

TEKNIK PRODUKSI BERSIH DALAM PENANGANAN KOMPONEN SISA DAN LIMBAH AKTIVITAS PERIKANAN DI PPS KUTARAJA, ACEH

(Clean Production Techniques in Handling Remains and Waste Components of Fishery Activities at Kutaraja Fishing Port, Aceh)

Oleh:

Demo Buana Putra¹, Mustaruddin^{2*}, Gondo Puspito², Eko Sri Wiyono², Mulyono S. Baskoro², Zulkarnain²

¹Program Studi Teknologi Perikanan laut, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Jl. Agathis Kampus IPB Dramaga Bogor

²Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Jl. Agathis Kampus IPB Dramaga Bogor

*Korespondensi penulis: mustaruddin@apps.ipb.ac.id; mus_m03@yahoo.com

ABSTRAK

Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kutaraja merupakan pusat kegiatan perikanan tangkap yang menyuplai ikan laut terbesar di Provinsi Aceh. Namun demikian, beban komponen sisa dan limbah yang terbentuk cenderung meningkat, sehingga operasionalisasi pelabuhan terganggu. Penelitian bertujuan 1. menentukan aktivitas kritis pembentukan limbah, dan 2. menyusun teknik produksi bersih untuk penanganan komponen sisa dan limbah aktivitas perikanan di PPS Kutaraja. Metode penelitian terdiri atas metode deskriptif, model *pollution prevention approach*, dan analisis porsi tertimbang (*W*). Titik kritis pembentukan komponen sisa dan limbah adalah pembongkaran ikan di dermaga 1 atau dermaga lama, aktivitas TPI 1-3, kios perbekalan, dan warung makan. Teknik produksi bersih untuk menangani komponen sisa dan limbah pada penanganan ikan adalah 1. *Refine*, menggunakan teknologi mesin pendingin *freezeer* di kapal, dan 2. *Reduce*, mengurangi pembilasan dengan menyediakan wadah atau tempat higienes untuk ikan. Untuk penanganan komponen sisa dan limbah yang berserakan di pelabuhan adalah 1. *refine*, memperbaiki saluran dan bak penampungan air limbah, dan 2. *Recycle*, mendaur ulang sampah organik menjadi pupuk yang bisa digunakan penghijauan di kawasan PPS Kutaraja.

Kata kunci: industri penangkapan ikan, komponen sisa, limbah, pelabuhan, perikanan

ABSTRACT

Kutaraja Ocean Fishing Port (OFP) is the center of capture fisheries activities that supplies the largest sea fish in Aceh Province. However, the burden of discarded residual components and waste that was formed tends to increase to disrupt port operations. The study aimed to 1. determine critical activities of waste formation, and 2. develop clean production techniques for handling residual components and waste from fisheries activities at Kutaraja OFP. The research method consisted of a descriptive method, a pollution prevention approach model, and a weighted portion analysis. The critical points for the formation of residual components and waste were fish unloading at pier 1 (old pier), fish auction places 1-3, supply kiosks, and food stalls. Clean production techniques for handling residual components and waste in fish handling were 1. Refine, using freezer cooling technology on ships, and 2. Reduce, reducing rinsing by providing hygienic containers or places for fish. For handling the remaining components and waste scattered in the port were 1. Refine, repair the channels and waste water reservoirs, and 2. Recycle, recycle organic waste into fertilizer that can be used for greening in the Kutaraja OFP area.

Keywords: fisheries, fishing industry, ports, residual components, waste

PENDAHULUAN

Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kutaraja menjadi pusat aktivitas perikanan tangkap yang menyuplai ikan laut terbesar di Provinsi Aceh. Ikan yang didararkan di PPS Kutaraja pada tahun 2022 saja, menurut PPS Kutaraja (2023), mencapai 23.759 ton. Jenis ikan yang mendominasi hasil tangkapan adalah cakalang, selanjutnya diikuti oleh tongkol dan tuna.

Hampir seluruh ikan yang didararkan di PPS Kutaraja ditangkap oleh *purse seine* yang dioperasikan oleh kapal *purse seine*, atau *purse seiner* berukuran besar dan kecil. Jumlahnya mencapai 269 unit, atau 53% dari seluruh kapal ikan yang berpangkalan di PPS Kutaraja (Putri 2022). Menurut Aprilla *et al.* (2002), ukuran kapal sangat menentukan jarak operasi penangkapan ikan dengan *purse seiner*. Kapal besar biasanya melakukan penangkapan ikan selama 5-15 hari atau *multi-days fishing* dengan lokasi penangkapan sejauh 60-190 mil laut dari pelabuhan. Adapun kapal kecil hanya beroperasi selama satu hari atau *one-day fishing* di perairan sekitar Pulau Weh. Jaraknya hanya sejauh 12 mil laut.

