

Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) pada Rantai Pasok Produk Pertanian: Tinjauan Literatur Sistematis

Implementation of Information and Communication Technology (ICT) in the Agricultural Product Supply Chain: Systematic Literature Review

Sitty Nurzakiah*, Anindito Muhammad, Yanti Nuraeni Muflikh

IPB University, Bogor, Indonesia

*Email: sittynurzakiah@apps.ipb.ac.id

(Diterima 21-06-2024; Disetujui 23-07-2024)

ABSTRAK

Aliran informasi merupakan salah satu aliran utama dari rantai pasok yang bergerak di sepanjang rantai pasok dan melibatkan seluruh pelaku pada rantai pasok. Di era globalisasi, perusahaan mulai mengubah cara berkomunikasi dengan menerapkan teknologi. Hal ini berdampak pada semakin beragamnya transaksi dan proses untuk meningkatkan kinerja bisnis melalui pengaplikasian TIK di jaringan rantai pasok. Penelitian terdahulu berfokus pada hubungan antara penggunaan teknologi informasi dan pertukaran informasi di rantai pasok. Sedangkan terdapat berbagai tipe TIK yang memiliki dampak dan manfaat masing-masing yang perlu untuk dibahas secara simultan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi tipe TIK dalam rantai pasok produk pertanian, peran teknologi informasi dan komunikasi dalam rantai pasok produk pertanian, serta studi kasus pengaplikasian TIK dalam rantai pasok produk pertanian di berbagai negara. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *systematic literature review*, dengan jumlah sumber literatur yang digunakan yakni 23 literatur. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaplikasian TIK pada sektor pertanian cukup beragam, dapat berupa *blockchain*, *Internet-of-Things*, *wireless sensor networks*, *cloud computing*, RFID, dan *machine learning*. Penerapan TIK pada rantai pasok produk pertanian telah berperan meningkatkan daya saing dan kinerja rantai pasok, mulai dari berperan mengumpulkan informasi akurat secara *real-time* dan pelacakan produk, memfasilitasi pertukaran informasi antar pelaku rantai pasok, meningkatkan nilai produk dan mendukung penciptaan nilai produk, memfasilitasi pengambilan keputusan pelaku dalam rantai pasok, memperluas akses pasar, meningkatkan efisiensi, serta meningkatkan pendapatan. TIK pada rantai pasok pertanian telah diimplementasikan di berbagai negara, seperti di India, Senegal, dan Australia.

Kata kunci: Agribisnis, Pertanian, Rantai Pasok, Teknologi Informasi dan Komunikasi

ABSTRACT

Information flow is a vital component of the supply chain that flows throughout the chain and involves all participants. In the era of globalization, companies are starting to change the way they communicate by applying technology. This has an impact on increasingly diverse transactions and processes, which can improve business performance through the application of ICT in the supply chain network. Previous research focuses on the relationship between the use of information technology and information exchange in the supply chain. Meanwhile, there are various types of ICT that have their respective impacts and benefits that need to be discussed simultaneously. The aim of this research is to identify the types and role of ICT in the agricultural product supply chain, and also studies of ICT application in the agricultural product supply chain. The research was conducted through a systematic literature review, using 23 literature sources. Based on the analysis results, the agricultural sector utilizes a wide range of ICT technologies, including blockchain, Internet of Things, wireless sensor networks, cloud computing, RFID, and machine learning. The use of ICT in the agricultural product supply chain has contributed to the increase in competitiveness and performance of the supply chain, through collecting accurate information in real-time and product tracking, facilitating the exchange of information between supply chain actors, increasing product value and supporting value creation, facilitate decision making, expand market access, increase efficiency and revenue. ICT in agricultural supply chains has been implemented in various countries, such as India, Senegal and Australia.

Keywords: Agribusiness, Agriculture, Supply Chain, Information and Communication Technology

PENDAHULUAN

Globalisasi merupakan sebuah proses yang disebabkan oleh adanya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK). Saat ini, dunia telah memasuki era globalisasi *society 5.0* atau lebih dikenal sebagai *Industry 5.0* di mana terjadi transisi dari era sebelumnya menuju era masyarakat digital. Berbeda dengan era sebelumnya yang hanya berfokus pada digitalisasi semata, pada era *Industry 5.0* dikonsepsi untuk memanfaatkan kreativitas para ahli untuk berkolaborasi dengan mesin yang cerdas dan akurat untuk menciptakan inovasi yang dapat dipersonalisasi (Fukuyama, 2018). Pada era *Industry 5.0*, tantangan utama yang dihadapi adalah mengintegrasikan informasi antar industri/sector, yaitu terkait standarisasi, regulasi, dan keamanan informasi (Peraković, Periša, Cvitić, & Zorić, 2020). Maka dari itu, penerapan TIK dan kolaborasi antara manusia dan mesin merupakan kunci untuk mengatasi tantangan pada era ini.

Era globalisasi *Industry 5.0* membawa transformasi yang fundamental di berbagai aspek, termasuk pada rantai pasok produk. Rantai pasok dapat juga disebut sebagai jaringan logistik, merupakan jaringan perusahaan yang terdiri atas pemasok, perusahaan manufaktur, gudang, pusat distribusi, dan ritel yang bekerja secara bersama-sama untuk menciptakan dan mengantarkan suatu produk hingga ke tangan pemakai akhir (L. X. Lu & Swaminathan, 2015). Jaringan perusahaan ini harus dikelola secara efisien dan terintegrasi, hal ini disebut sebagai manajemen rantai pasok. Manajemen rantai pasok pada dasarnya adalah serangkaian pendekatan yang digunakan untuk mengintegrasikan pemasok, produsen, gudang, dan *retail* secara efisien, sehingga produk yang diproduksi dan didistribusikan dalam jumlah yang tepat, ke lokasi yang tepat, dan pada waktu yang tepat, untuk meminimalkan biaya seluruh sistem (Stock & Manrodt, 2020). Implikasi revolusi TIK pada era *Industry 5.0*, pun turut diterapkan pada manajemen rantai pasok agar terwujud efisiensi biaya produksi.

