JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI
KEILMUAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI INDUSTRI
E-ISSN : 2615-2827 P-ISSN : 1412-5455
Volume 25, Nomor 1 Tahun 2025
https://ejurnalsttind.id/index.php/SainsdanTeknologi

Evaluasi Penerapan Supply Chain Management Pabrik Kelapa Sawit di PT.X

Lailatul Syifa Tanjung[1)*], Rama Dani Eka Putra[2)], Rizqon Jamil Farhas[3)], Triana Lestari[4)]

[1,4]Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Kampar, Indonesia.
[2] Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Jl.WR.Supratman, Bengkulu, Indonesia.
[3] Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Kampar, Indonesia.

lailatulsyifa@universitaspahlawan.ac.id*; rdputra@unib.ac.id; rizqonjamil@universitaspahlawan.ac.id; trianalestari2103@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas rantai pasok industri kelapa sawit menggunakan model Supply Chain Operations Reference (SCOR), yang mencakup lima dimensi utama: *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan pendekatan *purposive sampling*, melibatkan 50 responden yang terdiri dari manajer operasional, staf pengadaan, teknisi pabrik, dan tenaga logistik dari berbagai entitas dalam rantai pasok kelapa sawit. Pemilihan responden dilakukan berdasarkan keterlibatan langsung mereka dalam proses operasional dan pengambilan keputusan, sehingga diharapkan mampu memberikan informasi yang representatif dan relevan. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi lapangan, dan studi dokumen internal perusahaan. Data dianalisis menggunakan skala Likert 5 poin dan diuji reliabilitasnya menggunakan Cronbach's Alpha, yang menunjukkan nilai sebesar 0,87, menandakan instrumen yang digunakan memiliki konsistensi internal yang tinggi. Analisis korelasi Spearman juga dilakukan untuk melihat hubungan antar dimensi SCOR, di mana ditemukan korelasi positif yang signifikan antara dimensi *Plan* dan *Deliver* (r = 0,62), serta antara *Make* dan *Return* (r = 0,58), menunjukkan keterkaitan kuat antara perencanaan, distribusi, proses produksi, dan pengelolaan limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek *Make* (Produksi) memiliki skor tertinggi yaitu 4,0, mengindikasikan efisiensi dalam pengolahan TBS menjadi CPO. Salah satu responden menyatakan bahwa "penggunaan teknologi ekstraksi modern dan pelatihan rutin kepada operator menjadi kunci peningkatan efisiensi produksi." Aspek *Source* (Pengadaan) memperoleh skor 3,8, mencerminkan sistem pengadaan yang cukup stabil, meskipun masih dipengaruhi oleh fluktuasi harga bahan baku. Dimensi *Plan* dan *Return* masing-masing mendapatkan skor 3,5, menandakan perlunya peningkatan dalam perencanaan rantai pasok dan pengelolaan limbah, seperti pemanfaatan limbah padat menjadi kompos. Sementara itu, *Deliver* (Distribusi) memperoleh skor terendah 3,2, disebabkan oleh keterbatasan infrastruktur logistik dan ketergantungan pada pihak ketiga. Hasil penelitian ini menekankan perlunya peningkatan efisiensi distribusi, stabilisasi harga bahan baku, serta penguatan pengelolaan limbah sebagai langkah strategis menuju keberlanjutan (*sustainability*) industri kelapa sawit.

Kata kunci: Rantai Pasok, SCOR, kelapa sawit, efisiensi, keberlanjutan.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effectiveness of the palm oil industry's supply chain using the Supply Chain Operations Reference (SCOR) model, which comprises five core dimensions: Plan, Source, Make, Deliver, and Return. The research employed a quantitative approach with purposive sampling, involving 50 respondents consisting of operations managers, procurement staff, plant technicians, and logistics personnel from various entities within the palm oil supply chain. Respondents were selected based on their direct involvement in operational activities and decision-making processes to ensure the data collected was both representative and relevant. Data were collected through semi-structured interviews, field observations, and the analysis of internal company documents. The data were analyzed using a 5-point Likert scale. Instrument reliability was assessed using Cronbach's Alpha, which yielded a coefficient of 0.87, indicating a high level of internal consistency. Spearman correlation analysis was also performed to examine the relationships among SCOR dimensions. The analysis revealed significant positive correlations between Plan and Deliver (r = 0.62), and between Make and Return (r = 0.58), suggesting strong linkages among planning, distribution, production processes, and waste

management. The results show that the Make (Production) dimension obtained the highest score of 4.0, indicating efficiency in converting fresh fruit bunches (FFB) into crude palm oil (CPO). One respondent highlighted that "the application of modern extraction technologies and regular operator training are key factors in improving production efficiency." The Source (Procurement) dimension scored 3.8, reflecting a relatively stable procurement system, although still affected by raw material price fluctuations. Both Plan and Return dimensions scored 3.5, indicating a need for improvement in supply planning and waste management, particularly in utilizing solid waste for compost production. The Deliver (Distribution) dimension received the lowest score of 3.2, primarily due to logistical infrastructure limitations and dependency on third-party services. These findings underscore the need to enhance distribution efficiency, stabilize raw material pricing, and strengthen waste management practices as strategic steps toward improving the sustainability and competitiveness of the palm oil industry.

Keywords: *Supply Chain, SCOR, Palm Oil, Supply Chain Efficiency, Sustainability*.

Copyright (c) 2025 Lailatul Syifa Tanjung, Rama Dani Eka Putra, Rizqon Jamil Farhas, Triana Lestari
DOI: https://doi.org/10.36275/0wds3032

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit memiliki peran strategis dalam perekonomian global, terutama sebagai sumber minyak nabati yang dominan (Satriawisti & Parung, 2024; Indrapraja, 2018). Indonesia sebagai produsen utama kelapa sawit menghadapi tantangan dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok guna menghadapi fluktuasi harga dan kebijakan perdagangan internasional (Nasution & Ningsih, 2025; Sulaiman et al., 2024). *Supply Chain Management* (SCM) menjadi faktor kunci dalam menjaga stabilitas produksi dan distribusi, yang dipengaruhi oleh faktor harga Tandan Buah Segar (TBS) yaitu hasil panen utama kelapa sawit yang berisi buah-buah kecil penghasil minyak sawit mentah, efisiensi produksi, serta regulasi keberlanjutan (Ma, 2024; Shekarian et al., 2022). Namun, ketidakseimbangan antara produksi dan permintaan global sering menyebabkan volatilitas pasar yang memengaruhi petani swadaya dan industri hilir (Husin et al., 2023; Murphy et al., 2021).

