

Manajemen Risiko Ekspor di Tengah Fluktuasi Komoditas Perikanan: Tinjauan Pustaka atas Peran Kebijakan Publik

Mohammad Khusnul Milad M.MT

Alifia Rohmah Putri, Hanim Nurma Hestin, Ahmad Ishomuddin, Ahmad Fery Hanafi

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

alifiarahmaputri46@gmail.com, hanimnrma@gmail.com, ahmadisomuddinalhadiq@gmail.com

feryhanafi10@gmail.com

Abstract

Sektor perdagangan internasional saat ini menghadapi kerentanan dan fluktuasi kinerja ekspor komoditas perikanan akibat dinamika pasar global, kegagalan sistem rantai dingin, dan ketidakpatuhan standar kelayakan mutu teknis. Mengatasi keterbatasan studi terdahulu yang cenderung reaktif dan terfragmentasi, penelitian ini bertujuan menganalisis spektrum risiko ekspor, mengkaji dampak kerugian, membedah peran kebijakan publik sebagai mitigasi, serta merumuskan manuver strategis untuk menjamin stabilitas daya saing. Metode kualitatif melalui tinjauan pustaka digunakan dengan menganalisis dokumen data sekunder dari artikel publikasi rentang tahun 2021-2025 pada basis data Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect menggunakan teknik analisis isi secara deskriptif-analitis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko ekspor sangat dipengaruhi oleh kepatuhan standar mutu keamanan pangan internasional dan keandalan rantai dingin, melampaui isu fluktuasi harga komersial. Keberhasilan mitigasi bertumpu pada instrumen kebijakan strategis pemerintah daerah seperti fasilitasi sertifikasi, pembangunan infrastruktur, dan hilirisasi industri serta penerapan sistem peringatan dini lintas-komoditas berbasis integrasi data. Kesimpulannya, penelitian ini berkontribusi pendekatan manajemen risiko holistik yang bergeser dari evaluatif pasca jadian menjadi proaktif-preventif. Penelitian lanjutan disarankan untuk menggunakan data primer melalui survei kepada pelaku usaha dan instansi pemerintah, menguji sinkronisasi kebijakan pusat-daerah, serta mengaplikasikan model peringatan dini pada sektor non-perikanan.

Keywords: Manajemen risiko ekspor; fluktuasi komoditas perikanan; kebijakan publik; komoditas perikanan; fluktuasi perdagangan

INTRODUCTION

Sektor perdagangan internasional saat ini menghadapi tantangan signifikan berupa tingginya kerentanan dan fluktuasi kinerja ekspor komoditas perikanan akibat dinamika pasar global yang semakin kompleks (Wardani et al., 2025). Ketidakstabilan volume dan nilai perdagangan ini menuntut adanya penerapan manajemen risiko ekspor yang terstruktur untuk melindungi para pelaku usaha dari potensi kerugian finansial berskala besar (Aqil et al., 2025). Manajemen risiko tersebut tidak dapat hanya diserahkan pada mekanisme pasar bebas, melainkan membutuhkan intervensi strategis yang terkoordinasi dari berbagai pemangku kepentingan (Zebua et al., 2025). Dalam konteks ini, kebijakan publik yang dirumuskan oleh instansi pemerintah daerah, seperti Dinas Perindustrian dan Perdagangan, memegang peranan krusial sebagai instrumen mitigasi utama (Rahayu & Daspar, 2025). Intervensi kebijakan publik yang adaptif diharapkan mampu

memitigasi ketidakstabilan rantai pasok sekaligus menjaga konsistensi daya saing perdagangan produk perikanan lokal di kancah internasional (Irwandi et al., 2023). Oleh karena itu, optimalisasi peran instansi pemerintah melalui regulasi dan program pendampingan menjadi landasan esensial untuk meredam dampak negatif dari volatilitas pasar global terhadap komoditas perikanan unggulan (Wardani et al., 2025).

Tingginya kerentanan dalam aktivitas ekspor komoditas perikanan terbukti secara kuantitatif melalui rekam jejak data perdagangan yang memperlihatkan tren volatilitas nyata dalam beberapa tahun terakhir (Rahayu & Daspar, 2025). Berdasarkan data makro, performa total nilai ekspor produk perikanan sempat mencatatkan penguatan pada angka USD 6.242.084,72 pada tahun 2022, namun mengalami kontraksi signifikan menjadi USD 5.630.946,74 pada tahun 2023 (Irwandi et al., 2023). Kerentanan pada level mikro terlihat lebih ekstrem pada komoditas spesifik, seperti lobster, yang nilai ekspornya melonjak drastis hingga USD 91.794,60 pada tahun 2024 sebelum terkoreksi tajam menjadi USD 78.051,61 pada tahun 2025 (Wardani et al., 2025). Tren penyusutan serupa juga dialami oleh komoditas bawal, di mana nilai perdagangan internasionalnya menurun dari USD 35.298,76 pada tahun 2024 menjadi USD 22.016,95 pada tahun 2025 (Aqil et al., 2025). Secara kualitatif, literatur kepabeanaan internasional menggarisbawahi bahwa fluktuasi tajam ini berakar pada tingginya ketidakpastian kondisi pasar global serta semakin ketatnya pemberlakuan standar kepatuhan teknis (Zebua et al., 2025). Salah satu standar yang paling memengaruhi stabilitas pengiriman komoditas perikanan adalah protokol kelayakan kualitas yang tercakup dalam kebijakan *Sanitary and Phytosanitary* di negara tujuan (Rahayu & Daspar, 2025).