Perkembangan terbaru terhadap *purse seiner* yang berbasis di PPS Kutaraja adalah adanya peningkatan ukuran kapal dan kekuatan mesinnya (Afiyah *et al.* 2019). Peningkatan keduanya ditujukan untuk memperbesar volume palka dan memperluas daerah penangkapan ikan. Sebagai konsekuensinya, aktivitas penanganan ikan dan pendukungnya di PPS Kutaraja semakin bertambah. Kebutuhan perbekalan melaut, seperti bahan bakar minyak (BBM), oli, air tawar, es balok, dan makanan, juga akan semakin meningkat. Aktivitas pendaratan ikan di pelabuhan juga meningkat. Efek negatifnya adalah komponen sisa dan limbah yang didominasi oleh potongan ikan, ikan terjatuh, potongan wadah ikan, air bekas bilasan, sisa kemasan, dan sisa makanan, juga ikut bertambah. Mustaruddin *et al.* (2016) dan Yunanda *et al.* (2018) menjelaskan bahwa komponen sisa adalah bagian yang tersisa atau terbuang dari suatu operasi perikanan. Penyebabnya ditimbulkan oleh perencanaan yang kurang baik, operasi yang tidak efisien, dan kepedulian yang rendah. Idealnya, komponen sisa dan limbah seharusnya tidak dibiarkan terbuang. Kedua komponen harus dapat dimanfaatkan kembali untuk mewujudkan konsep *zero waste*. Menurut Karim *et al.* (2025) dan Marimuthu *et al.* (2024), *zero waste* merupakan konsep yang mendorong perancangan daur ulang sumber daya sehingga semua produk, sisa produk, dan limbahnya dapat digunakan kembali. Dua pihak yang sebenarnya sangat bertanggung jawab dalam pengelolaan sisa dan limbah adalah pelabuhan dan nelayan. Pengelolaan komponen sisa dan limbah ternyata tidak berjalan dengan baik, karena perhatian keduanya hanya terfokus pada ikan hasil tangkapan yang didararkan.

Keberadaan komponen sisa dan limbah dari aktivitas perikanan di suatu pelabuhan tidak hanya mencerminkan perencanaan dan operasi penangkapan ikan yang kurang efisien. Kualitas ikan akan menurun dan lingkungan di sekitar pelabuhan juga akan tercemar. Penanganan komponen sisa dan limbah dapat diatasi dengan mengembangkan teknik-teknik pengendalian yang tepat. Teknik produksi bersih dapat diandalkan, karena komponen sisa dan limbah yang terbentuk dapat diidentifikasi secara menyeluruh. Penyebabnya juga dapat ditelusuri, diketahui dan diatasi, sehingga pemecahannya dengan prinsip preventif dan *zero waste* dapat direkomendasikan. Penelitian bertujuan untuk 1. menentukan aktivitas perikanan yang menjadi titik kritis pembentukan komponen sisa dan limbah, dan 2. menyusun teknik produksi bersih untuk penanganan komponen sisa dan limbah aktivitas perikanan di PPS Kutaraja. Hasil penelitian nantinya diharapkan menjadi sumber informasi bagi *stakeholder* perikanan untuk melakukan aktivitas perikanan yang baik dan ramah lingkungan di PPS Kutaraja.

Penelitian yang mengkaji produksi bersih masih terbatas. Dua pustaka yang didapat masing-masing ditulis oleh Mustaruddin *et al.* (2022) dan Mustaruddin *et al.* (2023a). Kajian pertama membahas sanitasi pada pendaratan ikan tuna di PPS Bungus, Sumatera Barat. Adapun kajian kedua meneliti teknik penanganan komponen sisa pada operasi industri penangkapan ikan yang berbasis di Pelabuhan

Perikanan Pantai (PPP) Blanakan. Namun demikian, kedua pustaka tetap dijadikan sebagai masukan dalam menganalisis hasil penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian lapangan dilakukan selama bulan Agustus 2024 di kawasan PPS Kutaraja, Provinsi Aceh. Bahan dan alat yang digunakan berupa kusioner, alat tulis, kamera, dan laptop. Data yang dikumpulkan meliputi data komponen sisa pada aktivitas kapal ikan, data komponen sisa dan limbah pada aktivitas penanganan ikan, data ikan hasil tangkapan, dan data preferensi terkait teknik penanganan ikan hasil tangkapan dan komponen sisa.

Pengumpulan data menggunakan kuesioner, wawancara, dan observasi langsung. Kuesioner menjadi panduan dalam mengumpulkan data komponen sisa pada aktivitas kapal ikan dan penanganan ikan di PPS Kutaraja. Jumlah sampelnya sebanyak 14 unit kapal ikan dan 12 jenis aktivitas penanganan ikan di PPS Kutaraja yang dipilih memakai metode *purposive sampling*. Kriteria pemilihannya meliputi aktivitasnya berlangsung secara aktif, telah beroperasi >5 tahun, memiliki jumlah hari operasi yang jelas untuk kapal ikan, dan memiliki skala aktivitas atau usaha yang relatif besar pada jenisnya untuk aktivitas penanganan ikan dan pendukung. Wawancara dijadikan sebagai cara untuk mengumpulkan data tentang preferensi terkait teknik penanganan ikan hasil tangkapan dan komponen sisa dalam operasi industri penangkapan ikan. Adapun pengamatan langsung diperlukan untuk melengkapi data yang telah terkumpul.

