

Evaluasi Penerapan Standar Keselamatan Kebakaran pada Industri Pengolahan Kayu di Kalimantan Timur

Syamsu Eka Rinaldi*, Septina Asih Widuri
Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BSILHK), Jl. Soekarno-Hatta Km. 38
Rt 009 Kelurahan Sungai Merdeka, Kecamatan Samboja

*Email: se.rinaldi@yahoo.com

Artikel diterima : 13 Juni 2025. Revisi diterima : 20 Agustus 2025.

ABSTRACT

This study evaluated the implementation of fire safety standards in long-established wood processing industries in East Kalimantan. A descriptive-evaluative approach was applied through field observations, interviews, and document analysis in three selected industries. Each was assessed using 15 technical parameters based on Indonesian National Standards and KLHK guidelines. The results showed compliance levels varied from moderate to very high. Financial constraints and the age of the companies were the main barriers. Basic requirements such as evacuation routes and fire extinguishers (APAR) were generally fulfilled, but documentation, training, and internal audits remained weak. The study recommends incentive-based retrofitting policies, risk-based audits, and technical capacity building to strengthen fire safety transformation in the wood processing sector.

Key words: fire safety, East Kalimantan, national standards, safety audit, wood processing industry

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi penerapan standar keselamatan kebakaran pada industri pengolahan kayu lama di Kalimantan Timur. Pendekatan deskriptif-evaluatif digunakan melalui observasi lapangan, wawancara, dan analisis dokumen pada tiga industri yang dipilih secara purposif. Penilaian dilakukan dengan 15 parameter teknis mengacu pada Standar Nasional Indonesia dan pedoman KLHK. Hasil menunjukkan tingkat kepatuhan bervariasi dari sedang hingga sangat tinggi. Faktor penghambat utama adalah keterbatasan finansial dan usia perusahaan. Persyaratan dasar seperti jalur evakuasi dan APAR umumnya sudah tersedia, namun aspek dokumentasi, pelatihan, dan audit internal masih lemah. Penelitian ini merekomendasikan kebijakan retrofitting berbasis insentif, audit berbasis risiko, serta peningkatan kapasitas teknis untuk memperkuat transformasi keselamatan kebakaran di sektor industri pengolahan kayu.

Kata kunci: keselamatan kebakaran, Kalimantan Timur, standar nasional, audit keselamatan, industri pengolahan kayu

PENDAHULUAN

Industri pengolahan kayu merupakan sektor strategis yang berkontribusi terhadap penyediaan bahan bangunan, furnitur, dan ekspor hasil hutan. Aktivitas produksinya menghasilkan akumulasi serbuk gergaji, resin, serta penggunaan pelarut kimia dan mesin panas yang meningkatkan risiko kebakaran (Afriza & Dewi, 2024). Data KLHK (2020), menunjukkan sebagian besar kawasan hutan produksi masih minim sistem keselamatan kebakaran terintegrasi. Akibatnya, insiden kebakaran di industri kayu kerap terjadi akibat lemahnya proteksi dan standar pencegahan.

Kalimantan Timur, terutama di Samarinda dan Tenggarong, mengalami pertumbuhan industri pengolahan kayu yang pesat. Kondisi terbaru di lapangan memperlihatkan bahwa sebagian besar

perusahaan hanya memenuhi persyaratan dasar seperti jalur evakuasi dan alat pemadam api ringan (APAR), sementara aspek dokumentasi, pelatihan, dan audit internal belum berjalan optimal. Situasi ini menimbulkan kerentanan serius, terutama pada industri lama dengan infrastruktur keselamatan yang usang (Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023).

Berbagai regulasi teknis sebenarnya telah tersedia, seperti SNI 03-1746-2000 tentang jalur evakuasi, SNI 03-3985-2000 tentang sistem deteksi dan alarm kebakaran, serta SNI 03-6570-2001 mengenai instalasi pompa tetap. Namun, implementasi regulasi tersebut masih terkendala biaya pembaruan peralatan, keterbatasan teknis, serta lemahnya pengawasan (Saharjo, 2022; Syaufina dkk., 2024).