Model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) telah banyak digunakan dalam menganalisis efisiensi rantai pasok di berbagai sektor, termasuk industri kelapa sawit (Sarjono et al., 2022; Setyadi et al., 2022). Pendekatan SCOR mencakup lima dimensi utama: *Plan, Source, Make, Deliver, dan Return*, yang memungkinkan identifikasi titik-titik kelemahan dalam rantai pasok (Hidayati & Pulansari, 2023; E. Nugraha et al., 2022). Studi terdahulu menunjukkan bahwa aspek produksi dalam rantai pasok kelapa sawit memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan aspek distribusi, yang masih mengalami kendala infrastruktur dan biaya logistik yang tinggi (Hariyanti et al., 2024; Nurfatriani et al., 2022; Raharja et al., 2020).

Perencanaan dalam rantai pasok kelapa sawit menjadi tantangan utama bagi petani swadaya, terutama dalam menghadapi perubahan harga TBS dan kebijakan keberlanjutan (Nashr et al., 2021; Prihatina & Suryani, 2024). Di sisi lain, pengadaan bahan baku masih dipengaruhi oleh ketergantungan terhadap sistem perantara, yang sering kali menyebabkan ketidakseimbangan harga dan kualitas produk (Nugraha et al., 2016; Rojas et al., 2024; Silvestri et al., 2024). Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa peningkatan integrasi petani ke dalam rantai pasok formal dapat meningkatkan stabilitas pasokan dan mengurangi ketidakpastian harga (Assouto et al., 2020; Garima et al., 2024; Imam, 2024).

Distribusi produk kelapa sawit menghadapi hambatan besar terkait efisiensi transportasi dan fluktuasi permintaan global (Wang et al., 2024; Zhuo et al., 2021). Faktor infrastruktur logistik yang belum optimal sering menyebabkan keterlambatan dalam pengiriman dan meningkatkan biaya operasional (Kuteyi & Winkler, 2022; Raj et al., 2024). Selain itu, aspek keberlanjutan semakin menjadi perhatian utama dengan adanya tuntutan global untuk sertifikasi keberlanjutan seperti RSPO (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*) yang mengharuskan rantai pasok lebih transparan dan efisien (Majid et al., 2021). Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja rantai pasok kelapa sawit menggunakan

model SCOR, dengan fokus pada efisiensi di setiap dimensi rantai pasok (Adwiyah et al., 2024; Sinaga et al., 2023). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi pemangku kepentingan dalam meningkatkan efisiensi distribusi, stabilisasi harga bahan baku, serta optimalisasi pengelolaan limbah guna mendukung keberlanjutan industri kelapa sawit (Cheah et al., 2023).

METODE

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menerapkan metode *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) untuk menganalisis efektivitas rantai pasok industri kelapa sawit. Model SCOR digunakan karena menyediakan kerangka komprehensif untuk mengevaluasi performa rantai pasok melalui lima proses utama (*Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, *Return*) dan lima atribut kinerja (*reliability*, *responsiveness*, *agility*, *cost*, dan *asset management*). Penelitian ini memadukan pendekatan berbasis persepsi melalui skala Likert dengan data kinerja aktual yang dapat diakses, guna memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh dan realistis terhadap efektivitas supply chain.

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara dan kuesioner kepada petani swadaya, pengumpul, pabrik PMKS, dan pabrik pengolah CPO. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari laporan produksi pabrik, catatan biaya logistik, efisiensi rendemen, serta data harga TBS dan CPO dari dinas terkait dan asosiasi industri. Penggunaan data objektif ini difokuskan untuk mengukur indikator kinerja SCOR seperti *reliability*: ketepatan waktu pengiriman TBS dan produk CPO, serta kepatuhan terhadap standar mutu, *responsiveness*: kecepatan respons terhadap perubahan permintaan atau gangguan distribusi, *agility*: kemampuan adaptasi terhadap fluktuasi harga dan permintaan pasar global, *cost*: biaya logistik, biaya pengolahan, dan biaya pengelolaan limbah, dan *asset management*: utilisasi fasilitas produksi dan kapasitas distribusi.

Penentuan Sampel dan Responden

Sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan metode *purposive sampling*, yang bertujuan untuk memilih responden yang memiliki keterlibatan langsung dalam rantai pasok kelapa sawit. Responden utama dalam penelitian ini meliputi petani swadaya yang menghasilkan TBS, pengumpul yang berperan sebagai perantara antara petani dan pabrik PMKS, serta pihak pabrik PMKS yang bertanggung jawab atas pengolahan TBS menjadi CPO. Selain itu, pabrik pengolah CPO juga menjadi bagian dari responden untuk memahami distribusi produk akhir dan tantangan yang dihadapi dalam rantai pasok. Jumlah responden dalam penelitian ini adalah 50 orang yang terdiri dari 20 petani swadaya, 10 pengumpul, 10 perwakilan dari pabrik PMKS, dan 10 perwakilan dari pabrik pengolah CPO.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi langsung di lapangan untuk melihat alur distribusi TBS hingga pengolahan CPO, wawancara semi-terstruktur dengan pemangku kepentingan di setiap tahap rantai pasok, serta studi dokumen terkait kebijakan harga dan regulasi dalam industri kelapa sawit. Data kuantitatif mengenai harga, volume produksi, serta efisiensi rantai pasok dikumpulkan untuk mendukung hasil analisis.

Jenis Kuesioner dan Skala Pengukuran

Kuesioner dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan skala *Likert* 5 poin untuk menilai efektivitas masing-masing aspek dalam model SCOR. Dimana skala 1 tidak setuju dan 5 untuk sangat setuju. Perencanaan (*Plan*): Menilai tingkat stabilitas harga TBS dan efektivitas perencanaan pasokan. Pengadaan (*Source*): Mengukur kualitas bahan baku, stabilitas harga, dan efisiensi pengadaan. Produksi (*Make*): Menilai efisiensi proses produksi TBS menjadi CPO berdasarkan rendemen dan harga jual. Distribusi (*Deliver*): Mengukur kelancaran distribusi, dampak fluktuasi harga, dan efisiensi logistik. Pengelolaan Limbah

(*Return*): Menilai efektivitas pengelolaan limbah dalam menambah nilai ekonomi. Untuk memastikan kualitas instrumen, dilakukan uji validitas melalui korelasi item total menggunakan *Pearson Product Moment*, dan uji reliabilitas menggunakan *Cronbach's Alpha*.

