E-ISSN: 3025-0994
Halaman 5885-5898
Volume 4 Nomor 4 Tahun 2026

Systematic Literature Review: Peran *Cold Chain* dalam Mempertahankan Mutu dan Mengurangi Susut Hasil Perikanan

Junianto[1], Muhammad Rasya Dimaputra[2] , Ferdiansyah[3] , Sulthan Fathir Kamil[4]

[1,2,3,4] Perikanan, Universitas Padjadjaran
e-mail: muhammad23088@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Tinjauan ini menyintesis 18 artikel ilmiah terbitan 2017–2026 yang dipilih dari 4.531 rekaman hasil penelusuran Google Scholar secara sistematis sesuai kriteria inklusi yang ditetapkan, dengan 228 laporan dinilai kelayakannya menurut alur PRISMA 2020 untuk menjamin transparansi seleksi literatur. Sintesis naratif menghasilkan lima tema utama yang saling berkaitan, yaitu peran cold chain terhadap mutu produk, susut hasil dan faktor penyebabnya di sepanjang rantai pasok, titik kritis dan hambatan implementasi, manajemen dan efisiensi rantai dingin, serta teknologi pendukung untuk pemantauan maupun penyimpanan. Artikel terinklusi menunjukkan bahwa kesinambungan suhu rendah dan waktu tunda yang singkat sejak tahap pascapanen hingga distribusi akhir sangat menentukan mutu kesegaran dan besaran susut komoditas. Keterbatasan es, infrastruktur penyimpanan yang belum merata, modal investasi yang tinggi, dan kapasitas sumber daya manusia yang terbatas menghambat penerapan cold chain secara optimal pada rantai skala kecil. Selain itu, minimnya standar operasional yang terintegrasi turut memengaruhi keberhasilan adopsi teknologi di lapangan. Bukti yang tersedia saat ini masih didominasi studi kasus lokal dengan cakupan terbatas, sehingga penelitian lanjutan perlu mengukur suhu, biaya operasional, dan tingkat susut secara langsung dan kuantitatif guna menghasilkan rekomendasi kebijakan yang lebih akurat serta aplikatif.

Kata Kunci: Cold Chain, Mutu Ikan, Rantai Pasok Perikanan, Susut Hasil, Systematic Literature Review.

Abstract

This review synthesizes 18 scientific articles published between 2017 and 2026, systematically selected from 4,531 Google Scholar search records according to established inclusion criteria, with 228 reports assessed for eligibility following the PRISMA 2020 flow to ensure transparency in literature selection. The narrative synthesis yielded five interrelated main themes: the role of the cold chain in product quality, yield loss and its causal factors along the supply chain, critical points and implementation barriers, cold chain management and efficiency, and supporting technologies for monitoring and storage. The included articles

demonstrate that low-temperature continuity and short delay times from the post-harvest stage to final distribution critically determine freshness quality and the magnitude of commodity loss. Limitations in ice availability, uneven storage infrastructure, high investment capital, and limited human resource capacity hinder the optimal implementation of the cold chain in small-scale chains. Furthermore, the lack of integrated standard operating procedures also affects the success of technology adoption in the field. Currently available evidence is still dominated by local case studies with limited scope; therefore, future research needs to measure temperature, operational costs, and loss rates directly and quantitatively to generate more accurate and applicable policy recommendations.

Keywords : Cold Chain, Fish Quality, Fisheries Supply Chain, Post-Harvest Loss, Systematic Literature Review.

LATAR BELAKANG

Hasil perikanan termasuk komoditas pangan yang paling cepat mengalami penurunan mutu setelah penangkapan (Ratna & Erza, 2025). Aktivitas enzim, oksidasi lemak, dan pertumbuhan mikroba meningkat pada suhu tinggi sehingga daging ikan cepat membusuk (Tesfay & Teferi, 2017). Ibrahim et al. (2026) menegaskan bahwa suhu lingkungan yang tinggi di wilayah tropis memperbesar risiko pembusukan, terutama ketika kesinambungan rantai dingin lemah. Kemunduran mutu menurunkan nilai jual, mengurangi jumlah ikan yang layak konsumsi, dan membahayakan keamanan pangan (Ratna & Erza, 2025).

Rantai dingin (*cold chain*) mengendalikan suhu produk secara berkesinambungan dari penangkapan sampai ke tangan konsumen (Pratama & Firdaus, 2025). Rangkaian tersebut mencakup pendinginan awal, penyimpanan, pengangkutan, dan penyerahan di titik penjualan (Arista et al., 2022). Sistem ini memperlambat perubahan mikrobiologis, kimiawi, dan fisik pada produk. Komponen fisiknya meliputi es, boks berinsulasi, pabrik es, ruang beku, gudang dingin, dan kendaraan berpendingin (Fauzan et al., 2026).

Besaran susut hasil perikanan berbeda antarkonteks dan antartahap rantai. Arista et al. (2022) melaporkan bahwa kerugian total produk perikanan mencapai sekitar 40 persen akibat penerapan rantai dingin yang belum optimal. Montojo et al. (2025) memaparkan bahwa 17,25 persen tangkapan tuna dari High Seas Pocket 1 mengalami penurunan kelas karena kemunduran mutu. Tesfay dan Teferi (2017) mencatat susut sebesar 3,63 persen dari total panen pada data sekunder asosiasi nelayan di Ethiopia utara. Penelitian tentang cold chain perikanan tersebar menurut komoditas, lokasi, dan tahapan rantai pasok. Wibowo et al. (2024) menemukan bahwa kajian rantai dingin pada agroindustri tuna masih sangat sedikit dan sering memisahkan sisi hulu dari sisi hilir. Pratama dan Firdaus (2025) menyatakan bahwa alasan rendahnya pemanfaatan rantai dingin di negara berkembang belum banyak diteliti. Celah tersebut menuntut sintesis yang menghubungkan mutu, susut, hambatan, dan manajemen rantai dingin dalam satu kerangka.