Tiga metode analisis data yang dipakai berupa metode deskriptif, model *pollution prevention approach* (PPA), dan analisis porsi tertimbang (*weighted portion*; W). Metode deskriptif dimanfaatkan untuk menganalisis karakteristik komponen sisa yang terbentuk selama aktivitas perikanan berlangsung. Dalam metode ini, komponen sisa dan limbah yang terbentuk dideskripsikan berdasarkan sumbernya, jumlahnya, dan tingkat kritisnya dalam bentuk tabel dan narasi yang relevan (Sugiyono 2013). Komponen sisa dan limbah tersebut dapat berasal dari aktivitas kapal ikan, pembongkaran ikan di dermaga, penanganan ikan di TPI, penyimpanan ikan, penyediaan perbekalan, dan usaha pendukung. Untuk status kritis, pendeskripsianya mengacu kepada Mustaruddin *et al.* (2023b), yaitu berdasarkan tingkat kritis pembentukan komponen sisa dan limbah pada aktivitas perikanan terkait dibandingkan dengan batas kritis relatifnya. Tingkat kritis berskala 1-5 (tidak kritis-sangat kritis) mempunyai nilai batas kritis relatif (*relative critical limit/RCL*) $> 3,0$.

Model PPA digunakan untuk merumuskan rekomendasi suatu teknik penanganan ikan hasil tangkapan berikut komponen sisa yang terbentuk pada aktivitas kapal dan aktivitas penanganan ikan. Menurut Mustaruddin *et al.* (2016) dan Rathore *et al.* (2022), model PPA adalah model analisis produksi bersih (*clean production*) yang menitikberatkan pada pencegahan potensi terbentuknya limbah dari sumbernya, pengoptimalan pemanfaatan kembali komponen sisa, dan pengupayaan perbaikan yang dapat mencegah produk/barang terbuang. Teknik produksi bersih yang dikembangkan dalam aplikasi model PPA (Mustaruddin *et al.* 2023a) meliputi:

1. *Recycle* atau daur ulang, pemanfaatan kembali komponen sisa atau limbah melalui perlakuan fisika, kimia, atau biologi;
2. *Refine* atau pemurnian, perbaikan suatu barang dan/atau menyaring proses atau aktivitas yang tepat, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih baik dan tidak terbuang;
3. *Reduce* atau pengurangan, pengurangi potensi munculnya komponen sisa/limbah;
4. *Rethink* atau pemikiran ulang, pengkajian ulang terhadap proses atau aktivitas yang dilakukan apakah sudah berjalan baik atau belum, berikut perbaikannya; dan
5. *Reuse* atau penggunaan ulang, pemanfaatan kembali komponen sisa atau limbah secara langsung tanpa adanya perlakuan tertentu.

Adapun metode analisis porsi tertimbang (W) digunakan untuk menyusun prioritas penerapan teknik produksi bersih berdasarkan preferensi dari *stakeholder* perikanan di PPS Kutaraja. Kategori nilai preferensi (p) yang digunakan adalah 1 = rendah, 2 = sedang, dan 3 = tinggi. Sedangkan formula yang digunakan untuk menganalisis porsi tertimbang (Mustaruddin *et al.*, 2023a):

$$\sum_{i=1}^n p_{ij} = p_{1j} + p_{2j} + p_{3j} + \dots + p_{nj} \quad (1)$$

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij}}{\sum_{i=1}^n p_{\max}} \quad (2)$$

Dimana p_{ij} = nilai preferensi *stakeholder* perikanan ke- i terhadap teknik produksi bersih ke- j , p_{\max} = nilai preferensi maksimum, $I=1,2,3,\dots,n$, dan W_j = porsi tertimbang teknik produksi bersih ke- j . Selanjutnya prioritas penerapan teknik produksi bersih diurut berdasarkan nilai W_j tertinggi ke terendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan Komponen Sisa dan Limbah pada Aktivitas Perikanan di PPS Kutaraja

Komponen sisa dan limbah di PPS Kutaraja umumnya berasal dari aktivitas kapal ikan dan aktivitas penanganan ikan serta pendukungnya. Penghasil utamanya berasal dari kapal *purse seiner* berukuran besar yang melakukan operasi penangkapan ikan dengan sistem *multi-days fishing*. Kapal tersebut umumnya berukuran 30-60 GT. Waktu operasi yang cukup lama mengakibatkan setiap kapal *purse seiner* diwajibkan untuk mempersiapkan perbekalan yang memadai untuk satu kali perjalanan sebelum melaut, seperti bahan bakar minyak (BBM), oli, air tawar, es balok, dan bahan makanan untuk anak buah kapal (ABK). Menurut Yunanda *et al.* 2018, Mustaruddin *et al.* 2016, dan Fitriyashari *et al.* 2014, jumlah perbekalan yang dimuat kedalam kapal ternyata sering berlebih, sehingga peluang terbentuknya komponen sisa dari suatu operasi penangkapan ikan menjadi lebih tinggi.

Keberadaan komponen sisa yang tidak ditangani dengan baik dapat menimbulkan limbah yang akan menjadi salah satu faktor penyebab penurunan mutu ikan hasil tangkapan (Gomez-Sala *et al.* 2016 dan Mo *et al.* 2014). Tabel 1 menyajikan data hasil analisis keragaan komponen sisa dan limbah pada kapal ikan yang beroperasi dengan sistem *multi-days fishing* di PPS Kutaraja.

