



Evaluasi Kesiapan dan Strategi Akselerasi Adopsi Smart Green Technology pada UMKM Manufaktur di Kota Banjarmasin

Dyah Sri Wulandari^{1*}, Yassyir Maulana¹, Agus Wiramsya Oscar¹, Sonia Putri¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari

*Corresponding Author's e-mail: dyahsriwulandari8786@uniska-bjm.ac.id

Article History:

Received: August 4, 2026

Revised: August 22, 2026

Accepted: August 30, 2026

Keywords:

Smart Green Technology, MSMEs, Technology Organization Environment (TOE), Principal Component Analysis (PCA), Readiness Index.

Abstract: The adoption of Smart Green Technology (SGT) is crucial for enhancing the competitiveness of manufacturing MSMEs (Micro, Small, and Medium Enterprises) to support Indonesia's green economic transformation and industrial downstreaming. However, the readiness level of these manufacturing MSMEs, particularly within Banjarmasin City, has never been comprehensively measured. This study aims to analyze SGT adoption readiness using the Technology Organization Environment (TOE) framework and formulate acceleration strategies. An explanatory sequential mixed-methods approach was employed, surveying 100 manufacturing MSMEs across five districts in Banjarmasin City, followed by structured stakeholder interviews. Principal Component Analysis (PCA) constructed the SGT Readiness Index, while qualitative data informed the acceleration strategies. Results showed eight indicators met factor analysis requirements, with a KMO value of 0.628 and a significant Bartlett's Test ($p < 0.001$). PCA generated three main factors explaining 56.6% of the data variance: organizational readiness, operational and financial aspects, and technical and human resources. Based on the Readiness Index, North Banjarmasin MSMEs showed the highest readiness level (59.78), whereas Central Banjarmasin had the lowest (40.36). Additionally, textile and craft MSMEs, alongside businesses operating for 5-10 years, demonstrated higher readiness compared to the food and beverage sector. These findings indicate that organizational factors are the primary determinants of successful SGT adoption. Therefore, acceleration strategies must focus on strengthening organizational capacity, providing green financing, improving human resource competencies, and fostering government policy support to develop green industry ecosystems.

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Wulandari, D., Maulana, Y., Oscar, A. W., & Putri, S. (2026). Evaluasi Kesiapan dan Strategi Akselerasi Adopsi Smart Green Technology pada UMKM Manufaktur di Kota Banjarmasin. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 5(8), 4066–4074. <https://doi.org/10.55681/sentri.v5i8.7061>

PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Selatan saat ini sedang bertransformasi menuju hilirisasi industri (Bank Indonesia, 2023). Dalam momentum ini, membuka peluang besar bagi Kota Banjarmasin untuk mengambil peran strategis sebagai pusat perdagangan dan manufaktur, UMKM dituntut untuk memenuhi standar pasar yang mengutamakan *Green Supply Chain* (rantai pasok hijau) (Nugraha et al, 2024). Penerapan praktik rantai pasok berkelanjutan terbukti berkontribusi positif terhadap kinerja perusahaan (Das, 2018), sementara orientasi pemasaran hijau menjadi penentu keberhasilan usaha dalam merespons permintaan konsumen yang semakin peduli lingkungan (Chung, 2020). Terdapat urgensi, bahwa produk UMKM harus memenuhi standar ekonomi hijau.

Namun, kesiapan di lapangan menunjukkan hal yang berbeda yaitu data dari *White Paper Ekonomi Hijau* tahun 2025 menunjukkan hanya 5% UMKM yang berhasil mengintegrasikan praktik ramah lingkungan atau teknologi efisiensi (Bappenas, 2025). Tantangan utama yang membelenggu UMKM Manufaktur di Kota Banjarmasin saat ini adalah proses produksi yang masih konvensional, boros energi, dan belum memiliki manajemen limbah yang baik. Berdasarkan data BPS produksi industri manufaktur mikro dan kecil Kalimantan Selatan pada Triwulan I tahun 2025 mengalami kontraksi sebesar 6,58 persen (BPS, 2025). Penurunan ini mengindikasikan bahwa metode produksi konvensional mulai kehilangan daya saing dan efisiensi, serta belum mampu memenuhi tuntutan pasar modern.

