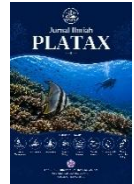




Tersedia daring di Portal Jurnal UNSRAT

Jurnal Ilmiah PLATAX

Beranda jurnal: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/platax>

ARTIKEL PENELITIAN / RESEARCH ARTICLE

e-ISSN 2302-3589

Nilai Ekonomi dan Pola Komersialisasi Hasil Samping Pengolahan Ikan Patin Siam pada UPI Terpilih di Indonesia

The Economic Value and Commercialization Patterns of By-Products from Siamese Pangasius Processing in Fish Processing Units in Indonesia

Judul singkat (running title): Nilai Ekonomi & Komersialisasi Hasil Samping Patin Siam

Catur Pramono Adi^{1*}, Budi Sulistiyo², Guntur Prabowo¹, Taufik Hadi Ramli¹, R. Moh. Ismail¹, Muhammad Yusuf¹, Ujang Komarudin¹, Widya Rusyanto¹, Suko Wardono¹, Muhammad R. Hakim¹, Frederik Dony Sangkia³

¹Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Karawang 41315, Jawa Barat, Indonesia

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Satya Negara Indonesia, Jakarta Selatan 12240, Indonesia

³Fakultas Pertanian dan Ilmu Perikanan, Universitas Muhammadiyah Banggai, Banggai 94711, Sulawesi Tengah, Indonesia

*Penulis korespondensi (Corresponding author)

Abstract

Processing striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) generates heads–bones, skin, and trimmings that may provide additional revenue, yet their realised economic value at fish-processing units remains insufficiently documented. This study analyses utilisation patterns, commercial volumes, prices, gross sales value, buyer channels, and value concentration among selected processing units. A quantitative descriptive approach was applied to 11 units across seven provinces using 36 processor–product–period records from 2025–2026. Economic valuation was restricted to 16 records with positive volumes, valid prices, and confirmed sales. Five of the 11 units commercialised at least one by-product, three used by-products through non-commercial routes, two reported disposal or zero volume, and one could not be classified. Commercialised volume totalled 32,202.2 kg, generating IDR 235.17 million in gross sales. Heads–bones contributed the largest volume at 18,509.2 kg; however, trimmings generated the highest value at IDR 101.13 million and the highest weighted price at IDR 14,305/kg. Skin generated IDR 67.14 million at IDR 10,137/kg, while heads–bones generated IDR 66.90 million at IDR 3,615/kg. Small and medium enterprises absorbed 74.7% of volume and 76.8% of value. One processing unit accounted for 79.3% of recorded value. The findings demonstrate that catfish by-products have realised economic value, although commercialisation remains narrowly distributed. Market development requires source segregation, quality standards, volume aggregation, and buyer partnerships.

Keywords: by-products; fish-processing unit; gross sales value; striped catfish; utilization

Abstrak

Pengolahan ikan patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) menghasilkan kepala–tulang, kulit, dan tetelan yang dapat menjadi sumber penerimaan tambahan, tetapi realisasi ekonominya pada Unit Pengolahan Ikan (UPI) belum banyak diukur. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola pemanfaatan, volume komersial, harga, nilai penjualan kotor, saluran pembeli, dan konsentrasi nilai hasil samping pada UPI terpilih. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif terhadap 11 UPI di tujuh provinsi dengan 36 catatan UPI–produk–periode tahun 2025–2026. Analisis nilai ekonomi dibatasi pada 16 catatan yang mempunyai volume positif, harga valid, dan keterangan penjualan. Hasil menunjukkan bahwa lima dari 11 UPI mengomersialkan sedikitnya satu hasil samping, tiga UPI memanfaatkannya secara nonkomersial, dua UPI melaporkan pembuangan atau volume nol, dan satu UPI belum dapat diidentifikasi. Volume hasil samping yang dijual mencapai 32.202,2 kg dengan nilai penjualan kotor Rp235,17 juta. Kepala–tulang menyumbang volume terbesar, yaitu 18.509,2 kg, tetapi tetelan menghasilkan nilai tertinggi sebesar Rp101,13 juta dan harga tertimbang tertinggi Rp14.305/kg. Kulit menghasilkan nilai Rp67,14 juta dengan harga tertimbang Rp10.137/kg, sedangkan kepala–tulang menghasilkan Rp66,90 juta dengan harga tertimbang Rp3.615/kg. Usaha Kecil dan Menengah (UKM) menyerap 74,7% volume dan 76,8% nilai penjualan. Sebesar 79,3% nilai terlapor terkonsentrasi pada satu UPI. Temuan menunjukkan bahwa hasil samping telah memiliki nilai ekonomi, tetapi komersialisasinya belum menyebar luas. Penguatan pasar memerlukan pemilahan di sumber, standar mutu, agregasi volume, dan kemitraan pembeli.

Kata kunci: hasil samping; nilai penjualan kotor; patin Siam; pemanfaatan; unit pengolahan ikan

1. Pendahuluan

Ikan patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) merupakan komoditas budi daya air tawar yang berkembang melalui produksi ikan segar, fillet, steak, dan produk beku. Dalam waktu relatif singkat, sektor budi daya patin telah tumbuh menjadi salah satu sistem akuakultur air tawar terbesar di dunia (De Silva & Phuon, 2011). Perkembangan industri fillet menciptakan aliran material nonfillet berupa kepala, tulang, kulit, lemak, daging gelap, tetelan,

dan organ dalam, yang proporsinya dipengaruhi mutu bahan baku dan rendemen fillet yang dicapai unit pengolahan (Panjaitan et al., 2024). Literatur perikanan modern tidak lagi menempatkan seluruh fraksi tersebut sebagai limbah, karena komposisi protein, lipid, mineral, dan kolagennya memungkinkan pemanfaatan sebagai pangan, pakan, pupuk, gelatin, kolagen, hidrolisat protein, minyak ikan, dan biomaterial (Coppola et al., 2021; S. Singh et al., 2022; Xia et al., 2024). Oleh sebab itu, istilah hasil samping lebih tepat digunakan selama material masih mempunyai jalur pemanfaatan atau peluang pasar.