Tabel 1. Komponen sisa dan limbah pada aktivitas kapal ikan yang berbasis di PPS Kutaraja

| No. | Kapal ikan | Ukuran kapal | Jumlah ABK | Komponen Sisa | | | | |
|-----|------------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|----------------------|---------------|
| | | | | BBM (l) | Es (balok) | Air tawar (l) | Tumpahan BBM dan oli | Sampah melaut |
| 1. | KM Kodo | 15 GT | 15 | 10 | 4 | 200 | Ada | Ada |
| 2. | Km Pulo Indah | 14 GT | 15 | 20 | 5 | 120 | Ada | Ada |
| 3. | KM Inka Mina | 54 GT | 30 | 80 | 0 | 360 | Ada | Ada |
| 4. | KM Anak Desa | 28 GT | 30 | 45 | 0 | 240 | Ada | Ada |
| 5. | KM Beringin Baru | 60 GT | 30 | 40 | 0 | 360 | Ada | Ada |
| 6. | KM Bina Laut | 28 GT | 30 | 60 | 0 | 340 | Ada | Ada |
| 7. | KM Cahaya Suci | 15 GT | 15 | 19 | 3 | 120 | Ada | Ada |
| 8. | KM Cahaya Rezeki | 14 GT | 12 | 20 | 3 | 120 | Ada | Ada |
| 9. | KM Arjuna Asia | 28 GT | 20 | 50 | - | 240 | Ada | Ada |
| 10. | KM Kajaya | 59 GT | 30 | 45 | 0 | 200 | Ada | Ada |
| 11. | KM Jasa Poma | 52 GT | 30 | 50 | 0 | 240 | Ada | Ada |
| 12. | KM Harmoni | 60 GT | 30 | 60 | 0 | 360 | Ada | Ada |

| No. | Kapal ikan | Ukuran kapal | Jumlah ABK | Komponen Sisa | | | | |
|-----------|----------------|--------------|------------|---------------|------------|---------------|----------------------|-------------|
| | | | | BBM (l) | Es (balok) | Air tawar (l) | Tumpahan BBM dan oli | Sampah laut |
| 13. | KM Kakap Merah | 60 GT | 30 | 75 | 0 | 120 | Ada | Ada |
| 14. | KM Fornia | 22 GT | 19 | 25 | 0 | 120 | Ada | Ada |
| Rata-rata | | | | 42,7 | 1,15 | 224,29 | Ada | Ada |

Nelayan *purse seine* PPS Kutaraja sudah terbiasa membawa perbekalan es balok dan air tawar yang berlebih. Sisa es yang mencair dapat menyebabkan genangan yang akan menurunkan mutu dan mempercepat pembusukan ikan (Afiyah *et al.* 2019, Yunanda *et al.* 2018). Adapun sisa air tawar yang dibiarkan terlalu lama dalam keadaan terbuka dapat menjadi sarang nyamuk dan sumber pencemar biologis di atas kapal. Genangan air yang ditimbulkan oleh lelehan es dan air tawar yang tersisa menjadi sumber limbah cair potensial dari suatu operasi penangkapan ikan. Menurut Mustaruddin *et al.* (2016) dan KUD Mina Fajar Sidik (2020), volume air bersih yang dibawa kapal ikan sebenarnya disesuaikan dengan jumlah ABK dan jumlah hari operasi penangkapan ikan. Kebutuhan air tawar akan semakin bertambah sejalan dengan pertambahan jumlah nelayan atau ABK dan jumlah hari operasi penangkapan ikan.

Aktivitas penanganan ikan dan pendukung yang ada di kawasan PPS Kutaraja berpotensi menghasilkan komponen sisa dan limbah. Ragam aktivitasnya dapat berupa pembongkaran ikan di dermaga, penambatan kapal di kolam pelabuhan, aktivitas tempat pelelangan ikan (TPI) terutama penyortiran dan penanganan ikan selama proses lelang atau jual, penyimpanan ikan, penyediaan BBM dan es, kios perbekalan, warung makan, dan aktivitas di lahan parkir. Menurut Byrnes *et al.* (2016) dan Fitriyashari *et al.* (2014), penanganan ikan di kawasan pelabuhan menjadi penyumbang utama limbah dan sering mengganggu kesehatan lingkungan pelabuhan. Tabel 2 menyajikan hasil analisis status kritis pembentukan komponen sisa dan limbah pada aktivitas perikanan dan pendukung di kawasan PPS Kutaraja.

Tabel 2. Status kritis pembentukan komponen sisa dan limbah pada aktivitas perikanan dan pendukung di PPS Kutaraja

| Aktivitas perikanan dan pendukung | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | Rataan | RCL | Status |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|--------|------|---------------|
| Pembongkaran ikan di dermaga 1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4.2 | >3,0 | Sangat kritis |
| Pembongkaran ikan di dermaga 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2.9 | >3,0 | Kurang kritis |
| Kolam pelabuhan | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2.8 | >3,0 | Kurang kritis |
| Aktivitas TPI 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 3.9 | >3,0 | Kritis |
| Aktivitas TPI 2 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.5 | >3,0 | Sangat kritis |
| Aktivitas TPI 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4.4 | >3,0 | Sangat kritis |
| Penyimpanan dingin di <i>cold storage</i> | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2.6 | >3,0 | Kurang kritis |
| Penyediaan BBM | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2.9 | >3,0 | Kurang kritis |
| Kios perbekalan | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4.2 | >3,0 | Sangat kritis |
| Penyediaan es | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2.9 | >3,0 | Kurang kritis |
| Warung makan/jajan | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4.2 | >3,0 | Sangat kritis |
| Lahan parkir | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2.8 | >3,0 | Kurang kritis |

