

IDENTIFIKASI SUMBER BAHAYA DAN PENILAIAN RISIKO K3L PADA KEGIATAN PENGANGKUTAN B3 DI INDUSTRI KELAPA SAWIT

IDENTIFICATION OF HAZARD SOURCES AND EHS RISK ASSESSMENT IN B3 TRANSPORTATION ACTIVITIES IN THE PALM OIL INDUSTRY

Muhamad Hibban¹, Edison C. Sembiring², Tatan Sukwika³

^{1,2} Magister Manajemen, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sahid Jakarta, Indonesia

³ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid Jakarta, Indonesia

email: tatan.swk@gmail.com

Abstrak

Pengangkutan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di industri kelapa sawit dilakukan dalam skala kecil dan tidak rutin, aktivitas ini tetap berisiko tinggi terhadap kesehatan kerja dan lingkungan. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis pengangkutan B3 non-rutin pada industri kelapa sawit dengan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC), belum banyak dikaji sebelumnya. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sumber bahaya, menilai tingkat risiko, menentukan prioritas pengendalian, serta merumuskan langkah mitigasi pada kegiatan pengangkutan B3. Metode yang digunakan adalah HIRADC karena HIRADC sederhana, praktis, menggabungkan data kualitatif-semi kuantitatif, sesuai standar regulasi, lebih aplikatif dibanding metode lain. Studi ini melibatkan 100 responden yang terdiri dari OHS Officer, Koordinator K3L, SPO Assistant, auditor, serta praktisi K3L dilibatkan melalui kuesioner, wawancara, observasi lapangan, dan telaah dokumen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas muat, angkut, dan bongkar memiliki bahaya spesifik berupa kontak langsung dengan bahan korosif, paparan uap beracun, potensi ledakan, kecelakaan lalu lintas, serta pencemaran akibat tumpahan. Sebelum pengendalian, mayoritas risiko berada pada kategori tinggi dan sedang, namun setelah penerapan strategi pengendalian hirarki seluruh risiko berhasil diturunkan ke kategori rendah.

Kata kunci: HIRADC; Industri kelapa sawit; Manajemen risiko K3L; Pengangkutan B3.

Abstract

The transportation of Hazardous and Toxic Materials (B3) in the palm oil industry is carried out on a small scale and not routinely; however, this activity still poses a high risk to occupational health and the environment. The novelty of this research lies in the analysis of non-routine B3 transportation in the palm oil industry using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) method, which has not been widely studied previously. This study aims to identify hazard sources, assess risk levels, determine control priorities, and formulate mitigation measures for B3 transportation activities. The method used is HIRADC because it is simple, practical, integrates qualitative and semi-quantitative data, complies with regulatory standards, and is more applicable compared to other methods. This study involved 100 respondents, including OHS Officers, K3L Coordinators, SPO Assistants, auditors, and K3L practitioners, who were engaged through questionnaires, interviews, field observations, and document review. The research results indicate that loading, transporting, and unloading activities pose specific hazards, including direct contact with corrosive materials, exposure to toxic vapors, explosion potential, traffic accidents, and contamination due to spills. Before implementing control measures, the majority of risks fell into the high and medium categories; however, after applying hierarchical control strategies, all risks were successfully reduced to the low category.

Keywords: HIRADC; Palm oil industry; OHS risk management; Hazardous material transportation.

Received: September 19th, 2025; 1st Revised September 25th, 2025;

Accepted for Publication : October 6th, 2025

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis di Indonesia, namun dalam proses operasionalnya sering melibatkan penggunaan, penyimpanan, dan pengangkutan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) (1). Pengangkutan B3 menjadi salah satu aktivitas kritis karena potensi risiko kecelakaan, pencemaran, maupun dampak kesehatan akibat sifat kimiawi B3. Permasalahan yang muncul adalah belum adanya identifikasi risiko secara komprehensif terkait kegiatan pengangkutan B3, khususnya di perusahaan kelapa sawit yang umumnya lebih fokus pada proses produksi utama. Padahal, meskipun pengangkutan dilakukan dalam jumlah kecil dan tidak rutin, bahaya yang ditimbulkan tetap signifikan apabila tidak dikelola dengan tepat (2).