Diterima (Received): 13 Agustus 2026 **Direvisi (Revised):** 22 Agustus 2026 **Disetujui (Accepted):** 25 Agustus 2026

***Penulis korespondensi (Corresponding author):** Catur Pramono Adi

Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Jalan Baru Tanjungpura–Klari, Karangpawitan, Karawang 41315, Jawa Barat, Indonesia

Tel: +62-81389932318, **E-mail:** catur.adi@kkip.go.id

<https://doi.org/10.35800/jip.v14i2.69594>

Artikel ini merupakan artikel Open Access yang didistribusikan di bawah ketentuan Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), yang mengizinkan penggunaan, distribusi, dan reproduksi non-komersial dalam media apa pun, selama karya asli disitasi dengan benar.

Hak Cipta © 2026 Penulis. Diterbitkan oleh Jurnal Ilmiah PLATAX, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi.

<https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/platax>

Pada ikan patin, peluang teknologi pengolahan hasil samping telah dibuktikan pada berbagai penelitian. Kulit dan gelembung renang dapat menjadi sumber gelatin untuk kapsul keras, sedangkan optimasi ekstraksi kulit patin menghasilkan gelatin dengan karakteristik fungsional yang sesuai untuk aplikasi lanjut (Nurilmala et al., 2021; Nurilmala et al., 2023). Kulit ikan juga mempunyai posisi penting sebagai sumber kolagen dan gelatin halal (Nurilmala et al., 2022). Fraksi protein dari daging gelap dan hasil samping patin dapat diolah menjadi hidrolisat dengan aktivitas fungsional, sedangkan lemak abdominal dan hasil samping pengasapan dapat dimurnikan menjadi minyak ikan (Nurbayasari et al., 2016; Nguyen et al., 2022; Syahrul et al., 2023). Penelitian lain menunjukkan bahwa kondisi ekstraksi menentukan pemulihan lemak dari hasil samping patin (Quynh et al., 2023).

Potensi teknis tersebut belum otomatis menjadi nilai ekonomi pada tingkat UPI. Sebelum berubah menjadi bahan baku industri, hasil samping harus dipisahkan dari aliran produksi, dipertahankan mutunya, dikumpulkan dalam volume ekonomis, dan dihubungkan dengan pembeli. Hasil samping dengan volume besar dapat bernilai rendah apabila cepat rusak, bercampur, atau tidak memiliki pembeli. Sebaliknya, fraksi yang volumenya lebih kecil dapat mempunyai harga tinggi apabila mempunyai mutu, spesifikasi, dan pasar yang jelas. Dengan demikian, nilai ekonomi aktual perlu dibedakan dari potensi nilai yang masih berada pada skala laboratorium atau konsep teknologi.

Kementerian Kelautan dan Perikanan telah mendorong pemanfaatan hasil samping patin sebagai bagian dari ekonomi biru dan keberlanjutan rantai nilai sumber daya ikan, sejalan dengan agenda Blue Transformation yang menempatkan efisiensi pemanfaatan seluruh bagian ikan sebagai pilar keberlanjutan pangan akuatik global (FAO, 2024). Pemanfaatan hasil samping pengolahan—termasuk pengolahan lemak menjadi minyak dan optimasi rantai nonfillet—dapat mengurangi beban limbah terhadap ekosistem perairan di sekitar kawasan pengolahan sekaligus menambah sumber penerimaan usaha (KKP, 2021). Pengurangan limbah perikanan yang terbuang ke lingkungan perairan merupakan bagian dari prinsip keberlanjutan sumber daya ikan yang menjadi fondasi ekonomi biru. Kebijakan hilirisasi perikanan juga semakin diarahkan pada kawasan yang mengintegrasikan produksi, pengolahan, dan pemasaran (KKP, 2025). Arah tersebut membutuhkan bukti lapangan mengenai bagian mana yang telah dijual, kepada siapa produk dipasarkan, berapa harga aktualnya, dan apakah nilai ekonomi telah tersebar pada banyak UPI.

Sebagian besar penelitian hasil samping perikanan berfokus pada karakterisasi komponen, optimasi ekstraksi, atau pengembangan produk baru. Studi mengenai gelatin, kolagen, hidrolisat, minyak, pupuk, dan biomaterial memberikan dasar teknologi yang kuat, tetapi belum menjelaskan secara memadai realisasi transaksi pada UPI (Ahuja et al., 2020; Socas-Rodríguez et al., 2021; Honrado et al., 2024). Kajian rantai nilai juga sering menghitung potensi nilai tanpa membedakan hasil samping yang benar-benar dijual dari material yang diberikan, digunakan sebagai pakan, diolah sendiri, atau dibuang.

Kesenjangan penelitian terletak pada terbatasnya bukti lintas UPI yang menghubungkan tiga unsur sekaligus: volume hasil samping, harga transaksi, dan pola pembeli. Padahal, ketiganya menentukan kedalaman komersialisasi. Nilai total yang tinggi belum tentu menunjukkan sistem industri yang matang apabila hanya dihasilkan oleh satu UPI. Sebaliknya, banyak UPI yang memanfaatkan hasil samping secara nonkomersial menunjukkan adanya sumber daya, tetapi belum terbentuk mekanisme pasar.

Penelitian ini bertujuan: (1) mengidentifikasi pola pemanfaatan kepala-tulang, kulit, dan tetelan pada UPI terpilih; (2) menghitung volume, harga rata-rata tertimbang, dan nilai penjualan kotor hasil samping yang benar-benar dijual; (3) menganalisis peran saluran pembeli; dan (4) menilai penyebaran nilai ekonomi antar-UPI. Kontribusi penelitian adalah membedakan **kedalaman komersialisasi**, yang ditunjukkan oleh volume dan rupiah yang direalisasikan, dari **luas komersialisasi**, yang ditunjukkan oleh jumlah UPI yang mampu menjual hasil samping. Kebaruan penelitian terletak pada pengukuran realisasi ekonomi tiga

golongan hasil samping patin Siam pada tingkat UPI dengan membedakan luas komersialisasi antarunit dari kedalaman nilai yang direalisasikan, mengintegrasikan volume, harga tertimbang, nilai penjualan kotor, struktur pembeli, dan konsentrasi nilai sehingga tidak menyamakan potensi teknologi dengan transaksi aktual.