Implementasi TIK pada rantai pasok sangatlah penting, karena memastikan terwujudnya rantai pasok yang efektif dan menjadi solusi untuk berbagai permasalahan pada aliran informasi rantai pasok. Berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa syarat berjalannya manajemen rantai pasok yang efektif adalah koordinasi yang intensif antar pelaku rantai pasok melalui proses pertukaran informasi (Lee & Whang, 2000). Keterlibatan teknologi dalam proses penyebaran informasi di sepanjang rantai pasok diketahui dapat membawa banyak keuntungan bagi seluruh pelaku yang terlibat pada rantai pasok dan mengatasi permasalahan pada rantai pasok seperti efek cambuk (*bullwhip effect*), peningkatan biaya penyebaran informasi, dan keterlambatan penyebarluasan informasi di sepanjang rantai pasok (Lee, Padmanabhan, & Whang, 2004).

Pada rantai pasok produk pertanian, TIK dapat mengatasi berbagai masalah yang dialami oleh seluruh pelaku rantai pasok. Produk pertanian dengan sifatnya yang mudah rusak (*perishable*) kerap menghadapi kendala terkait keamanan dan kualitas produk hingga ke tangan konsumen. Melalui keberadaan TIK, tiap pelaku pada rantai pasok dapat melakukan pelacakan dan penelusuran produk dan memastikan keamanan produk (Saurabh & Dey, 2021). Selain itu, TIK juga dapat memastikan bahwa informasi yang diterima oleh seluruh pihak pada rantai pasok termasuk para petani dan konsumen, tersampaikan secara akurat dan *real-time* sehingga permasalahan seperti misinformasi dan ketidaktransparanan informasi dapat teratasi (Ndour & Gueye, 2016). Sebelumnya belum terdapat banyak penelitian terkait implementasi TIK pada rantai pasok produk pertanian yang merangkum implementasi berbagai jenis tipe TIK. Sehingga, peneliti melakukan kajian penelitian terstruktur untuk mengidentifikasi tipe TIK dalam rantai pasok produk pertanian, peran teknologi informasi dan komunikasi dalam rantai pasok produk pertanian, serta studi kasus pengaplikasian TIK dalam rantai pasok produk pertanian di berbagai negara. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat menambah referensi dan sumber informasi bagi peneliti ke depan yang hendak melakukan penelitian pada bidang TIK serta rantai pasok.

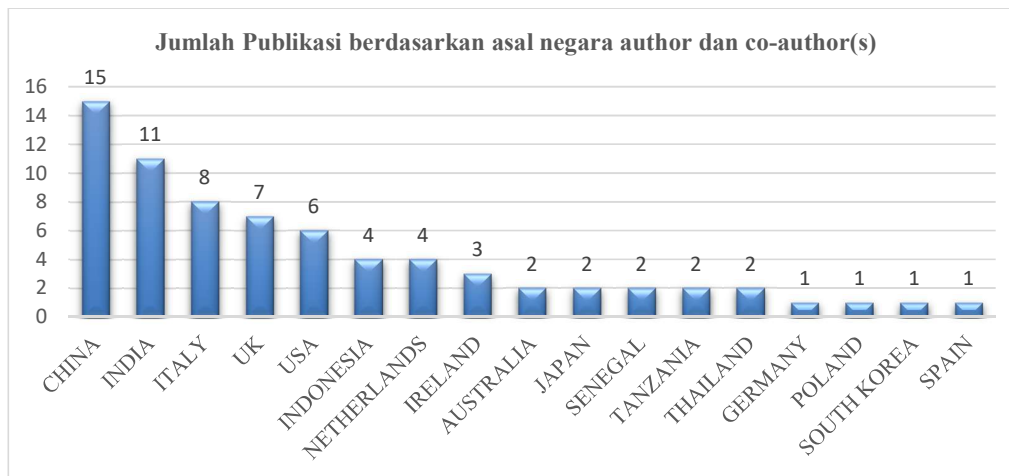
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *literature review*. Adapun metode *literature review* yang diadopsi oleh peneliti adalah *systematic literature review*, yakni metode untuk mencari literatur yang sesuai dengan topik penelitian yang dilakukan secara terstruktur. Tahapan penelitian diawali dengan menentukan topik yang akan di-*review*, adapun topik yang dipilih yakni TIK dalam rantai pasok pertanian (*information and communication technology in agricultural product supply chain management*). Selanjutnya yakni memformulasikan pertanyaan penelitian dan menentukan tujuan penelitian. Langkah selanjutnya yakni mengidentifikasi kata kunci. Adapun kata kunci yang

ditetapkan untuk topik *Information Technology* adalah *Information and communication technology, Information technology, Communication technology, ICT, dan Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)*. Kata kunci yang digunakan untuk topik *Supply Chain* adalah *Supply chain, SCM, dan Supply chain event management*.

Setelah menentukan kata kunci pencarian, peneliti menetapkan database pencarian literatur yakni scopus. Pencarian dilakukan di web scopus dengan menggunakan *search string* TITLE-ABS-KEY (((“*Information technology*” OR “*Communication technology*” OR “*ICT*” OR “*Information and communication technology*” OR “*ICT*” OR “*Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)*”) AND (“*Supply chain*” OR “*SCM*” OR “*Supply chain event management*”) AND (“*Agriculture*”))). Berdasarkan pencaharian yang dilakukan berdasarkan *search string* yang telah ditetapkan, ditemukan sejumlah 105 artikel. Adapun setelah memperoleh *database* artikel yang hendak diteliti, artikel tersebut kemudian diseleksi berdasarkan beberapa kriteria kelayakan yang telah ditetapkan. Kriteria kelayakan tersebut, yakni: (1) Literatur berbahasa inggris dan dipublikasi di jurnal bereputasi, (2) Literatur yang digunakan hanya berupa artikel dan tidak menyertakan *grey literature* (buku, *conference paper, reports, dan chapters*), (3) Tidak menyertakan jurnal yang membahas terkait teknikal TIK (seperti proses operasional, pemrograman, dll.), (4) Literatur yang digunakan membahas secara spesifik terkait rantai pasok pada sektor pertanian (*agricultural/agri-food*), dan (5) Waktu pencaharian hanya terbatas hingga April 2024.