Keterangan: R = ulangan penilaian tingkat kritis (skala 1-5); RCL = *relative critical limit*

Berdasarkan Tabel 2, pembentukan komponen sisa dan limbah pada pembongkaran ikan di dermaga 1 atau dermaga lama berstatus sangat kritis. Penyebabnya adalah dermaga 1 merupakan dermaga utama pembongkaran ikan di PPS Kutaraja. Panjang dermaga sekitar 390 m dan melayani beragam ukuran kapal secara *full time*. Menurut PPS Kutaraja (2024), dermaga 1 sering *overload* dan dermaga 2 yang panjangnya 102 m dibangun sebagai kelanjutan dermaga 1. Wahyudi *et al.* (2017) dan Hastrini *et al.* (2013) menambahkan aktivitas yang *overload* menyebabkan limbah aktivitas sering tidak tertangani dan ikan-ikan yang jatuh dibiarkan.

Semua TPI di PPS Kutaraja berstatus kritis hingga sangat kritis bagi terbentuknya komponen sisa dan limbah. Penyebabnya diduga karena adanya aktivitas di ketiga TPI yang sangat padat, terutama ketika berlangsung proses penyortiran dan penanganan ikan selama penjualan. Sementara fasilitas pembuangan sampah tidak memadai dan saluran limbah cair juga tidak lancar. Kios perbekalan dan warung makan juga menjadi penyumbang komponen sisa dan limbah yang krusial di PPS Kutaraja. Keduanya banyak menghasilkan limbah kemasan, limbah dapur, sisa makanan, dan sisa minuman setiap hari. Mustaruddin *et al.* (2018) dan Yunanda *et al.* (2018) menjelaskan bahwa bahan konsumsi manusia, baik yang dimakan langsung maupun untuk perbekalan melaut, merupakan penyumbang limbah pelabuhan terbesar kedua setelah limbah penanganan ikan. Sebagian besar bahan konsumsi tersebut adalah komponen sisa yang tidak habis konsumsi atau sengaja dibiarkan sehingga terbuang menjadi limbah.

Teknik Produksi Bersih dalam Penanganan Ikan, Komponen Sisa, dan Limbah di Kawasan PPS Kutaraja

Komponen sisa dan limbah yang terbentuk pada aktivitas kapal ikan dan penanganan ikan di PPS Kutaraja dapat ditangani dengan menerapkan pendekatan teknik produksi bersih (*clean production*). Hal ini karena teknik produksi bersih dapat menelusuri potensi komponen dan limbah secara detail, cocok pada semua jenis aktivitas, dan rekomendasinya dapat diterapkan secara praktis. Menurut Mustaruddin *et al.* (2023a) dan Hadibarata & Chia (2021), prosedur dan teknik penerapan teknik produksi bersih bersifat dinamis yang dapat disesuaikan jenis pekerjaan dan intensitas operasi yang dilakukan.

1. Teknik produksi bersih dalam penanganan ikan hasil tangkapan

Penerapan teknik produksi bersih dapat memperbaiki penanganan ikan hasil tangkapan sejak di atas kapal hingga dilakukannya transaksi di PPS Kutaraja dan membantu dalam pengelolaan komponen sisa yang terbentuk. Manfaatnya adalah untuk memastikan bahwa prinsip bersih telah diterapkan secara maksimal (Hadibarata & Chia 2021, Byrnes *et al.* 2016, Deni 2015), sehingga ketersediaan jumlah dan mutu pangan asal ikan dapat terjermamin (Gephart *et al.* 2017). Tabel 3 menyajikan teknik produksi bersih dalam penanganan ikan hasil tangkapan.

Tabel 3. Teknik produksi bersih pada penanganan ikan hasil tangkapan

| No. | Penanganan ikan hasil tangkapan | Kondisi saat ini | Rekomendasi teknik produksi bersih | Porsi (<i>W</i>) dan prioritas penerapan |
|-----|---------------------------------|---|--|--|
| 1. | Penyimpanan ikan di kapal | Menggunakan es balok dan masih sedikit yang menggunakan teknologi pendingin | <i>Refine:</i> menggunakan teknologi mesin pendingin frezeer di kapal <i>Rethink:</i> sosialisasi titik kritis penyimpanan ikan | 0,75 (I) 0,45 (III) |
| 2. | Pembongkaran ikan | Durasi pembongkaran lama dan dibanting | <i>Refine:</i> mempraktekkan sistem rantai dingin secara baik | 0,45 (III) |

| No. | Penanganan ikan hasil tangkapan | Kondisi saat ini | Rekomendasi teknik produksi bersih | Porsi (<i>W</i>) dan prioritas penerapan |
|-----|---------------------------------|---|---|--|
| 3. | Penyortiran ikan di TPI | Dilakukan setelah dibongkar dan paling sering di TPI | <i>Refine</i> : mengalihkan penyortiran ke atas kapal sebelum ikan didaratkan | 0,45 (III) |
| 3. | Penanganan ikan di TPI | Sering dibilas karena dibiarkan tanpa alas dan sisa potongan ikan dibiarkan | <i>Reduce</i> : mengurangi pembilasan dengan menyediakan wadah atau tempat higienes untuk ikan <i>Recycle</i> : mengumpulkan sisa potongan ikan dan isi perut untuk diolah menjadi bahan pakan | 0,60 (II) 0,30 (IV) |