Tinjauan ini bertujuan menyintesis bukti ilmiah tentang peran cold chain dalam mempertahankan mutu dan mengurangi susut hasil perikanan. Tinjauan ini menjawab empat

pertanyaan penelitian. RQ1 menanyakan peran cold chain terhadap mutu hasil perikanan. RQ2 menanyakan hubungan cold chain dengan susut hasil dan faktor penyebabnya. RQ3 menanyakan titik kritis dan hambatan penerapan cold chain. RQ4 menanyakan strategi manajemen, kinerja, dan teknologi yang meningkatkan efisiensi cold chain.

METODE

Desain dan protokol tinjauan

Penelitian ini menggunakan desain *systematic literature review* (SLR) yang mengikuti pedoman pelaporan PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Pedoman tersebut mengatur tahap identifikasi, skrining, kelayakan, dan inklusi studi secara transparan (Page et al., 2021). Wibowo et al. (2024) serta Pratama dan Firdaus (2025) juga memakai alur PRISMA untuk mengulas literatur rantai dingin perikanan. Kesamaan alur ini memudahkan perbandingan hasil tinjauan ini dengan SLR terdahulu.

Fokus tinjauan mencakup tiga unsur. Populasi bahasan adalah produk perikanan tangkap dan budidaya, baik segar, beku, maupun olahan. Fenomena yang diamati adalah penerapan cold chain, yaitu pengendalian suhu, penggunaan es, penyimpanan dingin, dan pengangkutan berpendingin. Luaran yang dianalisis adalah mutu produk, susut hasil, hambatan implementasi, dan efisiensi rantai pasok. Sintesis memakai pendekatan naratif tematik karena artikel terinklusi berbeda dalam desain, komoditas, dan ukuran luaran. Pratama dan Firdaus (2025) juga memakai pendekatan naratif untuk mengelompokkan temuan literatur sejenis. Meta-analisis tidak dilakukan karena data kuantitatif antarstudi tidak sebanding.

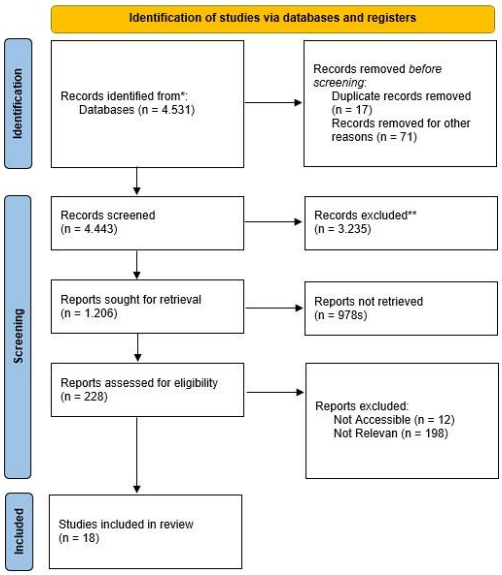
Empat pertanyaan penelitian mengarahkan seluruh tahapan tinjauan, mulai dari penyusunan kata kunci hingga penyusunan tema. Kata kunci “mutu” menjawab RQ1, kata kunci “susut hasil” menjawab RQ2, dan kata kunci “manajemen dan efisiensi” menjawab RQ3 dan RQ4. Pemetaan ini menjaga keterkaitan antara strategi pencarian dan struktur hasil.

Strategi Penelusuran

Penelusuran literatur memakai basis data Google Scholar pada **[tanggal penelusuran]**. Basis data ini mencakup jurnal nasional dan jurnal internasional sekaligus. Peneliti menggunakan tiga kata kunci dengan operator DAN untuk menjaring artikel yang relevan.

Kata kunci pertama, “cold chain DAN mutu”, menjawab RQ1. Kata kunci kedua, “cold chain DAN susut hasil”, menjawab RQ2. Kata kunci ketiga, “manajemen DAN efisiensi cold chain”, menjawab RQ3 dan RQ4. Ketiga kata kunci memadukan istilah Indonesia dan Inggris agar artikel lokal maupun internasional terjaring.

Penelusuran dengan ketiga kata kunci menghimpun 4.531 rekaman dari basis data. Peneliti menghapus rekaman duplikat dan rekaman yang tidak memenuhi syarat dasar sebelum skrining dimulai. Jumlah rekaman pada setiap tahap tercatat dalam diagram alir PRISMA 2020 (Gambar 1).



Gambar 1. PRISMA 2020 Flow Diagram

Peneliti mencatat jenis dokumen pada setiap rekaman yang mencapai tahap penilaian kelayakan, yaitu artikel jurnal, prosiding, skripsi, tesis, buku, dan situs web. Pencatatan ini memungkinkan penerapan kriteria eksklusi berdasarkan jenis dokumen. Rincian komposisi dokumen tersaji pada bagian hasil seleksi studi.

Kriteria kelayakan dan seleksi studi

Kriteria inklusi mencakup lima syarat. Artikel berupa publikasi jurnal atau prosiding ilmiah yang terbit pada 2017–2026. Teks lengkap artikel dapat diakses. Isi artikel membahas rantai dingin, pendinginan, atau penanganan suhu produk perikanan beserta kaitannya dengan mutu, susut hasil, atau manajemen rantai pasok. Bahasa artikel adalah Indonesia atau Inggris.