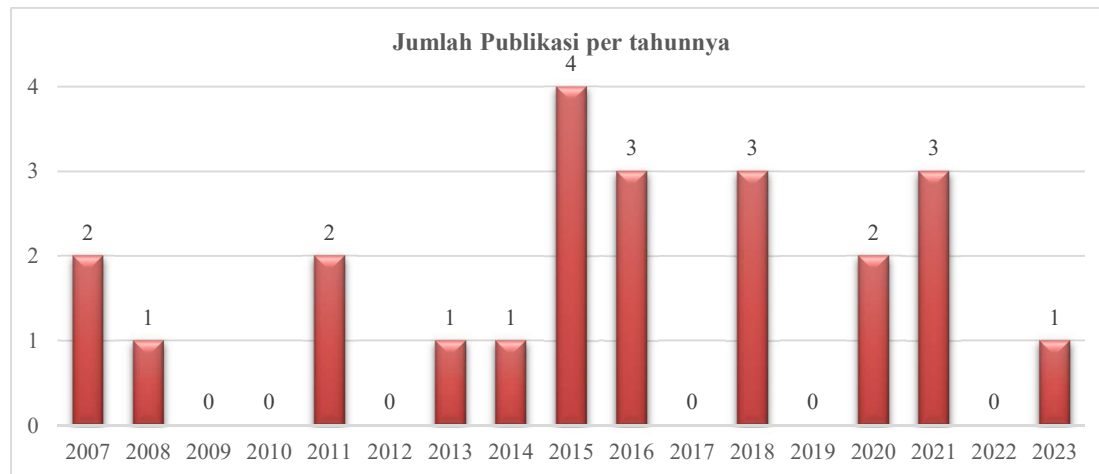
Langkah selanjutnya yakni ekstraksi data dan penelitian kualitas artikel sesuai dengan kesesuaian kriteria yang telah ditetapkan. Sehingga, dapat dilakukan proses sintesis dan memperoleh penemuan yang sesuai dengan pertanyaan penelitian. Setelah melakukan seleksi dan evaluasi isi artikel, jumlah artikel yang dinilai sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan yakni sebanyak 23 artikel. Artikel yang telah terseleksi ini kemudian dianalisis bibliografinya melalui bantuan software bibliometrix. Hasil analisis bibliometrix menunjukkan bahwa literatur yang digunakan pada *systematic literature review* ini berasal dari beberapa negara (Gambar 1).



Gambar 1. Negara asal *author* dan *co-author(s)* literatur yang digunakan

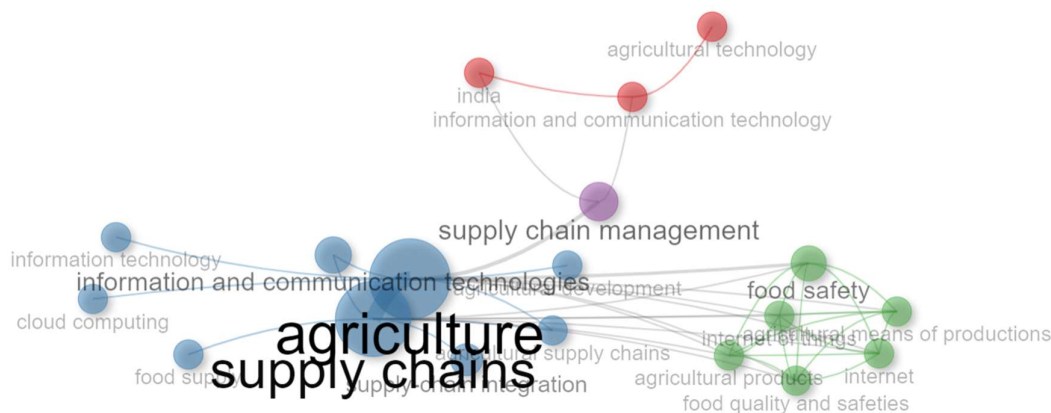
Selain itu, berdasarkan hasil analisis yang dilakukan juga diketahui bahwa jumlah publikasi terkait topik TIK pada rantai pasok sektor pertanian cenderung fluktuatif, mulai dari rentang waktu publikasi yakni dari tahun 2007 hingga 2023.

Adapun publikasi terbanyak ada pada tahun 2015 sejumlah 4 literatur. Sedangkan pada beberapa tahun yakni pada tahun 2009, 2010, 2012, 2017, 2019, dan 2022 tidak terdapat publikasi terkait topik TIK pada rantai pasok produk pertanian.



Gambar 2. Hasil analisis jumlah publikasi per tahunnya

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis bibliometrix, terdapat beberapa kata kunci (*keywords*) dari keseluruhan literatur yang digunakan pada *systematic literature review* ini. Kata kunci tersebut terdiri atas: *agriculture*, *supply chains*, *information and communication technologies*, *supply chain management*, *agricultural development*, dan lain sebagainya Adapun hubungan antar kata kunci tersebut dapat dilihat sebagai berikut (gambar 3).



Gambar 3. Hasil analisis kata kunci dari bibliometrix

Langkah terakhir dari penelitian ini adalah melaporkan hasil *review*. Untuk melaporkan hasil *review*, dilakukan analisis datam sintesis dan juga interpretasi terhadap seluruh literatur yang telah diperoleh. Pelaporan hasil *review* dilakukan dalam bentuk tabel, kemudian dijelaskan dan ditarik kesimpulannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, penulis akan menganalisis temuan yang diperoleh dari sumber literatur. Hasil analisis dan pembahasan akan dibagi berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah ditetapkan di awal, sebagai berikut:

Tipe TIK dalam Rantai Pasok Produk Pertanian

Penerapan TIK pada rantai pasok pertanian telah memberikan berbagai dampak terhadap peningkatan kinerja rantai pasok pertanian secara keseluruhan, utamanya dari segi efisiensi rantai pasok. Adapun pengaplikasian TIK pada sektor pertanian cukup beragam, dapat berupa *blockchain*, *Internet-of-Things*, *wireless sensor networks*, *cloud computing*, *RFID* dan *machine learning*

(Saurabh & Dey, 2021). Teknologi tersebut memiliki manfaat dan fungsi masing-masing pada rantai pasok.