Untuk dapat bersaing dan naik kelas terhubung dengan ekosistem hilirisasi industri, UMKM perlu mengadopsi *Smart Green Technology* (Pribadi et al, 2023). Kegagalan UMKM dalam mengadopsi teknologi baru sering kali bukan hanya karena faktor ketidaktahuan pelaku UMKM, melainkan adanya hambatan seperti kendala modal (Organisasi), ketidakcocokan alat (Teknologi), atau kurangnya regulasi yang memaksa maupun mendukung (Lingkungan) (Firmasari et al., 2025). Temuan serupa dilaporkan pada UMKM di berbagai negara, di mana keterbatasan sumber daya finansial dan kapasitas teknis menjadi penghambat utama inovasi lingkungan (Del Brío & Junquera, 2003; Lutfi et al., 2023), sedangkan tekanan dan dukungan pemangku kepentingan justru berperan sebagai pemicu adopsi inovasi hijau (Thomas et al., 2022). Kajian literatur mengenai adopsi inovasi hijau pada UMKM menegaskan bahwa faktor internal organisasi dan tekanan eksternal bekerja secara simultan (Haryono & Sari, 2023), sejalan dengan bukti bahwa determinan adopsi teknologi digital pada UMKM bersifat multidimensi (Faiz et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan evaluasi menyeluruh menggunakan pendekatan kelembagaan, bukan sekadar pendekatan perilaku individu untuk memecahkan masalah tersebut, ketidaksiapan berdampak pada kinerja industri. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung Indeks Kesiapan (*Readiness Index*) UMKM Manufaktur di Kota Banjarmasin dalam mengadopsi *Smart Green Technology*, serta merumuskan strategi akselerasi yang membutuhkan intervensi prioritas.

LANDASAN TEORI

Smart Green Technology (SGT) merupakan konvergensi dari dua paradigma teknologi, yaitu teknologi digital cerdas (*Smart Technology*) dan teknologi ramah lingkungan (*Green Technology*). *Smart Technology* (Teknologi Cerdas) merujuk pada penerapan teknologi Industri 4.0 seperti *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), *Big Data Analytics*, dan otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan fleksibilitas proses produksi (Lasi et al., 2014). Pemanfaatan smart analytics dalam lingkungan big data menjadi inti dari inovasi proses dan layanan pada era Industri 4.0 (Lee et al., 2014). *Green Technology* (Teknologi Hijau) merujuk pada penggunaan teknologi, proses, dan produk yang meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan melalui pengurangan emisi, efisiensi energi, pengelolaan limbah yang baik, dan penggunaan bahan baku berkelanjutan (*Circular Economy*) (Dauvergne & Lister, 2013). Penerapan green process innovation dan green product innovation juga terbukti secara empiris mampu meningkatkan kinerja ekonomi perusahaan (Wang et al., 2021).

Dengan demikian, SGT dalam konteks manufaktur (juga dikenal sebagai *Smart Green Manufacturing*) didefinisikan sebagai sistem manufaktur yang terintegrasi secara digital untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi limbah, dan meningkatkan