Kriteria eksklusi mencakup rekaman duplikat, buku, situs web, skripsi, tesis, dan disertasi. Artikel yang tidak membahas produk perikanan juga dikeluarkan. Artikel tanpa teks lengkap yang dapat diakses tidak diikutsertakan dalam sintesis.

Seleksi berlangsung dalam empat tahap sesuai PRISMA 2020, yaitu identifikasi, skrining, kelayakan, dan inklusi. Tahap identifikasi menghimpun rekaman dari basis data dan menghapus duplikat. Tahap skrining menilai judul dan abstrak, lalu mencari teks lengkap rekaman yang lolos. Tahap kelayakan menilai teks lengkap terhadap kriteria inklusi dan eksklusi. Peneliti menerapkan kriteria tersebut secara konsisten pada setiap tahap. Artikel yang lolos tahap kelayakan masuk sintesis akhir. Rentang tahun terbit artikel terinklusi memenuhi batas sumber maksimal sepuluh tahun terakhir. Seluruh artikel terinklusi memiliki teks lengkap yang dapat diakses.

Ekstraksi data, penilaian kualitas, dan sintesis

Peneliti mengekstraksi sembilan unsur dari setiap artikel, yaitu penulis, tahun, lokasi, komoditas, desain penelitian, ukuran sampel, fokus cold chain, temuan utama, dan keterbatasan. Lembar ekstraksi tersebut menjadi dasar Tabel 2 pada bagian hasil. Peneliti mencatat angka langsung dari teks lengkap artikel, bukan dari ringkasan. Penilaian kualitas dilakukan secara naratif dengan empat pertanyaan. Pertanyaan itu menilai kejelasan tujuan, keterbukaan metode, konsistensi data, dan pengakuan atas keterbatasan studi. Hasil penilaian berfungsi sebagai catatan kehati-hatian, bukan sebagai penentu eksklusi.

Hasil penilaian kualitas memengaruhi cara pelaporan angka. Peneliti melaporkan angka dari artikel yang memuat inkonsistensi internal dengan keterangan sumbernya. Peneliti memperlakukan artikel tinjauan sebagai sumber konsep, bukan sumber angka primer. Sintesis tematik mengelompokkan temuan ke dalam lima tema. Pengelompokan mengikuti pertanyaan penelitian dan kata kunci penelusuran. Setiap tema menggabungkan bukti dari desain berbeda, sehingga kekuatan dan keterbatasan masing-masing desain tampak dalam pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Seleksi Studi

Penelusuran Google Scholar menghimpun 4.531 rekaman. Peneliti menghapus 17 rekaman duplikat dan 71 rekaman sebelum skrining. Tahap skrining memproses 4.443 rekaman. Skrining judul dan abstrak mengeluarkan 3.235 rekaman. Peneliti mencari teks lengkap 1.206 laporan, tetapi 978 laporan tidak dapat diperoleh. Penilaian kelayakan memeriksa 228 laporan.

Penilaian kelayakan mengeluarkan 210 laporan, yaitu 12 laporan yang tidak dapat diakses dan 198 laporan yang tidak relevan. Komposisi 228 laporan tersebut tersaji pada Tabel 1. Kata kunci pertama menyumbang 42 laporan, sedangkan kata kunci kedua dan ketiga menyumbang masing-masing 93 laporan. Artikel jurnal mendominasi dengan 174 laporan, disusul buku 22 laporan, prosiding 13 laporan, situs web dan sumber lain 10 laporan, serta skripsi dan tesis 9 laporan.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Rekaman

Kata Kunci	Total	Artikel	Prosiding	Skripsi/Tesis	Buku	Situs
Cold Chain dan Mutu	42	33	6	3	0	0
Cold Chain dan Susut Hasil	93	64	4	0	15	10
Manajemen dan Efisiensi Cold Chain	93	77	3	6	7	0
Total	**228**	**174**	**13**	**9**	**22**	**10**

Delapan belas artikel memenuhi seluruh kriteria dan masuk sintesis, terdiri atas 16 artikel jurnal dan 2 prosiding. Seluruh 41 laporan non-artikel (22 buku, 10 situs web dan sumber lain, 9 skripsi dan tesis) termasuk di antara 210 laporan yang dikeluarkan. Sebanyak

169 laporan lain, yang terdiri atas 158 artikel jurnal dan 11 prosiding, dikeluarkan karena tidak dapat diakses atau tidak relevan. Gambar 1 menyajikan alur seleksi lengkap.

Karakteristik artikel terinklusi

Delapan belas artikel terinklusi terbit antara 2017 dan 2026. Enam artikel terbit pada 2025, enam artikel pada 2026, tiga artikel pada 2023, dan masing-masing satu artikel pada 2017, 2022, dan 2024. Dua belas artikel berfokus pada konteks Indonesia, satu artikel mengulas negara berkembang secara umum, dan lima artikel berasal dari Ethiopia, Bangladesh, Filipina, dan India.

Desain artikel beragam. Empat artikel menguji mutu dan proses produksi di unit pengolahan atau tempat pendaratan, yaitu Fransisca et al. (2023), Purnamasari et al. (2023), Sela et al. (2023), dan Sari et al. (2025). Dua artikel memakai survei kuantitatif, yaitu Tesfay dan Teferi (2017) serta Haque et al. (2026). Tiga artikel memetakan rantai pasok secara kualitatif, dan satu artikel memakai metode campuran. Tiga artikel memakai simulasi atau penilaian pakar, satu artikel berupa *policy brief*, dan empat artikel berupa tinjauan literatur. Komoditas bahasan meliputi tuna, ikan pelagis kecil, kerapu, cobia, rajungan, ikan budidaya, dan ikan perairan darat. Tuna menjadi komoditas yang paling sering dibahas, yaitu oleh Montojo et al. (2025) serta Wibowo et al. (2024, 2026).