2. Bahan dan Metode

2.1. Desain, sumber data, dan sampel

Penelitian menggunakan desain kuantitatif deskriptif-eksploratif. Data berasal dari pendataan terstruktur UPI patin Siam yang dilaksanakan pada 13–23 Juli 2026. Informasi hasil samping merujuk pada catatan produksi dan transaksi tahun 2025–2026. Data yang digunakan merupakan data akhir yang telah melalui pemeriksaan kelengkapan dan konsistensi. Proses pemeriksaan database tidak dibahas karena penelitian berfokus pada karakter pemanfaatan dan nilai ekonomi hasil samping.

Sampel dipilih secara purposif berdasarkan kesesuaian komoditas, fungsi sebagai unit pengolah, dan tersedianya informasi sedikitnya satu dari tiga golongan hasil samping. Dari 12 UPI pengolah patin Siam yang relevan, 11 UPI mempunyai catatan hasil samping dan menjadi sampel analitis. UPI tersebut tersebar di tujuh provinsi, yaitu Lampung, DI Yogyakarta, Jawa Barat, Jawa Timur, Riau, Kalimantan Barat, dan Sumatera Utara. Kapasitas terlapor mempunyai median 100 ton/bulan, kuartil pertama 15 ton/bulan, kuartil ketiga 150 ton/bulan, dan rentang 0,367–300 ton/bulan. Sebanyak sembilan UPI menghasilkan fillet sebagai produk utama, sedangkan dua UPI menghasilkan fillet serta steak atau potongan.

Identitas perusahaan dan responden dianonimkan. Hasil pada tingkat UPI disajikan dalam bentuk agregat atau kode peringkat. Penelitian tidak menggunakan data distributor karena tujuan analisis adalah nilai yang direalisasikan pada titik pengolahan.

2.2. Unit analisis dan definisi operasional

Tiga unit analisis digunakan. Pertama, **UPI** ($n=11$) digunakan untuk menilai luas penyebaran komersialisasi. Kedua, **UPI-produk-periode** ($n=36$) digunakan untuk mengidentifikasi bentuk pemanfaatan tiga golongan hasil samping. Ketiga, **catatan penjualan valid** ($n=16$) digunakan untuk menghitung nilai ekonomi. Catatan penjualan dinilai valid apabila volume lebih besar dari nol, harga dinyatakan dalam rupiah per kilogram, dan terdapat keterangan bahwa hasil samping dijual.

Hasil samping dibagi menjadi kepala-tulang, kulit, dan tetelan. Kategori pemanfaatan terdiri atas: (a) dijual; (b) diolah sendiri; (c) digunakan sebagai pakan; (d) diberikan kepada pihak lain; (e) dibuang; dan (f) belum teridentifikasi atau volume nol. Kategori dijual menunjukkan realisasi pasar, bukan sekadar potensi teknologi.

UPI diklasifikasikan ke dalam empat pola utama. **Komersialisasi langsung** berarti sedikitnya satu hasil samping dijual. **Pemanfaatan nonkomersial** berarti terdapat volume positif yang diolah sendiri, digunakan sebagai pakan, atau diberikan, tetapi tidak terdapat penjualan valid. **Pembuangan/nol produksi** berarti catatan menunjukkan pembuangan atau volume nol tanpa penjualan. **Belum teridentifikasi** digunakan apabila volume dan harga tidak cukup untuk menentukan bentuk pemanfaatan.

2.3. Pengukuran nilai ekonomi

Nilai ekonomi yang dihitung adalah nilai penjualan kotor, bukan laba, keuntungan, atau nilai tambah bersih. Data tidak mencakup biaya pemilahan, tenaga kerja, energi, es, penyimpanan, transportasi, kemasan, pajak, dan modal. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Nilai penjualan kotor = volume terjual (kg) × harga jual (Rp/kg)Persamaan 1

Harga rata-rata tertimbang = total nilai penjualan kotor ÷ total volume terjualPersamaan 2

Kontribusi nilai produk (%) = nilai produk ÷ total nilai seluruh hasil samping × 100%Persamaan 3

Pangsa nilai UPI (%) = nilai penjualan kotor UPI ÷ total nilai terlapor × 100%Persamaan 4

Nilai tahun 2025 dan 2026 tidak diperlakukan sebagai seri pertumbuhan karena jumlah UPI dan periode pelaporan berbeda. Seluruh angka rupiah dinyatakan pada harga nominal transaksi yang dilaporkan.

2.4. Analisis data

Analisis meliputi frekuensi, proporsi, volume total, harga minimum–median–maksimum, harga rata-rata tertimbang, nilai penjualan kotor, dan kontribusi nilai. Struktur pembeli diringkas menjadi UKM serta perorangan/pengepul. Penyebaran nilai antar-UPI dianalisis menggunakan pangsa UPI terbesar (CR1) dan pangsa tiga UPI terbesar (CR3). Ukuran tersebut disebut konsentrasi nilai terlapor, bukan pangsa pasar nasional, karena sampel bersifat purposif dan periode observasi tidak seimbang.

Analisis tidak menggunakan uji inferensial karena hanya lima UPI mempunyai transaksi hasil samping yang valid dan cakupan periode berbeda. Penggunaan uji statistik pada kondisi tersebut berisiko menghasilkan kesimpulan semu. Interpretasi ditekankan pada pola aktual, perbedaan nilai antarproduk, struktur pembeli, dan kesenjangan penyebaran komersialisasi.

