

PENGUKURAN JEJAK KARBON DAN INSENTIF FINANSIAL DALAM RANTAI PASOKAN EMPIRIS

Riduan Siagian¹, Adrian K. Tarigan², Josua Tahan Jaya Sitorus³
Universitas Efarina, Indonesia^{1,2,3}
Email: riduansiagian.ipwija@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengkaji secara empiris pengukuran jejak karbon dalam manajemen rantai pasokan serta peran insentif finansial dalam mendorong pengurangan emisi. Mengingat rantai pasokan dapat menyumbang hingga 90% emisi perusahaan dan emisi tidak langsung (Scope 3) jauh lebih besar (hingga 26 kali) dibanding emisi operasional, penelitian menyoroti tantangan utama berupa kekurangan/ketidakkengkapan data pemasok, variasi metodologi pengukuran, dan hambatan adopsi teknologi. Studi ini juga menganalisis efektivitas model pendanaan berkelanjutan, seperti Sustainable Supply Chain Finance (SSCF), sustainability-linked loans (SLL), dan green bonds, serta mekanisme insentif internal cost-sharing (CS) dan preferential financing (PF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa insentif finansial yang tepat dapat meningkatkan kemungkinan pemasok melakukan pengurangan emisi hingga 52%. Selain itu, penggunaan teknologi inovatif seperti blockchain dan IoT diusulkan untuk meningkatkan akurasi, transparansi, dan verifikasi data emisi secara real-time. Penelitian menyimpulkan bahwa integrasi sistem pengukuran yang andal dengan insentif berbasis kinerja merupakan strategi penting bagi perusahaan dalam memperkuat pengelolaan emisi dan keberlanjutan rantai pasokan.

Kata kunci: Rantai Pasokan, Insentif Finansial, Green Bonds, Blockchain, IoT

Abstract

This study empirically examines carbon footprint measurement within supply chain management and the role of financial incentives in driving emission reductions. Since supply chains may contribute up to 90% of a company's emissions and indirect emissions (Scope 3) can be as much as 26 times higher than operational emissions, the study highlights key challenges including incomplete supplier emission data, variability in measurement methodologies, and adoption barriers for enabling technologies. It also analyzes the effectiveness of sustainable funding models—such as Sustainable Supply Chain Finance (SSCF), sustainability-linked loans (SLL), and green bonds—as well as internal incentive mechanisms cost-sharing (CS) and preferential financing (PF). The findings indicate that well-designed financial incentives can increase the likelihood that suppliers reduce emissions by up to 52%. The study further proposes the use of innovative technologies, including blockchain and the Internet of Things (IoT), to improve the accuracy, transparency, and real-time verification of emissions data. Overall, the research concludes that integrating robust measurement systems with performance-based incentives is a crucial strategy for companies to enhance emissions management and supply chain sustainability.

Keywords: Rantai Pasokan, Insentif Finansial, Green Bonds, Blockchain, IoT

PENDAHULUAN

Pengukuran jejak karbon dan pemberian insentif finansial dalam manajemen rantai pasokan merupakan topik penelitian yang semakin penting di tengah meningkatnya tuntutan untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Rantai pasokan diketahui menyumbang hingga 90% dari total emisi suatu perusahaan, sehingga kolaborasi dengan para pemasok menjadi kunci dalam mengurangi dampak lingkungan. Di samping itu, emisi tidak langsung (Scope 3) sering kali jauh lebih besar, bahkan dapat mencapai 26 kali lipat dari emisi operasional (Scope 1 dan 2), yang menunjukkan bahwa upaya dekarbonisasi tidak dapat hanya berfokus pada aktivitas internal perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara empiris sistem pengukuran jejak karbon dalam manajemen rantai pasokan serta menelaah peran insentif finansial dalam mendorong penurunan emisi. Pendekatan inovatif melalui model pendanaan berkelanjutan seperti Sustainable Supply Chain Finance (SSCF),

sustainability-linked loans (SLL), green bonds, serta mekanisme insentif internal seperti cost-sharing (CS) dan preferential financing (PF) akan dianalisis untuk menentukan efektivitas masing-masing dalam mengurangi emisi sekaligus meningkatkan keberlanjutan rantai pasokan.