Tingginya kerentanan dalam aktivitas ekspor komoditas perikanan terbukti secara kuantitatif melalui rekam jejak data perdagangan yang memperlihatkan tren volatilitas nyata dalam beberapa tahun terakhir (Rahayu & Daspar, 2025). Berdasarkan data makro, performa total nilai ekspor produk perikanan sempat mencatatkan penguatan pada angka USD 6.242.084,72 pada tahun 2022, namun mengalami kontraksi signifikan menjadi USD 5.630.946,74 pada tahun 2023 (Irwandi et al., 2023). Kerentanan pada level mikro terlihat lebih ekstrem pada komoditas spesifik, seperti lobster, yang nilai ekspornya melonjak drastis hingga USD 91.794,60 pada tahun 2024 sebelum terkoreksi tajam menjadi USD 78.051,61 pada tahun 2025 (Wardani et al., 2025). Tren penyusutan serupa juga dialami oleh komoditas bawal, di mana nilai perdagangan internasionalnya menurun dari USD 35.298,76 pada tahun 2024 menjadi USD 22.016,95 pada tahun 2025 (Aqil et al., 2025). Secara kualitatif, literatur kepabeanaan internasional menggarisbawahi bahwa fluktuasi tajam ini berakar pada tingginya ketidakpastian kondisi pasar global serta semakin ketatnya pemberlakuan standar kepatuhan teknis (Zebua et al., 2025). Salah satu standar yang paling mempengaruhi stabilitas pengiriman komoditas perikanan adalah protokol kelayakan kualitas yang tercakup dalam kebijakan *Sanitary and Phytosanitary* di negara tujuan (Rahayu & Daspar, 2025).

Dampak dari pengetatan standar kelayakan pangan tersebut secara langsung memunculkan fenomena penolakan ekspor secara sepihak di berbagai pelabuhan negara tujuan utama, seperti Amerika Serikat, Jepang, dan kawasan Uni Eropa (Wardani et al., 2025). Proses penolakan ini umumnya berawal ketika eksportir lokal mengirimkan kontainer berisi produk udang beku atau ikan fillet, yang kemudian menjalani tahap inspeksi ketat oleh otoritas karantina dan keamanan pangan setempat (Aqil et al., 2025). Dalam proses pemeriksaan tersebut, otoritas kepabeanan kerap menemukan jejak residu antibiotik atau kandungan logam berat yang melebihi ambang batas toleransi internasional (Rahayu & Daspar, 2025). Selain masalah kandungan bahan kimia, penolakan juga sering kali dipicu oleh kegagalan sistem rantai dingin selama masa transit laut yang secara drastis menurunkan kualitas sanitasi produk perikanan tersebut (Zebua et al., 2025). Akibat temuan ini, kontainer ditolak masuk sehingga barang harus dikembalikan ke negara asal atau segera dimusnahkan, yang menyebabkan eksportir lokal menanggung kerugian logistik mencapai miliaran rupiah (Irwandi et al., 2023). Secara agregat, kejadian penolakan barang dan pencantuman nama perusahaan ke dalam daftar hitam oleh pembeli internasional ini langsung berkontribusi pada defisit volume ekspor bulanan suatu daerah secara masif (Aqil et al., 2025).

Kajian mengenai manajemen risiko fluktuasi komoditas sebenarnya telah menjadi subjek analisis dalam berbagai literatur terdahulu, meskipun dengan objek penelitian dan cakupan kebijakan yang bervariasi (Zebua et al., 2025). Sebagai acuan teoretis, Zebua et al. (2025) menganalisis strategi mitigasi dalam mengantisipasi fluktuasi harga komoditas agrikultur di wilayah urban dengan menyoroti faktor alam, dinamika pasar, serta respons kebijakan pemerintah sebagai variabel utama. Berdasarkan hasil riset tersebut, stabilitas produksi hulu, diversifikasi produk, serta penguatan literasi bagi produsen direkomendasikan sebagai landasan utama dalam meredam dampak volatilitas komoditas (Aqil et al., 2025). Pada sektor perikanan yang lebih spesifik, Irwandi et al. (2023) telah mengkaji tren harga udang vannamei di daerah pesisir, yang menunjukkan tingkat kerentanan ekstrem akibat ketimpangan antara jumlah produksi dan permintaan pasar. Kajian konseptual lainnya juga menemukan bahwa harga input produksi serta instabilitas nilai tukar memiliki korelasi langsung terhadap pergerakan daya saing ekspor produk perikanan di tengah krisis global (Rahayu & Daspar, 2025). Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah memetakan elemen risiko secara mendetail, sebagian besar pendekatan tersebut masih terbatas pada evaluasi pascajadian dan cenderung memisahkan antara analisis tren pasar dengan implementasi regulasi publik secara holistik (Wardani et al., 2025).

Menyambung telaah literatur tersebut, terdapat kesenjangan penelitian yang mendasar di mana studi-studi terdahulu seperti Irwandi et al. (2023) masih berfokus pada analisis evaluatif usai kejadian tanpa menawarkan model peringatan dini berbasis data waktu nyata. Kealpaan pemanfaatan integrasi data secara berkala ini menjadi kelemahan krusial ketika dihadapkan pada fakta empiris berupa kontraksi nilai ekspor dan volatilitas ekstrem komoditas lobster periode tahun terbaru yang membutuhkan sistem pencegahan cepat (Wardani et al., 2025). Selanjutnya,

literatur manajemen risiko ekspor selama ini terlalu berfokus pada tataran makro dalam memandang regulasi, sehingga sering mengabaikan tantangan sinkronisasi data antarbidang di tingkat instansi daerah yang justru berhadapan langsung dengan eksportir lokal (Rahayu & Daspar, 2025). Kesenjangan lainnya terlihat dari pendekatan studi sebelumnya yang cenderung membedah hambatan operasional secara terfragmentasi per komoditas tunggal, alih-alih merumuskan manajemen risiko lintas-komoditas perikanan dalam satu payung kebijakan publik terpadu (Aqil et al., 2025). Secara lebih spesifik, analisis mitigasi konvensional yang direpresentasikan oleh Zebua et al. (2025) gagal memasukkan variabel perlindungan kelayakan mutu teknis yang menjadi akar utama fenomena insiden penolakan ekspor. Selain minimnya kajian terkait standarisasi kelayakan sanitasi fisik, literatur manajemen risiko perdagangan internasional saat ini juga belum mengeksplorasi peran penguatan reputasi melalui strategi pemanfaatan teknologi digital sebagai perisai mitigasi tambahan bagi pelaku usaha menengah (Wardani et al., 2025).