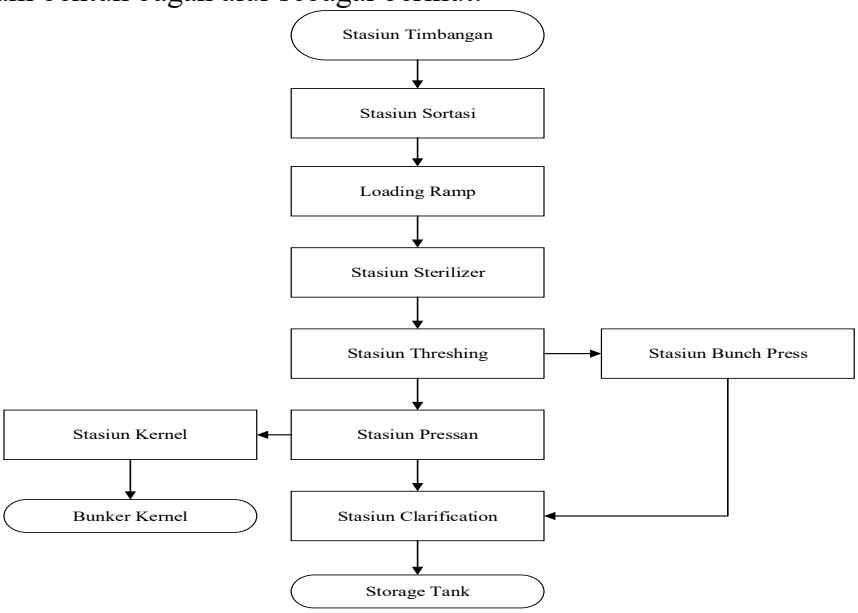
Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan statistik distribusi frekuensi dan nilai rata-rata pada setiap indikator SCOR. Selain itu, dilakukan uji korelasi Spearman Rank untuk melihat hubungan antar dimensi dalam model SCOR, guna mengidentifikasi sejauh mana keterkaitan antara perencanaan, pengadaan, produksi, distribusi, dan pengelolaan limbah dalam konteks efisiensi rantai pasok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Proses Produksi

Pada PT.X memiliki hasil produksi yaitu CPO (*Crude Palm Oil)* dan kernel atau Inti Sawit diuraikan dalam bentuk bagan alur sebagai berikut:



Gambar 1. Aliran Proses Produksi

Diagram ini menunjukkan alur proses dari awal hingga akhir dalam suatu sistem produksi, terdiri dari beberapa tahapan utama:

1. Stasiun Timbangan, Tahap awal yang digunakan untuk menimbang bahan baku sebelum diproses lebih lanjut.
2. Stasiun Sortasi, Proses penyortiran bahan baku untuk memastikan kualitas sesuai standar sebelum masuk ke tahap selanjutnya.
3. *Loading Ramp*, Tempat sementara sebelum bahan masuk ke proses sterilisasi.
4. Stasiun *Sterilizer*, Proses sterilisasi untuk menghilangkan kontaminan dan mempersiapkan bahan baku sebelum diproses lebih lanjut.
5. Stasiun *Threshing*, Pemisahan bagian-bagian yang tidak digunakan dari bahan utama.
6. Stasiun *Bunch Press*, Proses pengepresan untuk mengekstraksi minyak atau cairan dari bahan baku.
7. Stasiun Kernel, Pemrosesan inti atau bagian dalam bahan yang masih memiliki nilai guna.
8. Bunker Kernel, Penyimpanan sementara untuk hasil dari stasiun kernel sebelum digunakan atau dikirim lebih lanjut.

9. Stasiun Pressan, Proses pemerasan lanjutan untuk mengekstrak lebih banyak minyak atau cairan dari bahan yang telah diproses.
10. Stasiun *Clarification,* Tahap klarifikasi untuk memisahkan kotoran atau residu dari hasil ekstraksi.
11. *Storage Tank*, Penyimpanan akhir untuk produk hasil pengolahan sebelum didistribusikan atau digunakan lebih lanjut.

Analisis Pengaruh Terhadap Aliran *Supply Chain Management* (SCM)

Diagram alir di atas menggambarkan proses produksi dalam industri pengolahan kelapa sawit. Dalam konteks *Supply Chain Management* (SCM), beberapa bagian dalam proses ini memiliki peran penting dalam menentukan efisiensi rantai pasok. Berikut adalah analisisnya berdasarkan lima elemen utama dalam *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) Model**:**

1. *Plan* (Perencanaan)

Stasiun Timbangan & Stasiun Sortasi

Tahap ini berpengaruh pada pengelolaan bahan baku (Tandan Buah Segar/TBS). Akurasi penimbangan dan seleksi bahan baku yang baik akan memengaruhi efisiensi seluruh rantai pasok. Kesalahan dalam perencanaan jumlah bahan baku dapat menyebabkan bottleneck dalam produksi.

2. *Source* (Pengadaan Bahan Baku)

Loading Ramp

Berfungsi sebagai buffer untuk menyimpan bahan baku sementara sebelum diproses lebih lanjut. Ketidakseimbangan antara pasokan bahan baku dan kapasitas pengolahan dapat menyebabkan antrean atau keterlambatan produksi.

3. *Make* (Produksi & Pengolahan)

Stasiun Sterilizer

Proses ini mempengaruhi kualitas minyak sawit yang dihasilkan. Efisiensi sterilisasi akan menentukan efektivitas pemisahan minyak pada tahapan berikutnya.

Stasiun Threshing

Memisahkan bagian yang dapat diolah lebih lanjut dari bagian yang tidak berguna. Ketidakefektifan dalam tahap ini dapat menyebabkan limbah berlebih atau kehilangan bahan bernilai tinggi.

Stasiun Pressan & Stasiun Bunch Press

Proses pengepresan sangat menentukan volume minyak yang diekstraksi. Kualitas mesin dan proses di tahap ini mempengaruhi yield produksi minyak sawit.

Stasiun Clarification

Memisahkan kotoran dan residu dari minyak sawit yang telah diekstraksi. Keberhasilan pada tahap ini akan berpengaruh pada kualitas produk akhir dan biaya produksi.

4. *Deliver* (Distribusi)

Storage Tank

Tempat penyimpanan sebelum produk dikirim ke pelanggan atau diproses lebih lanjut. Kapasitas penyimpanan yang terbatas bisa menyebabkan *bottleneck* dalam rantai pasok jika tidak dikelola dengan baik. Kualitas penyimpanan mempengaruhi stabilitas dan mutu minyak sawit sebelum distribusi.