Beberapa penelitian terdahulu menekankan pentingnya pelatihan keselamatan bagi pekerja (Fitriani dkk., 2019), dukungan teknologi deteksi dini (Sitanggung dkk., 2022), serta integrasi kebijakan restorasi gambut sebagai pencegahan struktural (Kiely dkk., 2021; Purnomo dkk., 2024). Namun, kajian yang secara khusus mengevaluasi penerapan standar keselamatan kebakaran pada industri pengolahan kayu lama di tengah perkembangan kawasan industri Kalimantan Timur masih terbatas.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penilaian sistematis terhadap implementasi 15 parameter keselamatan kebakaran berbasis Standar Nasional Indonesia dan pedoman KLHK. Evaluasi dilakukan dengan memperhatikan kesiapan teknis, kondisi finansial, dan usia perusahaan. Analisis juga diperluas pada dimensi kelembagaan dengan menilai peran audit internal dan eksternal yang kerap diabaikan dalam praktik industri (Budiningsih dkk., 2022; Syaufina, 2018).

Permasalahan yang dikaji adalah sejauh mana industri pengolahan kayu di Kalimantan Timur menerapkan standar keselamatan kebakaran secara efektif, serta faktor penghambat yang menyebabkan kesenjangan antara regulasi dan praktik di lapangan. Penelitian ini tidak hanya memetakan tingkat kepatuhan, tetapi juga menyoroti keterbatasan struktural dan finansial yang memperlambat transformasi keselamatan industri.

Tujuan penelitian adalah mengevaluasi tingkat penerapan standar keselamatan kebakaran pada industri pengolahan kayu di Kalimantan Timur, sekaligus mengidentifikasi hambatan serta menawarkan solusi melalui kebijakan insentif dan pembinaan teknis adaptif. Temuan penelitian diharapkan dapat memperkuat sistem keselamatan kerja yang lebih responsif terhadap tantangan kawasan industri kehutanan di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kalimantan Timur pada tiga industri pengolahan kayu yang berlokasi di Samarinda dan Tenggarong. Pemilihan lokasi didasarkan pada konsentrasi industri kayu di wilayah tersebut yang memiliki tingkat kerentanan kebakaran tinggi. Kegiatan penelitian berlangsung selama enam bulan, yaitu dari April hingga Oktober 2023.

Sampel Penelitian

Tiga industri dipilih secara purposif dengan kriteria merupakan industri lama yang telah beroperasi sejak dekade 1990-an, memiliki skala usaha menengah hingga besar, serta memberikan akses data dan bersedia dilakukan observasi lapangan. Ketiga industri tersebut dinilai representatif untuk menggambarkan kesenjangan antara penerapan standar modern dan praktik aktual di lapangan.

Variabel Penelitian

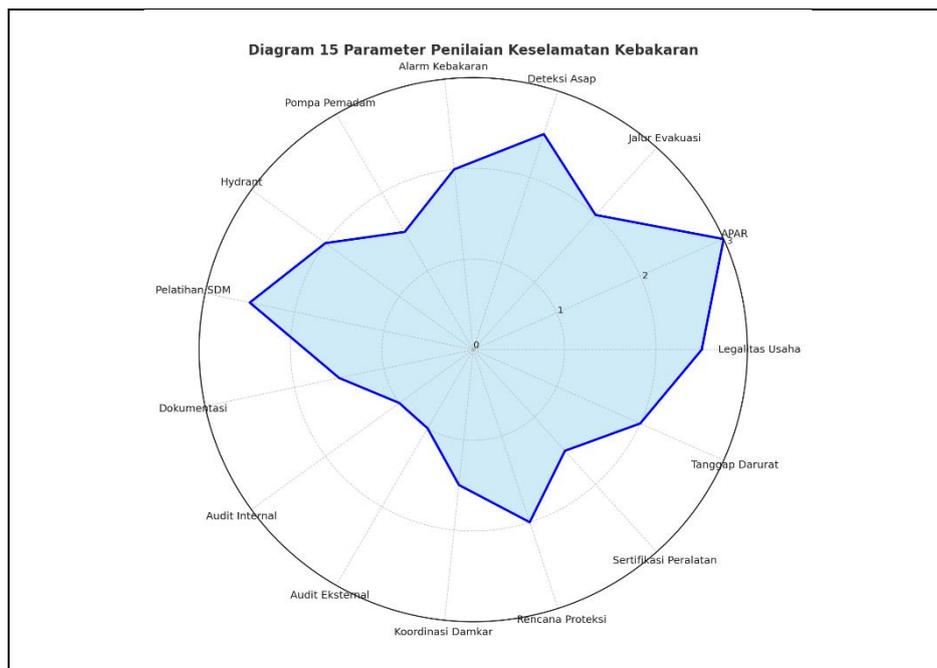
Variabel penelitian difokuskan pada 15 parameter teknis keselamatan kebakaran yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan pedoman KLHK. Parameter tersebut mencakup aspek legalitas usaha, ketersediaan APAR, jalur evakuasi, sistem deteksi asap dan alarm, kesiapan pompa pemadam tetap, hydrant, pelatihan sumber daya manusia, dokumentasi keselamatan, audit internal dan eksternal, koordinasi dengan instansi pemadam kebakaran setempat, rencana proteksi kebakaran, sertifikasi peralatan keselamatan, serta mekanisme tanggap darurat. Keseluruhan parameter ini digunakan untuk menilai tingkat kepatuhan industri terhadap standar yang berlaku.