Penerapan teknik produksi bersih bertujuan untuk memperbaiki penanganan ikan hasil tangkapan, sehingga mutu ikan tetap terjaga dan potensi pencemaran dari komponen sisa dan limbah dapat diminimalisir. Hasil analisis Tabel 3 menunjukkan bahwa teknik *refine* menggunakan teknologi mesin pendingin *freezeer* di kapal terpilih sebagai prioritas I untuk diterapkan dalam penanganan ikan hasil tangkapan. Penggunaan es balok yang dimasukkan kedalam tempat penyimpanan ikan lama kelamaan akan mencair seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Akibatnya, kondisi dingin yang diinginkan tidak tercapai, padahal suhu tempat penyimpanan harus dipertahankan $\leq 0^{\circ}\text{C}$ (Kusumah *et al.* 2015, Deni 2015). Lelehan es yang dihasilkan oleh tempat penyimpanan ikan akan meningkatkan peluang terbentuknya limbah cair di atas kapal.

Solusi yang dapat diberikan adalah mengganti penggunaan es dengan mesin *freezeer* untuk mendinginkan ikan. Suhu ruang penyimpanan yang dilengkapi *freezer* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan, sehingga ikan dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama (Roeger *et al.* 2016 dan Tolstorebrog *et al.* 2016) dan menjaga mutu ikan agar tetap segar (Sogn-Grundvag *et al.* 2022). Mesin pendingin tersedia dalam berbagai ukuran, mulai dari kapasitas puluhan kilogram hingga ratusan ton. Nelayan PPS Kutaraja dapat memilih mesin pendingin sesuai dengan jumlah hasil tangkapan yang biasa diperoleh. Kapal ikan berukuran besar dengan jumlah hasil tangkapan yang banyak dan waktu operasi penangkapan ikan lebih dari satu bulan disarankan menggunakan mesin pendingin dengan kapasitas puluhan ton yang dipasang secara permanen. Adapun kapal ikan berukuran kecil cukup memakai mesin pendingin berkapasitas 1-7,5 ton yang bisa dipasang secara *portable*.

Teknik *reduce* yang berfungsi untuk mengurangi pembilasan dengan menyediakan wadah atau tempat higienes untuk ikan di TPI menjadi prioritas II untuk diterapkan guna memperbaiki cara penanganan ikan hasil tangkapan. Pengurangan pembilasan dapat mengurangi potensi limbah cair yang bisa mencemari dan sekaligus menghemat biaya penyediaan air bersih. Mustaruddin *et al.* (2022) dan Fitriyashari *et al.* (2014) menyatakan penggunaan air yang berlebihan akan mempercepat penurunan kualitas lingkungan pelabuhan, karena limpasannya mudah menyebar ke mana-mana.

2. Teknik produksi bersih dalam penanganan komponen sisa dan limbah

Penanganan ikan yang efisien dan tepat akan berpengaruh positif terhadap pengelolaan komponen sisa. Beberapa komponen sisa yang dihasilkan dari aktivitas kapal ikan di PS Kutaraja berupa sisa bahan bakar, es balok, air tawar, BBM, dan oli. Adapun limbah dari aktivitas penanganan ikan dan pendukungnya terdiri atas sisa kemasan, ikan terjatuh, air bekas bilasan, lelahan es, potongan wadah atau peralatan angkut, sisa makanan, dan sisa minuman. Seluruh komponen sisa akan menjadi limbah jika tidak termanfatkan.

Penanganan sisa es balok dan sisa air tawar oleh nelayan, pengolah, dan pedagang ikan di PPS Kutaraja biasanya kurang terkontrol dan dibiarkan mencair begitu saja. Merujuk penelitian Kusumah *et al.* (2015) dan Hastrini *et al.* (2013), pencairan es di atas kapal sebenarnya dapat menimbulkan genangan air yang berpotensi merusak kualitas ikan, membuat dek kapal licin, dan menimbulkan bau tidak sedap. Solusinya berupa penerapan teknik produksi bersih dengan cara mengurangi jumlah es balok yang dibawa (*reduce*), atau menjual sisa es balok kepada pedagang atau nelayan lain agar dapat dimanfaatkan kembali (*reuse*). Air tawar yang tersisa dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan nelayan ketika berada di pelabuhan(*reuse*).