Tabel 2 merangkum karakteristik seluruh artikel. Kekuatan kumpulan bukti ini terletak pada keragaman konteks dan tahap rantai yang tercakup. Kelemahannya terletak pada dominasi studi kasus lokal dan sampel kecil.

Tabel 2. Ringkasan Artikel Terinklusi

No	Penulis (tahun)	Lokasi / komoditas	Desain	Fokus cold chain
1	Tesfay & Teferi (2017)	Ethiopia utara; ikan danau dan bendungan	Survei 254 nelayan, 8 asosiasi	Susut pascapanen; penggunaan es dan pendingin
2	Arista, Jahroh, & Indrawan (2022)	Banten dan Jawa Barat; ikan segar dan beku	Pemetaan rantai nilai	Fasilitas dan aktivitas cold chain per pelaku
3	Fransisca, Isroni, & Sahidu (2023)	TPI Bulu, Tuban; ikan tembang	Uji mutu 90 sampel; inspeksi 21 kapal	Penerapan rantai dingin dan mutu
4	Purnamasari, Fitriyani, & Farida (2023)	Jakarta Utara; fillet cobia beku	Studi kasus industri	Suhu proses, mutu, rendemen
5	Sela, Dharmayanti, & Handoko (2023)	Probolinggo; fillet kerapu beku	Studi kasus industri	Suhu proses, mutu, rendemen

6	Wibowo, Marimin, Machfud, Anggraeni, & Taryono (2024)	Indonesia; agroindustri tuna	SLR, 86 artikel	Metode manajemen cold chain
7	Montojo, Tadifa, Chiuco, Yleaña, Tanangonan, & Banicod (2025)	Filipina, High Seas Pocket 1; tuna	*Policy brief*	Susut, program mutu, pembekuan di kapal
8	Pratama & Firdaus (2025)	Negara berkembang; produk perikanan	Tinjauan literatur, 55 artikel	Tantangan logistik dan operasional
9	Ratna & Erza (2025)	Banyuwangi; ikan tangkap	Kualitatif, 20 partisipan	Kesiapan dan hambatan implementasi
10	Sari, Marimin, Uju, Riani, Sukoraharjo, Hastarini, Priyono, Zulkifli, & Wicaksono (2025)	Rembang; rajungan	Uji laboratorium	Mutu fisikokimia dan mikrobiologi
11	Veena, Sravani, Praneeth, & Kumar (2025)	Global; ikan	Tinjauan naratif	Pembekuan, sensor, IoT
12	Venkatappa, Krishnamma, & Sreedevi (2025)	Global; ikan	Tinjauan naratif	Pengawetan, rantai dingin, ketertelusuran
13	Fauzan, Basir, & Hapri (2026)	Polewali Mandar; perikanan tangkap	Studi kasus kualitatif, 9 informan, SOAR	Distribusi dan titik kritis
14	Haque, Jaman, Hasan, Shahriar, Hasan, Rahman, & Al Jufaili (2026)	Bangladesh; ikan pasar eceran	Survei 45 pengecer, regresi OLS	Determinan susut
15	Ibrahim, Santoso, Mustaniroh, & Astuti (2026)	Indonesia; budidaya	FDM–FDEMATEL, 23 pakar	Prioritas faktor risiko susut
16	Putri, Purwaningsih, Susanto, & Aminatuzzuhra (2026)	Semarang; ikan segar	Simulasi kejadian diskret	Suhu, waktu tunda, mutu
17	Suherman, Damayanti, Nasrida, Ulan, Ardiansyah, & Sundari (2026)	Taman Nasional Sebangau; ikan perairan darat	Metode campuran SWOT–QSPM	Ketiadaan cold chain, strategi
18	Anggraeni, & Taryono (2026)	Indonesia; rantai dingin tuna	SCOR DS, AHP, fuzzy AHP	Kinerja berkelanjutan

Peran cold chain terhadap mutu (RQ1)

Studi mutu di tingkat pendaratan menunjukkan bahwa rantai dingin yang lemah menurunkan kesegaran ikan. Fransisca et al. (2023) menguji 90 sampel ikan tembang di TPI Bulu dan memperoleh nilai organoleptik rata-rata 7,00, tepat pada batas minimum SNI untuk ikan segar. Jumlah koloni bakteri melampaui batas SNI pada hari ketiga, dan suhu ikan rata-rata mencapai 24,05 °C. Inspeksi terhadap 21 kapal purse seine menunjukkan bahwa hanya 30 persen kriteria cara penanganan ikan yang baik terpenuhi.

Simulasi Putri et al. (2026) memperkuat temuan lapangan tersebut. Model rantai distribusi di Semarang menghasilkan pH akhir 7,866 dan nilai organoleptik 1,734 pada skenario tanpa cold chain. Skenario dengan cold chain menghasilkan pH akhir 5,335 dan mempertahankan nilai organoleptik di atas ambang 7 menurut SNI 2729:2013. Waktu tunda terpanjang terjadi pada penyimpanan di pasar tujuan, yaitu 742 menit, dan tahap itu menyumbang penurunan mutu terbesar.