Hasil evaluasi awal menunjukkan bahwa sebagian besar perusahaan kelapa sawit telah melakukan penilaian risiko pada aktivitas penyimpanan, penggunaan, dan pembuangan B3, namun pengangkutan sering luput dari perhatian. Hal ini menimbulkan gap antara regulasi yang mewajibkan penerapan sistem manajemen risiko Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) dan implementasi aktual di lapangan (3). Dengan demikian, diperlukan penelitian yang secara khusus menelaah bahaya dan risiko dalam kegiatan pengangkutan B3.

Kajian manajemen risiko K3L pada pengangkutan B3 telah banyak dilakukan di sektor transportasi, logistik, maupun industri kimia. Misalnya, penelitian Putri et al. (2025) menemukan 30 bahaya dan 50 risiko pada pekerjaan pengangkutan limbah B3, dengan setengahnya termasuk kategori tinggi. Namun, riset spesifik pada industri kelapa sawit masih terbatas, terutama terkait pengangkutan B3 non-rutin yang dilakukan dengan sarana transportasi internal (2).

Selain itu, metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) atau Identifikasi Sumber Bahaya dan Penilaian Risiko (ISBPR) telah menjadi standar dalam banyak penelitian K3L karena mampu menggabungkan analisis kualitatif dan semi-kuantitatif (4)(5). Pendekatan ini memungkinkan organisasi menilai risiko berdasarkan likelihood dan severity, lalu menetapkan pengendalian yang sesuai (6). Dengan demikian, penelitian ini memperluas penerapan ISBPR pada konteks spesifik pengangkutan B3 di perkebunan kelapa sawit.

Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus analisis pengangkutan B3 non-rutin di industri kelapa sawit, yang selama ini relatif terabaikan dalam dokumen manajemen risiko perusahaan. Sebagian besar studi terdahulu lebih menitikberatkan pada pengangkutan limbah B3 dalam volume besar atau transportasi

oleh vendor eksternal. Penelitian ini menyoroiti praktik aktual di lapangan ketika perusahaan sendiri mengangkut B3 dalam skala kecil, misalnya untuk kebutuhan laboratorium, namun tetap menimbulkan risiko signifikan. Dengan demikian, hasil penelitian dapat memberikan rekomendasi pengendalian risiko yang lebih aplikatif dan sesuai dengan kondisi riil operasional perkebunan kelapa sawit.

Urgensi penelitian ini setidaknya mencakup tiga aspek, yaitu: Regulasi dan Kepatuhan. UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup serta PP No. 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan B3 mewajibkan setiap entitas usaha mencegah pencemaran akibat pengelolaan B3. Kegagalan mengidentifikasi risiko pengangkutan dapat menimbulkan sanksi hukum (3). Paparan B3, walaupun jumlahnya kecil, dapat menyebabkan cedera, penyakit akibat kerja, bahkan kematian apabila tidak dikendalikan (7).

Kecelakaan atau pencemaran akibat B3 dapat merusak citra perusahaan dan menurunkan kepercayaan stakeholder, yang berdampak pada keberlanjutan bisnis (8). Oleh karena itu, analisis manajemen risiko pengangkutan B3 di industri kelapa sawit menjadi mendesak untuk dilakukan.

Menurut ISO 31000:2018, penilaian risiko terdiri atas tiga tahap utama: identifikasi bahaya, analisis risiko, dan evaluasi risiko. Identifikasi bahaya (hazard identification) adalah proses menemukan sumber bahaya yang

dapat menimbulkan kerugian. Analisis risiko (risk analysis) yaitu menilai risiko berdasarkan dua parameter, yaitu kemungkinan terjadi (likelihood) dan tingkat keparahan (severity) (9). Rumus sederhana yang digunakan adalah:

$$\text{RiskScore} = \text{Likelihood} \times \text{Severity}$$

Evaluasi risiko (risk evaluation) yaitu membandingkan skor risiko dengan kriteria yang telah ditetapkan untuk menentukan prioritas pengendalian. Output akhir dari proses ini adalah tingkat risiko yang dapat diterima atau residual risk setelah dilakukan pengendalian. Pendekatan ini relevan untuk aktivitas pengangkutan B3 karena sifat bahaya yang beragam, mulai dari kimiawi, fisik, hingga lingkungan (10).