Berdasarkan fakta volatilitas komoditas perikanan dan celah analisis yang belum terakomodasi dalam studi terdahulu, penelitian tinjauan pustaka ini dirumuskan secara khusus untuk menjawab kebutuhan integrasi data dalam memitigasi hambatan operasional perdagangan internasional (Wardani et al., 2025). Tujuan pertama dari pelaksanaan kajian kepustakaan ini adalah menganalisis spektrum risiko ekspor yang timbul secara spesifik akibat fluktuasi komoditas perikanan unggulan serta memetakan faktor-faktor pemicu utamanya di level global (Aqil et al., 2025). Selanjutnya, penelitian ini juga diarahkan untuk mengkaji secara komprehensif mengenai seberapa besar dampak fluktuasi komoditas laut terhadap rasio keberhasilan aktivitas pengiriman serta performa indikator ekspor di suatu wilayah regional (Rahayu & Daspar, 2025). Secara operasional institusional, tujuan kajian ini adalah membedah sekaligus menganalisis peran kebijakan publik yang dirumuskan oleh dinas terkait dalam upaya menciptakan mekanisme peredaman risiko komersial yang adaptif (Irwandi et al., 2023). Analisis fungsional dari instansi tersebut akan dititikberatkan pada kemampuan pemerintah daerah dalam menjembatani kesenjangan antara regulasi karantina nasional dengan keterbatasan kapasitas teknis pelaku usaha hulu (Zebua et al., 2025). Melalui sintesis berbagai rujukan teoretis, tujuan akhir dari penulisan artikel ini adalah mengevaluasi ragam manuver strategis yang dapat menjamin keberlangsungan stabilitas daya saing ekspor untuk merumuskan landasan pengambilan kebijakan publik (Aqil et al., 2025).

Proses sintesis temuan empiris yang berakar pada penyelesaian kesenjangan pemanfaatan data dalam literatur sebelumnya diharapkan mampu memberikan jangkauan kontribusi teoretis sekaligus implikasi praktis yang dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya (Wardani et al., 2025). Secara ontologis dan teoretis, studi komprehensif ini dirancang untuk memperkaya kajian akademik multidisiplin di bidang manajemen risiko, tata niaga internasional, dan kebijakan publik melalui elaborasi kerangka pencegahan krisis (Rahayu & Daspar, 2025). Analisis integratif ini juga

diproyeksikan mampu menjadi landasan pemikiran yang kokoh mengenai mekanisme intervensi birokrasi dalam meredam gejolak nilai komoditas, sekaligus menjadi referensi primer bagi para peneliti di masa mendatang (Aqil et al., 2025). Dari dimensi aplikasi praktis lapangan, kerangka tata laksana mitigasi yang direkomendasikan bertujuan kuat untuk membekali entitas pengeksportir dan aparat pengawas dengan kewaspadaan taktis berbasis integrasi intelijen pasar (Irwandi et al., 2023). Implementasi sistematis dari rancangan strategi tersebut diyakini akan secara langsung mendukung tahapan pengambilan keputusan birokrasi yang lebih terarah, efisien, dan efektif dalam mengatasi turbulensi harga produk kelautan (Zebua et al., 2025). Pada puncak pencapaiannya, seluruh penjabaran penelitian ini ditekankan untuk mendorong terciptanya sinergi kuat demi mempertahankan hegemoni daya saing ekspor, meminimalkan ancaman kebangkrutan eksportir, serta mengamankan stabilitas mata pencaharian komunitas pesisir (Wardani et al., 2025).

LITERATURE REVIEW

Manajemen Risiko dan Fluktuasi Komoditas

Manajemen risiko merupakan serangkaian proses yang dilakukan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan berbagai ketidakpastian yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan organisasi. Dalam perdagangan internasional, risiko sering muncul akibat volatilitas harga komoditas dan perubahan nilai tukar yang berdampak langsung terhadap daya saing produk ekspor. Penelitian yang dilakukan oleh Rossanto Dwi Handoyo, Agustin Dwi Prihandika Sari, Kabiru Hannafi Ibrahim, dan Tamat Sarmidi (2022) menunjukkan bahwa volatilitas nilai tukar rupiah berpengaruh terhadap kinerja ekspor komoditas utama Indonesia ke negara-negara anggota Organisasi Kerja Sama Islam (OKI). Temuan tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai tukar dan harga komoditas dapat meningkatkan ketidakpastian perdagangan sehingga diperlukan strategi mitigasi risiko yang efektif untuk menjaga stabilitas ekspor.

Dalam konteks komoditas perikanan, risiko pasar menjadi salah satu tantangan utama karena harga produk perikanan sangat dipengaruhi oleh kondisi permintaan global, perubahan biaya produksi, serta dinamika perdagangan internasional. Oleh karena itu, manajemen risiko diperlukan untuk membantu pelaku usaha mengantisipasi dampak fluktuasi pasar dan mempertahankan keberlanjutan aktivitas ekspor.

Ekspor Perikanan Indonesia

Sektor perikanan merupakan salah satu sektor unggulan yang berkontribusi terhadap ekspor nonmigas Indonesia. Komoditas utama yang mendominasi ekspor perikanan Indonesia meliputi udang, tuna, rumput laut, kepiting, dan lobster. Namun, perkembangan ekspor perikanan masih menunjukkan fluktuasi baik dari sisi volume maupun nilai ekspor karena

dipengaruhi oleh kondisi pasar internasional, perubahan permintaan, serta tingkat daya saing produk.

Penelitian yang dilakukan oleh Lusy Rahmawati dan Tintin Sarianti (2024) menunjukkan bahwa Indonesia merupakan salah satu produsen tuna terbesar di dunia, tetapi belum menjadi eksportir tuna terbesar. Hasil penelitian tersebut menemukan bahwa Indonesia memiliki keunggulan komparatif pada sebagian besar produk tuna yang diekspor, namun masih menghadapi persaingan ketat dari negara lain seperti Thailand dan Ekuador. Penelitian tersebut juga menekankan pentingnya investasi pada teknologi pascapanen, diversifikasi produk, dan peningkatan kualitas untuk memperkuat daya saing ekspor tuna Indonesia.

Temuan serupa disampaikan oleh Toni Rudi Hartanto, Suharno, dan Burhanuddin (2021) yang menyatakan bahwa kelompok komoditas tuna, cakalang, dan tongkol memiliki potensi besar dalam perdagangan internasional karena Indonesia merupakan salah satu produsen terbesar dunia. Namun, peningkatan daya saing ekspor tetap memerlukan strategi yang mampu merespons perubahan pasar global secara cepat dan efektif.