Seiring dengan meningkatnya keprihatinan global mengenai perubahan iklim, perusahaan dituntut untuk tidak hanya mengelola operasi internal, tetapi juga memperhatikan jejak karbon yang ditimbulkan oleh seluruh rantai pasokannya. Tantangan utama dalam konteks ini adalah akurasi pengukuran emisi, terutama pada kategori Scope 3 yang mencakup emisi tidak langsung dari aktivitas pemasok, transportasi, serta distribusi. Berbagai kendala dalam pengukuran jejak karbon antara lain adalah ketersediaan data, yaitu data emisi dari pemasok yang sering tidak lengkap atau tidak terintegrasi sehingga menyulitkan perhitungan secara menyeluruh.

Selain ketersediaan data, variasi metodologi juga menjadi hambatan penting karena berbagai standar dan metodologi pengukuran emisi di negara dan industri yang berbeda dapat menghasilkan ketidakkonsistenan dalam pelaporan. Di sisi lain, penerapan teknologi seperti blockchain dan IoT memang telah diusulkan untuk meningkatkan transparansi dan akurasi pengukuran, namun implementasinya masih menghadapi tantangan teknis dan hambatan adopsi di kalangan industri. Kondisi ini pada akhirnya dapat memengaruhi kualitas penilaian emisi serta kemampuan perusahaan dalam menetapkan target pengurangan yang realistis dan terukur.

Dalam upaya mengatasi tantangan tersebut, pemberian insentif finansial kepada pemasok melalui berbagai model pendanaan menunjukkan potensi besar dalam mendorong reduksi emisi. Misalnya, SSCF menawarkan keuntungan berupa suku bunga lebih rendah dan pembayaran lebih cepat jika pemasok berhasil mencapai target keberlanjutan, sehingga insentif ini tidak hanya mendukung pengurangan emisi tetapi juga menyediakan akses pendanaan yang dapat membantu pemasok yang mungkin memiliki keterbatasan modal. Dengan demikian, model insentif finansial dapat berfungsi sebagai pemicu sekaligus fasilitator transformasi menuju praktik yang lebih berkelanjutan dalam rantai pasokan.

Selain itu, studi empiris juga menunjukkan bahwa insentif finansial dapat meningkatkan kemungkinan pemasok mengurangi emisi hingga 52% dibandingkan ketika mereka hanya mendapatkan pelatihan tanpa insentif. Karena itu, penggabungan antara pengukuran jejak karbon yang akurat dan penerapan model insentif finansial berbasis kinerja dipandang sebagai solusi strategis untuk menjawab tantangan dekarbonisasi dalam rantai pasokan, sekaligus mendorong keterlibatan pemasok secara lebih efektif.

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: pertama, mengkaji sistem pengukuran jejak karbon melalui penelusuran tantangan, solusi, dan inovasi teknologi seperti blockchain dan IoT dalam pengukuran emisi di seluruh rantai pasokan. Kedua, menganalisis efektivitas insentif finansial dengan menilai pengaruh mekanisme seperti SSCF, sustainability-linked loans, green bonds, cost-sharing, dan preferential financing dalam mendorong pengurangan emisi. Ketiga, membandingkan model insentif untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan masing-masing, khususnya dalam konteks keterbatasan modal, dengan fokus pada perbandingan antara cost-sharing (CS) dan preferential financing (PF). Terakhir, penelitian ini berupaya memberikan rekomendasi strategis bagi perusahaan dan pembuat kebijakan guna meningkatkan efektivitas pengukuran serta pengelolaan emisi dalam rantai pasokan.

LANDASAN TEORI

Pengukuran Jejak Karbon dalam Rantai Pasokan

Pengukuran jejak karbon merupakan langkah krusial dalam mengelola dampak lingkungan perusahaan. Riset menunjukkan bahwa emisi yang bersumber dari rantai pasokan (Scope 3) sering kali jauh lebih tinggi dibandingkan dengan emisi operasional langsung yang dihasilkan oleh kegiatan internal perusahaan. Pengukuran yang akurat menghadapi beberapa tantangan:

Data yang Tidak Konsisten: Banyak perusahaan mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan data emisi dari berbagai pemasok karena perbedaan metodologi dan standar pelaporan.