5. *Return* (Pengembalian & Manajemen Limbah)

Stasiun Kernel & Bunker Kernel

Pengolahan inti sawit (kernel) menghasilkan produk sampingan seperti minyak inti sawit (*palm kernel oil*). Efisiensi pengolahan kernel akan mempengaruhi nilai tambah dalam rantai pasok. Jika terjadi cacat produksi atau kontaminasi, perlu ada sistem retur dan rework untuk meminimalkan kerugian

Analisis Aliran Informasi

Aliran informasi mencakup mengenai segala hal yang terkait dengan informasi yang diberikan dan diperlukan (timbal balik) oleh setiap pelaku pada elemen rantai pasok. Hasil uji validasi menunjukkan nilai alpha sebesar 0,87, yang menunjukkan bahwa kuesioner memiliki tingkat konsistensi internal yang tinggi dan dapat diandalkan dalam mengukur persepsi responden terhadap performa rantai pasok. Dari petani memerlukan informasi mengenai harga TBS dari pengumpul dan memberikan info tentang jumlah panen TBS. Dari sisi pengumpul memerlukan informasi mengenai harga TBS yang ditetapkan oleh agroindustri dan informasi jumlah produksi panen dari petani. Sedangkan Agroindustri memerlukan informasi tentang jumlah pasokan TBS dari pengumpul, plasma dan agroindustri memberikan informasi harga TBS yang telah ditetapkan perusahaan ke pengumpul dan plasma. Untuk lebih jelasnya bentuk aliran informasi rantai pasok CPO dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aliran dalam rantai pasok Kelapa Sawit masing-masing pelaku kepentingan di PT. X

No	Pelaku	Aliran Barang	Aliran Informasi	Aliran Uang
1	Petani Swadaya	Menjual TBS ke pengumpul	Memerlukan info harga TBS dari pengumpul Memberikan info jumlah TBS ke pengumpul	Harga realisasi jual TBS
2	Pengumpul	Menerima TBS dari petani swadaya Menjual TBS ke Agroindustri	Memerlukan info harga TBS dari Agroindustri Memberikan info jumlah TBS yang dikumpulkan ke PKS	Harga realisasi jual TBS Harga realisasi beli TBS
3	Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit (PMKS)	Menerima TBS dari koperasi dan pengumpul Menjual CPO	Memberikan info harga TBS dari Disbun Memberikan info jumlah CPO yang diproduksi ke pabrik pengolahan turunan CPO	Harga realisasi beli TBS Harga Realisasi jual CPO Harga realisasi ekspor CPO
4	Pabrik Refinery	Menerima CPO Menjual minyak goreng, stearin	Memerlukan info Harga CPO Memerlukan Info harga produk turunan CPO Memerlukan info jumlah CPO yang dihasilkan oleh pabrik PKS Memberikan info jumlah produk turunan CPO (minyak goreng, stearin)	Harga Realisasi beli CPO Harga realisasi jual minyak goreng curah dan kemasan Harga realisasi ekspor produk turunan CPO
5	Eksporter	Menerima minyak goreng dan stearin Menjual minyak goreng, stearin	Memerlukan informasi jumlah minyak goreng, stearin yang akan diangkut Memerlukan informasi daerah tujuan pengiriman	Harga realisasi ekspor produk turunan CPO

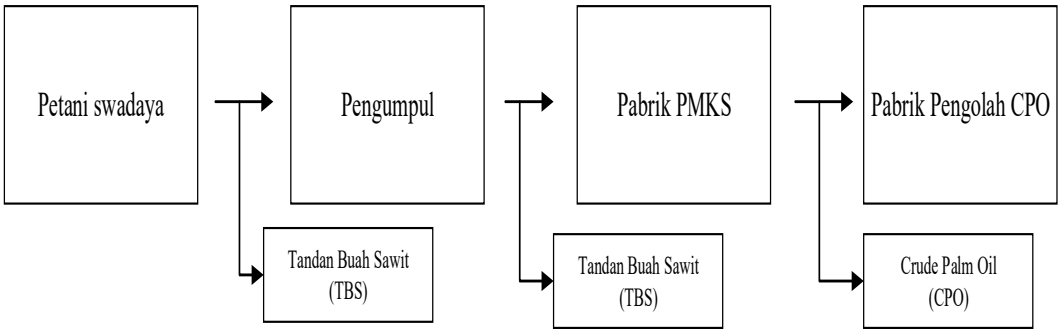
Dalam analisis rantai pasok industri kelapa sawit menggunakan model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR)**,** setiap komponen dinilai berdasarkan efisiensi dan efektivitasnya dalam menjaga stabilitas rantai pasok.

Komponen *plan* (Perencanaan) memperoleh skor 3.5, menunjukkan bahwa meskipun sistem perencanaan sudah cukup baik, masih ada tantangan terkait fluktuasi harga TBS dan CPO serta ketidakpastian permintaan pasar global. Koordinasi antara petani, pengumpul, dan pabrik perlu ditingkatkan agar pasokan bahan baku lebih stabil, terutama dengan memanfaatkan teknologi prediktif dan analisis pasar yang lebih akurat.
Pada aspek *source* (Pengadaan Bahan Baku), skor yang diperoleh adalah 3.8, yang mencerminkan bahwa pengadaan bahan baku dari petani swadaya dan pengumpul sudah berjalan dengan cukup baik, tetapi masih menghadapi kendala dalam kualitas TBS yang bervariasi. Standarisasi harga dan penerapan sistem insentif bagi petani yang menerapkan praktik pertanian berkelanjutan dapat meningkatkan efisiensi serta kualitas bahan baku dalam jangka panjang. Dengan sistem pengadaan yang lebih terstruktur, ketergantungan pada pasokan yang tidak menentu dapat dikurangi.
Sementara itu, *make* (Produksi dan Pengolahan) mendapat skor tertinggi, yaitu 4.0, yang menunjukkan bahwa teknologi pemrosesan di Pabrik PMKS dan Pabrik Refinery sudah cukup modern dan efisien dalam menghasilkan CPO berkualitas. Namun, masih terdapat ruang untuk peningkatan efisiensi ekstraksi minyak dari TBS, terutama melalui penggunaan teknologi yang lebih canggih. Selain itu, manajemen limbah produksi perlu diperbaiki agar lebih ramah lingkungan dan sesuai dengan standar keberlanjutan. Jika pengelolaan limbah dan optimasi proses ekstraksi ditingkatkan, efisiensi dalam tahap produksi akan semakin maksimal.
Dalam aspek *deliver* (Distribusi dan Pengiriman), skor yang diperoleh adalah 3.2, yang merupakan nilai terendah dalam analisis ini. Masalah utama dalam distribusi adalah biaya logistik yang tinggi dan infrastruktur transportasi yang masih perlu ditingkatkan, terutama dalam memastikan ketepatan waktu pengiriman produk agar tetap berkualitas. Optimalisasi sistem distribusi dapat dilakukan dengan meningkatkan fasilitas penyimpanan, memperbaiki jalur logistik, serta mengadopsi sistem manajemen rantai pasok berbasis digital untuk meningkatkan efisiensi dalam pemantauan pengiriman.
Terakhir, *return* (Pengembalian dan Manajemen Limbah) memperoleh skor 3.5, yang mencerminkan bahwa meskipun ada upaya untuk mendaur ulang limbah produksi menjadi biomassa atau pupuk, sistem ini masih bisa ditingkatkan. Pengelolaan produk yang tidak memenuhi standar kualitas juga masih menjadi tantangan, terutama dalam memastikan bahwa CPO dan produk olahan tetap sesuai dengan regulasi ekspor. Dengan penerapan *quality control* yang lebih ketat dan pemanfaatan limbah yang lebih maksimal, efisiensi dalam aspek ini dapat meningkat dan mendukung keberlanjutan industri kelapa sawit.
Analisis korelasi Spearman juga dilakukan untuk melihat hubungan antar dimensi SCOR, di mana ditemukan korelasi positif yang signifikan antara dimensi *Plan* dan *Deliver* (r = 0,62), serta antara *Make* dan *Return* (r = 0,58), menunjukkan keterkaitan kuat antara perencanaan, distribusi, proses produksi, dan pengelolaan limbah.