kinerja lingkungan secara keseluruhan (Li et al., 2020). Kerangka kerja *Technology Organization Environment* (TOE) pertama kali diperkenalkan oleh Tornatzky dan Fleischer sebagai model yang menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi dalam organisasi. TOE terdiri dari tiga dimensi utama: (1) konteks teknologi, (2) konteks organisasi, dan (3) konteks lingkungan. Ketiga dimensi ini berinteraksi dan secara bersama-sama menentukan sejauh mana sebuah organisasi bersedia dan mampu mengadopsi teknologi baru (Low et al., 2022). Kerangka ini telah banyak digunakan untuk menjelaskan adopsi teknologi maju pada UMKM, mulai dari sistem manufaktur cerdas (Shukla & Shankar, 2022) hingga penerapan kecerdasan buatan untuk kinerja bisnis berkelanjutan (Badghish & Soomro, 2024). Dalam konteks UMKM, penerapan teknologi sering kali dipengaruhi oleh persepsi terhadap keuntungan relatif yang ditawarkan teknologi, tingkat kompleksitas penggunaannya, serta kesesuaian teknologi dengan proses bisnis yang sudah ada. Selain itu, faktor organisasi mencakup dukungan manajemen puncak, inovasi dalam manajemen, serta kapasitas dan pengetahuan karyawan. Dukungan internal ini krusial dalam memastikan keberhasilan adopsi teknologi, karena tanpa kesiapan organisasi, investasi dalam teknologi cenderung tidak optimal. Lingkungan eksternal seperti regulasi pemerintah, dukungan vendor, serta tekanan kompetitif juga mempengaruhi keputusan organisasi dalam mengadopsi teknologi, termasuk dorongan regulatif dari kebijakan ketenagakerjaan dan kemudahan berusaha yang diatur dalam Undang-Undang Cipta Kerja (Republik Indonesia, 2023). Studi sebelumnya menegaskan bahwa dukungan eksternal mempercepat inovasi teknologi yang pada akhirnya dapat meningkatkan daya saing perusahaan (Li et al., 2021). Dengan demikian, TOE tidak hanya memfasilitasi digitalisasi, tetapi juga dapat menjadi faktor pendorong dalam penerapan inovasi hijau yang berkelanjutan bagi UMKM (Zhang et al., 2020; Chong & Olesen, 2017). Transformasi digital terbukti mendorong inovasi hijau melalui mekanisme teknologi, organisasi, dan lingkungan (Ai et al., 2025), dan inovasi teknologi yang dipadukan dengan praktik hijau berkontribusi pada keberlanjutan kinerja UMKM, termasuk pada masa krisis (Alraja et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengaplikasikan pendekatan deskriptif kuantitatif yang didukung oleh pendalaman kualitatif (wawancara terstruktur). Populasi penelitian berfokus pada UMKM Manufaktur (sektor makanan/minuman, kerajinan, tekstil, dan pengolahan bahan baku) di lima kecamatan di Kota Banjarmasin yang telah beroperasi lebih dari tiga tahun. Total sampel yang dilibatkan adalah 100 responden pelaku UMKM. Pengukuran kesiapan adopsi teknologi didasarkan pada kerangka evaluasi *Technology, Organization, and Environment* (TOE) yang telah divalidasi pada konteks kesiapan inovasi hijau dan manufaktur cerdas UMKM (Zhang et al., 2020; Shukla & Shankar, 2022). Analisis data kuantitatif dilakukan menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) untuk mereduksi dimensi indikator dan merumuskan *Smart Green Technology Readiness Index* berskala 0-100. Uji kelayakan data dipastikan melalui parameter *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) dan *Bartlett's Test of Sphericity*, serta nilai *Measure of Sampling Adequacy* (MSA) $> 0,5$ pada setiap variabel. Hasil ekstraksi komponen utama (skor faktor terstandarisasi) kemudian ditransformasikan menjadi indeks kesiapan melalui pembobotan proporsi varians matematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Instrumen dan Pembentukan *Readiness Index* Berdasarkan hasil uji asumsi PCA terhadap 11 indikator awal, dilakukan reduksi bertahap terhadap tiga indikator (L4, T1, dan L2) yang memiliki nilai MSA di bawah 0,5. Setelah reduksi, delapan indikator yang tersisa terbukti memenuhi kelayakan statistik yang sangat baik dengan nilai KMO sebesar 0,628 dan signifikansi *Bartlett's Test* 0.000. Setelah ketiga indikator tersebut dikeluarkan, 8 indikator tersisa memenuhi syarat kelayakan dengan sempurna seperti terlihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Indikator