Industri pengolahan beku memperlihatkan mutu yang memenuhi standar ketika rantai dingin terjaga. Purnamasari et al. (2023) mencatat nilai organoleptik bahan baku cobia sebesar 8 dan produk akhir sebesar 9, dengan kadar histamin 5,8 mg/kg. Sela et al. (2023) melaporkan nilai organoleptik 8, angka lempeng total $8{,}3\times10^{4}$ koloni/g, *E. coli* <3 APM/g, *Salmonella* negatif, dan suhu fillet beku di bawah −18 °C. Purnamasari et al. (2023) juga mencatat kenaikan suhu ikan pada beberapa tahap akibat fluktuasi suhu, pendinginan ruang yang kurang, dan penundaan. Mutu produk olahan juga bergantung pada perlakuan suhu setelah pengolahan. Sari et al. (2025) menemukan bahwa daging rajungan yang dikupas di miniplant dan disimpan pada suhu 4 °C memiliki mutu fisik lebih baik daripada daging yang dikupas rumah tangga nelayan. Nilai TVB-N rajungan segar dalam studi itu tidak memenuhi SNI 2354.8:2009. Tinjauan Veena et al. (2025) dan Venkatappa et al. (2025) menegaskan secara konseptual bahwa pendinginan awal, pembekuan cepat, dan penyimpanan stabil menjaga mutu sensori dan nutrisi ikan.

Susut hasil dan faktor penyebabnya (RQ2)

Susut fisik dan susut mutu terjadi di sepanjang rantai, tetapi tingkatnya bergantung pada suhu dan penanganan. Tesfay dan Teferi (2017) mencatat susut fisik sebagai jenis kehilangan yang paling umum, dengan 112,98 kuintal ikan terbuang selama enam bulan pengamatan. Kerugian tersebut bernilai 508.410 birr Ethiopia. Susut di Tekeze yang panas jauh lebih tinggi daripada susut di Danau Hashenge yang sejuk ($t = -3{,}947$; $p < 0{,}01$).

Penggunaan es dan pendingin menentukan besarnya susut. Tesfay dan Teferi (2017) melaporkan bahwa 98,8 persen responden tidak memakai boks pendingin atau es setelah panen, dan 52 persen responden paling sering mengalami kehilangan pada tahap penyimpanan. Haque et al. (2026) menemukan bahwa rasio es terhadap ikan yang optimal dan pencucian ikan sebelum penjualan menurunkan susut secara signifikan di pasar eceran Bangladesh.

Waktu tunda dan skala transaksi memperbesar susut. Haque et al. (2026) menghitung rata-rata kerugian harian sebesar BDT 282,71 per pengecer pada 45 pengecer, dan volume transaksi yang lebih besar serta keterlambatan lelang meningkatkan kerugian tersebut. Montojo et al. (2025) menjelaskan bahwa trip penangkapan di High Seas Pocket 1 berlangsung dua hingga empat minggu, padahal pendinginan es hanya layak kurang dari

dua minggu. Akibatnya, 2.149 MT atau 17,25 persen tangkapan tahun 2019 mengalami penurunan kelas dengan kerugian sebesar USD 4,3 juta. Faktor penyebab susut bersifat sistemik. Ibrahim et al. (2026) menyaring 17 faktor risiko dari 30 kandidat melalui penilaian 23 pakar. Teknik dan peralatan panen, ketersediaan cold chain, serta teknik dan peralatan penanganan muncul sebagai pendorong sebab-akibat terkuat. Faktor lingkungan tidak lolos penyaringan, sehingga para pakar memandang susut lebih dipengaruhi kendala operasional dan infrastruktur yang dapat dikendalikan.

Titik kritis dan hambatan implementasi (RQ3)

Titik kritis rantai dingin terletak pada tahap awal penanganan dan perpindahan produk. Fauzan et al. (2026) mengidentifikasi ketersediaan es, penyimpanan, waktu tunggu, grading, pengangkutan tanpa pendingin aktif, dan pencatatan yang belum lengkap sebagai titik kritis di Polewali Mandar. Ratna dan Erza (2025) menemukan bahwa rantai dingin di Banyuwangi mudah terputus di atas kapal nelayan kecil, saat bongkar di TPI, dan selama pengangkutan lokal.

Hambatan finansial dan infrastruktur menempati urutan teratas. Ratna dan Erza (2025) memaparkan empat hambatan, yaitu keterbatasan modal, pasokan es yang tidak stabil, integrasi antarpelaku yang lemah, dan budaya kerja tradisional. Harga es balok naik hingga 50 persen pada musim puncak tangkapan di Banyuwangi. Pratama dan Firdaus (2025) menyimpulkan bahwa tantangan di negara berkembang mencakup infrastruktur jalan, teknologi, unit transportasi, dan sumber daya manusia. Fasilitas yang tersedia sering belum termanfaatkan secara optimal. Arista et al. (2022) mencatat bahwa pabrik es PPN Karangantu memiliki kapasitas terpasang 30 ton per hari, tetapi produksinya hanya 13 ton per hari, sedangkan kebutuhan nelayan mencapai sekitar 40 ton per hari. Pelaku kecil memakai boks serat atau styrofoam berisi es dengan kendaraan pikap. Pedagang besar memakai truk berpendingin untuk pengiriman ke pasar modern.

Kapasitas sumber daya manusia dan tata kelola memperlemah penerapan standar. Fransisca et al. (2023) menemukan bahwa tidak ada satu pun dari 21 kapal purse seine di Tuban yang memiliki dokumen pengendalian mutu ikan. Tesfay dan Teferi (2017) melaporkan bahwa 79,9 persen responden tidak pernah mengikuti pelatihan mutu dan penanganan ikan. Suherman et al. (2026) menempatkan ketiadaan infrastruktur cold chain sebagai kelemahan kritis rantai pasok ikan perairan darat di sekitar Taman Nasional Sebangau.