Tabel 1. Tipe TIK dalam Rantai Pasok Produk Pertanian

No.	Tipe TIK dalam rantai pasok pertanian	Jumlah literatur	Sumber
1.	<i>Machine learning</i>	2	(D'souza & Joshi, 2018; Saurabh & Dey, 2021)
2.	<i>Blockchain</i>	3	(Magesa, Michael, & Ko, 2015; Saini, Jirli, & Padhan, 2023; Saurabh & Dey, 2021)
3.	<i>Cloud computing</i>	3	(Contò, Faccilongo, & Sala, 2015; Satake & Yamazaki, 2011; A. Singh, Kumari, Malekpoor, & Mishra, 2018)
4.	<i>Internet of Things (IoT)</i>	7	(Dhakshana & Rajandran, 2018; Holt et al., 2007; C. Lu et al., 2015; Poppe, Wolfert, Verdouw, & Verwaart, 2013; Saini et al., 2023; Zeng & Lu, 2021; Zhao & Dong, 2014)
5.	<i>Wireless sensor networks</i>	2	(C. Lu et al., 2015; Saurabh & Dey, 2021)
6.	<i>Radio Frequency Identification (RFID)</i>	7	(Dhakshana & Rajandran, 2018; Kumar, Heustis, & Graham, 2015; Parker, Ramdas, & Savva, 2016; Paterson, Maguire, & Al-Hakim, 2008; Poppe et al., 2013; Tsai, Wang, & Chen, 2021; Zhao & Dong, 2014)

Machine Learning

Machine learning merupakan bagian dari kecerdasan buatan (AI) yang bertujuan untuk memungkinkan mesin melakukan pekerjaannya secara terampil melalui software (Mohammed, Khan, & Bashie, 2016). Penerapan *machine learning* memerlukan data untuk dipelajari, maka dari itu penerapan *machine learning* membutuhkan disiplin ilmu yang sesuai dengan di mana *machine learning* ini akan diterapkan. Berdasarkan penelitian Saurabh dan Dey (2021), penerapan *machine learning* pada rantai pasok dapat membantu proses pengambilan keputusan dan meningkatkan manajemen peternakan. Keputusan yang diambil dengan bantuan *machine learning* akan mengikuti kebijakan perdagangan dan standar yang telah diatur pada modul *machine learning*.

Blockchain

Blockchain adalah serangkaian blok data yang terenskripsi di mana blok tersebut memiliki informasi berupa data dan informasi tersebut dikunci sehingga data tersebut hanya dapat diakses mereka yang memiliki kunci tersebut (C. Singh, Thakkar, & Warrach, 2022). Teknologi *blockchain* pada dasarnya bukan teknologi yang baru, namun teknologi ini baru diimplementasikan pada bidang rantai pasok untuk menyelesaikan isu terkait keamanan transfer data. Berdasarkan hasil penelitian Saurabh dan Dey (2021), penerapan teknologi *blockchain* pada rantai pasok pertanian utamanya produk pangan pertanian, dapat meningkatkan transparansi dan efisiensi, memperkuat tingkat kepercayaan, menghilangkan perantara yang tidak perlu di sepanjang rantai pasok, dan memudahkan pelacakan produk. Penerapan teknologi *blockchain* juga meningkatkan inklusivitas dari rantai pasok pertanian.

Cloud computing

Cloud computing merupakan teknologi yang memungkinkan transmisi data melalui internet, seperti server, penyimpanan, database, dan software (Yenugula, Sahoo, & Goswami, 2023). Melalui penerapan *cloud computing* di sepanjang rantai pasok, bisnis dapat beroperasi secara fleksibel dan memungkinkan perusahaan untuk berkolaborasi dengan pemasok, mitra, dan pelanggan dari mana saja secara *real-time*. (A. Singh et al., 2018). Berdasarkan hasil penelitian Contò *et al.* (2015), penerapan *cloud computing* pada rantai pasok pertanian tidak hanya mengoptimalkan biaya dan meningkatkan efisiensi, namun penerapan *cloud computing* dapat meningkatkan produktivitas. *Cloud computing* merupakan kunci bagi rantai pasok untuk berkembang dan mencapai keunggulan kompetitif di pasar global, karena memungkinkan perusahaan untuk beradaptasi dengan cepat

terhadap perubahan kondisi pasar, berinovasi lebih cepat mengikuti perubahan yang ada, dan memberikan pelayanan yang lebih baik (Yenugula et al., 2023).

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep teknologi yang telah lama diimplementasikan di berbagai aspek kehidupan, termasuk pada sistem komunikasi dan pemrosesan data. IoT juga telah diterapkan pada sektor pertanian. Pada konsep pertanian tradisional, data dan informasi terkait produk pertanian diperoleh secara manual yang menyebabkan adanya penundaan, kesalahan, maupun kurangnya informasi yang tersebar di sepanjang rantai pasok. Hal ini menyebabkan adanya aliran logistik dan informasi yang terdistorsi. Dengan adanya penerapan IoT, permasalahan terkait penyebaran informasi dapat teratasi secara efektif (Zeng & Lu, 2021). Berdasarkan hasil penelitian (C. Lu et al., 2015; Saini et al., 2023), penerapan IoT dalam rantai pasok pertanian juga membantu meningkatkan efektivitas penyebaran informasi dan meningkatkan efisiensi pengoperasian rantai pasok melalui integrasi rantai pasok secara keseluruhan.

Wireless sensor networks

Wireless sensor networks dapat digunakan untuk mengumpulkan data di sepanjang rantai pasok dan berfungsi sebagai sistem pelacakan barang (*tracking*). *Wireless sensor networks* memiliki kemampuan untuk secara aktif memantau proses transportasi, memverifikasi kondisi penanganan barang yang tepat seperti suhu untuk barang segar dan mudah rusak, serta mendeteksi kerusakan pada produk (Lim, 2016). Berdasarkan penelitian Saurabh dan Dey (2021), *wireless sensor networks* menciptakan potensi besar bagi rantai pasok pertanian RF dengan memberikan peningkatan kualitas layanan yang signifikan melalui penjaminan mutu produk serta meningkatkan efisiensi rantai pasok. Secara keseluruhan *Wireless sensor networks* memberikan visibilitas, efisiensi, dan keamanan yang sangat dibutuhkan dalam rantai pasok modern yang kompleks dan global. Integrasi *Wireless sensor networks* dengan sistem ilmu teknologi dalam rantai pasok dapat menghasilkan rantai pasok yang lebih tangguh, fleksibel dan responsif

Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi identifikasi otomatis non-kontak yang dapat memberikan data yang relevan secara otomatis melalui identifikasi label pada objek (Zhao & Dong, 2014). Teknologi RFID dalam rantai pasok dapat membantu proses pelacakan (*tracking*) dan penelusuran (*traceability*) produk, sehingga dapat meningkatkan kredibilitas informasi produk (Tsai et al., 2021). Hal ini pada dasarnya dapat meningkatkan rasa kepercayaan di antara pelaku rantai pasok, utamanya pada rantai pasok produk pangan pertanian sehingga keamanan pangan terjamin hingga akhir dari rantai pasok (Kumar et al., 2015). Apabila dibandingkan dengan tipe TIK lainnya, RFID pada umumnya memiliki harga yang lebih murah sehingga dapat menjadi alternatif opsi untuk diimplementasikan (Poppe et al., 2013).