Risiko dalam Ekspor Komoditas Perikanan

Risiko dalam ekspor komoditas perikanan tidak hanya berasal dari fluktuasi harga dan permintaan pasar, tetapi juga dari aspek kualitas produk dan pemenuhan standar internasional. Negara tujuan ekspor umumnya menerapkan persyaratan ketat terkait keamanan pangan, ketertelusuran produk, dan standar mutu yang harus dipenuhi oleh eksportir.

Kegagalan memenuhi standar tersebut dapat menyebabkan penolakan produk ekspor yang berdampak pada kerugian ekonomi serta menurunkan reputasi produk perikanan Indonesia di pasar internasional. Selain itu, peningkatan aktivitas ekspor yang tidak diimbangi dengan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan berpotensi menimbulkan risiko eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya perikanan. Oleh karena itu, pengelolaan risiko dalam sektor perikanan perlu mempertimbangkan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan secara bersamaan.

Selain faktor kualitas, keberlanjutan sumber daya juga menjadi isu penting dalam perdagangan perikanan global. Berbagai negara tujuan ekspor semakin menuntut praktik perikanan yang berkelanjutan sebagai syarat akses pasar. Kondisi ini mendorong pelaku usaha untuk menerapkan praktik produksi yang lebih bertanggung jawab guna menjaga keberlanjutan ekspor dalam jangka panjang.

Kebijakan Publik dan Mitigasi Risiko

Kebijakan publik memiliki peran penting dalam mengurangi risiko yang dihadapi pelaku ekspor perikanan. Pemerintah dapat menerapkan berbagai instrumen kebijakan seperti

penguatan infrastruktur logistik, pengembangan rantai dingin (*cold chain*), peningkatan kualitas produk, fasilitasi sertifikasi ekspor, serta diversifikasi pasar tujuan ekspor.

Menurut Achmad Andriyanto (2025), peningkatan nilai tambah produk perikanan melalui hilirisasi industri pengolahan dapat meningkatkan daya saing ekspor sekaligus mengurangi ketergantungan pada ekspor bahan mentah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi besar untuk meningkatkan nilai ekspor melalui pengembangan industri pengolahan perikanan dan peningkatan kualitas produk ekspor.

Selain itu, penelitian oleh Hari Sedani dan Rizqi Muttaqin (2026) menunjukkan bahwa daya saing ekspor udang Indonesia mengalami penurunan dalam beberapa tahun terakhir sehingga diperlukan reformasi dalam efisiensi produksi, penguatan kualitas, diversifikasi pasar, dan pengembangan infrastruktur perdagangan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa dukungan kebijakan pemerintah menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan dan daya saing ekspor komoditas perikanan Indonesia.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa kebijakan publik berperan sebagai instrumen strategis dalam manajemen risiko ekspor komoditas perikanan. Kebijakan yang adaptif dan berkelanjutan dapat membantu pelaku usaha menghadapi fluktuasi harga, perubahan permintaan pasar, serta berbagai hambatan perdagangan internasional sehingga daya saing ekspor perikanan Indonesia dapat terus ditingkatkan.

METHODS

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode literature review atau tinjauan pustaka. Metode literature review merupakan pendekatan penelitian yang dilakukan dengan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai hasil penelitian terdahulu untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai suatu topik penelitian (Booth et al., 2021). Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada kajian manajemen risiko ekspor di tengah fluktuasi komoditas perikanan serta peran kebijakan publik dalam mengurangi dampak risiko yang ditimbulkan. Melalui metode ini, berbagai hasil penelitian dan dokumen kebijakan dapat dianalisis secara sistematis untuk menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai fenomena yang diteliti. Desain penelitian yang digunakan adalah deskriptif-analitis, yaitu mendeskripsikan dan menganalisis berbagai temuan yang diperoleh dari literatur yang relevan sehingga dapat memberikan gambaran mengenai hubungan antara fluktuasi komoditas perikanan, risiko ekspor, dan kebijakan publik.

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Tahap pertama adalah identifikasi masalah penelitian yang berkaitan dengan risiko ekspor akibat fluktuasi komoditas perikanan. Tahap kedua dilakukan penelusuran literatur melalui berbagai sumber

ilmiah yang relevan, seperti jurnal nasional dan internasional, artikel penelitian, laporan pemerintah, serta dokumen kebijakan. Literatur yang digunakan dalam penelitian ini merupakan publikasi ilmiah yang diterbitkan pada periode 2021-2025 dan diperoleh melalui basis data akademik terpercaya, yaitu Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect. Pemilihan rentang waktu tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa data dan informasi yang dianalisis mencerminkan perkembangan penelitian terkini terkait manajemen risiko ekspor, fluktuasi komoditas perikanan, dan kebijakan publik. Tahap selanjutnya adalah seleksi literatur berdasarkan relevansi topik, kualitas sumber, serta kesesuaian dengan tujuan penelitian. Artikel yang dipilih membahas manajemen risiko ekspor, komoditas perikanan, fluktuasi perdagangan, dan kebijakan publik yang berkaitan dengan aktivitas ekspor. Setelah proses seleksi selesai, data dan informasi yang diperoleh dikumpulkan, diklasifikasikan, dan diorganisasikan sesuai fokus kajian. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah studi dokumentasi melalui berbagai dokumen tertulis yang relevan dengan topik penelitian (Sugiyono, 2022).

Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis isi (content analysis). Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi, mengelompokkan, membandingkan, dan mensintesis informasi yang diperoleh dari berbagai sumber literatur secara sistematis (Booth et al., 2021). Proses analisis dilakukan melalui pembacaan kritis terhadap setiap sumber, pengelompokan data berdasarkan tema pembahasan, serta identifikasi pola hubungan antara fluktuasi komoditas perikanan, risiko ekspor, dan kebijakan publik. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk narasi yang terstruktur untuk menjelaskan temuan-temuan utama yang diperoleh dari literatur. Interpretasi hasil dilakukan dengan membandingkan berbagai temuan penelitian sehingga dapat diidentifikasi persamaan, perbedaan, dan kecenderungan yang berkembang dalam kajian sebelumnya. Berdasarkan hasil interpretasi tersebut, penelitian ini menarik kesimpulan mengenai peran kebijakan publik dalam mendukung manajemen risiko ekspor komoditas perikanan serta memberikan rekomendasi yang relevan bagi pemerintah dan pelaku usaha.