- **Kebutuhan Teknologi Canggih:** Penerapan teknologi seperti Internet of Things (IoT) dan blockchain dapat meningkatkan keakuratan data dengan mengotomatisasi pelaporan dan validasi informasi emisi secara real time. Penelitian terdahulu telah menyarankan pengembangan sistem pengukuran terintegrasi yang memungkinkan pengumpulan data secara otomatis dan verifikasi melalui teknologi blockchain,

sehingga mengurangi risiko kesalahan manual dan greenwashing.

Insentif Finansial dan Model Pendanaan untuk Reduksi Emisi

Model insentif finansial dalam supply chain dikembangkan agar perusahaan dapat mendorong pemasok melakukan investasi hijau meskipun mengalami keterbatasan modal. Beberapa contoh model insentif yang sering digunakan di antaranya:

Sustainable Supply Chain Finance (SSCF): Model ini menghubungkan pencapaian target keberlanjutan dengan insentif finansial seperti suku bunga lebih rendah dan pembayaran yang lebih cepat. SSCF mengimplementasikan kerangka kerja lima langkah: penilaian baseline, audit ESG, penetapan KPI, desain insentif, dan penyemaian ketentuan tersebut ke dalam kontrak.

Sustainability-Linked Loans (SLL) dan Green Bonds: Instrumen pinjaman yang mengaitkan suku bunga dengan pencapaian target pengurangan emisi. Green bonds memfasilitasi pendanaan proyek-proyek lingkungan yang mendukung investasi dalam teknologi bersih.

- **Mekanisme Cost-Sharing (CS) dan Preferential Financing (PF):** Studi menunjukkan bahwa mekanisme PF lebih stabil dalam memberikan insentif kepada pemasok untuk mengurangi emisi dibandingkan dengan CS, terutama dalam konteks keterbatasan modal.
- **Insentif Berbasis Pemasok:** Insentif juga dapat berupa pengakuan publik, syarat pembayaran yang menguntungkan, kontrak jangka panjang, atau harga beli yang lebih tinggi untuk produk dengan jejak karbon rendah. Studi empiris telah membuktikan bahwa insentif-insentif ini tidak hanya mendorong pengurangan emisi tetapi juga memperbaiki likuiditas dan profitabilitas pada rantai pasokan secara keseluruhan.

METODE

Pendekatan penelitian dalam studi ini bersifat komprehensif dengan menggabungkan metode kualitatif dan kuantitatif untuk menganalisis efektivitas sistem pengukuran jejak karbon serta peran insentif finansial dalam mendorong penurunan emisi. Penggabungan kedua metode ini dilakukan agar penelitian tidak hanya mampu mengukur hasil pengurangan emisi secara angka, tetapi juga dapat memahami secara mendalam faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan maupun kendala implementasi di lapangan, baik dari sisi pemasok maupun dari sisi perusahaan yang mengelola rantai pasokan.

Pada tahap pengumpulan data primer, penelitian dilakukan melalui survei kepada perusahaan-perusahaan besar yang telah menerapkan model SSCF dan berbagai bentuk insentif finansial lainnya, misalnya PVH Corp. dan Coca-Cola. Survei ini dimaksudkan untuk memperoleh gambaran umum mengenai pola penerapan insentif, mekanisme kerja, serta bentuk pelaporan jejak karbon yang digunakan. Selain survei, penelitian juga menggunakan wawancara mendalam dengan pengelola rantai pasokan dan tim keberlanjutan pada perusahaan, dengan fokus untuk memahami tantangan yang muncul selama implementasi, termasuk bagaimana perusahaan menilai kinerja pemasok dan memastikan bahwa insentif benar-benar terhubung dengan target keberlanjutan.

Selanjutnya, pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi kasus dan laporan industri yang relevan, seperti laporan CDP (Carbon Disclosure Project) yang menunjukkan bahwa insentif finansial membuat pemasok 52% lebih mungkin mengurangi emisi. Data sekunder juga diperoleh dari publikasi akademis mengenai pengukuran jejak karbon serta penerapan teknologi seperti blockchain dalam rantai pasokan, sehingga penelitian dapat membangun landasan teori sekaligus memperkuat analisis empiris yang dihasilkan dari data primer.