Analisis Aliran Bahan Baku

Perusahaan pengolah CPO memperoleh pasokan TBS (Tandan Buah Segar) dari sumber pemasok yakni dari kebun sawit milik masyarakat (swadaya). Untuk TBS yang berasal dari kebun milik masyarakat (swadaya) ini tidak bisa langsung dijual ke pabrik PKS (Pengolahan kelapa sawit) tapi harus melalui pengumpul kecil, selanjutnya pengumpul kecil ini mengirim TBS yang telah dikumpulkan dari beberapa petani ke pengumpul besar yang telah memiliki SPB (Surat Pengantar Buah) yang dikeluarkan oleh perusahaan pengolah CPO sebagai syarat untuk memasok TBS ke perusahaan. TBS yang berasal dari kebun petani swadaya, mengalami proses sortasi yakni memisahkan antara TBS yang sesuai dengan standar mutu perusahaan dengan yang tidak sesuai yang dilihat secara kasat mata oleh pekerja bagian sortasi (seperti cangkang kosong, tidak segar, bentuk TBS yang tidak normal dll). TBS yang

ditolak oleh perusahaan akan dikembalikan lagi ke pengumpul besar, sehingga berat netto yang dihitung hanyalah TBS yang sesuai dengan standar Perusahaan.



Gambar 3. Aliran Bahan

***1. Plan* (Perencanaan)**

Perencanaan dalam rantai pasok ini memiliki skor 3.5, yang menunjukkan bahwa meskipun sudah cukup baik, masih terdapat tantangan dalam stabilitas pasokan Tandan Buah Segar (TBS) dari petani swadaya. Fluktuasi harga, ketidakteraturan musim panen, serta kurangnya koordinasi antara petani dan pengumpul sering menyebabkan ketidakseimbangan pasokan yang berdampak pada kinerja pabrik PMKS dan pabrik pengolah CPO. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan dalam sistem prediksi panen dan stabilisasi harga agar rantai pasok lebih efisien dan tidak terganggu oleh volatilitas pasar.

2. Source (Pengadaan Bahan Baku)

Pengadaan bahan baku dalam rantai pasok kelapa sawit mendapatkan skor 3.8, yang mencerminkan bahwa sistem pengadaan sudah berjalan dengan baik, tetapi masih menghadapi tantangan dalam kualitas TBS yang bervariasi. Petani swadaya sering menghasilkan TBS dengan mutu yang tidak seragam akibat perbedaan teknik budidaya dan pemanenan. Untuk meningkatkan efisiensi dalam pengadaan, standarisasi kualitas TBS perlu diterapkan, dan insentif dapat diberikan kepada petani yang menerapkan praktik pertanian berkelanjutan guna meningkatkan stabilitas dan kualitas pasokan.

3. Make (Produksi dan Pengolahan)

Proses produksi dan pengolahan di pabrik PMKS serta pabrik pengolah CPO mendapatkan skor 4.0, yang merupakan nilai tertinggi dalam rantai pasok ini. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi sudah cukup optimal dengan penerapan teknologi yang memungkinkan efisiensi dalam ekstraksi minyak sawit. Rendemen minyak yang dihasilkan cukup tinggi, dan sistem pengolahan modern membantu meningkatkan produktivitas. Namun, masih ada ruang untuk peningkatan, terutama dalam optimalisasi ekstraksi agar lebih maksimal. Selain itu, pengelolaan limbah dari produksi CPO, baik dalam bentuk limbah cair maupun padat, harus terus diperbaiki agar lebih ramah lingkungan.

4. Deliver (Distribusi dan Pengiriman)

Distribusi produk mendapatkan skor 3.2, yang merupakan nilai terendah dalam rantai pasok ini. Infrastruktur transportasi yang belum optimal, biaya logistik yang tinggi, serta ketidakstabilan harga minyak sawit global menjadi faktor utama yang menurunkan efisiensi dalam proses distribusi. Keterlambatan pengiriman masih sering terjadi, yang dapat mempengaruhi kualitas produk akhir. Untuk mengatasi permasalahan ini, optimalisasi sistem distribusi melalui peningkatan fasilitas penyimpanan dan pemanfaatan jalur logistik berbasis digital perlu dilakukan agar ketepatan waktu pengiriman dan efisiensi rantai pasok lebih baik**.**

5. Return (Pengembalian dan Manajemen Limbah)

Manajemen limbah dalam industri kelapa sawit mendapatkan skor 3.5, yang menunjukkan bahwa pengelolaan limbah mulai mengalami perbaikan, tetapi masih bisa ditingkatkan. Saat ini, limbah produksi sudah mulai dimanfaatkan untuk energi biomassa dan pupuk organik,

tetapi pengolahan limbah cair masih menjadi tantangan. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari lingkungan dan mengurangi keberlanjutan industri. Dengan penerapan sistem daur ulang limbah yang lebih efektif serta penggunaan teknologi ramah lingkungan, industri kelapa sawit dapat meningkatkan efisiensinya sekaligus mengurangi dampak lingkungan.