Peran TIK dalam Rantai Pasok Produk Pertanian

TIK pada rantai pasok produk pertanian memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan performa rantai pasok. Melalui pengimplementasian TIK pada rantai pasok, permasalahan pada rantai pasok seperti keterlambatan penyebaran informasi, efek cambuk (*bullwhip effect*), inefisiensi biaya, dan kurangnya transparansi dan visibilitas dalam rantai pasok dapat diatasi pasok, selain itu peran TIK dalam rantai pasok dapat mengurangi manajemen resiko, misalnya dalam penggunaan analitik data untuk mengidentifikasi dan mengelola resiko dalam rantai pasok, kemudian juga pengembangan kemampuan tanggap darurat dan perencanaan kontigensi menggunakan TIK. TIK dalam rantai pasok juga berguna dalam hal inovasi dan kolaborasi, penggunaan platform kolaborasi dan media sosial untuk berbagi ide, pengetahuan, dan pengalaman antar mitra rantai pasok, kemudian pengembangan solusi inovatif berbasis teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing. Secara keseluruhan, TIK memainkan peran kunci dalam memungkinkan rantai pasok produk pertanian yang lebih responsif, efisien, dan fleksibel, yang pada akhirnya meningkatkan daya saing dan profitabilitas pada organisasi atau perusahaan (Lee et al., 2004; Rao, 2007).

Tabel 2. Peran TIK dalam Rantai Pasok Produk Pertanian

No.	Peran TIK dalam rantai pasok pertanian	Jumlah literatur	Sumber
1.	Mengumpulkan informasi akurat secara <i>real-time</i> dan penelusuran produk (<i>traceability</i>)	10	(Chintanapunt & Pichyangkura, 2020; Holt et al., 2007; Kumar et al., 2015; Magesa et al., 2015; Parker et al., 2016; Parwez, 2016; Paterson et al., 2008; Rao, 2007; Sporleder & Boland, 2011; Zeng & Lu, 2021)
2.	Memfasilitasi pertukaran informasi antar pelaku rantai pasok (transparansi pasar)	4	(Poppe et al., 2013; Rao, 2007; Satake & Yamazaki, 2011; Sporleder & Boland, 2011)
3.	Meningkatkan nilai produk/mendukung penciptaan nilai produk	3	(Saini et al., 2023; Saurabh & Dey, 2021; Sporleder & Boland, 2011)
4.	Memfasilitasi pengambilan keputusan pelaku dalam rantai pasok	5	(Dhakshana & Rajandran, 2018; Magesa et al., 2015; Parwez, 2016; Satake & Yamazaki, 2011; Zeng & Lu, 2021)
5.	Memperluas akses pasar	1	(D'souza & Joshi, 2018)
6.	Meningkatkan efisiensi	8	(Chintanapunt & Pichyangkura, 2020; Kolesnikov, Orlova, Kamchatova, Babeshko, & Serebrennikova, 2020; C. Lu et al., 2015; Parker et al., 2016; Parwez, 2016; Rao, 2007; Saini et al., 2023; Sporleder & Boland, 2011)
7.	Meningkatkan pendapatan	3	(Kolesnikov et al., 2020; Parwez, 2016; Rao, 2007)
8.	Meningkatkan daya saing pertanian	1	(Rao, 2007)

Mengumpulkan informasi akurat secara *real-time* dan penelusuran produk (*traceability*)

TIK pada dasarnya memfasilitasi pengelolaan dan perolehan informasi bagi setiap pelaku rantai pasok yang mendorong modernisasi sektor pertanian berbasis data dan informasi. TIK pada rantai pasok memfasilitasi pengumpulan informasi bagi seluruh pelaku rantai pasok secara *real-time*, sehingga memungkinkan adanya penyebaran informasi yang akurat meskipun terjadi perubahan secara tiba-tiba baik dari sisi permintaan maupun penawaran (Magesa et al., 2015; Parker et al., 2016; Parwez, 2016; Sporleder & Boland, 2011). Rao (2007) menyatakan bahwa TIK memfasilitasi penyediaan informasi seperti informasi perubahan cuaca bagi produsen, jumlah produk yang diminta oleh konsumen, pengetahuan teknis, serta informasi pendukung seperti kredit dan program pemerintah. Sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya, Chintanapunt dan Pichyangkura (2020) menyatakan bahwa TIK diketahui menjamin keakuratan dari informasi yang diperoleh secara *real-time* sehingga meminimalisir adanya misinformasi ataupun keterlambatan informasi yang terjadi di sepanjang rantai pasok.

Kemampuan pengumpulan informasi secara *real-time* pada TIK juga memungkinkan TIK untuk melakukan penelusuran dan pelacakan produk di sepanjang rantai pasok. Kumar *et al.* (2015) dan Paterson *et al.* (2008) menjelaskan bahwa dengan adanya kapabilitas pelacakan produk (*traceability*) secara *real-time* pada rantai pasok pertanian, hal ini dapat membangun kepercayaan dan menjalin hubungan jangka panjang antara mitra rantai pasok dan konsumen. Kapabilitas TIK dalam mengumpulkan informasi secara *real-time* merupakan faktor yang penting dalam manajemen proses rantai pasok, karena melalui proses pelacakan produk secara *real-time* (*traceability*) keamanan dan kualitas produk dapat terjaga dan meminimalisir risiko kerusakan produk utamanya pada rantai pasok produk pangan pertanian yang memiliki sifat dasar mudah rusak (*perishable*) (Zeng & Lu, 2021).

Memfasilitasi pertukaran informasi antar pelaku rantai pasok (transparansi pasar)

Selain memfasilitasi pengumpulan informasi secara tepat dan *real-time*, TIK juga memfasilitasi proses pertukaran informasi antar pelaku rantai pasok dan menciptakan transparansi pasar. Dengan adanya transparansi pasar, penawaran dari sisi produsen, dan permintaan dari sisi konsumen dapat diketahui secara jelas dan memungkinkan terwujudnya koordinasi antar pelaku rantai pasok (Satake & Yamazaki, 2011). Salah satu contoh bentuk koordinasi yang terjalin akibat adanya transparansi

pasar adalah terbentuknya jalur alternatif untuk distribusi produk melalui model bisnis yang kolaboratif yang terpusat sekiranya terjadi permasalahan dalam proses distribusi produk (Rao, 2007). Transparansi data juga dapat meningkatkan rasa percaya antara pelaku rantai pasok dan menghadirkan berbagai alternatif pilihan (Sporleder & Boland, 2011). Namun di satu sisi, kondisi ini dapat menghadirkan isu baru antara perlunya kehadiran privasi bagi sebagian data berharga yang mungkin perlu diberikan 'harga', sehingga transparansi data tidak sepenuhnya diberlakukan (Poppe et al., 2013).