Manajemen, kinerja, dan efisiensi rantai dingin (RQ4)

Tata kelola rantai menentukan peluang nelayan kecil menikmati manfaat cold chain. Fauzan et al. (2026) menunjukkan bahwa pengepul mengonsolidasikan pasokan, membiayai operasi, menilai mutu, dan menghubungkan pasar, sementara keterikatan pembiayaan dapat membatasi pilihan pembeli bagi nelayan. Suherman et al. (2026) menemukan pola patron-klien dengan nelayan sebagai penerima harga. Arista et al. (2022) menegaskan bahwa peningkatan penggunaan cold chain memerlukan insentif bagi pelaku dan koordinasi antarpelaku rantai. Pengukuran kinerja memberi gambaran efisiensi rantai dingin secara kuantitatif. Wibowo et al. (2026) menilai kinerja rantai dingin tuna dengan SCOR DS, AHP, dan fuzzy AHP, dengan 19 metrik di tingkat penangkap ikan dan 24 metrik di tingkat agroindustri. Skor kinerja penangkap ikan mencapai 74 persen, sedikit di atas agroindustri

yang mencapai 69,99 persen, dan keduanya masuk kategori sedang. Metrik berkinerja rendah meliputi penurunan kelas, nilai tambah, fleksibilitas arah pasar, dan imbal hasil aset tetap.

Strategi perbaikan menekankan kemitraan dan penguatan kompetensi. Analisis fuzzy AHP Wibowo et al. (2026) memilih kemitraan dan pengembangan kompetensi sebagai opsi untuk meningkatkan metrik berkinerja rendah. Wibowo et al. (2024) menemukan bahwa kajian rantai dingin tuna didominasi metode kuantitatif pada aspek risiko (76 persen), kinerja (58 persen), dan keberlanjutan (92 persen), sedangkan aspek rantai nilai didominasi metode kualitatif deskriptif (89 persen). Ibrahim et al. (2026) menetapkan penanganan awal, kesinambungan cold chain, dan koordinasi teknologi informasi sebagai prioritas intervensi.

Kebijakan dan strategi regional melengkapi perbaikan operasional. Montojo et al. (2025) mengusulkan perubahan ketentuan WCPFC CMM 2023-01 agar kapal pengangkut berpembeku diizinkan, disertai program manajemen mutu, ketertelusuran, insentif fiskal, dan pelatihan berbasis kompetensi. Fauzan et al. (2026) menyarankan standar penanganan, transparansi harga, pemasaran kolektif, dan fasilitas rantai dingin bersama, tetapi menegaskan bahwa urutan usulan itu belum terbukti efektif. Suherman et al. (2026) menempatkan hilirisasi produk pangan berbasis ikan sebagai strategi prioritas dengan skor daya tarik 1,00.

Teknologi dan inovasi pendukung

Teknologi pembekuan dan pendinginan berkembang untuk menjaga mutu pada rantai yang panjang. Veena et al. (2025) mengulas pembekuan cepat per individu (IQF), pembekuan kriogenik, super-chilling, dan pembekuan berbantuan ultrasonik yang memperbaiki tekstur, menekan kehilangan nutrisi, dan memperpanjang umur simpan. Venkatappa et al. (2025) membahas teknik pendinginan, pembekuan, glazing, dan pengeringan beserta inovasi pembekuan terbaru. Pemantauan suhu dan ketertelusuran menjadi penghubung antartahap rantai. Veena et al. (2025) dan Venkatappa et al. (2025) menguraikan sensor pintar, IoT, dan pencatatan data sebagai alat pemantau mutu dan ketertelusuran. Montojo et al. (2025) mengusulkan pencatat suhu, penandaan RFID atau barcode, dan platform blockchain terintegrasi IoT untuk memantau data waktu dan suhu secara langsung. Ratna dan Erza (2025) menyatakan bahwa ketiadaan sistem pemantauan suhu terpadu menyebabkan rantai dingin terputus di beberapa tahap.

Hambatan adopsi teknologi tetap besar di negara berkembang. Pratama dan Firdaus (2025) menyatakan bahwa biaya investasi dan operasional yang tinggi menghalangi penerapan teknologi cold chain. Montojo et al. (2025) menambahkan bahwa konektivitas internet di pelabuhan terpencil dan di laut, serta biaya perangkat keras dan pelatihan, menghambat sistem digital. Veena et al. (2025) dan Venkatappa et al. (2025) mencatat konsumsi energi dan kesenjangan infrastruktur sebagai tantangan keberlanjutan. Inovasi sederhana yang kontekstual tetap relevan bagi rantai skala kecil. Suherman et al. (2026) mencatat inovasi *live storage* adaptif sebagai kekuatan lokal di kawasan Sebangau. Fauzan et al. (2026) menunjukkan bahwa boks berinsulasi, es, dan freezer milik pengepul sudah dipakai, dan pengelolaan fasilitas yang ada perlu menyertai pembangunan fasilitas baru. Montojo et al. (2025) mengaitkan modernisasi dengan pendingin hijau, seperti pendingin tenaga surya dan material perubah fasa.