No	Indikator	Nilai MSA	Keterangan Indikator (TOE)
1	T2	0.585	Pemahaman teknologi digital
2	T3	0.579	Keterjangkauan biaya pengadaan
3	T4	0.537	Dampak terhadap kelancaran volume produksi
4	O1	0.702	Ketersediaan alokasi modal/anggaran
5	O2	0.548	Keterampilan SDM mengoperasikan mesin
6	O3	0.645	Komitmen pemilik usaha
7	O4	0.689	Pelatihan untuk karyawan
8	L3	0.721	Tuntutan <i>Green Supply Chain</i> dari pasar/mitra

Sumber : Data Diolah 2026

Tahap selanjutnya adalah ekstraksi dan rotasi faktor, Melalui ekstraksi berdasarkan kriteria nilai *Eigenvalue* > 1, membentuk 3 Faktor Utama yang secara kumulatif mampu menjelaskan 56,6% dari total varians data. Untuk memperjelas pengelompokan indikator, menggunakan rotasi Varimax. Pada tabel 2 dibawah ini adalah Rotated Component Matrix:

Tabel 2. Ekstraksi dan Rotasi faktor

Indikator	Faktor 1 (Kesiapan Organisasi)	Faktor 2 (Aspek Operasional & Finansial)	Faktor 3 (Teknis & SDM)
O1	0.775	-0.062	-0.016
O4	0.724	-0.156	-0.196
T2	0.542	-0.250	0.556
O3	0.521	0.074	-0.033
T3	-0.097	0.774	0.122
T4	-0.047	0.769	-0.323
L3	0.237	-0.522	-0.373
O2	0.178	0.006	-0.758

Sumber : Data Diolah 2026

Proses ekstraksi menghasilkan tiga faktor utama yang mampu menjelaskan 56.6% dari total varians data operasional UMKM. Ketiga faktor tersebut merepresentasikan Kesiapan Organisasi, Aspek Operasional & Finansial, serta Kapasitas Teknis & SDM. Skor dari ketiga faktor ini ditransformasikan menjadi *Readiness Index* (0–100) melalui formulasi standarisasi rentang.

Evaluasi Kesiapan Adopsi *Smart Green Technology* Analisis silang antara *Readiness Index* dengan profil operasional UMKM mengungkap pola kesiapan teknologi. Dari aspek kewilayahan, Banjarmasin Utara memiliki indeks kesiapan tertinggi 59,78, hal ini menunjukkan kematangan organisasi dibandingkan wilayah Banjarmasin Tengah dengan

skor terendah 40,36. Temuan lain terlihat pada korelasi antara usia operasional dan tingkat adopsi inovasi. UMKM dengan masa operasi 5 sampai 10 tahun mencatatkan kesiapan tertinggi 56,75, hal ini mengindikasikan bahwa bisnis pada fase pertumbuhan (ekspansi) memiliki fleksibilitas lebih tinggi dalam merombak tata cara operasional. Temuan ini sejalan dengan kajian yang menunjukkan bahwa kapasitas organisasi dan kesiapan sumber daya merupakan determinan utama adopsi teknologi digital pada UMKM (Faiz et al., 2024). Sebaliknya, UMKM yang telah mapan beroperasi lebih dari 10 tahun justru menunjukkan keengganan institusional (*institutional resistance*) untuk mengubah sistem konvensional mereka dengan indeks 47,43. Industri tekstil yang rentan terhadap isu pengelolaan limbah cair memiliki indeks kesiapan tertinggi sebesar 55,44 didorong oleh tekanan lingkungan dan tuntutan rantai pasok dari pasar. Pola ini konsisten dengan temuan bahwa tekanan pemangku kepentingan merupakan pendorong signifikan adopsi inovasi hijau pada UMKM (Thomas et al., 2022). Sedangkan, sektor Makanan dan Minuman (F&B) yang merupakan 46% populasi justru berada pada posisi terendah yaitu 45,25. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan persepsi risiko oleh pelaku UMKM bahwa transisi menuju *smart green manufacturing* dapat mempengaruhi stabilitas *output* dan volume produksi harian. Dari Hasil olah data dan wawancara maka disusunlah strategi akselerasi berdasarkan lokasi dan jenis usaha yaitu kebijakan pemerintah tidak bisa disamaratakan untuk semua jenis usaha. Strategi ini harus disesuaikan dengan kebutuhan wilayah dan sektor usahanya, yang dibagi menjadi dua fokus utama yaitu :