3. Hasil

3.1. Karakteristik sampel dan cakupan data

Sampel terdiri atas 11 UPI di tujuh provinsi. Skala kapasitas sangat beragam, dari unit rumah tangga atau mikro dengan kapasitas di bawah satu ton per bulan sampai industri dengan kapasitas 300 ton per bulan. Struktur produk masih didominasi fillet: sembilan UPI atau 81,8% menghasilkan fillet sebagai produk utama, sedangkan dua UPI atau 18,2% juga menghasilkan steak/potongan. Cakupan data hasil samping terdiri atas 36 catatan UPI–produk–periode, tetapi hanya 16 catatan yang memenuhi syarat untuk perhitungan nilai ekonomi (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik sampel dan cakupan analisis hasil samping

Indikator	Nilai
UPI dengan data hasil samping	11 unit
Sebaran wilayah	7 provinsi
Median kapasitas terlapor	100 ton/bulan
Kuartil kapasitas (Q1–Q3)	15–150 ton/bulan
Rentang kapasitas	0,367–300 ton/bulan
UPI hanya menghasilkan fillet	9 unit (81,8%)
UPI menghasilkan fillet dan steak/potongan	2 unit (18,2%)
Catatan UPI–produk–periode	36 catatan
Catatan penjualan memenuhi syarat nilai ekonomi	16 catatan

Keterangan: data primer pendataan terstruktur, Juli 2026.

Tabel 3. Volume, harga, dan nilai penjualan kotor hasil samping terlapor, 2025–2026

Jenis hasil samping	n	Volume (kg)	Rentang (Rp/kg)	harga Median (Rp/kg)	Harga tertimbang (Rp/kg)	Nilai kotor (Rp)	Kontribusi (%)
Kepala–tulang	5	18.509,2	700–4.000	1.300	3.615	66.901.720	28,4
Kulit	6	6.623,4	1.500–11.000	8.500	10.137	67.141.100	28,5
Tetelan	5	7.069,6	7.000–16.000	13.000	14.305	101.129.200	43,0
Jumlah	16	32.202,2	–	–	7.303*	235.172.020	100,0

Keterangan: *harga tertimbang seluruh hasil samping. Nilai merupakan transaksi terlapor, bukan estimasi nasional.

Kepala–tulang mempunyai volume terbesar karena bagian tersebut terbentuk langsung pada proses pemotongan dan filleting. Namun, harga rata-rata tertimbangnya paling rendah, yaitu Rp3.615/kg. Tetelan mempunyai posisi sebaliknya: volume lebih kecil, tetapi harga tertimbang Rp14.305/kg membuatnya menghasilkan nilai tertinggi. Kulit berada di antara keduanya dengan harga tertimbang Rp10.137/kg. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kontribusi ekonomi tidak dapat diperkirakan

Perbedaan jumlah catatan dan transaksi valid menunjukkan bahwa keberadaan hasil samping tidak selalu diikuti pencatatan harga atau realisasi penjualan. Sebagian UPI melaporkan material diberikan, digunakan sebagai pakan, diolah sendiri, atau dibuang. Oleh karena itu, nilai ekonomi hanya dapat dihitung pada bagian data yang benar-benar mempunyai pasangan volume dan harga.

3.2. Pola pemanfaatan pada tingkat UPI

Lima UPI atau 45,5% telah mengomersialkan sedikitnya satu golongan hasil samping. Tiga UPI atau 27,3% hanya mempunyai pemanfaatan nonkomersial, dua UPI atau 18,2% melaporkan pembuangan atau volume nol, dan satu UPI atau 9,1% belum dapat diklasifikasikan. Dengan demikian, kurang dari separuh UPI telah menghubungkan hasil sampingnya dengan transaksi pasar (Tabel 2).

Tabel 2. Klasifikasi utama pemanfaatan hasil samping pada tingkat UPI

Table 2. Main classification of by-product utilisation patterns at processing unit level

Pola utama	Jumlah UPI	Persentase (%)	Keterangan
Komersialisasi langsung	5	45,5	Menjual sedikitnya satu hasil samping
Pemanfaatan nonkomersial	3	27,3	Diolah sendiri, pakan, atau diberikan tanpa penjualan
Pembuangan/nol produksi	2	18,2	Dibuang atau seluruh volume tercatat nol
Belum teridentifikasi	1	9,1	Informasi volume/harga belum memadai
Jumlah	11	100,0	

Pada tingkat catatan produk, penjualan ditemukan pada 16 catatan. Enam catatan menunjukkan hasil samping diberikan kepada pihak lain dengan volume positif 36 kg, tiga catatan digunakan sebagai pakan dengan volume 10,1 kg, dan satu catatan diolah sendiri dengan volume 2 kg. Tujuh catatan menunjukkan pembuangan dengan volume nol, sedangkan tiga catatan tidak dapat diidentifikasi. Total volume positif yang dimanfaatkan secara nonkomersial hanya 48,1 kg, jauh lebih kecil daripada volume yang dijual. Namun, perbedaan tersebut terutama disebabkan oleh beberapa transaksi berskala besar, bukan karena seluruh UPI telah memiliki pasar.

3.3. Volume, harga, dan nilai penjualan menurut jenis produk

Total hasil samping yang tercatat dijual adalah 32.202,2 kg dengan nilai penjualan kotor Rp235.172.020. Struktur volume dan nilai tidak sama. Kepala–tulang menyumbang 57,5% volume tetapi hanya 28,4% nilai. Tetelan hanya menyumbang 22,0% volume, tetapi menghasilkan 43,0% nilai. Kulit menyumbang 20,6% volume dan 28,5% nilai (Tabel 3).

hanya dari bobot material; bentuk, kebersihan, dan fungsi akhir produk berpengaruh terhadap harga.

Secara nominal, catatan tahun 2025 mencakup volume terjual 4.900 kg dan nilai Rp48,85 juta, sedangkan catatan tahun 2026 mencakup 27.302,2 kg dan Rp186,32 juta. Perbedaan tersebut tidak ditafsirkan sebagai pertumbuhan tahunan karena UPI dan jumlah catatan yang tersedia tidak sama.