Prosedur Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap sarana dan prasarana proteksi kebakaran menggunakan borang penilaian, wawancara semi-terstruktur dengan manajer teknis, petugas K3, dan operator sistem kebakaran untuk mengidentifikasi kendala implementasi, serta verifikasi lapangan terhadap dokumen pendukung. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan, seperti rencana proteksi kebakaran, catatan pelatihan, sertifikat APAR, dan hasil audit internal, serta dari peraturan dan pedoman resmi KLHK yang berkaitan dengan standar keselamatan kebakaran,

Analisis Data

Skor total dari tiap industri dikonversi ke dalam lima kategori, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Analisis dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung skor rata-rata kepatuhan, serta kualitatif dengan menafsirkan hasil wawancara. Data kemudian disajikan dalam bentuk profil industri, tabel, dan grafik untuk memperlihatkan aspek dominan maupun lemah, yang selanjutnya menjadi dasar dalam perumusan rekomendasi teknis dan kebijakan sesuai kondisi aktual di lapangan.



Gambar 1. 15 Parameter Penilaian Keselamatan Kebakaran

Diagram 15 parameter penilaian keselamatan kebakaran pada industri pengolahan kayu. Parameter mencakup aspek legalitas usaha, ketersediaan APAR, jalur evakuasi, sistem deteksi asap dan alarm, kesiapan pompa pemadam, hydrant, pelatihan sumber daya manusia, dokumentasi keselamatan, audit internal dan eksternal, koordinasi dengan instansi pemadam kebakaran, rencana proteksi kebakaran, sertifikasi peralatan keselamatan, serta mekanisme tanggap darurat. Nilai setiap parameter ditetapkan pada rentang skor 0–3 sesuai standar SNI dan pedoman teknis KLHK. Visualisasi ini memudahkan identifikasi aspek dominan maupun lemah sebagai dasar perumusan rekomendasi teknis dan kebijakan. Data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan yang meliputi rencana proteksi kebakaran, catatan pelatihan petugas pemadam internal, sertifikat alat pemadam api ringan (APAR), dan hasil audit

internal. Dokumen teknis tersebut diverifikasi di lapangan untuk memastikan kesesuaiannya dengan kondisi aktual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengidentifikasi tantangan sistemik dalam implementasi standar keselamatan kebakaran di industri pengolahan kayu di wilayah Kalimantan Timur. Temuan utama menunjukkan bahwa rendahnya kepatuhan terhadap standar modern bukan disebabkan oleh kurangnya kesadaran teknis, melainkan oleh keterbatasan ekonomi, lemahnya insentif, dan belum adanya kebijakan afirmatif yang adaptif terhadap karakteristik industri lama. Ringkasan tingkat penerapan standar keselamatan kebakaran di ketiga industri dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan hasil penilaian penerapan standar keselamatan kebakaran

No	Nama Industri	Lokasi	Skor Total	Predikat	Kategori
1	PT Kayu Lapis Asli Murni (Kalamur)	Samarinda	48	Silver	Baik
2	PT Kayu Alam Perkasa Raya (KAPR)	Kutai Kartanegara	46	Silver	Baik
3	PT SLJ Group Tbk	Samarinda	57	Gold	Sangat Baik

Tabel 1 menunjukkan variasi skor total hasil evaluasi terhadap tiga industri pengolahan kayu di Kalimantan Timur. PT SLJ Group memperoleh skor tertinggi (57) dan dikategorikan dalam predikat

gold dengan klasifikasi “sangat baik”, menunjukkan bahwa perusahaan ini telah memenuhi hampir seluruh parameter teknis yang dievaluasi, termasuk sistem deteksi dan alarm kebakaran, jalur evakuasi,

serta dokumentasi dan pelatihan keselamatan. Sementara itu, PT Kayu Lapis Asli Murni (Kalamur) dan PT Kayu Alam Perkas Raya (KAPR) masing-masing memperoleh skor 48 dan 46, dengan predikat *silver* dan kategori “baik”. Meskipun tergolong baik, kedua perusahaan ini masih menunjukkan kelemahan pada aspek sistem audit internal dan dokumentasi pelatihan. Perbedaan skor ini mencerminkan bahwa tingkat penerapan standar keselamatan kebakaran tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan sarana proteksi, tetapi juga oleh tata kelola kelembagaan, umur industri, dan kapasitas finansial dalam mempertahankan sistem keselamatan yang berkelanjutan