Secara umum, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sumber bahaya, menilai tingkat risiko, dan merumuskan pengendalian risiko K3L pada kegiatan pengangkutan B3 di industri kelapa sawit. Secara khusus tujuan penelitian adalah: Mengidentifikasi aktivitas yang berpotensi menimbulkan bahaya pada pengangkutan B3. Menilai risiko berdasarkan likelihood dan severity dari setiap bahaya yang ditemukan. Mengevaluasi tingkat risiko untuk menentukan prioritas pengendalian. Merumuskan rekomendasi pengendalian risiko yang sesuai dan aplikatif di lapangan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan dukungan semi-kuantitatif melalui metode ISBPR/HIRADC untuk menganalisis pengalaman lapangan sekaligus

mengukur risiko ($R = L \times S$). Populasi mencakup seluruh pihak yang terlibat dalam pengangkutan B3 di perusahaan kelapa sawit, dengan 100 responden terdiri atas OHS Officer, EHS Coordinator, SPO Assistant, auditor internal, dan praktisi K3L eksternal. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive agar responden memiliki kompetensi sesuai konteks penelitian. Data diperoleh melalui wawancara semi-terstruktur, kuesioner, observasi lapangan, dan studi dokumentasi. Penilaian likelihood dan severity ditentukan melalui konsensus ahli K3L berdasarkan standar HIRADC, serta diperkuat dengan diskusi kelompok terarah (FGD). Analisis data meliputi reduksi, kategorisasi bahaya, penilaian dan pemetaan risiko, hingga evaluasi prioritas pengendalian. Validitas dijaga dengan triangulasi sumber dan metode, sedangkan reliabilitas diperkuat melalui member checking. Pendekatan ini memberikan gambaran menyeluruh tentang potensi bahaya, tingkat risiko, dan strategi pengendalian pada pengangkutan B3 di industri kelapa sawit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini mengungkapkan bahwa kegiatan pengangkutan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di industri kelapa sawit melibatkan tiga aktivitas utama, yakni muat (loading), membawa (driving), dan bongkar (unloading). Pada tahap muat, bahaya utama berasal dari uap (fumes) yang dilepaskan bahan kimia mudah menguap, tumpahan saat

pemindahan, cipratan cairan kimia, serta kontak langsung yang dapat menyebabkan iritasi atau luka bakar. Aktivitas membawa menimbulkan bahaya berbeda, terutama terkait dengan kondisi jalan rusak, licin, atau berkelok yang berpotensi menimbulkan kecelakaan lalu lintas. Risiko ini semakin parah jika terjadi tumpahan atau kebocoran B3 selama perjalanan. Pada tahap bongkar, bahaya yang muncul serupa dengan tahap muat, seperti uap beracun, cipratan bahan kimia, dan risiko kebakaran akibat bahan mudah menyala. Penelitian ini tidak menyertakan data kuantitatif kecelakaan aktual, sehingga hasil hanya dibandingkan secara kualitatif.

Temuan ini menegaskan bahwa semua tahapan pengangkutan memiliki karakteristik bahaya tersendiri. Berbeda dengan studi Putri et al. (2025) yang hanya menyoroti tahap muat dan bongkar, penelitian ini menemukan bahwa tahap membawa dengan kendaraan internal perusahaan juga menjadi sumber bahaya signifikan (2).

Risiko yang diidentifikasi kemudian dinilai menggunakan parameter likelihood dan severity sesuai metode HIRADC. Pada aktivitas muat, bahaya kontak dengan caustic soda memperoleh skor risiko 12 (likelihood “likely” = 4; severity “moderate” = 3) yang masuk kategori high. Bahaya isopropyl alcohol dengan potensi ledakan mendapat skor 10 (likelihood “unlikely” = 2; severity “catastrophic” = 5), juga termasuk high. Risiko paparan uap asam klorida memperoleh skor 6 (likelihood “moderate” = 3; severity “minor” = 2), masuk kategori medium.

Pada tahap membawa, dua risiko kategori high ditemukan: kecelakaan akibat kecepatan tinggi dengan skor 10, serta kecelakaan akibat kondisi jalan buruk dengan skor yang sama. Selain itu, dua risiko kategori medium teridentifikasi, yaitu tumpahan akibat guncangan kendaraan (skor 6) dan pencemaran lingkungan akibat ketidakstabilan kendaraan (skor 6).