3.4. Saluran pembeli hasil sampling

UKM merupakan saluran utama untuk hasil sampling terlapor. Kelompok ini menyerap 24.044,2 kg atau 74,7% volume, dengan

nilai Rp180,72 juta atau 76,8% total nilai. Perorangan dan pengepul menyerap 8.158 kg atau 25,3% volume dengan nilai Rp54,45 juta. Peran UKM terutama terlihat pada pembelian dalam jumlah besar untuk kepala-tulang, kulit, dan tetelan (Tabel 4).

Tabel 4. Struktur pembeli hasil sampling terlapor

Table 4. Buyer structure of reported by-products

Kelompok pembeli	UPI pemasok*	Volume (kg)	Pangsa volume (%)	Nilai kotor (Rp)	Pangsa nilai (%)
UKM	3	24.044,2	74,7	180.717.300	76,8
Perorangan/pengepul	4	8.158,0	25,3	54.454.720	23,2
Jumlah	-	32.202,2	100,0	235.172.020	100,0

Keterangan: *satu UPI dapat memasok lebih dari satu kelompok pembeli pada periode berbeda.

Walaupun UKM menjadi pembeli dominan, hubungan tersebut belum tersebar ke seluruh UPI. Hanya tiga UPI tercatat memasok UKM dan empat UPI memasok perorangan/pengepul; sebagian UPI berada pada kedua kategori pada periode berbeda. Temuan tersebut menunjukkan pentingnya fungsi pembeli antara yang mampu menyerap material dalam jumlah besar, menggabungkan volume, dan melakukan pengolahan lebih lanjut.

3.5. Konsentrasi nilai antar-UPI

Nilai penjualan kotor sangat terkonsentrasi. UPI dengan nilai tertinggi menghasilkan Rp186,45 juta atau 79,3% total nilai. UPI peringkat kedua menyumbang 16,4%, sedangkan peringkat ketiga menyumbang 4,1%. Tiga UPI terbesar secara bersama-sama menyumbang 99,7% nilai terlapor. Dua UPI lainnya hanya menyumbang sekitar 0,3% (Tabel 5).

Tabel 5. Konsentrasi nilai penjualan kotor hasil sampling menurut peringkat UPI

Table 5. Concentration of gross sales value by processing unit rank

Peringkat UPI	Nilai kotor (Rp)	Pangsa nilai (%)	Jenis hasil sampling dijual
UPI-1	186.450.000	79,3	3
UPI-2	38.500.000	16,4	2
UPI-3	9.603.920	4,1	3
UPI-4	617.000	0,3	3
UPI-5	1.100	<0,1	2
Jumlah	235.172.020	100,0	-

Konsentrasi tersebut harus dibaca sebagai konsentrasi pada catatan yang tersedia, bukan pangsa pasar nasional. Satu UPI mempunyai dua periode transaksi, sedangkan beberapa UPI hanya memiliki satu periode. Meskipun demikian, jarak nilai yang sangat besar menunjukkan bahwa kemampuan membentuk pasar hasil sampling belum merata. Kedalaman komersialisasi cukup tinggi pada UPI tertentu, tetapi luas penyebarannya masih terbatas.

4. Pembahasan

4.1. Hasil sampling telah bernilai, tetapi komersialisasi belum meluas

Temuan utama penelitian adalah adanya perbedaan antara kedalaman dan luas komersialisasi. Dari sisi kedalaman, volume 32,2 ton dan nilai kotor Rp235,17 juta menunjukkan bahwa hasil sampling patin telah menjadi komoditas yang diperdagangkan. Dari sisi luas, hanya lima dari 11 UPI yang berhasil melakukan penjualan. Dengan kata lain, nilai ekonomi yang besar tidak identik dengan sistem pasar yang telah menyebar. Industri berada pada kondisi di mana beberapa UPI mampu mengonsolidasikan hasil sampling dalam volume besar, sedangkan sebagian lainnya masih menggunakan jalur nonkomersial atau tidak mempunyai pembeli.

Pola tersebut sesuai dengan konsep valorisasi hasil sampling yang menempatkan pasar, logistik, dan konsistensi bahan baku sebagai faktor setara dengan teknologi (Coppola et al., 2021; Cadena et al., 2024). Teknologi ekstraksi tidak akan membentuk usaha apabila UPI tidak dapat memisahkan material, menjamin

kebersihan, dan menyediakan pasokan rutin. Sebaliknya, transaksi bernilai dapat terbentuk pada teknologi sederhana apabila terdapat pembeli yang membutuhkan kepala-tulang, kulit, atau tetelan sebagai bahan baku.

Volume pemanfaatan nonkomersial hanya 48,1 kg dalam catatan positif, tetapi angka tersebut tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa material nonkomersial secara nasional sangat kecil. Catatan ini hanya menunjukkan bahwa UPI dengan transaksi besar mendominasi volume sampel. Pada tingkat unit, tiga UPI masih menggunakan jalur nonkomersial. Oleh sebab itu, evaluasi hilirisasi perlu selalu menyandingkan indikator berbobot volume dengan indikator jumlah pelaku.

4.2. Hierarki ekonomi antarjenis hasil sampling

Kepala-tulang merupakan fraksi dengan volume terbesar, tetapi mempunyai harga terendah. Struktur tersebut umum terjadi karena kepala dan tulang memiliki kadar air tinggi, berat besar, mudah rusak, dan memerlukan pengolahan lanjutan untuk memperoleh protein, mineral, atau minyak. Literatur menunjukkan bahwa tulang ikan dapat diarahkan menjadi sumber mineral dan biomaterial, sedangkan kepala dapat digunakan untuk hidrolisat, silase, pakan, atau pupuk (Ahuja et al., 2020; Remme et al., 2023; Xia et al., 2024). Namun, aplikasi tersebut membutuhkan teknologi, skala, dan pengendalian mutu yang belum tentu tersedia pada pembeli lokal.