Tahap analisis data dilakukan melalui dua pendekatan. Pertama, analisis kuantitatif digunakan untuk mengukur dan membandingkan efektivitas model-model insentif berdasarkan data statistik terkait pengurangan emisi yang berhasil dicapai. Sebagai contoh, penelitian dapat menggunakan informasi mengenai pengurangan emisi yang terjadi pada rantai pasokan perusahaan tertentu, seperti klaim pengurangan 43 juta ton emisi oleh pemasok Coca-Cola. Kedua, analisis kualitatif dilakukan melalui

studi kasus untuk menggali faktor-faktor keberhasilan yang sulit diukur secara langsung, misalnya tingkat keterlibatan pemasok, kesesuaian teknologi yang digunakan dalam pengukuran jejak karbon, serta desain kontrak insentif yang diterapkan.

Agar temuan lebih mudah dipahami, penelitian juga menyertakan visualisasi data. Visualisasi pertama berupa pembuatan tabel perbandingan untuk mengilustrasikan karakteristik dan tantangan masing-masing model insentif (rujukan ke bagian 4.2). Visualisasi kedua berupa diagram alur untuk menggambarkan kerangka kerja SSCF yang terdiri dari lima langkah, yaitu evaluasi baseline, audit ESG, penetapan KPI, desain program insentif, serta integrasi ke dalam kontrak. Diagram alur ini berfungsi untuk memperlihatkan tahapan proses pemberian insentif di rantai pasokan mulai dari identifikasi pemasok hingga implementasi program dan monitoring kinerja secara berkelanjutan..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Model Insentif Finansial

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model insentif finansial memiliki dampak signifikan terhadap pengurangan emisi pada rantai pasokan. Berdasarkan data survei dan studi kasus, beberapa temuan kunci adalah:

Pengurangan Emisi yang Signifikan:

Penerapan model SSCF pada beberapa perusahaan besar menunjukkan pengurangan emisi yang sangat signifikan. Misalnya, inisiatif yang melibatkan Coca-Cola telah berhasil mengurangi emisi hingga 43 juta ton melalui kolaborasi intensif dengan pemasok.

Perbaikan Likuiditas Pemasok:

Pemasok yang menerima insentif finansial seperti suku bunga lebih rendah dan pembayaran lebih cepat melaporkan peningkatan likuiditas, sehingga memungkinkan mereka untuk melakukan investasi dalam teknologi hijau dan praktik berkelanjutan.

Pengaruh Teknologi:

Adopsi teknologi blockchain dan IoT dalam sistem pengukuran emisi terbukti meningkatkan akurasi dan transparansi data. Hal ini memungkinkan verifikasi secara real time dan mengurangi kemungkinan kesalahan atau manipulasi data (greenwashing).

Perbandingan Metode: Cost-Sharing (CS) vs. Preferential Financing (PF) dan Dampak Teknologi

Dalam konteks keterbatasan modal pada pemasok, penelitian juga mengkaji dua mekanisme insentif internal:

Cost-Sharing (CS):

Mekanisme ini memungkinkan perusahaan inti untuk membantu menanggung sebagian biaya reduksi emisi. Namun, efisiensi CS sangat bergantung pada rasio biaya yang dibagi. Jika rasio terlalu tinggi, beban biaya yang masih harus ditanggung oleh pemasok dapat menurunkan insentif untuk berinovasi dan mengurangi emisi.

Preferential Financing (PF):

PF menawarkan suku bunga lebih rendah kepada pemasok yang berhasil mencapai standar pengurangan emisi tertentu. Studi menunjukkan bahwa efek insentif PF cenderung lebih stabil dan konsisten dibandingkan CS, sehingga memberikan peningkatan profitabilitas bagi retailer sekaligus mendorong pemasok mengadopsi teknologi ramah lingkungan.