Tahap bongkar menampilkan pola risiko yang serupa dengan tahap muat. Kontak langsung dengan bahan kimia korosif menghasilkan skor 12 (high), sedangkan bahaya tumpahan dan cipratan memperoleh skor medium (6–9). Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa pengangkutan B3 dalam skala kecil tetap menghasilkan risiko kategori tinggi, terutama karena sifat intrinsik bahan kimia yang digunakan.

Evaluasi dilakukan dengan memetakan skor risiko ke dalam matriks risiko. Aktivitas muat dan bongkar masing-masing menghasilkan dua risiko kategori high (skor 10–12) dan lima risiko kategori medium (skor 6–9). Aktivitas membawa menghasilkan dua risiko high (skor 10) dan dua risiko medium (skor 6). Tidak ada risiko yang teridentifikasi berada pada kategori rendah sebelum pengendalian dilakukan.

Perbandingan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan adanya perbedaan signifikan. Pranata dan Sukwika (2022) dan Pardede et al. (2025) mendapati mayoritas risiko pengangkutan material kimia berada pada

kategori medium, sedangkan penelitian ini menunjukkan adanya risiko dengan kategori high. Hal ini menunjukkan bahwa belum adanya pengendalian konsisten dalam kegiatan pengangkutan B3 internal di industri kelapa sawit menyebabkan skor risiko lebih tinggi dibanding konteks industri lain (6)(7).

Berdasarkan hasil evaluasi, dirumuskan pengendalian dengan mengacu pada hirarki pengendalian. Pada aktivitas muat dan bongkar, risiko kontak langsung dengan bahan kimia korosif dikendalikan dengan pelatihan chemical handling, penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) penggunaan bahan kimia, penyediaan kotak Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K), serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa sarung tangan tahan kimia, goggles, apron, dan safety shoes (11)(12). Risiko ledakan akibat isopropyl alkohol dikendalikan dengan training serta rekayasa teknis berupa penyediaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Risiko cipratan dan tumpahan ditangani dengan kombinasi APD dan rekayasa teknis berupa *chemical spill kit*.

Pada aktivitas membawa, pengendalian diarahkan pada pelatihan safety driving serta penggunaan chemical transport box untuk mencegah kebocoran dan tumpahan selama perjalanan. Setelah pengendalian diterapkan, evaluasi ulang menunjukkan bahwa sebagian besar risiko turun ke kategori low (skor 1–4), sementara beberapa risiko tetap berada di kategori medium tetapi dengan skor lebih rendah.

Untuk memperkuat hasil penelitian, dilakukan penyusunan ringkasan visual berupa Tabel 1. Selanjutnya pada Gambar 1 menunjukkan diagram perbandingan skor risiko sebelum dan sesudah pengendalian. Terlihat jelas bahwa semua risiko mengalami penurunan signifikan dari kategori medium/high menjadi low.

Gambar 1 menunjukkan visualisasi matriks risiko (likelihood × severity). Diagram kiri menunjukkan posisi risiko sebelum pengendalian, di mana banyak titik berada pada zona merah (high). Adapun diagram kanan memperlihatkan kondisi sesudah pengendalian, di mana semua risiko bergeser ke zona hijau (low). Penurunan semua risiko ke kategori rendah lebih bersifat simulasi ideal berdasarkan penerapan penuh hirarki pengendalian, sementara praktik lapangan masih berpotensi menyisakan beberapa risiko residual.