Meningkatkan nilai produk/mendukung penciptaan nilai produk

Selain berperan dalam pertukaran informasi antar pelaku rantai pasok, penerapan TIK dalam rantai pasok juga dapat mendukung adanya peningkatan nilai produk serta penciptaan nilai produk. Sporleder dan Boland (2011) menyatakan bahwa dengan adanya pasokan informasi dan pengetahuan yang tidak terbatas dari transparansi pasar yang diakibatkan oleh keterlibatan TIK dalam rantai pasok, pengolah pada dasarnya dapat mendorong produsen untuk meningkatkan nilai produk atau menciptakan nilai produk yang sesuai dengan permintaan pasar. Sejalan dengan pernyataan sebelumnya, hasil penelitian Saurabh dan Dey (2021) dan Saini *et al.* (2023) menyatakan bahwa penerapan TIK seperti *blockchain* dan IoT dapat menjadikan rantai pasok menjadi inklusif dan memperluas dukungan penciptaan nilai.

Memfasilitasi pengambilan keputusan pelaku dalam rantai pasok

Penerapan TIK dalam rantai pasok pada dasarnya mempermudah seluruh pelaku rantai pasok untuk memperoleh informasi yang tidak terbatas dan berkomunikasi dengan pelaku rantai pasok lainnya. Sehingga berdasarkan informasi tersebut, para pelaku dapat mengambil keputusan dengan mempertimbangkan kondisi yang ada secara cepat (Dhakshana & Rajandran, 2018; Satake & Yamazaki, 2011; Zeng & Lu, 2021). Parwez (2016) menjelaskan lebih lanjut, penggunaan TIK di sepanjang rantai pasok pada dasarnya memfasilitasi sebagian besar keputusan pertanian, seperti: apa yang akan dibudidayakan, bagaimana cara mengolah dan memanen, kapan dan di mana menjualnya, serta berapa harga untuk memaksimalkan keuntungan. Selain daripada itu, TIK juga dapat menghubungkan informasi preferensi konsumen dengan informasi input pertanian sehingga dapat meningkatkan keuntungan produsen dan meminimalisir potensi terjadinya kerugian bagi produsen (Magesa et al., 2015).

Memperluas akses pasar

TIK berdampak positif terhadap peningkatan konektivitas antar aktor di sepanjang rantai pasok. Dengan begitu, penerapan TIK dapat memberikan peluang untuk menghubungkan masing-masing pelaku dalam rantai pasok tanpa memandang lokasi dan jarak mereka. Hal ini berpotensi meningkatkan akses pasar melalui transaksi online yang memaparkan pasar kepada berbagai pelanggan di seluruh lokasi geografis (D'souza & Joshi, 2018). Sehingga tidak ada lagi keterbatasan dari segi akses geografis yang dapat membatasi pelaku rantai pasok untuk bertransaksi.

Meningkatkan efisiensi

Penerapan TIK juga dapat meningkatkan efisiensi pada rantai pasok. Berdasarkan hasil penelitian (Rao 2007; Lu *et al.* 2015; Kolesnikov *et al.* 2020; Saini *et al.* 2023), teknologi informasi pada rantai pasok memungkinkan rantai pasok untuk bekerja lebih efisien dan efektif, dengan mewujudkan peningkatan kualitas transaksi rantai pasok namun dengan biaya transaksi yang lebih rendah. Dengan adanya TIK, perantara dalam rantai pasok tidak lagi dibutuhkan sehingga memangkas biaya perolehan informasi dan mewujudkan penyebaran informasi harga yang merata (Parker et al., 2016; Parwez, 2016). Dijelaskan lebih lanjut oleh Sporleder dan Boland (2011), bahwa komunikasi digital yang terjalin melalui TIK dapat menurunkan biaya rata-rata untuk pertukaran informasi dan memungkinkan transfer pengetahuan dengan biaya marjinal yang mendekati nol. Sebagai konsekuensinya, pasokan informasi menjadi tidak terbatas dan memungkinkan kondisi di mana terjadi peningkatan kuantitas permintaan yang diminta konsumen tanpa menyebabkan kenaikan harga dari sisi produsen.

Meningkatkan pendapatan

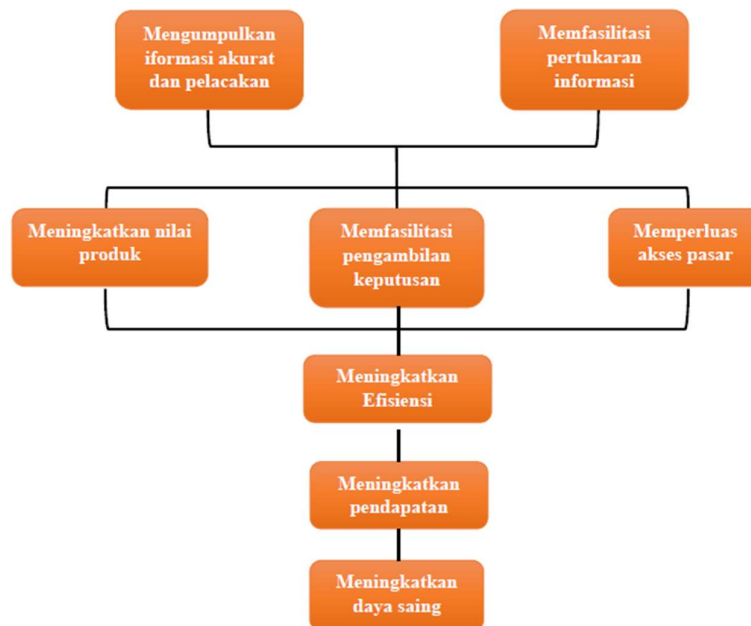
Melalui peningkatan efisiensi pada rantai pasok, penerapan TIK juga dapat berdampak pada peningkatan pendapatan. Penurunan biaya input dan biaya transaksi yang tidak diperlukan seperti biaya perolehan informasi serta komunikasi dan menghilangkan perantara pada rantai pasok dapat meningkatkan pendapatan (Kolesnikov et al., 2020; Rao, 2007). Selain daripada itu, peningkatan pendapatan juga diperoleh dari segi peningkatan produktivitas dan penambahan nilai produk akibat

adanya implementasi TIK di sepanjang rantai pasok (Rao, 2007). Berdasarkan penelitian Parwez (2016), penerapan TIK juga nyatanya meningkatkan rasa ‘kepemilikan’ petani dan mendorong petani di India untuk menghasilkan pendapatan tambahan. Petani yang berpartisipasi dapat meningkatkan pendapatan mereka dan menghilangkan penundaan pembayaran setelah produk terjual, sehingga mengurangi beban utang para petani.