Kulit mempunyai harga tertimbang hampir tiga kali kepala-tulang. Nilai ini konsisten dengan potensi kulit sebagai bahan baku pangan, gelatin, kolagen, dan produk nonpangan. Kulit patin terbukti dapat menghasilkan kolagen tipe I dengan rendemen yang memadai untuk pemanfaatan lanjutan (P. Singh et al., 2011), sedangkan penelitian gelatin pada patin menunjukkan bahwa gelatin kulit dapat digunakan untuk bahan kapsul dan memenuhi karakteristik fungsional melalui optimasi proses (Nurilmala et al., 2021; Nurilmala et al., 2023). Meskipun transaksi dalam sampel kemungkinan masih berada pada tahap bahan baku awal, adanya harga yang lebih tinggi menunjukkan bahwa pasar telah membedakan kulit dari fraksi campuran bernilai rendah.

Tetelan menghasilkan nilai dan harga tertinggi. Berbeda dari tulang, tetelan masih memiliki fraksi daging yang dapat dimanfaatkan untuk olahan pangan, surimi, produk cincang, hidrolisat, atau bahan pakan berkualitas lebih tinggi. Kajian hidrolisat patin menunjukkan bahwa protein daging gelap dan aliran sampling dapat diolah menjadi bahan dengan karakteristik fungsional (Nguyen et al., 2022), dan pola serupa terlihat pada hidrolisat aliran sampling spesies budi daya lain yang menunjukkan mutu protein serta sifat tekno-fungsional yang baik (Kvangarsnes et al., 2023). Harga tetelan yang lebih tinggi juga menegaskan pentingnya pemisahan sejak proses produksi. Apabila tetelan tercampur dengan kepala, tulang, darah, atau material lain, kualitas dan harga jualnya dapat turun.

4.3. UKM sebagai penghubung antara UPI dan pengolahan lanjutan

UKM menyerap lebih dari tiga perempat nilai dan volume hasil sampling dalam sampel. Peran ini penting karena sebagian besar UPI tidak harus melakukan seluruh tahapan pengolahan lanjutan di lokasi yang sama. Model pembagian fungsi dapat berlangsung ketika UPI melakukan pemilahan dan preservasi, sedangkan UKM

atau pengolah khusus melakukan pengeringan, ekstraksi, formulasi, atau pengemasan. Model tersebut menurunkan kebutuhan investasi setiap UPI, tetapi mensyaratkan kontrak pasokan dan spesifikasi mutu.

Ketergantungan terhadap sedikit UKM juga mengandung risiko. Apabila pembeli berhenti beroperasi, mengurangi volume, atau menurunkan harga, UPI tidak mempunyai banyak alternatif. Jaringan pembeli perlu diperluas melalui agregator regional, koperasi, atau pusat pengumpulan yang dapat menggabungkan pasokan dari beberapa UPI tanpa mencampurkan mutu. Agregasi penting untuk memenuhi skala ekonomis pengolahan lanjutan, terutama untuk tulang dan kepala yang mempunyai nilai per kilogram rendah.

Kebijakan hilirisasi sebaiknya tidak hanya memberikan mesin pengolahan kepada masing-masing UPI. Intervensi perlu dimulai dari pemetaan volume, jarak ke pembeli, persyaratan penyimpanan, dan jadwal pengumpulan. KKP (2021) telah menunjukkan peluang pendapatan dari hasil samping patin, sementara kebijakan kawasan hilirisasi tahun 2025 menekankan integrasi antartahap (KKP, 2025). Temuan penelitian ini memperkuat kebutuhan membangun hubungan pasokan-pasar sebagai bagian dari intervensi, bukan sebagai hasil yang diasumsikan akan muncul setelah mesin tersedia.

4.4. Dari penjualan bahan mentah menuju peningkatan nilai

Sebagian besar nilai dalam sampel tampaknya berasal dari penjualan hasil samping sebagai bahan baku, bukan produk ekstraksi bernilai tinggi. Kondisi tersebut dapat disebut valorisasi primer: material tidak dibuang dan sudah menghasilkan penerimaan, tetapi transformasi teknologinya masih terbatas. Tahap lanjutan dapat berupa pengolahan kulit menjadi gelatin dan kolagen, tetelan menjadi bahan pangan atau hidrolisat, lemak menjadi minyak, serta kepala-tulang menjadi tepung, mineral, atau bahan pakan.

Peningkatan tahap tidak selalu berarti setiap UPI harus membangun pabrik biorefinery. Pengembangan perlu mempertimbangkan volume dan kepastian pasokan. Unit dengan volume kecil dapat menjual melalui agregator, sedangkan unit besar dapat menilai kelayakan investasi pengolahan awal seperti pencucian, pembekuan, pencacahan, atau pengeringan. Pendekatan bertahap lebih realistis daripada langsung mengarahkan seluruh material menuju produk farmasi atau nutraseutikal.

Keamanan bahan baku juga menentukan pilihan produk. Socas-Rodríguez et al. (2021) menekankan bahwa valorisasi tidak boleh mengabaikan risiko kontaminasi dan keamanan. Hasil samping untuk pangan atau kosmetik memerlukan standar lebih tinggi daripada bahan pakan atau pupuk. Dari sisi lingkungan, telaah penilaian daur hidup produk perikanan olahan menunjukkan bahwa tahap pengolahan menyumbang porsi penting terhadap dampak lingkungan, sehingga pengalihan hasil samping dari pembuangan menuju pemanfaatan berpotensi menurunkan beban tersebut (Ruiz-Salmón et al., 2021). Oleh sebab itu, peningkatan harga harus diikuti ketertelusuran, kebersihan, kontrol suhu, dan pemisahan material berdasarkan tujuan akhir.

4.5. Implikasi manajerial dan kebijakan

Bagi UPI, langkah pertama adalah mencatat hasil samping sebagai pusat pendapatan terpisah. Setiap golongan perlu mempunyai data volume, harga, pembeli, biaya penanganan, dan frekuensi transaksi. Pencatatan tersebut memungkinkan manajemen membandingkan apakah material lebih menguntungkan dijual segar, dibekukan, diolah awal, atau dimanfaatkan sendiri. Tanpa data biaya, nilai penjualan kotor belum dapat digunakan untuk menilai keuntungan.