RESULTS AND DISCUSSION

Manajemen Risiko dan Fluktuasi Komoditas

Berdasarkan telaah kritis terhadap data perdagangan, kajian ini menemukan spektrum risiko yang masif akibat tingginya volatilitas komoditas perikanan, baik pada level makro maupun mikro. Secara kuantitatif, performa total nilai ekspor produk perikanan nasional tercatat mengalami kontraksi yang sangat signifikan, yakni merosot dari USD 6.242.084,72 pada tahun 2022 menjadi USD 5.630.946,74 pada tahun 2023. Di tingkat analisis mikro, kerentanan ekstrem ini tergambar jelas pada komoditas spesifik seperti lobster, yang nilai ekspornya terkoreksi tajam dari USD 91.794,60 pada 2024 menjadi USD 78.051,61 pada 2025, serta komoditas bawal yang juga turun dari USD 35.298,76 menjadi USD 22.016,95 pada periode yang sama. Secara kualitatif, instabilitas nilai dan volume perdagangan ini tidak terjadi dalam ruang hampa,

melainkan berakar pada tingginya ketidakpastian kondisi pasar global serta semakin ketatnya standar kepatuhan teknis perdagangan internasional. Fakta-fakta numerik ini mendeskripsikan dengan gamblang bahwa aktivitas perdagangan antarnegara sangat rentan terhadap guncangan eksternal (Handoyo et al., 2022).

Melalui lensa analisis kritis, kontraksi data ekspor tersebut dapat diinterpretasikan sebagai wujud nyata dari manifestasi risiko ketidakpastian pasar yang gagal dimitigasi secara terstruktur. Tren penurunan tajam pada komoditas unggulan seperti lobster dan bawal mengindikasikan bahwa potensi produksi yang besar tidak dengan sendirinya menjamin stabilitas penerimaan devisa jika tidak diiringi dengan instrumen perlindungan nilai dan mutu. Gejolak angka-angka fluktuatif ini mengonfirmasi secara empiris bahwa volatilitas global akan langsung memicu kerentanan finansial yang masif bagi pelaku usaha menengah dan eksportir lokal di daerah. Ketidakmampuan merespons dinamika harga dan perubahan iklim permintaan ini memperlihatkan bahwa manajemen risiko di tingkat hulu masih bersifat rapuh dan belum terlembaga dengan baik. Interpretasi mendalam atas fenomena ini menunjukkan bahwa tanpa adanya bauran kebijakan strategis yang mampu menjadi peredam kejut (*shock absorber*), fluktuasi komoditas akan terus menjadi ancaman laten yang menggerus margin keuntungan pelaku usaha perikanan (Handoyo et al., 2022).

Secara akademis, temuan terkait gejolak nilai perdagangan ini berelasi kuat dan sangat sejalan dengan Teori Manajemen Risiko dan Volatilitas Pasar. Dalam konsep teoretisnya, manajemen risiko dijelaskan sebagai serangkaian proses sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan ketidakpastian. Teori ini menjadi fondasi yang relevan untuk mendasari analisis tren volatilitas ekstrem serta kontraksi nilai ekspor yang terjadi pada level makro (ekspor perikanan nasional) maupun mikro (komoditas lobster dan bawal). Dinamika harga dan nilai tukar yang berubah cepat di pasar internasional bertindak sebagai katalis utama yang melipatgandakan ketidakpastian kinerja ekspor komoditas utama suatu negara. Penggunaan teori ini menegaskan pentingnya pergeseran sudut pandang, di mana fluktuasi tidak lagi dilihat semata-mata sebagai nasib pasar yang harus diterima, melainkan sebagai variabel risiko spesifik yang mutlak membutuhkan strategi pengkajian dan pengendalian terukur agar stabilitas operasional perdagangan tetap terjaga (Handoyo et al., 2022).

Jika dikomparasikan dengan berbagai literatur sebelumnya, penelitian ini memiliki kesamaan tesis dengan berbagai studi terdahulu yang menyatakan bahwa fluktuasi pasar global, perubahan nilai tukar, dan persaingan internasional secara inheren memengaruhi kinerja ekspor komoditas perikanan. Namun demikian, studi ini menawarkan perspektif analitis yang berbeda dengan menyoroti bahwa manajemen fluktuasi tidak cukup diselesaikan melalui analisis regresi harga semata. Penelitian ini mengintegrasikan berbagai jenis risiko ekspor secara lebih komprehensif, dengan tidak hanya melihat fluktuasi harga sebagai entitas tunggal, melainkan merangkaikannya dengan turbulensi makroekonomi yang lebih luas. Melalui sintesis komparatif

ini, kontribusi baru yang ditawarkan adalah sebuah pendekatan manajemen risiko yang lebih holistik, yang mendesak adanya sinergi organik antara kewaspadaan pelaku usaha dengan kebijakan intervensi pemerintah daerah guna meminimalkan efek kejut dari volatilitas tersebut (Handoyo et al., 2022).

Relevansi kajian volatilitas ini sangat erat kaitannya dengan fenomena dinamika pasar global pasca-pandemi yang terjadi secara aktual di lapangan. Dalam beberapa tahun terakhir (periode 2022–2025), pasar komoditas global bergerak sangat fluktuatif akibat akumulasi ketidakpastian ekonomi makro, inflasi global, hingga disrupsi perubahan iklim yang secara langsung memengaruhi kontinuitas hasil tangkapan nelayan lokal. Kondisi ini tecermin secara presisi dari data kuantitatif makro dan mikro yang menunjukkan kontraksi performa ekspor perikanan. Fakta riil bahwa nilai ekspor komoditas spesifik sangat sensitif terhadap perubahan permintaan internasional memperkuat argumen bahwa pemahaman literasi atas dinamika harga pasar global merupakan kompetensi yang sangat krusial bagi eksportir hari ini, mengingat sedikit saja pergeseran tren konsumsi di negara maju dapat memukul stabilitas neraca perdagangan di tingkat lokal (Handoyo et al., 2022).