Industri pengolahan kayu yang didirikan sejak dekade 1990-an umumnya masih menggunakan sistem keselamatan berbasis peralatan sederhana dan peraturan lama. Hal ini menyebabkan adanya kesenjangan antara regulasi keselamatan kebakaran yang terus berkembang dengan sistem aktual di lapangan. Fenomena ini juga terjadi secara global, sebagaimana dijelaskan oleh Little, (2012), bahwa infrastruktur industri yang menua menyimpan risiko sistemik jika tidak disertai dengan kebijakan pembaruan. Ohio Arson School, (2020) juga menegaskan bahwa sistem keselamatan pada infrastruktur lama sering kali rusak, tidak teruji, atau tidak memenuhi persyaratan teknologi dan beban bangunan saat ini.

Keterbatasan finansial menjadi penghalang utama bagi industri untuk melakukan modernisasi. Kiely dkk., (2021) menunjukkan bahwa investasi dalam sistem deteksi asap terintegrasi, sprinkler otomatis, atau sistem pemantauan digital memerlukan modal besar yang tidak mudah diakses oleh perusahaan berskala menengah atau yang mengalami penurunan pendapatan. Hal ini diperkuat oleh laporan Strategic Fire, (2022) yang menyatakan bahwa meskipun secara ekonomi bermanfaat dalam jangka panjang, sistem keselamatan kebakaran sering diabaikan oleh manajemen karena dianggap tidak mendatangkan keuntungan langsung.

Pada sisi regulasi, Indonesia masih menerapkan pendekatan satu ukuran untuk semua. SNI dan peraturan teknis lain diberlakukan secara seragam, tanpa mempertimbangkan umur industri, status pembaruan infrastruktur, dan kapasitas manajemen. Dalam konteks ini, kebijakan nasional dinilai belum adaptif terhadap realitas industri lama yang tertinggal dari perkembangan teknologi keselamatan. Studi oleh Syaufina dkk. (2024) mengingatkan bahwa kebijakan keselamatan perlu dirancang berbasis risiko dan bukan hanya kepatuhan prosedural.

Negara-negara maju telah lama menerapkan

kebijakan pembaruan keselamatan kebakaran melalui pendekatan “retrofitting” atau pembaruan sistem secara bertahap. Budlong (2021) menyarankan bahwa evolusi sistem keselamatan kebakaran harus mengikuti siklus usia bangunan dan kemampuan adaptasi pengguna. Di Jepang dan Singapura, perusahaan lama diberi tenggat waktu dan dukungan pembiayaan lunak untuk memperbarui sistem proteksi kebakaran, sementara di Indonesia belum ada skema serupa.

Di samping itu, riset oleh Delorme & Waterhouse, (2022) dan FAO, (2011) menunjukkan bahwa strategi keselamatan yang paling berhasil justru adalah yang berbasis insentif dan keterlibatan komunitas. Pendekatan berbasis komunitas telah terbukti efektif dalam pengelolaan kebakaran di area rawan, karena mampu menggabungkan nilai tradisional dengan teknologi keselamatan modern. Ini menjadi peluang kebijakan di Indonesia, terutama untuk kawasan industri kecil dan menengah.

Dengan melihat semua temuan ini, dapat ditegaskan bahwa sistem keselamatan kebakaran di industri pengolahan kayu lama mengalami stagnasi bukan karena kurangnya pemahaman teknis, tetapi karena kekosongan kebijakan struktural yang adaptif. Solusi yang dibutuhkan bukan sekadar penegakan regulasi teknis, melainkan reformasi kebijakan yang mencakup pemberian insentif retrofitting, penyesuaian standar bagi industri eksisting, dukungan fiskal dan teknis dari negara, serta integrasi sistem manajemen keselamatan yang responsif terhadap umur bangunan dan karakteristik lokal.