Sintesis peran cold chain terhadap mutu dan susut

Temuan lintas artikel menunjukkan bahwa suhu dan waktu tunda menjadi dua penentu utama mutu dan susut. Simulasi Putri et al. (2026), uji mutu Fransisca et al. (2023), dan survei Tesfay dan Teferi (2017) menunjukkan arah yang sama, yaitu penurunan mutu dan peningkatan susut ketika ikan bertahan lama pada suhu lingkungan. Konsistensi arah ini lebih kuat daripada konsistensi angka, karena metode, komoditas, dan satuan ukur tiap studi berbeda. Industri pengolahan formal memperlihatkan bahwa cold chain yang terkelola menghasilkan mutu sesuai standar. Purnamasari et al. (2023) dan Sela et al. (2023) melaporkan mutu organoleptik dan mikrobiologi yang memenuhi standar pada unit pengolahan beku. Rantai skala kecil dan pasar tradisional justru memperlihatkan pemutusan rantai dingin, seperti terlihat pada Fransisca et al. (2023), Ratna dan Erza (2025), serta Arista et al. (2022). Kesenjangan itu menandakan bahwa persoalan utama terletak pada tata kelola dan akses, bukan pada pengetahuan teknis semata.

Hambatan finansial, ketersediaan es, dan kapasitas manusia saling berkaitan. Ibrahim et al. (2026) memetakan hubungan sebab-akibat yang menempatkan keterbatasan cold chain dan peralatan penanganan sebagai pendorong utama. Wibowo et al. (2026) menunjukkan bahwa kemitraan dan kompetensi dapat memperbaiki metrik berkinerja rendah. Kedua temuan ini mendukung pandangan bahwa investasi alat perlu disertai pelatihan dan koordinasi pelaku. Implikasi praktis mencakup tiga hal. Pemerintah daerah dan pengelola pelabuhan perlu menjamin pasokan es yang stabil dan kapasitas penyimpanan pada musim puncak. Pelaku rantai perlu menyeragamkan standar penanganan dan pencatatan suhu. Pembuat kebijakan perlu memasangkan insentif dengan pelatihan, seperti diusulkan oleh Montojo et al. (2025) dan Ratna dan Erza (2025).

Keterbatasan tinjauan dan agenda penelitian

Bukti yang terhimpun bersifat heterogen dan berskala lokal. Sebagian besar artikel berupa studi kasus tunggal atau survei dengan sampel kecil, misalnya sembilan informan pada Fauzan et al. (2026), 20 partisipan pada Ratna dan Erza (2025), dan 45 pengecer pada Haque et al. (2026). Fauzan et al. (2026) sendiri menegaskan bahwa temuan mereka tidak digeneralisasikan secara statistik.

Beberapa artikel memuat keterbatasan metodologis yang memengaruhi pembacaan angka. Putri et al. (2026) tidak memodelkan fluktuasi suhu secara eksplisit dan hanya memvalidasi model dengan percobaan sekitar 10 jam pada suhu ruang. Fauzan et al. (2026) mengukur efisiensi secara kualitatif tanpa rasio biaya atau susut. Wibowo et al. (2026) mengakui keterbatasan waktu dan cakupan geografis pengumpulan data.

Tinjauan ini memiliki keterbatasan sendiri. Penelusuran hanya memakai Google Scholar dengan tiga kata kunci, sehingga artikel pada basis data lain tidak terjaring. Sebanyak 978 laporan tidak dapat diperoleh teks lengkapnya dan 12 laporan tidak dapat diakses, sehingga bukti pada laporan tersebut tidak masuk sintesis. Seleksi dan penilaian kualitas bersifat naratif tanpa skor baku. Pengecualian buku, skripsi, dan tesis membuat literatur kelabu tidak terwakili.. Studi evaluasi sebelum dan sesudah intervensi perlu menguji klaim efektivitas yang selama ini bersifat usulan, seperti dicatat Fauzan et al. (2026). Kajian biaya-manfaat cold chain skala kecil perlu mencakup komoditas lain, termasuk rajungan dan ikan budidaya (Ibrahim et al., 2026).

SIMPULAN

Tinjauan terhadap 18 artikel menunjukkan bahwa cold chain berperan menjaga mutu ikan dengan menekan kenaikan suhu dan waktu tunda sejak penangkapan hingga penjualan. Bukti dari simulasi, uji lapangan, dan industri pengolahan konsisten dalam arah, walaupun angkanya tidak sebanding antarstudi. Susut hasil berkaitan erat dengan penggunaan es dan pendingin, waktu tunda, dan skala transaksi. Besaran susut berkisar dari beberapa persen pada data sekunder hingga sekitar 40 persen pada estimasi rantai dingin yang belum optimal, bergantung pada konteks. Hambatan terbesar mencakup modal, pasokan es, kapasitas sumber daya manusia, koordinasi pelaku, dan tata kelola rantai yang timpang. Perbaikan yang efektif memadukan infrastruktur, pelatihan, kemitraan, dan pemantauan suhu. Literatur masih didominasi studi kasus lokal. Penelitian berikutnya perlu melakukan pengukuran langsung dan evaluasi intervensi agar klaim efektivitas cold chain berbasis bukti terukur.

DAFTAR PUSTAKA

Arista, G. S., Jahroh, S., & Indrawan, D. (2022). Mapping Fisheries Cold Chain In Western Java Using A Value Chain Perspective. *Jurnal Manajemen & Agribisnis, 19*(1), 129–138. Https://Doi.Org/10.17358/Jma.19.1.129

Fauzan, M., Basir, B., & Hapri, M. A. (2026). Pemetaan Manajemen Rantai Pasok Dan Perumusan Strategi Efisiensi Distribusi Logistik Perikanan Tangkap Di Kabupaten Polewali Mandar. *Global Leadership Organizational Research In Management, 4*(4), 252–264. Https://Doi.Org/10.59841/Glory.V4i4.4163

Fransisca, F., Isroni, W., & Sahidu, A. M. (2023). Analisis Mutu Ikan Tembang (*Sardinella Fimbriata*) Di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Bulu, UPT PPP Bulu, Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 29*(3), 140–146. Https://Doi.Org/10.15578/Jppi.29.3.2023.140-146

