow Analysis pada produk hasil laut telah digunakan untuk mengevaluasi ketersediaan protein dan efisiensi pemanfaatan sumber daya perikanan sehingga pendekatan ini relevan untuk menilai kehilangan material pada proses ikan giling skala kecil (de Sousa et al., 2025).

Penelitian ini bertujuan menganalisis aliran material pada proses produksi UMKM Ikan Giling “X”, mengidentifikasi akar penyebab tidak terkelolanya limbah melalui Fishbone Diagram, dan merumuskan rekomendasi penerapan ekologi industri yang praktis bagi skala UMKM. Fokus penelitian diarahkan pada hubungan antara efisiensi proses, pengurangan residu, dan peluang pemanfaatan limbah menjadi produk turunan. Orientasi tersebut sejalan dengan gagasan blue economy yang menekankan pemanfaatan biomassa hasil laut secara lebih bersih, hemat sumber daya, dan mendukung pengurangan pemborosan pangan (Venugopal, 2022).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus deskriptif kualitatif dengan dukungan data kuantitatif Material Flow Analysis. Lokasi penelitian adalah UMKM Ikan Giling “X” di Kota Palembang, Sumatera Selatan, yang memproduksi ikan giling berbahan baku ikan tenggiri dan ikan gabus. Objek penelitian dipilih karena proses produksi masih manual, limbah organik belum dipilah, dan terdapat peluang penerapan prinsip ekologi industri secara bertahap. Pendekatan observasi langsung dan wawancara dipandang sesuai karena penelitian sejenis pada UMKM pengolahan ikan juga menggunakan pengamatan lapangan dan wawancara pemilik usaha untuk memahami jenis limbah dan rancangan pengelolaannya (Mardiyana et al., 2022).

Data primer dikumpulkan pada bulan Mei 2025 melalui observasi proses produksi, wawancara mendalam dengan pemilik serta pekerja, dokumentasi area produksi, dan pengukuran berat material selama lima hari kerja berturut-turut. Material yang ditimbang meliputi ikan segar sebagai input, ikan giling sebagai produk utama, serta residu tulang, kulit, jeroan, dan air pencucian sebagai output limbah. Pengukuran dilakukan menggunakan timbangan digital dan dicatat dalam lembar kerja harian agar variasi antarhari produksi dapat dihitung secara lebih tertib. Cara ini mengikuti logika Material Flow Analysis yang menempatkan kuantitas material masuk dan keluar sebagai dasar evaluasi efisiensi sumber daya (de Sousa et al., 2025).

Data kualitatif diperoleh melalui pertanyaan terbuka mengenai alur kerja, kebiasaan membuang limbah, kendala penyediaan wadah, pengetahuan pekerja mengenai nilai limbah, dan kemungkinan kerja sama dengan pelaku usaha lain. Informasi tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil observasi fisik untuk memastikan bahwa jawaban informan sesuai dengan praktik yang berlangsung di area produksi. Pemetaan sumber limbah padat pengolahan hasil perikanan menunjukkan bahwa pengumpulan informasi dari pelaku usaha dan peninjauan langsung area produksi diperlukan agar jenis limbah, lokasi timbulan, dan potensi pemanfaatannya tidak keliru dibaca (Andhikawati & Permana, 2023).

Analisis data dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah menyusun neraca material harian melalui perbandingan antara input ikan segar, output ikan giling, dan output limbah. Tahap kedua adalah memetakan akar masalah dengan Fishbone Diagram berdasarkan kategori manusia, metode, alat, material, lingkungan, dan manajemen. Tahap ketiga adalah menyusun rekomendasi berbasis 5W+1H yang menghubungkan setiap faktor penyebab dengan tindakan perbaikan, penanggung jawab, lokasi penerapan, waktu

pelaksanaan, serta cara implementasi. Strategi ini mengikuti kebutuhan pengelolaan seafood by-products yang menuntut penentuan jalur pemanfaatan berdasarkan sifat material, aktor pelaksana, dan potensi value chain (Cadena et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Proses dan Timbulan Limbah

Proses produksi UMKM Ikan Giling "X" dimulai dari penerimaan ikan segar, pencucian, pemisahan bagian kepala dan jeroan, pemisahan kulit, pemisahan tulang, penggilingan daging, dan pengemasan ikan giling sesuai pesanan. Proses pemisahan masih bertumpu pada tenaga kerja manual, sehingga kecepatan produksi dan jumlah daging yang tertinggal pada tulang atau kulit sangat dipengaruhi oleh keterampilan pekerja. Kondisi ini mirip dengan karakter industri pengolahan hasil perikanan skala kecil yang sering menghasilkan limbah organik karena proses pembersihan, pemisahan, dan penanganan bahan masih sederhana (Mardiyana et al., 2022).