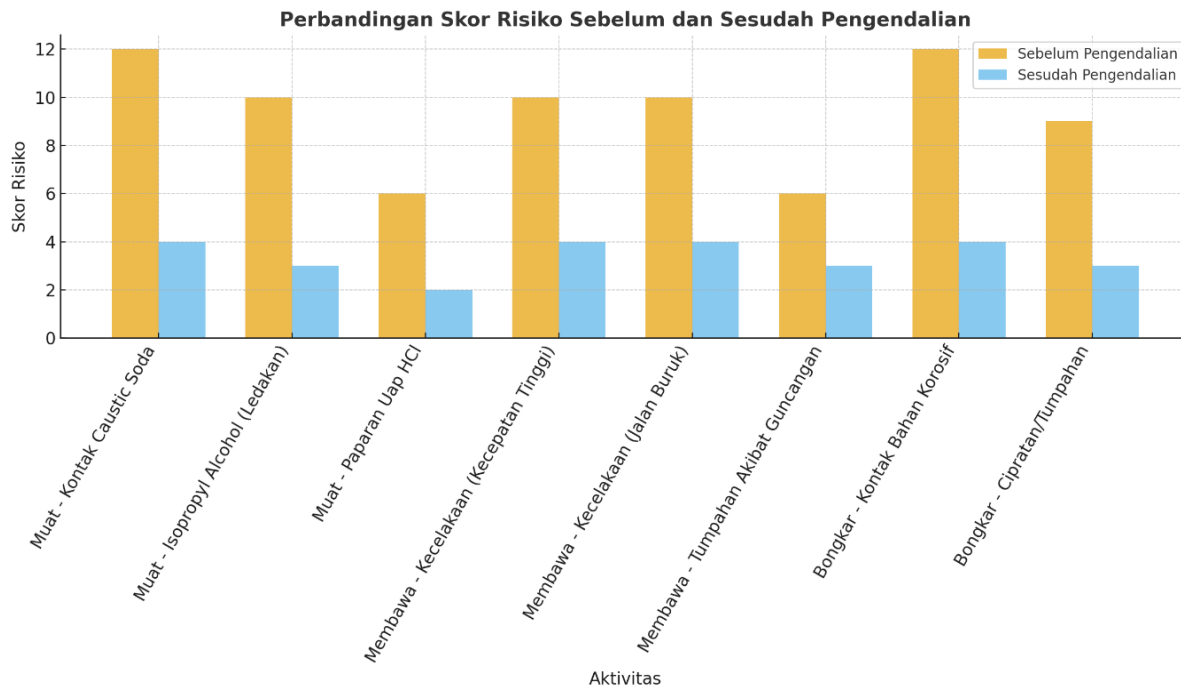
Visualisasi matriks risiko menunjukkan perbedaan mencolok antara kondisi sebelum dan sesudah pengendalian. Pada kondisi sebelum pengendalian, sebagian besar risiko menempati area zona merah (high risk), seperti risiko kontak langsung dengan bahan kimia korosif, potensi ledakan isopropyl alcohol, serta kecelakaan lalu lintas saat membawa B3. Beberapa risiko lainnya berada di zona kuning (medium risk), seperti paparan uap HCl dan tumpahan kecil akibat guncangan kendaraan.

Namun, setelah penerapan strategi pengendalian, seluruh risiko bergeser ke zona hijau (low risk). Pergeseran ini menunjukkan efektivitas penerapan hirarki pengendalian, baik melalui pelatihan, rekayasa teknis, SOP, maupun penggunaan APD. Hal ini menegaskan bahwa meskipun risiko B3 bersifat inheren dan tidak dapat dieliminasi sepenuhnya, tingkat risiko yang ditimbulkannya dapat ditekan hingga berada pada level yang dapat diterima.