Haque, S. A., Jaman, A., Hasan, M. S., Shahriar, F., Hasan, M. M., Rahman, M. C., & Al Jufaili, S. M. (2026). Determinants Of Post-Harvest Fish Losses In Retail Markets Of Bangladesh. *Discover Sustainability, 7*, Article 744. Https://Doi.Org/10.1007/S43621-026-03319-1

Ibrahim, M. F., Santoso, I., Mustaniroh, S. A., & Astuti, R. (2026). Hierarchical Causal Mapping And Prioritisation Of Post-Harvest Fish Losses Risk In Aquaculture Supply Chain Using An Integrated FDM-FDEMATEL. *Agricultural Engineering, 30*(1), 163–185. Https://Doi.Org/10.2478/Agriceng-2026-0011

Montojo, U., Tadifa, G., Chiuco, M., Yleaña, J., Tanangonan, I., & Banicod, R. J. (2025). Policy Brief Mitigating Postharvest Losses In The High Seas: Strategic Interventions For Sustainable Tuna Fisheries. *Frontiers In Marine Science, 12*, Article 1602869. Https://Doi.Org/10.3389/Fmars.2025.1602869

Page, M. J., Mckenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., Mcdonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 Statement: An Updated

Guideline For Reporting Systematic Reviews. *BMJ, 372*, Article N71. Https://Doi.Org/10.1136/Bmj.N71

Pratama, A., & Firdaus, R. O. (2025). Logistical And Operational Challenges In Cold Chain Systems For Fishery Products In Developing Countries: A Literature Review. *Jurnal Akuntansi, Ekonomi Dan Manajemen Bisnis, 13*(2), 234–245. Https://Doi.Org/10.30871/Jaemb.V13i2.11583

Purnamasari, H. B., Fitriyani, E., & Farida, L. (2023). Proses Pengolahan Fillet Cobia (*Rachycentron Canadum*) Skinless Beku Di PT. Mahkota Samudera Jaya, Muara Baru – Jakarta Utara. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam, 5*(1), 63–72. Https://Doi.Org/10.15578/Bjsj.V5i1.10785

Putri, A. A. A., Purwaningsih, R., Susanto, N., & Aminatuzzuhra. (2026). Effect Of Temperature And Time On Organoleptic And Ph Of Fish In Simulated Cold Chain Distribution. *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science, 1650*, Article 012008. Https://Doi.Org/10.1088/1755-1315/1650/1/012008

Ratna, A. P. M., & Erza, M. (2025). Analisis Kesiapan Dan Hambatan Implementasi Sistem Cold Chain Pada Distribusi Ikan Tangkap. *Jurnal Hasil Penelitian Dan Pengembangan, 3*(1), 1–9. Https://Jurnalcendekia.Id/Index.Php/Jhpp

Sari, R. N., Marimin, Uju, Riani, E., Sukoraharjo, S. S., Hastarini, E., Priyono, F. E., Zulkifli, S., & Wicaksono, A. (2025). Mutu Fisikokimia Dan Mikrobiologi Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Hasil Tangkapan Di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 28*(1), 91–108. Https://Doi.Org/10.17844/Jphpi.V28i1.57136

Sela, D. T., Dharmayanti, N., & Handoko, Y. P. (2023). Proses Pengolahan Fillet Ikan Kerapu (*Epinephelus* Spp.) Beku Di PT. Sukses Lautan Indonesia, Probolinggo – Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia Ke-24*, 449–461. Https://Doi.Org/10.15578/Psnp.13980

Suherman, Damayanti, N. E., Nasrida, M. F., Ulan, Ardiansyah, D., & Sundari, U. Y. (2026). Dinamika Rantai Pasok Industri Perikanan Di Kawasan Taman Nasional Sebangau Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Pangan Regional. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JURKAMI), 11*(1), 187–201. Https://Doi.Org/10.31932/Jpe.V11i1.5842

Tesfay, S., & Teferi, M. (2017). Assessment Of Fish Post-Harvest Losses In Tekeze Dam And Lake Hashenge Fishery Associations: Northern Ethiopia. *Agriculture & Food Security, 6*, Article 4. Https://Doi.Org/10.1186/S40066-016-0081-5

Veena, M., Sravani, K., Praneeth, A., & Kumar, S. J. R. (2025). Recent Advances In Fish Freezing Technologies And Cold Chain Management: Ensuring Quality From Catch To Consumer. *International Journal Of Veterinary Sciences And Animal Husbandry, SP-10*(6), 21–30. Https://Doi.Org/10.22271/Veterinary.2025.V10.i6Sa.2340

Venkatappa, Krishnamma, P. N., & Sreedevi, M. S. (2025). Advances In Fish Preservation And Cold Chain Management: A Comprehensive Review. *Journal Of Advances In Biology & Biotechnology, 28*(12), 213–226. Https://Doi.Org/10.9734/Jabb/2025/V28i123376

Wibowo, R. B. T. J., Marimin, Machfud, Anggraeni, E., & Taryono. (2024). Sustainable Cold Supply Chain Management Of Tuna Agro-Industry: A Systematic Literature Review

And Future Research. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 27*(9), 847–871. Https://Doi.Org/10.17844/Jphpi.V27i9.54575

Wibowo, R. B. T. J., Marimin, Machfud, Anggraeni, E., & Taryono. (2026). Managing Sustainability Improvement Of The Tuna Cold Chain Through Integrated Performance Measurement Using SCOR DS, AHP, And Fuzzy AHP. *International Journal Of The Analytic Hierarchy Process, 18*(2). Https://Doi.Org/10.13033/Ijahp.V18i2.1412