Meningkatkan daya saing pertanian

TIK dapat menjadi penggerak utama sektor pertanian melalui proses pertukaran data, informasi dan pengetahuan tingkat global menjadi dinamis dan *real-time* secara cepat, interaktif dan mudah di seluruh rantai pasok pertanian. Rao (2007) menyatakan bahwa penerapan TIK dalam rantai pasok dapat meningkatkan daya saing pertanian melalui peningkatan efisiensi biaya produksi, peningkatan pendapatan, pelestarian sumber daya alam, dan dengan memberikan lebih banyak informasi, pilihan, dan nilai bagi seluruh pelaku rantai pasok.

Secara keseluruhan, peran TIK (TIK) dalam rantai pasok pertanian pada akhirnya dapat meningkatkan daya saing pertanian melalui peningkatan pendapatan dan peningkatan efisiensi biaya. Berikut kerangka yang menggambarkan peran TIK dalam rantai pasok pertanian:



Gambar 4. Peran TIK dalam rantai pasok pertanian

Studi Kasus Pengimplementasian TIK dalam Rantai Pasok Produk Pertanian di Berbagai Negara

TIK pada rantai pasok produk pertanian telah diaplikasikan di berbagai negara di dunia, baik di negara maju maupun berkembang. Penerapan TIK ini tentunya membawa dampak yang berbeda-beda. Di India, terdapat TIK yang bernama E-Choupal. Berdasarkan hasil penelitian Parwez (2016), diketahui E-Choupal merupakan *platform* rintisan yang sukses menghubungkan daerah pedesaan di India dan melibatkan para petani dalam prosesnya. E-Choupal juga telah menarik perhatian akademisi karena telah berhasil mewujudkan inovasi pada rantai pasok pertanian di India dan model yang diterapkan oleh E-Choupal berpotensi untuk direplikasi di negara-negara berkembang lainnya. E-Choupal menjadi bukti nyata bahwa TIK memiliki peran penting, yakni menyediakan dan mengelola informasi yang dapat dimanfaatkan oleh petani lokal dan membantu mewujudkan transparansi, meningkatkan akses terhadap informasi dan mendorong transformasi pedesaan, sekaligus memungkinkan efisiensi dan distribusi berbiaya rendah yang membuat sistem rantai pasok yang menguntungkan dan berkelanjutan.

Serupa dengan E-Choupal, pengimplementasian TIK di Senegal diwujudkan melalui *platform* ‘Mlouma’. Mlouma merupakan sebuah *platform* TIK yang dibangun pada tahun 2012, berbasis web,

SMS, USSD, aplikasi seluler, dan *call center*. Platform ini menghubungkan antara *suppliers* dan *customers* di Senegal dan membuat berbagai data dan informasi terkait produk pertanian. Berdasarkan hasil penelitian Ndour dan Gueye (2016), layanan *platform* Mlouma terbukti meningkatkan efisiensi rantai pasok pertanian dengan membantu petani mendapatkan informasi terkait harga yang lebih baik untuk produk mereka. Dengan memperkenalkan TIK (TIK), Mlouma memberikan solusi inovatif terhadap kegagalan pasar dengan menciptakan nilai lebih bagi produsen dan konsumen.

Selain di India dan di Senegal, TIK telah diimplementasikan pada rantai pasok produk daging sapi di Australia. Industri daging Australia memprakarsai sistem penilaian keempukan dengan nama 'Meat Standards Australia' untuk daging sapi Australia, hal ini bertujuan untuk membangun kepercayaan di antara pelaku rantai pasokan serta untuk menjamin konsistensi kualitas produk akhir hingga sampai ke tangan konsumen. Berdasarkan hasil penelitian Paterson *et al.* (2008), terdapat 3 faktor utama yang mendorong pengimplementasian TIK di Australia, terkhusus pada *platform* 'Meat Standards Australia' yakni terjadinya proses berbagi informasi (*information sharing*), keandalan informasi (*information reliability*), dan standar kerja (*work standard*) sehingga pada akhirnya terbentuk rasa percaya antar pelaku rantai pasok.

KESIMPULAN

Pengaplikasian TIK pada sektor pertanian cukup beragam, dapat berupa *blockchain*, *Internet-of-Things*, *wireless sensor networks*, *cloud computing*, RFID dan *machine learning*. Penerapan TIK pada rantai pasok produk pertanian telah berperan meningkatkan daya saing dan kinerja rantai pasok, mulai dari berperan mengumpulkan informasi akurat secara *real-time* dan pelacakan produk, memfasilitasi pertukaran informasi antar pelaku rantai pasok, meningkatkan nilai produk dan mendukung penciptaan nilai produk, memfasilitasi pengambilan keputusan pelaku dalam rantai pasok, memperluas akses pasar, meningkatkan efisiensi serta meningkatkan pendapatan. TIK pada rantai pasok pertanian telah diimplementasikan di berbagai negara, seperti di India, Senegal, dan Australia. Pengimplementasian TIK pada rantai pasok pertanian nyatanya memberikan dampak positif, mulai dari meningkatkan efisiensi rantai pasok hingga mendorong transformasi pertanian utamanya di pedesaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chintanapunt, T., & Pichyangkura, R. (2020). Collaborative cassava-chip supply chain mobile application in Thailand. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(1), 48–61. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i01.11180>
- Contò, F., Faccilongo, N., & Sala, P. La. (2015). The Effects of Cloud Approach in Short Chain Administration. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 6(1), 19–31. <https://doi.org/10.4018/ijaeis.2015010102>
- D'souza, D. J., & Joshi, H. G. (2018). ICT Intervention in the Socio-Economic Development of Udipi Jasmine. *AgEcon Search*, X(4), 17–25. <https://doi.org/10.7160/aol.2018.100402.Introduction>
- Dhakshana, J. D. A., & Rajandran, K. V. R. (2018). Effectiveness of ICTs in dissemination of agricultural information among farmers in Cauvery Delta, Thanjavur. *International Journal of Supply Chain Management*, 7(5), 933–938.
- Fukuyama, M. (2018). Society 5.0: Aiming for a New Human-Centered Society. *Japan SPOTLIGHT*, July(Society 5.0), 1–4. Retrieved from <http://www8.cao.go.jp/cstp/>
- Holt, G. C., Henschion, M., Reynolds, C., Baviera, B., Calabrese, J., Contini, L., ... Tononi, R. (2007). Research agenda for SMEs in electronic platforms for the European food industry. *Foresight*, 9(3), 42–53. <https://doi.org/10.1108/14636680710754165>
- Kolesnikov, A. V., Orlova, I. V., Kamchatova, E. Y., Babeshko, L. O., & Serebrennikova. (2020). Directions of digital technologies development in the supply chain management of the Russian economy. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(4), 820–827.
- Kumar, S., Heustis, D., & Graham, J. M. (2015). The Future of Traceability within the U.S. food industry supply chain: a business case. *International Journal of Productivity and Performance*