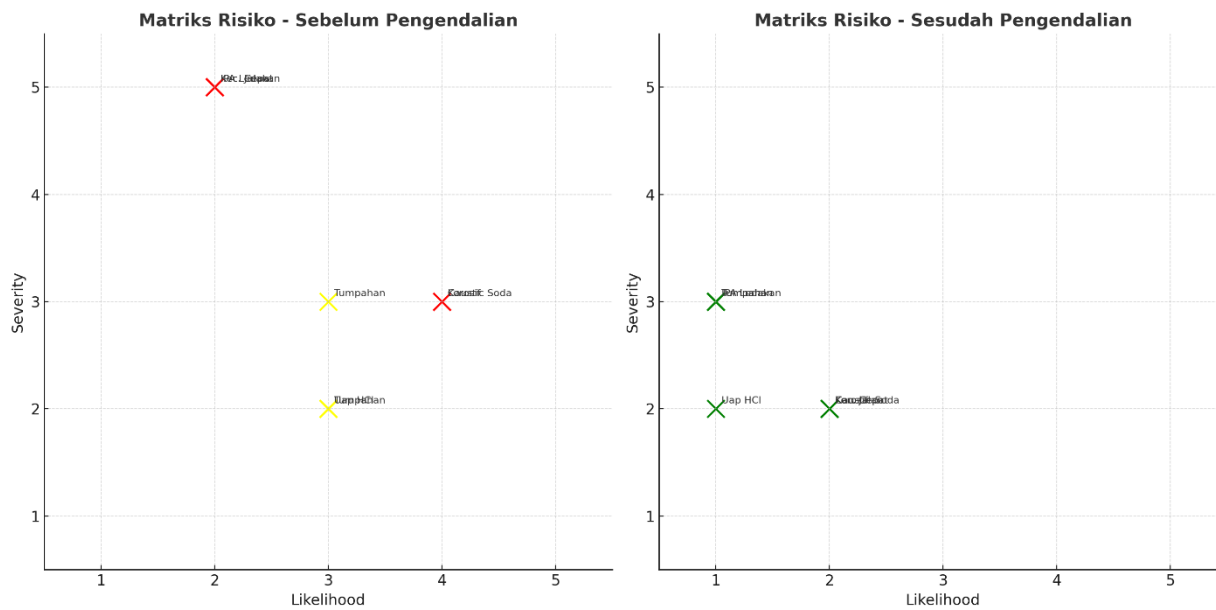
Tabel 1. Hasil Skor dan Kategori Risiko Sebelum–Sesudah Pengendalian

| Aktivitas | Skor Risiko Sebelum | Kategori Sebelum | Skor Risiko Sesudah | Kategori Sesudah |
|---|---------------------|------------------|---------------------|------------------|
| Muat - Kontak Caustic Soda | 12 | High | 4 | Low |
| Muat - Isopropyl Alcohol (Ledakan) | 10 | High | 3 | Low |
| Muat - Paparan Uap HCl | 6 | Medium | 2 | Low |
| Membawa - Kecelakaan (Kecepatan Tinggi) | 10 | High | 4 | Low |
| Membawa - Kecelakaan (Jalan Buruk) | 10 | High | 4 | Low |
| Membawa - Tumpahan Akibat Guncangan | 6 | Medium | 3 | Low |
| Bongkar - Kontak Bahan Korosif | 12 | High | 4 | Low |
| Bongkar - Cipratan/ Tumpahan | 9 | Medium | 3 | Low |

Sumber: Data Primer, 2025



Gambar 1. Perbandingan Skor Risiko Sebelum dan Sesudah Pengendalian



Gambar 2. Matriks Risiko Sebelum dan Sesudah Pengendalian

Dengan demikian, pengendalian yang diterapkan tidak hanya menurunkan kemungkinan (likelihood) terjadinya bahaya, tetapi juga secara signifikan mengurangi tingkat

keparahan (severity) apabila insiden tetap terjadi. Pada Gambar 1 dan Gambar 2, secara bersamaan kedua visual tersebut menunjukkan bahwa sebelum pengendalian, sebagian besar

risiko berada pada kategori high dan medium, yang ditunjukkan dengan dominasi skor 9–12.

Setelah pengendalian diterapkan melalui kombinasi pelatihan, SOP, rekayasa teknis, dan APD, seluruh risiko berhasil diturunkan ke kategori low dengan skor 2–4. Pergeseran ini terlihat jelas pada matriks risiko, di mana titik-titik risiko yang semula berada di zona merah dan kuning berpindah ke zona hijau. Hal ini membuktikan efektivitas penerapan hirarki pengendalian dalam menekan baik kemungkinan terjadinya insiden (likelihood) maupun dampaknya (severity).

Pembahasan

Hasil penelitian ini secara jelas menjawab tujuan pertama, yaitu mengidentifikasi aktivitas berpotensi bahaya. Setiap tahap pengangkutan memiliki bahaya unik yang harus diantisipasi. Tujuan kedua, yaitu menilai risiko berdasarkan likelihood dan severity, tercapai dengan ditemukannya skor risiko untuk masing-masing bahaya. Temuan ini menegaskan bahwa kombinasi frekuensi rendah tetapi dampak tinggi, seperti pada kasus isopropyl alcohol, tetap menimbulkan risiko high. Tujuan ketiga, mengevaluasi tingkat risiko untuk menentukan prioritas, tercermin dalam peta risiko yang menempatkan kontak langsung bahan kimia korosif, potensi ledakan, serta kecelakaan lalu lintas sebagai prioritas utama. Terakhir, tujuan keempat, yaitu merumuskan pengendalian risiko aplikatif, diwujudkan dalam rekomendasi spesifik berupa pelatihan, SOP, rekayasa teknis, serta APD (11)(12).