Hasil wawancara terstruktur dengan pelaku UMKM memperkuat temuan kuantitatif di atas. Pelaku usaha di sektor F&B secara konsisten menyampaikan bahwa kekhawatiran utama mereka bukan pada besarnya biaya investasi teknologi, melainkan pada risiko terganggunya produksi harian jika alur kerja yang telah berjalan lama harus diubah. Persepsi risiko ini sejalan dengan gejala *institutional resistance* yang tercermin pada rendahnya skor *Readiness Index* UMKM F&B (45,25) maupun UMKM yang telah beroperasi lebih dari 10 tahun (47,43). Hambatan bersifat organisasional semacam ini telah lama diidentifikasi sebagai penghalang utama inovasi lingkungan pada usaha kecil (Del Brío & Junquera, 2003), dan hanya dapat diatasi melalui dukungan eksternal yang terarah (Lutfi et al., 2023).

Sebagaimana diungkapkan oleh salah satu pelaku UMKM F&B di Banjarmasin Tengah dalam wawancara: “Kami khawatir produksi harian yang telah berjalan menjadi berubah atau tidak sesuai harapan”. Pernyataan tersebut menggambarkan bagaimana kekhawatiran akan gangguan operasional harian menjadi hambatan psikologis yang menghalangi transisi menuju *smart green manufacturing*, meskipun secara kuantitatif faktor organisasi dan bukan faktor biaya yang paling dominan memengaruhi kesiapan adopsi teknologi. Hasil ini menjadi dasar penyusunan dua fokus strategi akselerasi berikut.

1. Fokus Teknologi & Pengelolaan (Bimbingan Usaha)

- a. Sasaran: Usaha Makanan dan Minuman (F&B) di Banjarmasin Tengah dan Barat.
- b. Tindakan: Mengubah cara pandang UMKM dengan memberikan bukti nyata.
- c. Penjelasan: Perlu ada pelatihan yang membuktikan bahwa penggunaan teknologi ramah lingkungan itu menguntungkan. Teknologi ini bisa menghemat biaya operasional sehari-hari tanpa memperlambat proses atau waktu produksi, sejalan dengan temuan bahwa pelatihan kewirausahaan terbukti efektif meningkatkan kapasitas ekonomi pelaku usaha skala kecil (Yanti et al., 2023), serta bukti bahwa inovasi teknologi yang dipadukan dengan praktik hijau mampu menjaga keberlanjutan kinerja usaha kecil (Alraja et al., 2022).

2. Fokus Lingkungan (Dukungan Pasar & Bantuan Modal)

- a. Sasaran: UMKM Tekstil dan Kerajinan di Banjarmasin Utara.
- b. Tindakan: Membuat program percontohan "Ekosistem Hijau" agar bisa menjadi contoh bagi pelaku usaha lain.
- c. Dukungan yang Dibutuhkan :
 - 1) Bantuan Modal: Program ini harus didukung dengan adanya pinjaman khusus dari bank daerah, seperti Kredit Usaha Rakyat (KUR) Hijau, mengingat akses keuangan digital terbukti memperkuat pengaruh kesiapan TOE terhadap kinerja bisnis UMKM melalui inovasi hijau (Firmasari et al., 2025).
 - 2) Bantuan Pemasaran: Pemerintah daerah harus membantu UMKM menjual produk ramah lingkungannya dengan memasukkan produk tersebut ke dalam sistem belanja pemerintah (e-Katalog lokal). Hal ini bertujuan agar rantai pasokan yang ramah lingkungan dapat tercipta (Das, 2018), sekaligus memperkuat orientasi pemasaran hijau pelaku UMKM (Chung, 2020).