Area produksi belum memiliki sistem pemilahan limbah yang memisahkan tulang, kulit, jeroan, dan limbah cair sejak awal proses. Tulang dan kulit sering tercampur dengan jeroan, sedangkan air pencucian mengalir ke saluran sekitar tanpa penampungan khusus. Praktik ini membuat limbah yang sebenarnya masih memiliki potensi pemanfaatan menjadi lebih sulit diolah karena kualitasnya menurun akibat tercampur, basah, dan berbau. Literatur pengolahan seafood waste menegaskan bahwa pemisahan awal merupakan prasyarat penting agar by-products dapat masuk ke jalur pemanfaatan pangan, pakan, nutrien, atau bahan industri (Jimenez-Champi et al., 2024).

Tabel 1. Neraca material harian UMKM Ikan Giling "X"

Komponen	Berat	Perse-ntase	Kategori
Ikan segar	85,0	100,0%	Input
Ikan giling	62,0	72,9%	Produk
Tulang ikan	9,0	10,6%	Limbah padat
Kulit ikan	7,0	8,2%	Limbah padat
Jeroan ikan	5,0	5,9%	Limbah padat
Air pencucian	2,0	2,4%	Limbah cair
Total limbah	23,0	27,1%	Output limbah

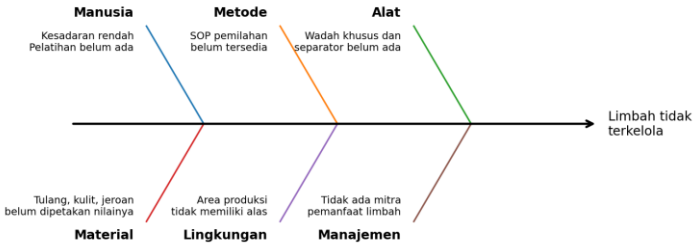
Neraca material pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa rata-rata input ikan segar sebesar 85 kg per hari menghasilkan 62 kg ikan giling dan 23 kg limbah. Proporsi limbah sebesar 27,1% menunjukkan bahwa lebih dari seperempat material masuk belum termanfaatkan sebagai produk utama atau produk turunan. Angka tersebut menjadi penting karena limbah tidak hanya mewakili beban lingkungan, tetapi juga kehilangan nilai bahan baku yang telah dibeli oleh UMKM. Kajian waste valorisation pada seafood by-products menegaskan bahwa bagian ikan yang keluar dari produk utama masih dapat diarahkan menjadi bahan bernilai apabila rantai pengelolaannya dirancang sejak awal (Xia et al., 2024).

Tulang ikan merupakan residu terbesar dengan rata-rata 9 kg per hari, disusul kulit ikan 7 kg per hari dan jeroan ikan 5 kg per hari. Volume tersebut cukup besar untuk ukuran UMKM karena jika dikumpulkan selama 25 hari produksi, limbah padat dapat mencapai

sekitar 525 kg per bulan. Jumlah ini menunjukkan bahwa masalah limbah bukan kejadian kecil yang hanya muncul sesekali, melainkan aliran material berulang yang harus dikelola sebagai bagian dari sistem produksi. Perspektif resource efficiency dalam pengolahan ikan menekankan bahwa *side streams* yang muncul terus-menerus perlu dicatat agar tingkat pemanfaatannya dapat ditingkatkan secara bertahap (Barrelet et al., 2025).