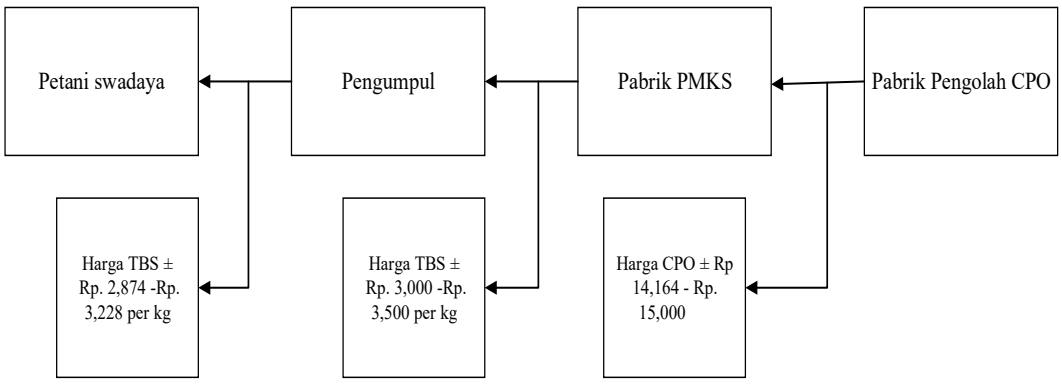
Secara keseluruhan, analisis SCOR menunjukkan bahwa *make* (Produksi dan Pengolahan) memiliki skor tertinggi 4.0**,** yang mencerminkan bahwa efisiensi dalam proses produksi di pabrik PMKS dan pengolahan CPO sudah cukup baik. Sementara itu, *deliver* (Distribusi dan Pengiriman) memiliki skor terendah 3.2**,** menunjukkan bahwa aspek logistik masih menjadi tantangan utama yang perlu diperbaiki. Untuk meningkatkan kinerja rantai pasok secara keseluruhan, diperlukan perbaikan dalam perencanaan pasokan, peningkatan kualitas bahan baku, optimalisasi distribusi, serta pengelolaan limbah yang lebih baik. Dengan strategi yang tepat, rantai pasok industri kelapa sawit dapat berjalan lebih efisien, berkelanjutan, dan memiliki daya saing tinggi di pasar global.

Analisis Aliran *Cashflow*

Aliran uang mencakup segala informasi arus uang yang mengalir dari konsumen (*end user*) sampai ke petani. Dari hasil wawancara kepada pemangku kepentingan di PT.X di peroleh data total luas lahan pemasok yg bermitra dengan pmks seluas 7.145 ha, dengan rata"TBS yang di peroleh 13.705 ton/ tahun dengan harga dari pmks saat ini Rp.2,874(tergantung index keputusan pmks).

Berikut alur pemasok TBS pada PT.X dari petani menjual ke pengumpul kecil dengan harga yang ditetapkan oleh pengumpul kecil dengan harga yang bervariasi tergantung dari mutu TBS petani, Disini petani tidak bisa melakukan penawaran harga. Harga yang ditetapkan oleh pengumpul kecil ini juga berdasarkan informasi dari harga jual yang berlaku pada pengumpul besar Selanjutnya TBS dari pengumpul kecil dibeli oleh pengumpul besar dengan menjemput langsung ke tempat penyimpanan TBS di pengumpul kecil dengan truk dan langsung ditimbang ditempat. Setelah truk penuh, TBS langsung dikirim ke pabrik pengolah CPO.

Kemudian Perusahaan mengolah TBS untuk selanjutnya di proses menjadi CPO dan Kernel dengan spesifikasi oil = 19% Empty Bunch =22% Condensat = 11% Serat Fiber =13% Cangkang = 8% Kernel Basah = 7% Kernel Kering = 5,6% sludge = 20% dan selanjutnya Perusahaan mengekspor CPO dan Kernel ke Perusahaan yang bermitra yaitu PT. Sari Dumai Sejati,PT. Wilmar Nabati Indonesia, PT. Ivo Mas Tunggal dan PT. Agro Murni dengan harga yang telah di tetapkan sesuai dengan kualitas dan kuantitas dari produk yang di ekspor.



Gambar 4. Aliran Cashflow

1. *Plan* (Perencanaan)
Perencanaan dalam rantai pasok ini mendapatkan skor 3.5, mencerminkan bahwa stabilitas harga TBS yang diterima petani swadaya masih fluktuatif, berkisar antara Rp 2.874 – Rp 3.228 per kg. Harga yang tidak stabil ini mempengaruhi keputusan petani dalam menentukan waktu panen, yang berimbas pada pasokan bahan baku ke rantai pasok berikutnya. Oleh karena itu, sistem perencanaan yang lebih baik diperlukan untuk menjaga keseimbangan antara permintaan dan penawaran, misalnya dengan kontrak harga minimum atau sistem prediksi panen berbasis teknologi.
2. *Source* (Pengadaan Bahan Baku)
Skor 3.8 diberikan untuk aspek pengadaan bahan baku, mencerminkan bahwa kualitas dan harga TBS yang diterima oleh pengumpul masih bervariasi, dengan kisaran harga Rp 3.000 – Rp 3.500 per kg. Perbedaan harga ini menunjukkan adanya standar kualitas yang diterapkan oleh pengumpul dalam menentukan harga pembelian dari petani. Meskipun pengadaan bahan baku berjalan cukup baik, peningkatan efisiensi dapat dilakukan dengan memberikan pelatihan kepada petani untuk meningkatkan kualitas TBS agar harga jual lebih stabil dan menguntungkan bagi semua pihak dalam rantai pasok.
3. *Make* (Produksi dan Pengolahan)
Proses produksi di Pabrik PMKS dan pengolahan di Pabrik Pengolah CPO mendapatkan skor 4.0, menunjukkan bahwa efisiensi dalam pengolahan sudah cukup baik. Pabrik PMKS mengolah TBS menjadi minyak sawit mentah (CPO), dengan harga CPO berkisar antara Rp 14.164 – Rp 15.000 per kg**.** Nilai ini menunjukkan bahwa proses produksi memiliki nilai tambah yang cukup signifikan dari bahan baku hingga produk akhir. Teknologi yang digunakan dalam pabrik PMKS sudah cukup modern untuk menghasilkan rendemen minyak yang optimal, tetapi masih bisa ditingkatkan dengan inovasi dalam efisiensi ekstraksi minyak.
4. *Deliver* (Distribusi dan Pengiriman)
Distribusi produk dalam rantai pasok ini mendapatkan skor 3.2, yang merupakan nilai terendah dalam analisis ini. Salah satu penyebabnya adalah ketidakstabilan harga CPO yang dipengaruhi oleh permintaan global dan biaya logistik yang tinggi. Meskipun pabrik pengolah CPO mampu mengolah minyak sawit mentah dengan efisien, faktor eksternal seperti biaya transportasi dan fluktuasi harga minyak dunia mempengaruhi keuntungan rantai pasok secara keseluruhan. Optimalisasi sistem distribusi dan perbaikan infrastruktur logistik dapat membantu meningkatkan efisiensi pengiriman dan mengurangi variabilitas harga.
5. *Return* (Pengembalian dan Manajemen Limbah)
Manajemen limbah dalam industri kelapa sawit mendapatkan skor 3.5, menunjukkan bahwa ada peningkatan dalam pemanfaatan limbah produksi, seperti penggunaan limbah cair untuk energi biomassa. Namun, tantangan masih ada dalam pengelolaan limbah padat, seperti serat dan cangkang sawit. Jika dikelola dengan lebih baik, limbah ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai industri lain, seperti pakan ternak atau bahan bakar alternatif, sehingga memberikan nilai ekonomi tambahan bagi rantai pasok.