Meskipun seluruh risiko berhasil diturunkan ke kategori rendah, tetap terdapat potensi residual yang perlu dimonitor. Faktor seperti kepatuhan pekerja, kondisi sarana, dan konsistensi penerapan SOP dapat memunculkan kembali risiko. Oleh karena itu, monitoring berkelanjutan dan evaluasi rutin tetap penting dilakukan.

Temuan ini juga memperkaya hasil Putri et al. (2025) yang menekankan pentingnya pengelolaan tumpahan, dengan menambahkan dimensi risiko kecelakaan lalu lintas internal yang memperparah konsekuensi tumpahan (2). Sementara itu, dibandingkan dengan Pranata dan Sukwika (2022) dan Pardede et al. (2025), penelitian ini menunjukkan bahwa tanpa pengendalian yang konsisten, skor risiko dapat lebih tinggi daripada di industri lain. Hal ini menunjukkan pentingnya konteks spesifik dalam penilaian risiko (6)(7).

Secara praktis, temuan ini memberi dasar kuat bagi perusahaan kelapa sawit untuk memperbaiki sistem manajemen K3L (17), khususnya pada aspek pelatihan pekerja, penyediaan sarana darurat, serta monitoring penerapan SOP. Rekomendasi pengendalian yang dihasilkan bersifat aplikatif karena secara detail menyebut jenis pelatihan, APD, maupun perangkat teknis yang perlu tersedia. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat konsep bahwa risiko tidak hanya ditentukan oleh sifat bahan kimia, tetapi juga oleh konteks operasional, seperti kondisi jalan dan perilaku pengemudi. Dengan demikian, pendekatan

HIRADC terbukti relevan untuk menggabungkan analisis intrinsik bahan dan faktor eksternal operasional.

Dari sisi regulasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa pengangkutan B3 internal perlu mendapatkan perhatian yang sama seriusnya dengan transportasi eksternal. Regulasi yang ada saat ini cenderung berfokus pada pengangkutan lintas wilayah atau dalam volume besar, sementara pengangkutan internal belum banyak disentuh. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi regulator untuk memperluas cakupan pengawasan.

Dari sisi keberlanjutan, pengendalian risiko B3 tidak hanya melindungi pekerja, tetapi juga mencegah pencemaran tanah, air, dan udara (13). Hal ini sejalan dengan prinsip sustainable palm oil management, di mana keselamatan kerja dan perlindungan lingkungan merupakan pilar keberlanjutan industri.

Hasil penelitian ini mencerminkan kondisi nyata di perusahaan studi kasus, sehingga generalisasi ke seluruh industri kelapa sawit perlu dilakukan dengan hati-hati. Variasi budaya K3L, sarana transportasi, serta kapasitas manajemen tiap perusahaan memengaruhi hasil. Namun, prinsip pengendalian yang diuraikan tetap relevan diterapkan secara luas. Dengan demikian, hasil penelitian ini memiliki implikasi ganda yaitu mendukung kepatuhan regulasi sekaligus memperkuat komitmen industri kelapa sawit terhadap keberlanjutan.

4. KESIMPULAN

Meskipun dilakukan dalam skala kecil, kegiatan pengangkutan B3 di industri kelapa sawit tetap berpotensi menimbulkan risiko tinggi, seperti paparan bahan kimia korosif, potensi ledakan, dan kecelakaan lalu lintas yang dapat membahayakan pekerja maupun lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Penerapan strategi pengendalian berbasis hirarki terbukti mampu menurunkan sebagian besar risiko tersebut hingga ke tingkat rendah. Untuk mendukung hal ini, perusahaan perlu melaksanakan pelatihan rutin tentang *chemical handling* dan *safety driving*, menyediakan fasilitas pendukung seperti *chemical transport box*, *spill kit*, serta APAR di setiap kendaraan, dan memastikan ketersediaan serta penggunaan APD sesuai standar. Selain itu, penting bagi perusahaan untuk memperkuat SOP pengangkutan B3 agar mudah diakses dan dipahami, melakukan inspeksi secara berkala, serta mengintegrasikan pengawasan K3L dalam sistem audit internal guna menjamin keselamatan kerja dan perlindungan lingkungan secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi terhadap keberhasilan penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Pangesti R, Jati DR, Asban GC. Perencanaan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Pada