Bagi pembeli dan UKM, peluang utama terdapat pada kepastian mutu dan pasokan. Kontrak sederhana dapat memuat spesifikasi kebersihan, ukuran potongan, batas waktu pengambilan, suhu, kemasan, dan formula harga. Penggunaan harga per kilogram tanpa spesifikasi dapat menimbulkan konflik karena komposisi kepala, tulang, kulit, dan daging berbeda antarbatch.

Bagi pemerintah, program dapat diarahkan pada empat agenda: (1) pemetaan aliran hasil samping per wilayah; (2) penyusunan spesifikasi bahan baku untuk pangan, pakan, pupuk, dan nonpangan; (3) fasilitasi pembeli dan agregator; serta (4) pembiayaan teknologi bertahap berdasarkan volume minimum. Penguatan teknologi harus dihubungkan dengan uji pasar agar aset tidak menganggur.

Bagi penelitian lanjutan, analisis perlu memasukkan biaya penanganan dan pengolahan, rendemen produk turunan, mutu bahan baku, dan harga produk akhir. Penelitian eksperimental tentang gelatin, minyak, dan hidrolisat sudah menunjukkan kelayakan teknis (Hastarini et al., 2012; Nurbayasari et al., 2016; Nurilmala et al., 2023; Quynh et al., 2023), tetapi studi kelayakan komersial pada skala UPI Indonesia masih diperlukan.

4.6. Keterbatasan penelitian

Sampel bersifat purposif dan hanya mencakup 11 UPI, sehingga hasil tidak mewakili seluruh UPI patin di Indonesia. Sebaran wilayah dan skala unit juga tidak seimbang.

Cakupan tahun dan bulan berbeda antar-UPI. Nilai tahun 2025 dan 2026 tidak dapat digunakan untuk mengukur pertumbuhan, sedangkan pangsa nilai antar-UPI hanya menunjukkan konsentrasi pada catatan yang tersedia.

Harga dan volume hanya tersedia untuk sebagian catatan. Material yang diberikan, digunakan sebagai pakan, atau diolah sendiri tidak dinilai secara moneter karena tidak terdapat harga transaksi yang dapat diverifikasi.

Nilai yang dihitung adalah nilai penjualan kotor. Penelitian tidak mempunyai data biaya pemilahan, tenaga kerja, penyimpanan, energi, transportasi, kemasan, pajak, investasi, dan susut sehingga tidak mengukur laba atau nilai tambah bersih.

Penelitian tidak menguji komposisi kimia, keamanan, atau mutu hasil samping. Oleh karena itu, peluang produk lanjutan dibahas berdasarkan literatur, bukan berdasarkan pengujian laboratorium terhadap material dari UPI sampel.

5. Simpulan

Lima dari 11 UPI terpilih telah mengomersialkan sedikitnya satu golongan hasil samping, sedangkan tiga UPI masih menggunakan jalur nonkomersial, dua UPI melaporkan pembuangan atau volume nol, dan satu UPI belum dapat diklasifikasikan. Dengan demikian, pasar hasil samping telah terbentuk tetapi belum menyebar ke mayoritas UPI.

Volume hasil samping yang dijual mencapai 32.202,2 kg dengan nilai penjualan kotor Rp235,17 juta. Kepala-tulang merupakan fraksi terbesar berdasarkan volume, tetapi tetelan memberikan harga tertinggi dan kontribusi nilai tertinggi. Nilai ekonomi ditentukan oleh kualitas dan jalur pemanfaatan, bukan hanya berat material.

UKM menjadi pembeli utama dengan menyerap 74,7% volume dan 76,8% nilai. Pada saat yang sama, 79,3% nilai terlapor berasal dari satu UPI dan 99,7% dari tiga UPI terbesar. Struktur tersebut menunjukkan kedalaman komersialisasi pada sedikit pelaku, tetapi penyebarannya masih sempit.

Penguatan nilai ekonomi hasil samping memerlukan pemilahan sejak sumber, spesifikasi mutu, pencatatan sebagai pusat pendapatan, agregasi volume, dan kemitraan dengan pembeli. Tahap berikutnya bukan semata-mata menambah mesin, tetapi memastikan hubungan pasokan-pasar yang dapat mempertahankan transaksi dan meningkatkan kualitas produk.

Konflik kepentingan (Competing interests)

Para penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan yang relevan dengan artikel ini.

Sumber dana (Funding sources)

Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pendanaan pemerintah, komersial, atau nirlaba manapun.

Ucapan terima kasih (Acknowledgements)

Tidak berlaku / Not applicable.

Kontribusi penulis (Authors' contributions)

CPA: conceptualization, methodology, formal analysis, investigation, writing — original draft, writing — review & editing, project administration; BS: investigation, data curation, formal analysis; GP: supervision, validation, writing — review & editing; THR: conceptualization; RMI: data curation; MY: formal analysis; UK: funding acquisition, investigation; WR: methodology, project administration, resources; SW: software, supervision, validation; MRH: visualization, writing — original draft; FDS: writing — review & editing.

Ketersediaan data (Availability of data and materials)

Data agregat yang mendukung temuan penelitian ini tersedia dari penulis korespondensi berdasarkan permintaan yang wajar, dengan tetap melindungi identitas UPI dan responden.

Persetujuan etik (Ethics approval and consent to participate)

Penelitian ini tidak melibatkan hewan uji atau subjek medis. Data dikumpulkan melalui pendataan terstruktur terhadap pengelola UPI sebagai narasumber bisnis. Seluruh identitas perusahaan dan responden dianonimkan; data hanya disajikan dalam bentuk agregat atau kode peringkat. Persetujuan untuk berpartisipasi diperoleh secara lisan dari seluruh responden sebelum pendataan dilaksanakan. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini tidak memerlukan persetujuan etik formal dari komisi etik, sesuai kebijakan institusi.