Pembahasan ini pada akhirnya melahirkan implikasi strategis sekaligus memiliki batasan metodologis yang perlu dicermati. Secara akademik, temuan ini memperkaya literatur mengenai manajemen risiko ekspor perikanan dengan mengintegrasikan aspek fluktuasi pasar ke dalam analisis kerentanan wilayah. Secara praktis, analisis ini memberikan rekomendasi tegas kepada entitas pengekspor untuk tidak sekadar bergantung pada insting pasar konvensional, melainkan mulai menerapkan lindung nilai dan analisis kelayakan yang lebih saintifik. Namun, dalam konteks keterbatasan penelitian (*methodological limitation*), analisis volatilitas ini sepenuhnya berbasis tinjauan pustaka (*literature review*) dengan batasan rentang waktu publikasi yang ketat pada periode 2021–2025 melalui basis data *Google Scholar*, *Scopus*, dan *ScienceDirect*. Batasan ini mengakibatkan penelitian tidak menyajikan data historis primer atau fluktuasi harga harian yang diperoleh langsung dari bursa komoditas, melainkan mensintesis pola dari laporan-laporan sekunder yang telah terpublikasi (Handoyo et al., 2022).

Risiko dalam Ekspor Komoditas Perikanan

Ditinjau dari deskripsi data kualitatif mengenai dinamika hambatan non-tarif, ekspor produk kelautan saat ini berhadapan dengan risiko kegagalan operasional akibat pengetatan regulasi keamanan pangan, khususnya kebijakan *Sanitary and Phytosanitary* (SPS) di negara-negara tujuan utama. Dampak konkret dari pengetatan ini memicu maraknya fenomena penolakan kontainer ekspor secara sepihak di pelabuhan Amerika Serikat, Jepang, dan kawasan Uni Eropa. Kasus-kasus penolakan ini mayoritas disebabkan oleh otoritas kepabeanan yang menemukan residu antibiotik terlarang, kandungan cemaran logam berat yang melampaui ambang batas toleransi internasional, hingga persoalan kritis berupa kegagalan operasional sistem rantai dingin (*cold chain*) selama masa transit lintas samudera. Konsekuensi dari

penolakan sepihak ini teramat fatal; barang harus dikembalikan atau dimusnahkan sehingga eksportir lokal terpaksa menderita kerugian logistik mencapai miliaran rupiah serta menghadapi ancaman reputasional berupa pencantuman nama perusahaan ke dalam daftar hitam (*blacklist*) pembeli global (Rahmawati & Sarianti, 2024).

Fenomena penolakan ekspor tersebut dapat diinterpretasikan sebagai bukti empiris dari tingginya kerapuhan daya saing logistik nasional yang berakar pada ketidaksiapan infrastruktur mutu di tingkat hulu. Komoditas unggulan seperti lobster, yang berpotensi menyumbang nilai ekspor sangat tinggi, dapat seketika menjadi tidak bernilai apabila gagal memenuhi protokol kelayakan biologis. Hasil ini menginterpretasikan bahwa potensi sumber daya alam yang melimpah dan keunggulan komparatif alamiah tidak lagi cukup sebagai senjata utama untuk memenangkan persaingan di pasar internasional. Kerapuhan struktur nilai ekspor komoditas lokal ini menegaskan bahwa daya saing bersifat sangat rentan dan semu jika tidak ditopang secara mutlak oleh manajemen mutu pasca panen yang disiplin, mulai dari titik budidaya, sterilisasi proses, hingga keberhasilan mempertahankan suhu presisi selama rantai distribusi internasional (Hartanto et al., 2021).

Studi ini menemukan posisi uniknya ketika disandingkan dengan literatur-literatur sebelumnya terkait hambatan ekspor perikanan. Salah satu temuan penting dan unik dalam penelitian ini adalah terungkapnya fakta bahwa risiko ekspor komoditas laut dipengaruhi secara jauh lebih dominan oleh risiko kepatuhan terhadap standar mutu dan keamanan pangan internasional dibandingkan sekadar fluktuasi permintaan makro. Perspektif ini menawarkan perbandingan kritis terhadap pandangan deterministik lama yang kerap menuding bahwa pelemahan performa ekspor murni akibat persaingan harga global. Dengan demikian, pendekatan manajemen risiko ekspor harus segera bertransformasi dan direkonstruksi secara lebih komprehensif, tidak hanya menekankan daya tawar kuantitas, melainkan juga menempatkan standardisasi sanitasi fisik sebagai tameng preventif esensial demi mempertahankan keberlanjutan ekspor komoditas (Hartanto et al., 2021).

Mendalami temuan ini, kerangka Teori Daya Saing Ekspor dan Keunggulan Komparatif yang dipadukan dengan Konsep Risiko Kualitas Produk menjadi landasan analisis yang krusial. Literatur menggarisbawahi bahwa risiko ekspor perikanan pada abad modern tidak lagi didominasi oleh sekadar perang harga, melainkan lebih menitikberatkan pada aspek jaminan kualitas, ketertelusuran produk (*traceability*), dan pematuhan absolut terhadap standar negara tujuan. Teori ini diaplikasikan langsung untuk membedah akar penyebab penolakan produk secara sepihak akibat isu kepatuhan teknis dan kegagalan *cold chain*. Kegagalan mengelola risiko kualitas ini tidak hanya berimbas pada kerugian materiel per satu kali pengiriman, tetapi secara merusak menggerus kepercayaan (*trust*) dan reputasi internasional eksportir dalam jangka panjang, yang pada akhirnya mendegradasi peringkat daya saing nasional di mata para mitra dagang (Rahmawati & Sarianti, 2024).