Implikasi Kebijakan dan Arah Reformasi Keselamatan Kebakaran

Retrofitting sebagai Instrumen Kebijakan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa reformasi sistem keselamatan kebakaran pada industri pengolahan kayu lama tidak cukup hanya mengandalkan regulasi teknis. Diperlukan kebijakan adaptif berbasis risiko yang mempertimbangkan kapasitas manajerial dan usia infrastruktur industri. Salah satu instrumen penting adalah retrofitting, yaitu pembaruan sistem keselamatan secara bertahap melalui dukungan teknis dan pembiayaan lunak. Pendekatan ini terbukti efektif di negara maju seperti Jepang dan Singapura (Budlong, 2021; Purnomo dkk., 2024). Oleh karena itu, penerapan kebijakan serupa direkomendasikan di Indonesia, khususnya bagi industri berbasis sumber daya alam yang telah lama beroperasi tanpa modernisasi sistem keselamatan.

Reformasi Audit Internal dan Eksternal

Selain retrofitting, hasil penelitian menekankan pentingnya membenahi mekanisme audit internal dan eksternal. Audit tidak boleh terbatas pada pemeriksaan sarana fisik, tetapi harus mengevaluasi dokumentasi, program pelatihan, dan integrasi sistem manajemen risiko kebakaran. Konsep audit berbasis risiko telah diadopsi dalam model *fire management unit performance review* oleh Forests Canada dan FAO, yang menilai industri berdasarkan profil risiko, bukan sekadar kepatuhan formal terhadap dokumen teknis (Budiningsih dkk., 2022; Food and Agriculture Organization, 2011; Syaufina dkk., 2024).

Rekomendasi Strategis

Tiga rekomendasi utama dapat ditarik: (1) penyusunan regulasi turunan yang mengatur insentif retrofitting bagi industri berusia lebih dari 20 tahun, (2) pengembangan panduan audit kelembagaan keselamatan kebakaran berbasis risiko, dan (3) penguatan kemitraan antara pemerintah, sektor swasta, dan lembaga pelatihan untuk membangun kapasitas SDM teknis yang memahami sistem proteksi modern (Kiely dkk., 2021). Rekomendasi ini penting tidak hanya untuk reformasi sistem keselamatan, tetapi juga untuk memperkuat citra dan keberlanjutan industri kehutanan Indonesia di tingkat global.

Reformasi Regulasi Hukum Investasi

Implikasi kebijakan keselamatan kebakaran juga berkaitan dengan sistem hukum investasi di Indonesia. Kajian Wuryandari dkk., (2022) menunjukkan bahwa hukum investasi belum memiliki kekuatan normatif yang memadai untuk menindak investor yang mengabaikan kewajiban perlindungan lingkungan. Meskipun Undang-Undang Penanaman Modal menyebutkan prinsip pembangunan berkelanjutan, sanksi yang tersedia masih lemah dan terbatas pada aspek administratif. Dalam kasus kebakaran hutan yang melibatkan korporasi asing, penegakan hukum cenderung reaktif dan tidak menimbulkan efek jera.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan standar keselamatan kebakaran pada industri pengolahan kayu lama di Kalimantan Timur masih bervariasi, dari kategori sedang hingga sangat tinggi. Tingkat kepatuhan dipengaruhi oleh usia industri, kapasitas finansial, serta kesiapan sistem

manajemen keselamatan. Kelemahan utama ditemukan pada aspek dokumentasi, pelatihan, dan audit internal, sementara persyaratan dasar seperti jalur evakuasi dan APAR relatif sudah tersedia.

Reformasi keselamatan kebakaran tidak dapat mengandalkan regulasi semata, tetapi memerlukan strategi berbasis risiko melalui retrofitting, audit kelembagaan adaptif, serta dukungan kebijakan insentif teknis dan fiskal. Pemerintah pusat dan daerah perlu memperkuat pembinaan keselamatan kebakaran sebagai indikator pengawasan industri kehutanan serta membangun kemitraan lintas sektor untuk meningkatkan kapasitas sumber daya manusia.

Rekomendasi utama penelitian ini adalah penyusunan skema retrofitting dengan dukungan teknis dan pembiayaan lunak, perluasan audit berbasis risiko yang menilai tidak hanya aspek fisik tetapi juga tata kelola kelembagaan, serta penguatan peran pelatihan dan komunitas dalam sistem deteksi dini dan respons kebakaran. Dengan langkah tersebut, reformasi sistem keselamatan kebakaran pada industri lama berpotensi menjadi model nasional bagi sektor kehutanan dan industri berbasis sumber daya alam lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BSILHK) atas dukungan pendanaan dan kepercayaan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Apresiasi juga diberikan kepada pimpinan dan teknisi di industri pengolahan kayu wilayah Kalimantan Timur yang telah membuka akses dan memberikan data selama proses observasi dan verifikasi lapangan. Terima kasih kepada tim teknis yang membantu proses pengumpulan serta analisis data, serta seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun kontribusinya sangat berarti bagi kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng Afriza, & Sinta Dewi. (2024). Analisis Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada Area Proses PT. XYZ Menggunakan Metode HIRARC. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 2(1), 67–77. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i1.54>
- Badan Standardisasi Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Memorandum No.M4/BSI/SET.13/STD.0/4/2023 tentang parameter penilaian penerapan standar*

UKL-UPL.