Tabel Perbandingan Efektivitas CS dan PF

Aspek yang di nilai	Cost-sharing CS	Preferential Financing (PF)
Stabilitas Insentif	Terpengaruh oleh rasio pembagian biaya	Lebih stabil dan konsisten dalam pengurangan emisi
Dampak pada Profitabilitas	Peningkatan kecil jika rasio optimal	Meningkatkan profit retailer dan pemasok
Tantangan Implementasi	Kesulitan dalam penentuan rasio optimal	Memerlukan standar pengurangan yang jelas
Keterlibatan Pemasok	Bergantung pada kondisi pasar dan modal	Lebih menguntungkan bagi pemasok dengan kinerja hijau

Tabel di atas merangkum perbandingan efektivitas antara CS dan PF berdasarkan hasil analisis empiris yang dilakukan .

Pengaruh Teknologi Inovatif pada Akurasi Pengukuran

Teknologi memainkan peran penting dalam mengoptimalkan sistem pengukuran jejak karbon, antara lain: Blockchain:

Blockchain menciptakan ledger tidak dapat diubah yang meningkatkan transparansi dan akurasi data emisi. Dengan metode ini, data dari pemasok dapat terintegrasi secara otomatis dan diverifikasi secara real time, sehingga mengurangi risiko terjadinya manipulasi data .

Internet of Things (IoT):

IoT memberikan kemampuan monitoring secara langsung dan mengurangi ketergantungan pada entri data manual yang rawan kesalahan. Penerapan sensor dalam proses produksi dan distribusi memungkinkan pemantauan parameter lingkungan secara kontinu .

● Integrasi Teknologi:

Kombinasi antara blockchain dan IoT menghasilkan sistem pengukuran yang lebih robust, di mana setiap langkah dalam rantai pasokan dapat dilacak secara akurat. Hal ini memberikan dasar bagi penerapan insentif finansial yang berbasis kinerja, karena data yang akurat menjadi dasar evaluasi pencapaian target pengurangan emisi.

Diagram Proses Integrasi Teknologi dalam Pengukuran Emisi

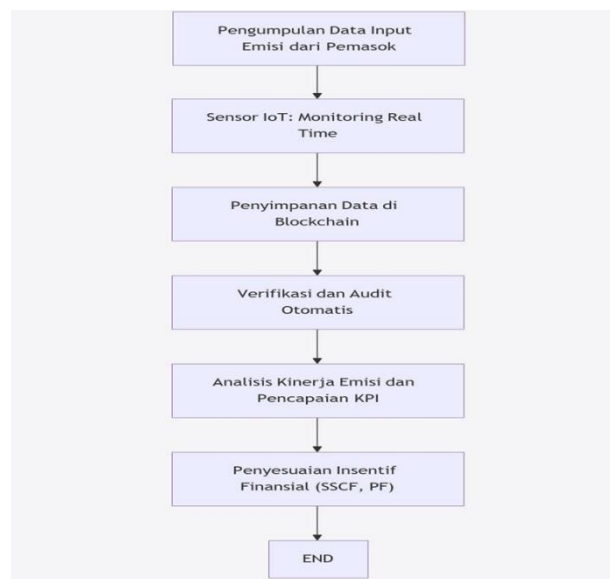


Diagram di atas menunjukkan bagaimana integrasi antara sensor IoT dan blockchain dapat meningkatkan keakuratan pengukuran emisi serta mendukung penyesuaian insentif berbasis kinerja.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran jejak karbon di seluruh rantai pasokan dan pemberian insentif finansial memiliki peranan krusial dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Temuan utama mengindikasikan bahwa dasar pengukuran yang akurat dapat diperkuat melalui sistem yang terintegrasi dengan teknologi seperti blockchain dan IoT, karena pendekatan ini meningkatkan akurasi data emisi sekaligus mengurangi ketergantungan pada pelaporan manual. Dengan demikian, perusahaan memperoleh informasi yang lebih andal untuk menilai kinerja pemasok dan memastikan bahwa target pengurangan emisi dapat dipantau secara konsisten. Dalam konteks kontribusi emisi, rantai pasokan bahkan menyumbang hingga 90% emisi perusahaan, sementara emisi Scope 3 dapat mencapai 26 kali lebih besar dibandingkan emisi dari operasi langsung (Scope 1 dan 2), sehingga kebutuhan akan pengukuran yang tepat menjadi semakin mendesak. Selain itu, teknologi canggih yang mendukung transparansi dan verifikasi kinerja juga menjadi landasan bagi standarisasi pemberian insentif finansial berbasis kinerja.