Fenomena riil terkait kualitas ini berelevansi langsung dengan tren pengetatan hambatan non-tarif (*Non-Tariff Barriers*) oleh negara-negara maju. Saat ini, Amerika Serikat, Jepang, dan Uni Eropa tengah mereformasi regulasi proteksionisme non-tarif mereka melalui standarisasi SPS demi dalih perlindungan keamanan pangan warga negaranya. Temuan mengenai residu antibiotik dan logam berat di atas ambang batas bukan lagi diskursus teoretis, melainkan risiko geopolitik dagang aktual yang dihadapi para eksportir lokal setiap hari. Lebih jauh, realitas kerapuhan manajemen rantai dingin memvalidasi bahwa kendala infrastruktur maritim negara kepulauan kerap menggagalkan konsistensi mutu produk. Ketika suhu kontainer tidak stabil selama masa pelayaran antarbenua yang panjang, pembusukan mikroba tidak terelakkan, membuktikan bahwa integrasi teknologi pascapanen adalah prasyarat keberhasilan ekspor masa kini (Rahmawati & Sarianti, 2024).

Pembahasan pada sub bab ini berimplikasi signifikan bagi ranah keilmuan dan praktis, diiringi dengan batasan objektivitas kajian. Secara akademis, studi ini sukses mengintegrasikan aspek risiko kepatuhan internasional sebagai variabel independen dalam analisis kerentanan ekspor. Pada tatanan praktis, kajian ini merekomendasikan perlunya pelaku usaha untuk segera merombak *standard operating procedure* (SOP) budidaya mereka dan mengalokasikan investasi besar pada diversifikasi produk berkualitas premium. Adapun dari sisi keterbatasan penelitian, analisis ini spesifik hanya berfokus pada objek komoditas perikanan unggulan seperti lobster dan bawal yang terangkum dalam artikel jurnal acuan. Oleh karena itu, temuan spesifik terkait dampak SPS dan residu antibiotik belum tentu dapat secara otomatis digeneralisasikan pada sektor komoditas ekstraktif lainnya yang memiliki pola standar kepatuhan teknis yang sama sekali berbeda (Hartanto et al., 2021).

Kebijakan Publik dan Mitigasi Risiko

Melalui pembacaan kritis terhadap literatur yang dihimpun, tata kelola mitigasi risiko yang efektif ternyata sangat bergantung pada intervensi dan manuver regulatif pemerintah daerah. Data mendeskripsikan secara eksplisit urgensi peran Dinas Perindustrian dan Perdagangan (Disperindag) sebagai instrumen mitigasi utama untuk melindungi entitas usaha lokal dari guncangan kerugian finansial akibat volatilitas pasar. Mitigasi struktural ini dikonsepsikan melalui sejumlah instrumen kebijakan strategis operasional, di antaranya optimalisasi penguatan infrastruktur logistik, pembangunan fasilitas rantai dingin (*cold chain*) publik, peningkatan fasilitas jaminan mutu, serta subsidi layanan sertifikasi kelayakan ekspor. Lebih lanjut, analisis mendeskripsikan bahwa langkah sistematis menuju hilirisasi melalui pengembangan industri pengolahan perikanan ditemukan sebagai cetak biru krusial untuk mendongkrak ketahanan nilai tambah produk sekaligus memutus rantai ketergantungan yang destruktif pada sistem ekspor bahan mentah (Andriyanto, 2025).

Intervensi taktis oleh Disperindag ini dapat diinterpretasikan secara komprehensif sebagai langkah adaptif pemerintah dalam memitigasi kerentanan struktural yang dialami oleh para pelaku usaha kecil dan menengah. Upaya pemerintah memfasilitasi infrastruktur serta menanggung sebagian beban sertifikasi birokrasi, merepresentasikan sebuah pergeseran peran negara dari yang semula sekadar pembuat aturan birokratis (*regulator*) menjadi fasilitator dan pelindung langsung (*enabler & protector*) bagi ekosistem perdagangan hulu. Penekanan kebijakan pada pentingnya pengolahan produk (hilirisasi) turut menginterpretasikan suatu kesadaran institusional untuk mengubah model bisnis komoditas dari sekadar *price taker* di bursa internasional, menjadi penghasil komoditas bernilai tambah (*value-added goods*) yang memiliki daya tawar (*bargaining power*) dan resiliensi yang jauh lebih persisten terhadap badai guncangan ekonomi global (Sedani & Muttaqin, 2026).

Interpretasi terkait manuver regulasi tersebut berdiri tegak di atas fondasi Teori Kebijakan Publik dan Hilirisasi Industri. Kebijakan publik diposisikan sebagai instrumen tata kelola makro yang strategis untuk mereduksi risiko ekspor yang tidak dapat dikendalikan secara mandiri oleh individu pelaku pasar. Penerapan teori hilirisasi industri secara spesifik menyoroti bahwa pengolahan produk mentah menjadi produk hilir adalah prasyarat mutlak untuk melepaskan diri dari kutukan instabilitas komoditas primer. Lebih lanjut, teori reformasi efisiensi dan pengembangan infrastruktur perdagangan membuktikan bahwa kehadiran tangan negara diperlukan guna menutup jurang defisit kompetensi teknis antara nelayan pesisir dengan tuntutan protokol global. Teori-teori multidisipliner inilah yang digunakan untuk memvalidasi temuan tentang keharusan adanya payung kebijakan terpadu lintas-komoditas yang difasilitasi oleh aparat birokrasi daerah (Andriyanto, 2025).

Sejalan dan sekaligus membedakan diri dari riset-riset sebelumnya, penelitian ini berhasil mengidentifikasi kebutuhan inovatif yang sangat vital berupa sistem peringatan dini berbasis data sebagai pendekatan modern mitigasi krisis perikanan. Jika pendekatan konvensional dalam banyak studi sebelumnya masih terlalu berfokus pada analisis pascajadian (*post-event evaluation*) dan sekadar merespons kerusakan usai komoditas ditolak, studi ini menyoroti peranan pemerintah daerah harus menempati posisi strategis dengan mendirikan platform integrasi data *real-time*. Manuver digital ini diusulkan agar para eksportir memiliki perisai pelindung preventif mengenai perubahan cuaca pasar dan amandemen regulasi negara tujuan. Kontribusi baru ini mendobrak literatur lama dengan merumuskan paradigma manajemen risiko holistik di mana kebijakan birokrasi bersinergi sempurna dengan integrasi intelijen pasar harian (Sedani & Muttaqin, 2026).