ORCID

Catur Pramono Adi <https://orcid.org/0009-0007-7554-4896>

Daftar Pustaka

- Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J. F., Richardsen, R., & Løes, A. K. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming—With status in Norway: A review. *Waste Management*, 115, 95–112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>
- 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>
- 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 Silva, S. S., & Phuong, N. T. (2011). Striped catfish farming in the Mekong Delta, Vietnam: A tumultuous path to a global success. *Reviews in Aquaculture*, 3(2), 45–73. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2011.01046.x>
- Food and Agriculture Organization. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in action*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- Hastarini, E., Fardiaz, D., Irianto, H. E., & Budhijanto, S. (2012). Karakteristik minyak ikan dari limbah pengolahan filet ikan patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) dan patin jambal (*Pangasius djambal*). *agriTECH*, 32(4), 403–410. <https://doi.org/10.22146/agritech.9584>
- Honrado, A., Miguel, M., Ardila, P., Beltrán, J. A., & Calanche, J. B. (2024). From waste to value: Fish protein hydrolysates as a technological and functional ingredient in human nutrition. *Foods*, 13(19), 3120. <https://doi.org/10.3390/foods13193120>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021). *Mendulang cuan dari limbah patin*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. <https://kilaskementerian.kompas.com/kemen->

[kp/read/2021/12/03/10412211/mendulang-cuan-dari-limbah-patin](https://doi.org/10.3390/foods13193120)

- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2025). *KKP inisiasi sinergi pengembangan kawasan hilirisasi hasil kelautan dan perikanan*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. <https://kkp.go.id/news/news-detail/kkp-inisiasi-sinergi-pengembangan-kawasan-hilirisasi-hasil-kelautan-dan-perikanan-99LP.html>
- Kvangarsnes, K., Dauksas, E., Tolstorebrov, I., Rustad, T., Bartolomei, M., Xu, R., Lammi, C., & Cropotova, J. (2023). Physicochemical and functional properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) hydrolysate. *Heliyon*, 9(7), e17979. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17979>
- Nguyen, H. T., Bao, H. N. D., Dang, H. T. T., Tómasson, T., Arason, S., & Guðjónsdóttir, M. (2022). Protein characteristics and bioactivity of fish protein hydrolysates from Tra catfish (*Pangasius hypophthalmus*) side stream isolates. *Foods*, 11(24), 4102. <https://doi.org/10.3390/foods11244102>
- Nurbayasari, R., Utomo, B. S. B., Basmal, J., & Hastarini, E. (2016). Pemurnian minyak ikan patin dari hasil samping pengasapan ikan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 11(2), 171–182. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v11i2.224>
- Nurilmala, M., Darmawan, N., Putri, E. A. W., Jacob, A. M., & Irawadi, T. T. (2021). Pangasius fish skin and swim bladder as gelatin sources for hard capsule material. *International Journal of Biomaterials*, 2021, 6658002. <https://doi.org/10.1155/2021/6658002>
- Nurilmala, M., Suryamarevita, H., Hizbullah, H. H., Jacob, A. M., & Ochiai, Y. (2022). Fish skin as a biomaterial for halal collagen and gelatin. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), 1100–1110. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.056>
- Nurilmala, M., Sriwahyuni, D., Nugraha, R., Kartika, V. R., Darmawan, N., Putri, E. A. W., Pranata, A. W., & Ochiai, Y. (2023). Response surface methodology for optimization of gelatin extraction from pangasius fish skin and its utilization for hard capsules. *Arabian Journal of Chemistry*, 16, 104938. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104938>
- Panjaitan, F. C. A., Utari, S. S. D., Kartiana, A., & Putri, A. D. (2024). Penerapan sanitasi, mutu bahan baku dan rendemen pengolahan fillet ikan patin (*Pangasius* sp.). *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, 6(1), 35–46. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v6i1.13865>
- Quynh, N. D., Khoi, N. V., Thuy, L. T. M., & Muoi, N. V. (2023). Effect of temperature and time on fat recovery from the by-products of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) using organic solvents. *AACL Bioflux*, 16(5), 2409–2418. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2023.2409-2418.pdf>
- Remme, J. F., Korsnes, S., Steen, S., Durand, R., Kvangarsnes, K., & Stangeland, J. (2023). The effects of enzymes, species, and storage of raw material on physicochemical properties of protein hydrolysates from whitefish heads. *Marine Drugs*, 21(11), 587. <https://doi.org/10.3390/md21110587>
- Ruiz-Salmón, I., Laso, J., Margallo, M., Villanueva-Rey, P., Rodríguez, E., Quinteiro, P., Dias, A. C., Almeida, C., Nunes, M. L., & Marques, A. (2021). Life cycle assessment of fish and seafood processed products—A review of methodologies and new challenges. *Science of the Total Environment*, 761, 144094. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144094>
- Singh, P., Benjakul, S., Maqsood, S., & Kishimura, H. (2011). Isolation and characterisation of collagen extracted from the skin of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Food Chemistry*, 124(1), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.111>
- Singh, S., Negi, T., Sagar, N. A., Kumar, Y., Tarafdar, A., Sirohi, R., Sindhu, R., & Pandey, A. (2022). Sustainable processes for treatment and management of seafood solid waste. *Science of the Total Environment*, 817, 152951. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152951>

- Socas-Rodríguez, B., Álvarez-Rivera, G., Valdés, A., Ibáñez, E., & Cifuentes, A. (2021). Food by-products and food wastes: Are they safe enough for their valorization? *Trends in Food Science & Technology*, 114, 133–147. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.002>
- Syahrul, Dewita, Effendi, I., & Suwondo. (2023). The use of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) abdominal fat as a raw material for highly nutritional fish oil. *AACL Bioflux*, 16(2), 979–988.
- Xia, F. L. W., Supri, S., Djamaludin, H., Nurdiani, R., Lim, L. S., Koh, W. Y., & Rovina, K. (2024). Turning waste into value: Extraction and effective valorization strategies of fish processing by-products. *Waste Management Bulletin*, 2(3), 84–100. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.06.008>