2. Analisis Akar Masalah dengan Fishbone Diagram

Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa limbah tidak terkelola karena gabungan faktor manusia, metode, alat, material, lingkungan, dan manajemen. Faktor manusia terlihat dari rendahnya pengetahuan pekerja mengenai nilai ekonomi tulang, kulit, dan jeroan. Faktor metode muncul karena UMKM belum memiliki SOP pemilahan, pencatatan, dan penyimpanan residu. Faktor alat terlihat dari ketiadaan wadah khusus limbah, alas kerja anti-bocor, dan *fish bone separator*. Faktor material muncul karena limbah basah cepat menurun kualitasnya ketika tercampur, sedangkan faktor manajemen terlihat dari belum adanya mitra pemanfaatan limbah. Pengurangan dan valorisasi seafood *waste* memang memerlukan kombinasi perbaikan teknologi, tata kelola, pengetahuan, dan jejaring pemanfaatan, bukan hanya perubahan perilaku pekerja (Hassoun et al., 2023).



Gambar 1. Diagram fishbone penyebab limbah tidak terkelola

Tabel 2. Ringkasan faktor penyebab dan bukti lapangan

Faktor	Penyebab utama	Bukti lapangan	Dampak
Manusia	Kesadaran pemanfaatan limbah rendah	Pekerja membuang residu setelah pemisahan	Peluang nilai tambah hilang
Metode	Tidak ada SOP pemilahan	Tulang, kulit, dan jeroan tercampur	Kualitas residu turun
Alat	Wadah dan alat bantu terbatas	Tidak ada tempat limbah terpisah	Area kerja kurang higienis
Material	Limbah cepat membusuk	Jeroan bercampur dengan residu lain	Bau dan risiko pencemaran
Manajeme	Mitra belum	Tidak ada jalur	Simbiosis

n	tersedia	penjualan/kerja sama	industri belum berjalan

Tabel 2 memperlihatkan bahwa akar masalah paling mendasar terletak pada ketiadaan sistem, bukan sekadar ketiadaan niat pekerja. Pekerja membuang limbah karena alur kerja memang belum menyediakan pilihan lain, seperti wadah terpisah, aturan waktu penyimpanan, lokasi penampungan, dan pembeli atau mitra pengguna limbah. Situasi ini membuat rekomendasi pengelolaan harus dimulai dari tindakan sederhana yang mengubah aliran fisik material di ruang produksi. Pengembangan value chain pada side-streams hasil laut menegaskan bahwa residu baru dapat bernilai jika tersedia desain jalur pengumpulan, pengolahan, dan penyerapan produk turunan (Cadena et al., 2024).

Fishbone Diagram juga menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu menjadi isu penting karena proses manual meningkatkan peluang daging tertinggal pada tulang atau kulit. Alat pemisah tulang dan daging dapat mengurangi kehilangan material, tetapi keputusan investasi harus mempertimbangkan skala produksi, ruang kerja, kemudahan pembersihan, dan kemampuan pekerja mengoperasikannya. Penggunaan teknologi untuk mengurangi seafood *waste* sebaiknya tidak dipahami sebagai otomatisasi mahal, melainkan sebagai pemilihan alat yang sesuai dengan kapasitas usaha dan titik kehilangan material yang paling besar (Hassoun et al., 2023).

3. Potensi Nilai Ekonomi Limbah

Tabel 3. Potensi pemanfaatan limbah ikan giling

Limbah	Volume	Produk turunan	Manfaat ekologi
Tulang ikan	9 kg/hari	Tepung tulang, kemplang tulang	Mengurangi limbah padat dan menambah nilai kalsium
Kulit ikan	7 kg/hari	Keripik kulit, gelatin/kolagen melalui mitra	Mengurangi residu organik dan diversifikasi produk
Jeroan ikan	5 kg/hari	Pupuk organik cair atau pakan melalui mitra	Mengurangi bau dan memulihkan nutrien
Air pencucian	2 kg/hari	Penampungan dan pra-pengolahan sederhana	Mengurangi pencemaran saluran sekitar

Tulang ikan menjadi prioritas pemanfaatan pertama karena volumenya paling besar dan bentuknya relatif mudah dipisahkan dari residu lain. Pengolahan menjadi tepung tulang atau bahan kemplang tulang dapat dilakukan setelah tulang dicuci, direbus, dikeringkan, digiling, dan diayak. Potensi ini tidak hanya mengurangi residu padat, tetapi juga membuka peluang produk kaya mineral. Penelitian mengenai tepung tulang ikan tenggiri menunjukkan bahwa perlakuan perebusan dapat memengaruhi karakteristik fisikokimia produk, sehingga pengolahan tulang ikan perlu disusun dengan prosedur yang konsisten agar kualitasnya lebih terjaga (Kondolele et al., 2022).