Penanganan terhadap komponen sisa dan limbah yang berbentuk padat juga kurang dipedulikan oleh *stakeholder* perikanan di PPS Kutaraja. Nelayan umumnya membuang sampah langsung di laut. Hanya beberapa saja yang memiliki kesadaran untuk membawa pulang kembali sampah dari melaut. Pengolah ikan, pedagang ikan, dan pelaku usaha pendukung di PPS Kutaraja menganggap sampah yang dihasilkan dari aktivitasnya hanya masalah kecil. Sampah melaut dan penanganan ikan di PPS Kutaraja banyak berbahan plastik yang sulit terurai, seperti bekas kemasan, potongan wadah ikan, dan botol bekas minuman. Jenis komponen sisa dan limbah padat lainnya terdiri atas sisa makanan, limbah dapur, kemasan karton atau kertas perlu ditangani, meskipun mudah terurai secara alami. Pembusukan akibat pembiaran terhadap komponen sisa dan limbah padat dapat mencemari ikan hasil tangkapan dan menjadi sumber penyakit (Mustaruddin *et al.* 2022 dan Wijaya & Saptanto 2014). Dampak pembusukan akan menyebar dengan cepat melalui perantara air bekas bilasan dan genangan air limbah yang juga banyak ditemukan di PPS Kutaraja. Beberapa teknik produksi yang direkomendasikan untuk mengatasi komponen sisa dan limbah adalah:

- a. *Reduce*, pengurangan perbekalan berkemasan plastik dapat ditopang ($W=0,60$);
- b. *Refine*: perbaikan saluran dan bak penampung air limbah ($W=0,90$);
- c. *Recycle*: pendaur ulangan sampah organik, berupa sisa makanan, limbah dapur, kemasan karton atau kertas) menjadi pupuk yang bisa digunakan untuk menghijaukan kawasan PPS Kutaraja ($W=0,75$);
- d. *Reuse*, pemanfaatan kembali kemasan plastik bekas, palet bekas, dan dus bekas ($W=0,10$); dan
- e. *Rethink*, pembinaan pelaku usaha perikanan dan pendukung agar tidak membuang sampah sembarangan dan menghemat penggunaan air ($W=0,45$)

Sampah dan air bilasan pada aktivitas perikanan di kawasan pelabuhan yang berasal dari penggunaan berhari-hari di pelabuhan dan di kapal yang mendarat relatif banyak (Merkel dan Madsen 2019; Wahyudi *et al.* 2019). Pendaur ulangan seluruh sampah dan air bilasan sangat efektif dilakukan, karena keduanya dapat dimanfaatkan kembali (Rathore *et al.* 2022, Mustaruddin *et al.* 2020). Terkait dengan pendaur ulangan sampah, sampah dari ikan terjatuh, potongan ikan, dan isi perut ikan dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak, lalu sampah organik dari kemasan karton, limbah dapur, dan sisa makanan dapat dibuat pupuk kompos yang berguna bagi penghijauan di kawasan PPS Kutaraja. Sedangkan sampah anorganik (kemasan plastik bekas, jeringen oli) dapat dibersihkan dan digunakan berkali-kali untuk keperluan nelayan, pengolah, dan pedagang ikan di PPS Kutaraja.

KESIMPULAN DAN SARAN

Titik kritis pembentukan komponen sisa dan limbah adalah pembongkaran ikan di dermaga 1 atau dermaga lama, aktivitas TPI 1-3, kios perbekalan, dan warung makan. Teknik produksi bersih untuk menangani komponen sisa dan limbah pada penanganan ikan adalah 1. *Refine*, penggunaan teknologi mesin pendingin *freezeer* di kapal ($W=0,75$), dan 2. *Reduce*, pengurangan pembilasan dengan menyediakan wadah atau tempat yang higienes untuk ikan ($W=0,60$). Adapun penanganan komponen sisa dan limbah yang berserakan di pelabuhan dapat dikerjakan dengan cara 1. *Refine*, perbaikan saluran dan bak penampungan air limbah ($W=0,90$), dan 2. *Recycle*, pendaur ulangan sampah organik menjadi pupuk yang bisa digunakan untuk penghijauan di kawasan PPS Kutaraja ($W=0,75$).

Penerapan teknik produksi bersih disarankan dilakukan secara bertahap dan berurutan yang dimulai dari porsi tertimbang (W) paling tinggi. Fokus penerapannya diarahkan pada aktivitas perikanan dan pendukung dengan status sangat kritis dan kritis dalam menghasilkan komponen sisa dan limbah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah mendukung penelitian sesuai dengan Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian Tahun 2024 Nomor: 027/E5/PG.02.00.PL/2024 tanggal 11 Juni 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilla RM, Aprilyana M, Affan JM, Rahmah A, Agustina I. 2022. Potensi lestari ikan layang (*Decapterus Sp.*) yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Kutaraja. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia* 2(2): 109-117.
- Afiyah NN, Solihin I, Lubis E. 2019. Pengaruh rantai distribusi dan kualitas ikan tongkol (*Euthynnus Sp.*) dari PPP Blanakan selama Pendistribusian ke Daerah Konsumen. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan* 14(2): 225-237.
- Byrnes T, Buckley R, Howes M, Arthur JM. 2016. Environmental management of boating related impacts by commercial fishing, sailing and diving tour boat operators in Australia. *Journal of Cleaner Production* 111(2): 383-398.
- Deni S. 2015. Karakteristik mutu ikan selama penanganan pada Kapal KM. Cakalang. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (Agrikan UMMU-Ternate)* 8(2): 72-80.
- Fitriyashari A, Rosyid A, Ayunita D. 2014. Analisis kebutuhan perbekalan kapal penangkap ikan di Pelabuhan Perikanan Pantai Tasikagung, Rembang. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology* 3(3): 122-130.
- Gephart GA, Deutsch L, Pace MM, Troellb M, Seekellde DA. 2017. Shocks to fish production: Identification, trends, and consequences. *Global Environmental Change* 42(1): 24-32.
- Gómez-Sala B, Herranz C, Díaz-Freitas B, Hernández PE, Sala A, Cintas LM. 2016. Strategies to increase the hygienic and economic value of fresh fish: Biopreservation using lactic acid bacteria of marine origin. *International Journal of Food Microbiology* 223(1): 41-49.
- Hadibarata T, Chia XK. 2021. Cleaner production: a brief review on definitions, trends and the importance in environment protection. *Journal of Environmental and Toxicology Management* 1(2): 23-27.
- Hastrini R, Rosyid A, Riyadi PH. 2013. Analisis penanganan hasil tangkapan kapal purse seine. *Jurnal Perikanan* 2(3): 1-10.
- Karim A, Osse EF, Khaloufi S. 2025. Innovative strategies for valorization of byproducts from soybean industry: A review on status, challenges, and sustainable approaches towards zero-waste processing systems. *Journal of Heliyon* 11(3): e42118.
- Koperasi Unit Desa (KUD) Mina Fajar Sidik. 2020. Kebutuhan Perbekalan Kapal Penangkap Ikan di Kawasan Karangsong. Indramayu (ID): KUD Mina Fajar Sidik.
- Kusumah AP, Novita Y, Soeboer DA. 2015. Performa pelelehan es pada bentuk es yang berbeda. *Marine Fisheries* 6(1): 97-108.