- Perusahaan Kelapa Sawit (Studi kasus: PT X di Kalimantan Barat). *J Rekayasa Hijau* [Internet]. 2022 Jan 16;6(3):208–18. Available from: <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekayasa/hijau/article/view/7859>
2. Riska Putri NBAM, Zainul L., Noeryanto. Analisis Bahaya Dan Penilaian Risiko Pada Pekerjaan Pengangkutan Limbah B3 Di Pt Sinar Bintang Albar. IDENTIFIKASI *J Ilm Keselamatan, Kesehat Kerja dan Lindungan Lingkung* [Internet]. 2025;11(1):61–5. Available from: <https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi61>
 3. Saputra RF, Nugroho AJ. Analisis Resiko Bahaya Limbah B3 Menggunakan Metode HIRARC Pada Instalasi Pembuangan Air Limbah. *J Ilm Tek Ind dan Inov* [Internet]. 2024 Oct 25;2(4):46–58. Available from: <https://jurnal.alimspublishing.co.id/index.php/JISI/article/view/855>
 4. Irianto D, Basriman I, Sukwika T. Pengembangan Model Metode Hiradc Dalam Analisis Risiko Bekerja Di Ketinggian Pada Proyek Konstruksi Pt. X Di Jabodetabek. *J Ind Hyg Occup Heal*. 2022;7(1):53.
 5. Lazuardi MR, Sukwika T, Kholil K. Analisis Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Departemen Assembly Listrik. *J Appl Manag Res* [Internet]. 2022 Jul 30;2(1):11–20. Available from: <http://jurnal.usahid.ac.id/index.php/jamr/article/view/811>
 6. Sukwika T, Pranata HD. Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Freight Forwader Menggunakan Metode HIRADC. *J Tek* [Internet]. 2022 Jun 29;20(1):1–13. Available from: <https://jt.ft.ung.ac.id/index.php/jt/article/view/182>
 7. Pardede H, Sukwika T, Sugiarto S. Analisis Manajemen Risiko Penggunaan B3 dengan HIRADC pada Proses Produksi Sizing Agent. *J Ilmu Kesehat Bhakti Husada Heal Sci J* [Internet]. 2025 Aug 1;16(01):206–15. Available from: <https://ejournal.stikku.ac.id/index.php/stikku/article/view/1577>
 8. Hardcopf R, Linderman K, Shah R. Do Firms Follow through on Environmental Commitments? An Empirical Examination. *Sustainability* [Internet]. 2024 Aug 28;16(17):7444. Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/17/7444>
 9. Mulyani AS, Sukwika T, Ramli S. Analisis Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Laboratorium Kimia Menggunakan Metode Bowtie. *Jambura J Heal Sci Res* [Internet]. 2025;7(2):247–58. Available from: <https://ejournal.ung.ac.id/index.php/jjhsr/index>
 10. Xu H, Liu Y, Cheng Z, Xiang Q, Wang W.

- Risk Evaluation of Hazardous Chemical Road Transportation Accidents Based on a Combined Empowerment-Cloud Model. *Appl Sci* [Internet]. 2025 Feb 10;15(4):1813. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/4/1813>
11. Aksüt G, Eren T. Evaluation of Personal Protective Equipment to Protect Health and Safety in Pesticide Use. *Front Appl Math Stat.* 2023;9(January):1–9.
 12. Sulistyowati I, Sukwika T. Investigasi Kecelakaan Kerja Akibat Alat Pelindung Diri Menggunakan Metode Scat Dan Smart-Psl. *J Ilmu Kesehat Bhakti Husada Heal Sci J.* 2022;13(01):27–45.
 13. Yuniar DA, Farhan A, Kamal U. Tanggung Jawab Korporasi: Analisis Kebijakan Pengelolaan Limbah B3 Berbasis Prinsip Circular Economy. *J Multidisiplin Ilmu Akad.* 2024;1(3):121–34.