Kulit ikan menjadi prioritas kedua karena dapat diarahkan pada produk pangan ringan yang lebih mudah diterima pasar lokal, seperti keripik kulit ikan. Pengembangan gelatin atau

kolagen dari kulit ikan membutuhkan teknologi dan kontrol proses yang lebih ketat, sehingga pada tahap awal lebih realistis dilakukan melalui kerja sama dengan pihak lain atau lembaga pendamping. Tinjauan tentang pemanfaatan limbah ikan sebagai sumber gelatin menunjukkan bahwa kulit dan tulang ikan merupakan bahan alternatif yang relevan, tetapi proses ekstraksinya memerlukan pengetahuan teknis dan kendali mutu yang tidak selalu tersedia di UMKM (Pakalla et al., 2024).

Jeroan ikan perlu dikelola dengan jalur yang berbeda karena kandungan air dan bahan organiknya membuat residu cepat membusuk. Jalur pemanfaatan paling dekat adalah pengomposan terkontrol, pupuk organik cair, atau kerja sama dengan peternak dan pembudidaya yang membutuhkan bahan pakan setelah melewati perlakuan aman. Nutrient recovery dari fishery *waste* memperlihatkan bahwa residu perikanan memiliki kandungan nutrien yang dapat dipulihkan, tetapi pemanfaatannya harus memperhatikan risiko bau, keamanan, dan standar kebersihan (Zhang et al., 2023).

Perhitungan sederhana menunjukkan bahwa pemanfaatan tulang dan kulit saja dapat memberikan nilai tambahan yang cukup berarti. Jika 9 kg tulang ikan diproses dengan rendemen 60%, maka diperoleh sekitar 5,4 kg produk antara atau produk jadi; pada estimasi Rp30.000-Rp40.000 per kg, potensinya berkisar Rp162.000-Rp216.000 per hari. Jika 7 kg kulit ikan diproses dengan rendemen 40%, maka diperoleh sekitar 2,8 kg produk; pada estimasi Rp50.000-Rp80.000 per kg, potensinya berkisar Rp140.000-Rp224.000 per hari. Kajian turning waste into value pada seafood by-products mendukung gagasan bahwa nilai ekonomi residu muncul ketika material dipisahkan, diproses, dan diarahkan ke produk dengan permintaan pasar yang jelas (Xia et al., 2024).

Potensi pendapatan tambahan tersebut tidak boleh dibaca sebagai keuntungan bersih karena masih terdapat biaya tenaga kerja, energi, bumbu, pengemasan, pengeringan, dan distribusi. Nilai tersebut lebih tepat dibaca sebagai indikator bahwa residu harian UMKM bukan material tanpa harga. Prinsip ekonomi sirkular dalam pengolahan seafood menuntut pelaku usaha menghitung kelayakan ekonomi, bukan hanya peluang teknis, agar jalur pemanfaatan limbah dapat berlangsung secara berkelanjutan dan tidak berhenti setelah tahap percobaan (Cooney et al., 2023).

4. Rekomendasi Penerapan Ekologi Industri

Tabel 4. Rekomendasi 5W+1H penerapan ekologi industry

Masalah	Tindakan	Pelaksana	Cara penerapan
Limbah tercampur	Pemilahan sejak proses awal	Pemilik dan pekerja	Wadah tulang, kulit, jeroan, dan cairan dipisahkan
Tidak ada SOP	Membuat prosedur kerja ringkas	Pemilik	Instruksi visual ditempel di area produksi
Proses manual boros	Evaluasi alat bantu pemisah	Pemilik	Uji coba alat sesuai kapasitas harian
Tidak ada pasar limbah	Mitra simbiosis industri	Pemilik dan pendamping	Kerja sama dengan produsen kerupuk, petani, atau pengolah pakan

Kualitas area kerja rendah	Alas kerja dan sanitasi	Pekerja	Pembersihan terjadwal dan penampungan tertutup