- Marimuthu M, Ganesan S, Kumar AR. 2024. Fishery waste-driven piezo-capacitor as unprecedented energy conversion and storage for real-time monitoring device. *Journal of Energy Storage* 78(1): 110121.
- Merkel A, Madsen SKS. 2019. Lessons from port sector regulatory reforms in Denmark: An analysis of port governance and institutional structure outcomes. *Transport Policy* 78(1): 31-41.
- Mustaruddin, Agustina D, Puspito G, Baskoro MS, Aini SN. 2023a. Teknik penanganan komponen sisa pada operasi industri penangkapan ikan yang berbasis di Pelabuhan Perikanan Pantai Blanakan. *Albacore Jurnal Penelitian Perikanan Laut* 7(1): 063-073.
- Mustaruddin, Abida MA, Astarini JE, Aini SN. 2023b. Pendekatan produksi bersih dan titik kritis aktivitas perikanan tangkap yang berbasis di PPN Brondong, Lamongan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia* 15(1): 21-31.
- Mustaruddin, Selomita E, Nugroho T, Kartini SS. 2022. Segi sanitasi pada pendaratan ikan tuna di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus, Sumatra Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 27(4): 536-543.
- Mustaruddin, Santoso J, Baskoro M. 2016. Sistem penanganan produk dan keberadaan komponen sisa dalam operasi penangkapan tuna di Bitung Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 19(1): 58–68.
- Mo WY, Cheng Z, Choi WM, Man YB, Liu Y, Wong MH. 2014. Application of food waste based diets in polyculture of low trophic level fish: Effects on fish growth, water quality and plankton density. *Marine Pollution Bulletin* 85(2): 803-809.
- Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kutaraja. 2024. Laporan Operasionalisasi Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kutaraja. Aceh (ID): PPS Kutaraja.
- Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kutaraja. 2023. Statistik Perikanan Tangkap tahun 2022. Aceh (ID): PPS Kutaraja.
- Putri CSN. 2022. Analisis Pengelolaan Perikanan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Berbasis SDGs 14: Studi Kasus di PPS Kutaraja Banda Aceh. Doctoral dissertation. UPT Perpustakaan.
- Rathore SS, Babu S, Shekhawat K, Singh R, Yadav SK, Singh VK, Singh C. 2022. Designing energy cum carbon-efficient environmentally clean production system for achieving green economy in agriculture. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 52(2): 1-9.
- Roeger J, Foale S, Sheaves M. 2016. When 'fishing down the food chain' results in improved food security: Evidence from a small pelagic fishery in Solomon Islands. *Journal of Fisheries Research* 174(1): 250-259.
- Sogn-Grundvag G, Zhang D, Henriksen E, Joensen S, Bendiksen BI, Hermansen. 2022. fishing tactics and fish quality: The case of the coastal fishery for atlantic cod in Norway. *Fisheries Research* Journal 246(1): 1-8.
- Tolstorebrog I, Eikevik TM, Bantl M. 2016. Effect of low and ultra-low temperature applications during freezing and frozenstorage on quality parameters for fish. *International Journal of Refrigeration* 63(1): 37-47.
- Wahyudi, Lubis E, Pane AB. 2017. Strategi pencegahan pencemaran lingkungan pelabuhan perikanan: Kasus Pelabuhan Perikanan Nusantara Pelabuhanratu. *Albacore* 1(2): 139-152.
- Wijaya RA, Saptanto S. 2014. Persepsi dan strategi adaptasi nelayan terhadap isu pencabutan subsidi BBM. *Jurnal Kebijakan Sosial Kelautan dan Perikanan* 4(2): 185-196.

Yunanda M, Rizwan, Rahmah A. 2018. Kajian tingkat kebutuhan dan penyediaan es untuk operasi penangkapan ikan di Pelabuhan Perikanan Samudera Lampulo. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah 3(2): 12-24.