Berdasarkan hasil analisis yang menggunakan pendekatan model SCOR, dapat disimpulkan bahwa dimensi *Make* (Produksi dan Pengolahan) merupakan komponen paling optimal dalam rantai pasok kelapa sawit, sebagaimana ditunjukkan oleh skor tertinggi (4.0). Hal ini mencerminkan keberhasilan penerapan teknologi modern dalam pabrik PMKS dan pabrik pengolah CPO yang mampu meningkatkan rendemen dan produktivitas. Namun demikian, keberhasilan ini belum sepenuhnya ditopang oleh aspek *Deliver* (Distribusi dan Pengiriman) yang justru memperoleh skor terendah (3.2). Masih tingginya biaya logistik dan kurang optimalnya infrastruktur transportasi menjadi faktor utama yang membatasi efisiensi pengiriman produk, sehingga berdampak pada fluktuasi harga dan ketidakstabilan keuntungan.

Pada dimensi *Plan* (Perencanaan) dan *Return* (Manajemen Limbah) yang masing-masing memperoleh skor 3.5, terlihat bahwa meskipun sudah ada upaya dalam pengendalian pasokan dan pemanfaatan limbah, keduanya masih menghadapi tantangan. Fluktuasi harga TBS, ketidakteraturan musim panen, dan rendahnya integrasi sistem informasi antar aktor dalam rantai pasok menghambat efektivitas perencanaan. Sementara dalam pengelolaan limbah, peluang konversi limbah menjadi produk bernilai ekonomi (seperti biomassa, kompos, dan bahan bakar) belum dimaksimalkan secara sistematis dan berkelanjutan. *Source* (Pengadaan bahan baku) yang memperoleh skor 3.8 menunjukkan adanya dinamika dalam hubungan antara petani swadaya, pengumpul, dan pabrik. Variasi mutu TBS dan ketidakseimbangan informasi harga menunjukkan perlunya pembenahan dalam sistem pengadaan. Penerapan skema insentif berbasis kualitas serta pelatihan budidaya berkelanjutan kepada petani swadaya dapat membantu meningkatkan konsistensi mutu bahan baku dan stabilitas harga jual.

Dari sisi aliran informasi, masih terdapat ketimpangan akses antara petani, pengumpul, dan pabrik. Ketergantungan petani pada informasi dari pengumpul menyebabkan posisi tawar yang rendah, sementara pabrik bergantung pada akurasi volume dan kualitas pasokan dari pengumpul. Oleh karena itu, integrasi sistem informasi berbasis digital dan transparansi harga antar pelaku sangat penting untuk mengurangi asimetri informasi dan meningkatkan efisiensi rantai pasok. Selain itu, analisis aliran *cashflow* menunjukkan adanya nilai tambah yang signifikan dari pengolahan TBS menjadi CPO dan produk turunannya. Namun demikian, fluktuasi harga global dan ketergantungan pada pasar ekspor membuat rantai pasok rentan terhadap gejolak pasar internasional. Strategi diversifikasi produk olahan, penguatan pasar domestik, serta pengembangan skema perdagangan berkelanjutan dapat menjadi solusi untuk memperkuat ketahanan dan daya saing industri.

SIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas rantai pasok kelapa sawit menggunakan model SCOR. Berdasarkan tujuan penelitian untuk mengevaluasi efektivitas rantai pasok kelapa sawit menggunakan model SCOR, hasil analisis menunjukkan bahwa, aspek *Make* (Produksi) memiliki performa terbaik 4.0, mengindikasikan efisiensi tinggi dalam proses pengolahan, sementara *Deliver* (Distribusi) memiliki nilai terendah 3.2 akibat kendala logistik dan fluktuasi harga. Aspek *Plan* (Perencanaan) dan *Return* (Pengelolaan Limbah) masing-masing memperoleh skor 3.5, sedangkan *Source* (Pengadaan) mendapatkan 3.8, mencerminkan tantangan dalam stabilitas harga TBS. Diperlukan perbaikan dalam distribusi, stabilisasi harga bahan baku, serta optimalisasi pengelolaan limbah untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan rantai pasok. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi pemangku kepentingan industri kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

Adwiyah, R., Syaukat, Y., Mulyati, H., & Indrawan, D. (2024). Evaluating Sustainability In Palm Oil Supply Chains: A Performance Analysis With The Supply Chain Operations Reference For Digital Standard (SCOR-DS). *Revista de Gestao Social e Ambiental*, *18*(6). https://doi.org/10.24857/RGSA.V18N6-083

Assouto, A. B., Houensou, D. A., & Semedo, G. (2020). Price risk and farmers' decisions: A case study from Benin. *Scientific African*, *8*. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00311

Cheah, W. Y., Siti-Dina, R. P., Leng, S. T. K., Er, A. C., & Show, P. L. (2023). Circular bioeconomy in palm oil industry: Current practices and future perspectives. *Environmental Technology and Innovation*, *30*. https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103050

Indrapraja, F. M. (2018). *Analisis terhadap Sertifikasi Minyak Kelapa Sawit Berkelanjutan sebagai Instrumen Penaatan Hukum Lingkungan*. *4*.