Rekomendasi pertama adalah penerapan pemilahan limbah pada sumbernya. Tulang, kulit, jeroan, dan cairan pencucian harus ditempatkan pada wadah berbeda agar masing-masing residu tidak saling mencemari. Pemilahan ini menjadi langkah paling murah dan paling cepat karena tidak membutuhkan teknologi kompleks, tetapi memerlukan disiplin kerja dan pengawasan pemilik. Pemetaan limbah padat pengolahan hasil perikanan menunjukkan bahwa informasi mengenai jenis dan volume residu menjadi dasar untuk menentukan jalur pemanfaatan yang sesuai (Andhikawati & Permana, 2023).

Rekomendasi kedua adalah penyusunan SOP singkat yang memuat urutan pemisahan, lokasi wadah, waktu pembuangan, cara pencucian area, dan cara penyimpanan residu yang akan dimanfaatkan. SOP tidak perlu panjang, tetapi harus cukup jelas untuk mengubah kebiasaan kerja harian. Instruksi visual dapat ditempel di meja produksi agar pekerja tidak perlu membaca dokumen panjang saat bekerja. Pengelolaan limbah UMKM pengolahan hasil perikanan pada studi sebelumnya juga menegaskan bahwa keterbatasan pengetahuan menjadi hambatan utama, sehingga prosedur sederhana perlu disiapkan sebagai alat bantu perubahan perilaku (Mardiyana et al., 2022).

Rekomendasi ketiga adalah pengembangan produk turunan tulang ikan sebagai tahap awal valorisasi. Tulang yang terkumpul dapat dicuci, direbus, dikeringkan, digiling, dan diuji coba menjadi tepung tulang atau bahan campuran produk lokal. Program pelatihan tepung tulang ikan membuktikan bahwa teknologi sederhana dapat diajarkan kepada masyarakat dan mampu mengubah limbah tulang menjadi bahan yang lebih bernilai. Strategi ini cocok untuk UMKM karena tidak langsung menuntut investasi besar, tetapi tetap menciptakan pembelajaran produksi bersih (Rophi & Lefaan, 2023).

Rekomendasi keempat adalah membangun kerja sama industrial symbiosis dengan pelaku lain. Produsen kerupuk atau kemplang dapat menyerap tulang, pelaku makanan ringan dapat menyerap kulit, sedangkan petani atau pembudidaya dapat menjadi mitra untuk residu organik tertentu. Kerja sama semacam ini lebih realistis daripada memaksa UMKM mengolah seluruh residu sendiri, karena setiap jalur pemanfaatan membutuhkan peralatan, izin, pasar, dan keahlian yang berbeda. Desain value chain pada seafood side-streams menunjukkan bahwa keberhasilan valorisation bergantung pada keterhubungan aktor, bukan hanya pada ketersediaan limbah (Cadena et al., 2024).

Rekomendasi kelima adalah evaluasi alat bantu produksi setelah pemilahan dan SOP berjalan stabil. Fish bone separator dapat dipertimbangkan jika jumlah residu tulang tetap tinggi dan kapasitas pesanan meningkat. Keputusan pembelian alat harus didasarkan pada perbandingan antara biaya investasi, pengurangan kehilangan daging, penghematan waktu kerja, dan peningkatan kebersihan. Pemanfaatan teknologi untuk mengurangi seafood *waste* perlu dipilih sesuai kebutuhan proses agar alat tidak menjadi beban baru bagi usaha kecil (Hassoun et al., 2023).

5. Implikasi terhadap Keberlanjutan UMKM

Penerapan ekologi industri pada UMKM Ikan Giling “X” memiliki implikasi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Implikasi ekonomi terlihat dari peluang penambahan pendapatan dan pengurangan kehilangan bahan baku. Implikasi sosial muncul dari lingkungan kerja yang lebih bersih, risiko bau yang berkurang, dan meningkatnya keterampilan pekerja dalam menangani residu. Implikasi lingkungan terlihat dari berkurangnya limbah organik yang dibuang secara terbuka dan meningkatnya peluang pemulihan nutrien. Revalorization of fishery by-products pada berbagai studi menunjukkan bahwa bagian sisa perikanan dapat mendukung aplikasi pangan dan bahan bernilai, sehingga pengelolaan residu dapat memperluas manfaat sosial-ekonomi usaha (Jimenez-Champi et al., 2024).