Secara kontekstual, gagasan perlindungan kebijakan publik ini sangat relevan dengan tuntutan zaman pergeseran paradigma birokrasi menuju *Data-Driven Governance*. Saat ini, aparat pemerintah daerah tidak lagi diizinkan bekerja dengan pola reaktif, melainkan dipaksa bertransformasi menjadi penyedia layanan tata niaga berbasis instrumen digital analitik yang

tanggap mendeteksi potensi insiden dagang. Kelemahan sinkronisasi data antar bidang yang dikritik dalam temuan studi ini menjawab urgensi terwujudnya sistem *early warning* agar pemerintah mampu menghadang keberangkatan kontainer cacat mutu sebelum masuk kapal. Dampak sosial-ekonominya sangat masif, mengingat sektor ini adalah urat nadi kesejahteraan UMKM pesisir. Penolakan ekspor adalah ancaman kebangkrutan yang memicu pemutusan hubungan kerja di pesisir; oleh sebab itu, pendampingan fasilitasi kepatuhan oleh Disperindag menjadi jaring pengaman sosial ekonomi yang tak tergantikan bagi masyarakat nelayan lokal (Andriyanto, 2025).

Pada tataran pencapaian akhir, bab ini menyajikan sumbangsih literasi sekaligus menyadari keterbatasan lingkup pandangnya. Dari segi kontribusi akademik dan praktis, kajian menawarkan kebaruan konseptual terkait implementasi *early warning system* berbasis teknologi informasi pasar sebagai landasan perumusan kebijakan publik yang adaptif dan presisi guna mengontrol derajat daya saing produk perikanan Indonesia di masa depan. Meskipun demikian, ditinjau dari instrumen keterbatasan penelitian, fokus operasional telaah birokrasi di dalam naskah ini semata-mata membatasi unit observasinya pada wewenang institusi di tingkat pemerintahan daerah (*sub-national level*). Pendekatan *literature review* murni ini berimplikasi bahwa studi tidak memfasilitasi wawancara aktual secara mendalam dengan para pengambil keputusan di Disperindag maupun pelaku industri, sehingga realitas sinkronisasi dan konflik birokrasi yang sesungguhnya terjadi antara kebijakan pemerintah pusat (Kementerian Perdagangan) dengan implementasi teknis di daerah tidak terbedah secara definitif dalam ruang lingkup tulisan ini (Sedani & Muttaqin, 2026).

CONCLUSION

Kerentanan eksportir perikanan lokal di pasar global tidak semata-mata dipicu oleh fluktuasi harga komersial, melainkan secara fundamental berakar pada kegagalan pemenuhan standar kepatuhan teknis *Sanitary and Phytosanitary* (SPS) dan kelemahan infrastruktur rantai dingin (*cold chain*). Kegagalan operasional ini secara empiris telah memicu kontraksi nilai ekspor secara makro maupun mikro, serta mengakibatkan kerugian logistik berskala besar akibat penolakan produk secara sepihak di pelabuhan negara tujuan utama. Dalam menghadapi eskalasi hambatan non-tarif ini, intervensi kebijakan publik yang dikendalikan oleh instansi pemerintah daerah menempati posisi krusial sebagai instrumen mitigasi pelindung utama. Transformasi tata niaga melalui penguatan sarana infrastruktur logistik, fasilitasi birokrasi sertifikasi mutu, dan dorongan hilirisasi industri pengolahan terbukti menjadi langkah determinan untuk mengubah komoditas mentah yang rapuh menjadi produk bernilai tambah dengan resiliensi pasar yang tinggi.

Pergeseran paradigma manajemen risiko ekspor mutlak diperlukan, beranjak dari pendekatan reaktif-evaluatif pascajadian menuju mekanisme proaktif-preventif melalui perancangan sistem peringatan dini (*early warning system*). Integrasi data intelijen pasar, regulasi kepatuhan teknis, dan informasi mutu lintas-komoditas secara waktu nyata (*real-time*) ke dalam sebuah platform digital birokrasi daerah akan menciptakan perisai mitigasi yang jauh lebih tangguh. Kolaborasi taktis antara kedisiplinan jaminan mutu di tingkat pelaku usaha dengan payung kebijakan adaptif dari pemerintah daerah pada akhirnya menjadi kunci penyelesaian utama untuk meredam dampak volatilitas, mencegah ancaman kerugian logistik massal, serta memastikan stabilitas daya saing produk perikanan unggulan di kancah perdagangan internasional.

REFERENCES

- Booth, A., Sutton, A., Clowes, M., & Martyn-St James, M. (2021). *Systematic approaches to a successful literature review* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Onwuegbuzie, A. J., & Frels, R. K. (2023). *Seven steps to a comprehensive literature review: A multimodal and cultural approach*. SAGE Publications.
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kualitatif*. Alfabeta.
- Handoyo, R. D., Sari, A. D. P., Ibrahim, K. H., & Sarmidi, T. (2022). *The Volatility of Rupiah Exchange Rate Impact on Main Commodity Exports to the OIC Member States*. *Economies*, 10(4), 78. DOI: 10.3390/economies10040078.
- Rahmawati, L., & Sarianti, T. (2024). *Daya Saing Ekspor Ikan Tuna Indonesia di Pasar Internasional*. IPB Repository.
- Andriyanto, A. (2025). Analisis Potensi Peningkatan Nilai Tambah Produk Sektor Perikanan di Indonesia. *Jurnal Logistik Bisnis*, 15(2). <https://doi.org/10.46369/logistik.v15i2.4665>
- Handoyo, R. D., Sari, A. D. P., Ibrahim, K. H., & Sarmidi, T. (2022). The Volatility of Rupiah Exchange Rate Impact on Main Commodity Exports to the OIC Member States. *Economies*, 10(4), 78. <https://doi.org/10.3390/economies10040078>
- Hartanto, T. R., Suharno, & Burhanuddin. (2021). Daya Saing Ekspor Ikan Tuna-Cakalang-Tongkol Indonesia di Pasar Amerika Serikat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(2). <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i2.36075>

Sedani, H., & Muttaqin, R. (2026). Analisis Daya Saing Ekspor Udang Indonesia Periode 2015–2024 di Pasar Internasional. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*.
<https://doi.org/10.31539/e8y7p740>