Management, 64(1), 129–146.

- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (2004). Information distortion in a supply chain: The bullwhip effect. *Management Science*, 50(12 SUPPL.), 1875–1886. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1040.0266>
- Lee, H. L., & Whang, S. (2000). Information sharing in a supply chain. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 1(1), 79–93. <https://doi.org/10.1504/IJMTM.2000.001329>
- Lim, F. P. (2016). *Wireless Sensor Network for Intelligent Supply Chain Management*. (January), 191–196. <https://doi.org/10.14257/astl.2016.139.42>
- Lu, C., Yang, N., Wang, C. meng, Peng, X. yuan, Wang, B., Hou, X. lei, ... Feng, L. shan. (2015). Study on the factors effect of adopting application in agricultural products supply Chain. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 8(1), 36–44. <https://doi.org/10.19026/ajfst.8.1460>
- Lu, L. X., & Swaminathan, J. M. (2015). Supply Chain Management. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition*, 23(November), 709–713. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.73032-7>
- Magesa, M. M., Michael, K., & Ko, J. (2015). Towards a framework for accessing agricultural market information. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 66(1), 1–16. <https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2015.tb00473.x>
- Mohammed, M., Khan, M. B., & Bashie, E. B. M. (2016). Machine learning: Algorithms and applications. In *Machine Learning: Algorithms and Applications*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315371658>
- Ndour, M., & Gueye, B. (2016). Mlouma: to connect the agricultural products market players. *Emerald Emerging Markets Case Studies*, 6(3), 1–18. <https://doi.org/10.1108/EEMCS-10-2016-0276>
- Parker, C., Ramdas, K., & Savva, N. (2016). Is it enough? evidence from a natural experiment in India's agriculture markets. *Management Science*, 62(9), 2481–2503. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2015.2270>
- Parwez, S. (2016). A conceptual model for integration of Indian food supply chains. *Global Business Review*, 17(4), 834–850. <https://doi.org/10.1177/0972150916645681>
- Paterson, I., Maguire, H., & Al-Hakim, L. (2008). Analysing trust as a means of improving the effectiveness of the virtual supply chain. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 5(3–4), 325–348. <https://doi.org/10.1504/IJNVO.2008.018826>
- Peraković, D., Periša, M., Cvitić, I., & Zorić, P. (2020). *Information and Communication Technologies for the Society 5.0 Environment*. (December). <https://doi.org/10.37528/ftte/9788673954318/postel.2020.020>
- Poppe, K. J., Wolfert, S., Verdouw, C., & Verwaart, T. (2013). Information and Communication Technology as a Driver for Change in Agri-food Chains. *EuroChoices*, 12(1), 60–65. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12022>
- Rao, N. H. (2007). A framework for implementing information and communication technologies in agricultural development in India. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 491–518. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.02.002>
- Saini, S., Jirli, B., & Padhan, S. R. (2023). Analysis of factors promoting the usage of electronic National Agriculture Market in Rajasthan, India. *Current Science*, 125(6), 643–648. <https://doi.org/10.18520/cs/v125/i6/643-648>
- Satake, Y., & Yamazaki, T. (2011). Using food and agriculture cloud to improve value of food chain. *Fujitsu Scientific and Technical Journal*, 47(4), 378–386.
- Saurabh, S., & Dey, K. (2021). Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable agri-food supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 284(xxxx), 124731. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124731>
- Singh, A., Kumari, S., Malekpoor, H., & Mishra, N. (2018). Big data cloud computing framework for low carbon supplier selection in the beef supply chain. *Journal of Cleaner Production*,

- 202, 139–149. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.236>
- Singh, C., Thakkar, R., & Warraich, J. (2022). Blockchain in Supply Chain Management. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 7(5), 3–16. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89963-5.00006-X>
- Sporleder, T. L., & Boland, M. A. (2011). Exclusivity of Agrifood Supply Chains: Seven Fundamental Economic Characteristics. *International Food and Agribusiness Management Review*, 4(5), 174–180. <https://doi.org/10.17059/2013-4-18>
- Stock, J., & Manrodt, K. B. (2020). *Supply Chain Management* (1st ed.). McGraw Hill Education.
- Tsai, M. C., Wang, J. F., & Chen, Y. T. (2021). Effect of social identity on supply chain technology adoption of small businesses. *Asia Pacific Management Review*, 26(3), 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.12.001>
- Yenugula, M., Sahoo, S. K., & Goswami, S. S. (2023). Cloud computing in supply chain management: Exploring the relationship. *Management Science Letters*, 13(3), 193–210. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2023.4.003>
- Zeng, M., & Lu, J. (2021). The impact of information technology capabilities on agri-food supply chain performance: the mediating effects of interorganizational relationships. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(6), 1699–1721. <https://doi.org/10.1108/JEIM-08-2019-0237>
- Zhao, J., & Dong, X. (2014). Research on Adopting Application in Agricultural Products Supply Chain Based on Internet of Things. *The Open Cybernetics & Systemics Journal*, 8, 1108–1112.