Model perbaikan yang paling sesuai bagi UMKM adalah model bertahap. Tahap pertama berupa pemilahan dan pencatatan limbah, tahap kedua berupa uji coba produk turunan paling sederhana, tahap ketiga berupa pembentukan mitra simbiosis industri, dan tahap keempat berupa investasi alat apabila volume produksi sudah stabil. Model bertahap ini mencegah UMKM terbebani oleh perubahan besar yang sulit dijalankan. Literature mengenai fish processing by-products menunjukkan bahwa pemanfaatan residu memiliki spektrum produk luas, mulai dari bahan pangan sederhana sampai komponen bioaktif, sehingga UMKM dapat memilih jalur paling sesuai dengan kapasitasnya (Ghalamara et al., 2024).

Keterbatasan penelitian ini berada pada durasi pengukuran yang hanya mencakup lima hari kerja dan belum melakukan uji laboratorium terhadap produk turunan. Data ekonomi juga masih berupa estimasi awal berdasarkan rendemen dan kisaran nilai jual, sehingga belum dapat menggantikan analisis kelayakan usaha yang lebih rinci. Penelitian lanjutan perlu menguji mutu tepung tulang, daya simpan keripik kulit, potensi pupuk organik dari jeroan, serta skema kerja sama dengan pelaku usaha sekitar. Tinjauan mengenai fish oil dan *by-products* menunjukkan bahwa penelitian pemanfaatan residu perlu melihat komposisi, stabilitas, aplikasi produk, dan kelayakan pemanfaatannya agar hasilnya tidak berhenti pada klaim potensi (Korma et al., 2025).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses produksi UMKM Ikan Giling “X” menghasilkan kehilangan material yang signifikan. Rata-rata input ikan segar sebesar 85 kg per hari menghasilkan 62 kg ikan giling dan 23 kg limbah, sehingga proporsi limbah mencapai 27,1% dari total material masuk. Limbah terbesar berasal dari tulang ikan sebesar 9 kg per hari, disusul kulit ikan 7 kg per hari, jeroan ikan 5 kg per hari, dan air pencucian 2 kg per hari. Temuan ini memperlihatkan bahwa pengelolaan limbah bukan isu tambahan di luar produksi, melainkan bagian langsung dari efisiensi sistem produksi. Perspektif material flow pada produk hasil laut menguatkan bahwa pengukuran aliran bahan diperlukan untuk menentukan titik kehilangan dan peluang peningkatan pemanfaatan sumber daya (de Sousa et al., 2025).

Analisis Fishbone Diagram mengidentifikasi penyebab utama limbah tidak terkelola pada faktor manusia, metode, alat, material, lingkungan, dan manajemen. Akar masalah yang paling menonjol adalah ketiadaan SOP pemilahan limbah, rendahnya pengetahuan pekerja mengenai nilai residu, tidak tersedianya wadah khusus, proses pemisahan manual yang kurang efisien, dan belum adanya mitra pemanfaatan limbah. Kondisi ini menunjukkan bahwa solusi tidak cukup hanya dengan menyediakan tempat sampah, tetapi harus mengubah alur kerja dan hubungan UMKM dengan pelaku lain dalam rantai nilai. Kerangka circular economy pada seafood *waste* menempatkan pemanfaatan residu sebagai proses yang membutuhkan sistem, aktor, dan kelayakan ekonomi (Cooney et al., 2023).

Penerapan prinsip ekologi industri pada UMKM Ikan Giling “X” dapat dilakukan melalui pemilahan limbah sejak sumber, pembuatan SOP ringkas, penyediaan wadah tertutup, uji coba produk turunan tulang dan kulit, serta pembentukan industrial symbiosis dengan produsen makanan ringan, petani, pembudidaya, atau pengolah pakan. Tulang ikan dapat diarahkan menjadi tepung tulang atau kemplang tulang, kulit ikan menjadi keripik kulit atau bahan gelatin melalui mitra, sedangkan jeroan dapat diarahkan pada jalur pemulihan nutrien yang aman. Kajian seafood by-products menunjukkan bahwa valorisasi residu akan lebih kuat apabila pilihan produk disesuaikan dengan sifat material, kemampuan pengolahan, dan kebutuhan pasar (Xia et al., 2024).