- Budiningsih, K., Nurfatriani, F., Salminah, M., Ulya, N. A., Nurlia, A., Setiabudi, I. M., & Mendham, D. S. (2022). Forest management units' performance in forest fire management implementation in Central Kalimantan and South Sumatra. *Forests*, *13*(6), 1–19. <https://doi.org/10.3390/f13060894>
- Budlong. (2021). *The Evolution of Fire Life Safety Standards: A Comprehensive Guide*. <https://budlong.com/the-evolution-of-fire-life-safety-standards-a-comprehensive-guide/>
- Delorme, F., & Waterhouse, D. (2021). *Comprehensive Study on the Economic and Social Benefits of Fire Prevention*.
- Fitriani, V., Naiem, M. F., Stang, & Wahyu, A. (2019). The influence of fire safety training towards workers' attitude at PT. Maruki International Indonesia. *East African Scholars Journal of Medical Sciences*, *2*(10), 577–582. <https://doi.org/10.36349/easjpbs.2019.v01i06.005>
- Food and Agriculture Organization. (2011). Community-Based Fire Management: A Review. In *FAO Forestry Paper* (Issue 166). FAO.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). Status Hutan & Kehutanan Indonesia 2020. In S. Nurbaya, S. A. Awang, & Efransjah (Eds.), *e-Book*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia.
- Kiely, L., Spracklen, D. V., Arnold, S. R., Papargyropoulou, E., Conibear, L., Wiedinmyer, C., Knotte, C., & Adrianto, H. A. (2021). Assessing costs of Indonesian fires and the benefits of restoring peatland. *Nature Communications*, *12*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27353-x>
- Little, R. G. (2012). *Managing the Risk of Aging Infrastructure*. USC Price School of Public Policy.
- Ohio Arson School. (2020). *Fire Safety in Aging Infrastructure: Challenges and Solutions*.
- Purnomo, H., Puspitaloka, D., Okarda, B., Andrianto, A., Qomar, N., Sutikno, S., Muhammad, A., Basuki, I., Jalil, A., Yesi, Prasetyo, P., Tarsono, Zulkardi, Kusumadewi, S. D., Komarudin, H., Dermawan, A., & Brady, M. A. (2024). Community-based fire prevention and peatland restoration in Indonesia: A participatory action research approach. *Environmental Development*, *50*, 100971. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2024.100971>
- Saharjo, B. H. (2022). Research for fire prevention management in Indonesia (smoke, haze, GHG emission reduction, and deforestation). *Journal of Tropical Silviculture*, *13*(1), 1–13. <https://core.ac.uk/download/pdf/522262117.pdf>
- Sitanggang, I. S., Syaufina, L., Trisminingsih, R., Ramdhany, D., Nuradi, E., Hidayat, M. F. A., Rahmawan, H., Wulandari, Ardiansyah, F., Albar, I., & Krisnanto, F. (2022). Indonesian forest and land fire prevention patrol system. *Fire*, *5*(5). <https://doi.org/10.3390/fire5050136>
- Syaufina, L. (2018). Forest and land fires in Indonesia: Assessment and mitigation. *Integrating Disaster Science and Management: Global Case Studies in Mitigation and Recovery*, 109–121. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812056-9.00008-7>
- Syaufina, L., Sukaesih Sitanggang, I., Yuni Purwanti, E., Rahmawan, H., Trisminingsih, R., Ardiansyah, F., Wulandari, Albar, I., Krisnanto, F., & Emmelinda Satyawan, V. (2024). Forest and land fires policies implications in Indonesia: Technological support needs. *Journal of Tropical Silviculture*, *15*(1), 70–77.
- Wuryandari, U. S. W., Chairani, A. D., & Safitri, M. A. (2022). Weak investment law enforcement in land and forest fire cases in Indonesia. *ResearchGate Preprint*. <https://www.researchgate.net/publication/366735793>