Temuan berikutnya menegaskan bahwa efektivitas penurunan emisi sangat dipengaruhi oleh desain insentif finansial yang diberikan kepada pemasok. Model seperti SSCF, sustainability-linked loans (SLL), dan green bonds terbukti mampu menurunkan emisi sekaligus meningkatkan likuiditas dan profitabilitas pemasok, karena insentif tersebut tidak hanya mendorong perubahan perilaku, tetapi juga menyediakan akses modal untuk melakukan investasi pengurangan emisi. Lebih lanjut, preferential financing (PF) menunjukkan

keunggulan dibandingkan cost-sharing (CS) karena menawarkan insentif yang lebih stabil dan berdampak lebih besar dalam meningkatkan kinerja pengurangan emisi, sedangkan insentif berbasis kinerja dapat meningkatkan kemungkinan pemasok mengurangi emisi hingga 52%. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian merekomendasikan agar perusahaan terus berinovasi dalam penerapan teknologi pengukuran dan menyesuaikan model insentif finansial sesuai profil pemasok serta kondisi pasar, dengan dukungan kolaborasi antara perusahaan inti, pemasok, dan lembaga keuangan untuk membangun ekosistem rantai pasokan yang berkelanjutan.

REFERENSI

- Awaysheh, A., & Klassen, R. D. (2010). The impact of supply chain structure on the use of supplier socially responsible practices. *International Journal of Operations & Production Management*, 30(12), 1246–1268.
- Busch, T., Johnson, M., & Pioch, T. (2021). Corporate carbon performance and supply chain decarbonization. *Journal of Cleaner Production*, 311, 127653.
- Carbon Disclosure Project (CDP). (2023). *Engaging the chain: Driving speed and scale*. CDP Global Report.
- Chen, X., Benjaafar, S., & Elomri, A. (2013). The carbon-constrained supply chain: Implications for supply chain management. *Operations Research*, 61(2), 317–330.
- Cheng, B., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). Corporate social responsibility and access to finance. *Strategic Management Journal*, 35(1), 1–23.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Capstone Publishing.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.
- Gelsomino, L. M., Mangiaracina, R., Perego, A., & Tumino, A. (2016). Supply chain finance: A literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(4), 348–366.
- Ghosh, D., & Shah, J. (2015). Supply chain analysis under green sensitive consumer demand and cost sharing contract. *International Journal of Production Economics*, 164, 319–329.
- Hofmann, E., & Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status of logistics. *Computers in Industry*, 89, 23–34.
- Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks. *International Journal of Production Research*, 58(10), 2904–2915.
- Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain practices in green supply chain management. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 211–229.
- Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics*, 231, 107831.
- Linton, J. D., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction. *Journal of Operations Management*, 25(6), 1075–1082.
- Liu, Z., Anderson, T. D., & Cruz, J. M. (2012). Consumer environmental awareness and competition in two-stage supply chains. *European Journal of Operational Research*, 218(3), 602–613
- OECD. (2020). *Green finance and investment: Mobilising sustainable finance for supply chains*. OECD Publishing.
- Pankratz, N., & Schiller, C. (2021). Climate change, firm performance, and supply chain risk. *Management Science*, 67(8), 5004–5025.
- Sarkis, J., Zhu, Q., & Lai, K. (2011). An organizational theoretic review of green supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 130(1), 1–15.
- Schaltegger, S., Burritt, R., & Petersen, H. (2003). *An introduction to corporate environmental management*. Greenleaf Publishing.
- Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699–1710.
- Tang, C. S., & Zhou, S. (2012). Research advances in environmentally and socially sustainable operations. *European Journal of Operational Research*, 223(3), 585–594.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). (2022). *Incentives for Scope 3 supply chain decarbonization*. WBCSD Report.
- World Bank. (2021). *Climate finance and supply chain sustainability*. World Bank Publications.
- Zhang, Y., Liu, Y., & Wu, Y. (2020). Preferential financing versus cost-sharing in a capital-constrained green supply chain. *Transportation Research Part E*, 135, 101864.
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and environmental performance

among early adopters of green supply chain management. *Journal of Operations Management*, 22(3), 265–289.