Saran bagi UMKM adalah memulai perbaikan dari tindakan berbiaya rendah, yaitu pemisahan wadah limbah, pencatatan volume harian, pembersihan area kerja terjadwal, dan penentuan penanggung jawab limbah pada setiap sesi produksi. Saran bagi pendamping UMKM, pemerintah daerah, dan perguruan tinggi adalah membantu uji coba produk turunan, pelatihan pengolahan tulang ikan, penyusunan SOP, serta pencarian mitra pemanfaatan

limbah. Penelitian berikutnya disarankan melakukan pengukuran lebih panjang, uji mutu produk turunan, dan analisis kelayakan ekonomi agar rekomendasi ekologi industri dapat ditingkatkan dari rancangan konseptual menjadi model implementasi yang siap diterapkan (Almeida et al., 2025).

DAFTAR PUSTAKA

Almeida, C., Sapatinha, M., Pires, C., Nunes, M. L., & Marques, A. (2025). Seafood By-Products From Canning Industry: A Review On The Environmental Assessment Of Valorisation Pathways And Future Trends. *Cleaner Waste Systems, 12*, 100371. Https://Doi.Org/10.1016/J.Clwas.2025.100371

Andhikawati, A., & Permana, R. (2023). Penyuluhan Dan Diseminasi Pemetaan Sumber Potensi Limbah Padat Pengolahan Hasil Perikanan Di Kecamatan Cijulang, Pangandaran. *Farmers: Journal Of Community Services, 4(1)*, 6-10. Https://Doi.Org/10.24198/Fjcs.V4i1.45109

Barrelet, J., Brüning, S., & Simons, S. (2025). Salmon Rest Raw Material Flow-Without A Trace? Assessing Resource Efficiency Of Salmon Processing In Germany. *Frontiers In Sustainable Food Systems, 9*, 1633288. Https://Doi.Org/10.3389/Fsufs.2025.1633288

Cadena, E., Kocak, O., Dewulf, J., Iñarra, B., Bald, C., Gutierrez, M., San Martin, D., Ibarruri, J., Sørensen, A.-D. M., Hyldig, G., Abdollahi, M., Undeland, I., Forghani, B., Wu, H., Bruggeman, G., & Jacobsen, C. (2024). Valorisation Of Seafood Side-Streams Through The Design Of New Holistic Value Chains: Waseabi Project. *Sustainability, 16(5)*, 1846. Https://Doi.Org/10.3390/Su16051846

Cooney, R., De Sousa, D. B., Fernández-Ríos, A., Mellett, S., Rowan, N., Morse, A. P., Hayes, M., Laso, J., Regueiro, L., Wan, A. H. L., & Clifford, E. (2023). A Circular Economy Framework For Seafood Waste Valorisation To Meet Challenges And Opportunities For Intensive Production And Sustainability. *Journal Of Cleaner Production, 392*, 136283. Https://Doi.Org/10.1016/J.Jclepro.2023.136283

Coppola, D., Lauritano, C., Palma Esposito, F., Riccio, G., Rizzo, C., & De Pascale, D. (2021). Fish Waste: From Problem To Valuable Resource. *Marine Drugs, 19(2)*, 116. Https://Doi.Org/10.3390/Md19020116

De Sousa, D. B., Kahhat, R., & Vázquez-Rowe, I. (2025). Fish For Food Or Food For Fish? Use Of Material Flow Analysis To Optimize Protein Availability Of Seafood Products For Human Consumption. *Future Foods, 13*, 100857. Https://Doi.Org/10.1016/J.Fufo.2025.100857

Ghalamara, S., Brazinha, C., Silva, S., & Pintado, M. (2024). Valorization Of Fish Processing By-Products: Biological And Functional Properties Of Bioactive Peptides. *Current Food Science And Technology Reports, 2*, 393-409. Https://Doi.Org/10.1007/S43555-024-00045-5