Garima, Olaru, D., Smith, B., & Siddique, K. H. M. (2024). Decision-Making in Grain Supply Chains for Sustainable Food System. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 16, Issue 24). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/su162410816

Sinaga, F. H., Nurmalina, R., Rifin, A., Pengolahan dan Pemasaran Hasil Tanaman Pangan, D., Jenderal Tanaman Pangan, D., & Pertanian, K. (2023). Efficiency Analysis Of Palm Kernel Oil As A Raw Material In Improving Supply Chain Performance: Case Study At PT XYZ Analisis Efisiensi Sediaan Minyak Inti Sawit sebagai Bahan Baku dalam Mengingkatkam Kinerja Rantai Pasok: Studi Kasus pada PT XYZ. *AGRISEP*, *22*(2), 427–446. https://doi.org/10.31186/jagrisep.22.2.427-446

Hariyanti, F., Syahza, A., Zulkarnain, & Nofrizal. (2024). Economic transformation based on leading commodities through sustainable development of the oil palm industry. *Heliyon*, *10*(4). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25674

Hidayati, A., & Pulansari, F. (2023). Performance Measurement Supply Chain Management (SCM) Using the Supply Chain Operation Reference (SCOR) Method at PT X. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *4*(2), 173. https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i2.20506

Husin, S., Wijaya, C., Ghafur Saha, A. H., Machmud, T. M. H., & Mardanugraha, E. (2023). Trade Policies Support for Palm Oil Downstreaming in Indonesia. *Journal of Economics and PolicyJejak*, *16*(2), 302–322. https://doi.org/10.15294/jejak.v16i2.47199

Imam, S. G. (2024). The importance of supply chain integration in the performance nexus: A case from developing country. *South Asian Journal of Operations and Logistics*, *3*(2), 1–21. https://doi.org/10.57044/SAJOL.2024.3.2.2426

Kuteyi, D., & Winkler, H. (2022). Logistics Challenges in Sub-Saharan Africa and Opportunities for Digitalization. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(4). https://doi.org/10.3390/su14042399

Majid, N. A., Ramli, Z., Sum, S. M., & Awang, A. H. (2021). Sustainable palm oil certification scheme frameworks and impacts: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(6). https://doi.org/10.3390/su13063263

Ma, Y. (2024). The impact of sustainable supply chain management practices on business performance: A case study of Huawei. *SHS Web of Conferences*, *181*, 03015. https://doi.org/10.1051/shsconf/202418103015

Murphy, D. J., Goggin, K., & Paterson, R. R. M. (2021). Oil palm in the 2020s and beyond: challenges and solutions. In *CABI Agriculture and Bioscience* (Vol. 2, Issue 1). BioMed Central Ltd. https://doi.org/10.1186/s43170-021-00058-3

Nashr, F., Putri, E. I. K., Dharmawan, A. H., & Fauzi, A. (2021). The sustainability of independent palm oil smallholders in multi-tier supply chains in East Kalimantan Indonesia. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, *16*(4), 771–781. https://doi.org/10.18280/ijsdp.160418

Nasution, E. W., & Ningsih, T. (2025). Optimalisasi Manajemen Rantai Pasok dalam Agribisnis: Studi Kasus Produksi Kelapa Sawit di Negara Berkembang. *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, *3*(1), 23–31. https://doi.org/10.56211/tabela.v3i1.753

Nugraha, A., Sukardi, S., & Rifin, A. (2016). Efficiency Of Raw Material Inventories In Improving Supply Chain Performance Of Cv. Fiva Food. *Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship*, *2*(1). https://doi.org/10.17358/ijbe.2.1.23

Nugraha, E., Sari, R. M., & Yunan, A. (2022). Development Strategies Analysis Using the SCOR Method Approach: A Case Study from Medical Device Company. *Jurnal Manajemen Teori Dan Terapan | Journal of Theory and Applied Management*, *15*(1), 91–106. https://doi.org/10.20473/jmtt.v15i1.34441

Nurfatriani, F., Ramawati, Sari, G. K., Saputra, W., & Komarudin, H. (2022). Oil Palm Economic Benefit Distribution to Regions for Environmental Sustainability: Indonesia's Revenue-Sharing Scheme. *Land*, *11*(9). https://doi.org/10.3390/land11091452

Prihatina, O. P. P., & Suryani, E. (2024). Improving the productivity of palm oil industry using system dynamics model. *BIO Web of Conferences*, *146*. https://doi.org/10.1051/bioconf/202414601019

Raharja, S., Marimin, Machfud, Papilo, P., Safriyana, Massijaya, M. Y., Asrol, M., & Darmawan, M. A. (2020). Institutional strengthening model of oil palm independent smallholder in Riau and Jambi Provinces, Indonesia. *Heliyon*, *6*(5). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03875

Raj, R., Singh, A., Kumar, V., De, T., & Singh, S. (2024). Assessing the e-commerce last-mile logistics' hidden risk hurdles. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, *10*. https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100131

Rojas-Reyes, J. J., Rivera-Cadavid, L., & Peña-Orozco, D. L. (2024). Disruptions in the food supply chain: A literature review. In *Heliyon* (Vol. 10, Issue 14). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34730

Sarjono, H., Christofer, K., Nayoan, G. F., & Nugraha, M. D. (2022). Performance Analysis in Palm Oil Industry Using Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model. *Binus Business Review*, *13*(2), 213–222. https://doi.org/10.21512/bbr.v13i2.8027

Satriawisti, G., & Parung, J. (2024). Keberlanjutan Industri Kelapa Sawit: Literature Review. *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 19, Issue 3).

Setyadi, A., Rimawan, E., Kristanto, I., & Rohmah, P. E. (2022). A proposed conceptual framework of supply chain operations reference (SCOR) model in Indonesian industries: a literature review. *SINERGI*, *26*(3), 385. https://doi.org/10.22441/sinergi.2022.3.014

Shekarian, E., Ijadi, B., Zare, A., & Majava, J. (2022). Sustainable Supply Chain Management: A Comprehensive Systematic Review of Industrial Practices. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 14, Issue 13). MDPI. https://doi.org/10.3390/su14137892

Silvestri, R., Carloni, E., Morrone, D., & Santovito, S. (2024). The role of blockchain technology in supply chain relationships: Balancing efficiency and relational dynamics. *Journal of Purchasing and Supply Management*. https://doi.org/10.1016/j.pursup.2024.100967

Sulaiman, A. A., Amruddin, A., Bahrun, A. H., Yuna, K., & Keela, M. (2024). New Challenges and Opportunities of Indonesian Crude Palm Oil in International Trade. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, *39*(1), 94–106. https://doi.org/10.20961/carakatani.v39i1.81957

Wang, G., Wang, Y., Li, S., Yi, Y., Li, C., & Shin, C. (2024). Sustainability in Global Agri-Food Supply Chains: Insights from a Comprehensive Literature Review and the ABCDE Framework. In *Foods* (Vol. 13, Issue 18). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/foods13182914

Zhuo, N., Ji, C., & Yin, N. (2021). Supply chain integration and resilience in China's pig sector: case study evidences from emerging institutional arrangements. *Environmental Science and Pollution Research*. https://doi.org/10.1007/s11356-020-11130-2/Published