Hassoun, A., Cropotova, J., Trollman, H., Jagtap, S., Garcia-Garcia, G., Parra-López, C., Nirmal, N., Özogul, F., Bhat, Z., Aït-Kaddour, A., & Bono, G. (2023). Use Of Industry 4.0 Technologies To Reduce And Valorize Seafood Waste And By-Products: A Narrative Review On Current Knowledge. *Current Research In Food Science, 6*, 100505. Https://Doi.Org/10.1016/J.Crfs.2023.100505

Jimenez-Champi, D., Romero-Orejon, F. L., Muñoz, A. M., & Ramos-Escudero, F. (2024). The Revalorization Of Fishery By-Products: Types, Bioactive Compounds, And Food Applications. *International Journal Of Food Science, 2024*, 6624083. Https://Doi.Org/10.1155/2024/6624083

Kondolele, S. L., Asikin, A. N., Kusumaningrum, I., Diachanty, S., & Zuraida, I. (2022). Pengaruh Suhu Perebusan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Tepung Tulang Ikan Tenggiri (Scomberomorus Commerson). *Media Teknologi Hasil Perikanan, 10(3)*, 177-184. Https://Doi.Org/10.35800/Mthp.10.3.2022.34938

Korma, S. A., Rehman, A., Hussain, A., Kauser, S., Firdous, N., Siddique, F., Sidrah, Fahmy, M. A., Nassar, K. S., & Esatbeyoglu, T. (2025). Valorization Of Fish Oil From

Processing By-Products: Composition, Nutritional Value, And Potential Applications. *Applied Food Research, 5(2)*, 101552. Https://Doi.Org/10.1016/J.Afres.2025.101552

Mardiyana, Kurniawati, A., Fadillah, & Handayani, M. (2022). Pengelolaan Limbah Industri Pengolahan Hasil Perikanan: Studi Kasus Pada Usaha Mikro Kecil Dan Menengah (UMKM) Sambal Ikan Tuna Di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan, 4(1)*, 70-78. Https://Ejournal.Pnc.Ac.Id/Index.Php/Jppl/Article/Download/1466/388

Pakalla, J. T., Fetriyuna, & Utoro, P. A. R. (2024). Pemanfaatan Limbah Ikan Sebagai Sumber Alternatif Produksi Gelatin, Sebuah Tinjauan Literatur Singkat. *Jurnal Pangan Dan Gizi, 14(2)*, 43-50. Https://Doi.Org/10.26714/Jpg.14.2.2024.43-50

Racioppo, A., Speranza, B., Campaniello, D., Sinigaglia, M., Corbo, M. R., & Bevilacqua, A. (2021). Fish Loss/Waste And Low-Value Fish Challenges: State Of Art, Advances, And Perspectives. *Foods, 10(11)*, 2725. Https://Doi.Org/10.3390/Foods10112725

Rophi, A. H., & Lefaan, P. N. (2023). Pelatihan Pembuatan Tepung Tulang Ikan Sebagai Pemanfaatan Limbah Perikanan Di Distrik Demta, Provinsi Papua. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(2)*, 2345-2351. Https://Doi.Org/10.31004/Cdj.V4i2.14449

Untailawam, R. (2021). Studi Kandungan Kalsium Dalam Tepung Tulang Ikan. *Molluca Journal Of Chemistry Education, 11(1)*, 55-60. Https://Doi.Org/10.30598/Mjocevol11iss1pp55-60

Venugopal, V. (2022). Green Processing Of Seafood Waste Biomass Towards Blue Economy. *Current Research In Environmental Sustainability, 4*, 100164. Https://Doi.Org/10.1016/J.Crsust.2022.100164

Xia, F. L. W., Supri, S., Djamaludin, H., Nurdiani, R., Leong Seng, L., Wee Yin, K., & Rovina, K. (2024). Turning Waste Into Value: Extraction And Effective Valorization Strategies Of Seafood By-Products. *Waste Management Bulletin, 2(3)*, 84-100. Https://Doi.Org/10.1016/J.Wmb.2024.06.008

Zhang, J., Akyol, Ç., & Meers, E. (2023). Nutrient Recovery And Recycling From Fishery Waste And By-Products. *Journal Of Environmental Management, 348*, 119266. Https://Doi.Org/10.1016/J.Jenvman.2023.119266