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat pada penelitian ini yaitu :

1. Tingkat kesiapan UMKM di Kota Banjarmasin berbeda-beda dalam menggunakan teknologi cerdas dan ramah lingkungan (*Smart Green Technology*) sangat bergantung pada kesiapan organisasi, kondisi keuangan, serta kemampuan sumber daya manusia, sejalan dengan kerangka kesiapan teknologi, organisasi, dan lingkungan (Zhang et al., 2020). UMKM di wilayah Banjarmasin Utara, sektor tekstil dan kerajinan, serta usaha yang berumur 5 hingga 10 tahun terbukti lebih tanggap dan siap menerima perubahan teknologi. Sebaliknya, pelaku usaha makanan dan minuman (F&B) serta UMKM di wilayah Banjarmasin Tengah masih kurang siap karena khawatir penerapan teknologi baru justru akan mengganggu kelancaran produksi harian mereka.
2. Strategi tidak bisa disamaratakan mengingat kondisi yang berbeda-beda tersebut, sehingga rekomendasi kebijakan atau dukungan pemerintah tidak bisa dipukul rata untuk semua UMKM. Strategi percepatan adopsi teknologi harus disesuaikan dengan kebutuhan wilayah dan sektor usahanya. Langkah Percepatan Bagi UMKM Makanan dan Minuman (F&B) diperlukan bimbingan usaha untuk merubah pola pikir pengusaha. Pemerintah perlu memberikan pelatihan dan bukti nyata bahwa teknologi hijau mampu menghemat biaya operasional tanpa memperlambat waktu produksi. Bagi UMKM Tekstil dan Kerajinan diperlukan pembuatan program percontohan Ekosistem Hijau. Program ini wajib didukung oleh dua hal yaitu kemudahan akses bantuan modal seperti Kredit Usaha Rakyat (KUR) Hijau dari bank, serta bantuan pemasaran di mana pemerintah memfasilitasi penjualan produk UMKM tersebut melalui sistem e-Katalog lokal.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Terimakasih kepada Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Albanjari atas pendanaan hibah APBU pada tahun 2026 kepada penelitian ini dengan skema Penelitian Kompetitif, terimakasih juga kami ucapkan untuk LPPM Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Albanjari yang turut membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

1. Ai, Mingye, Yang Yu, and Yan Bu. "The Impact of Digital Transformation of Resource-Based Enterprises on Green Innovation: Mechanism Analysis Based on TOE Framework." *Innovation and Green Development* 4, no. 4 (2025): 100262. <https://doi.org/10.1016/j.igd.2025.100262>.
2. Alraja, Mansour Naser, Rabia Imran, Basel M. Khashab, and Mahmood Shah. "Technological Innovation, Sustainable Green Practices and SMEs Sustainable Performance in Times of Crisis (COVID-19 Pandemic)." *Information Systems Frontiers* 24, no. 4 (2022): 1081–1105. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10250-z>.
3. Badghish, Saeed, and Yasir Ali Soomro. "Artificial Intelligence Adoption by SMEs to Achieve Sustainable Business Performance: Application of Technology–Organization–Environment Framework." *Sustainability* 16, no. 5 (2024): 1864. <https://doi.org/10.3390/su16051864>.
4. Bank Indonesia. *Laporan Perekonomian Provinsi Kalimantan Selatan Mei 2023*. Jakarta: Bank Indonesia, 2023.
5. Bappenas. *White Paper: Strategic Framework for Indonesia's Climate-Aligned Economic Transformation – Empowering Green MSMEs*. Jakarta: Kementerian PPN/Bappenas, 2025.
6. BPS. *Perkembangan Indeks Industri Mikro dan Kecil Triwulanan Provinsi Kalimantan Selatan 2023–2025 Volume 1*. Banjarbaru: BPS Provinsi Kalimantan Selatan, 2025.
7. Chong, Josephine L. L., and Karin Olesen. "A Technology-Organization-Environment Perspective on Eco-Effectiveness: A Meta-Analysis." *Australasian Journal of Information Systems* 21 (2017): 1–26. <https://doi.org/10.3127/ajis.v21i0.1441>.
8. Chung, Kuo Cheng. "Green Marketing Orientation: Achieving Sustainable Development in Green Hotel Management." *Journal of Hospitality Marketing & Management* 29, no. 6 (2020): 722–738. <https://doi.org/10.1080/19368623.2020.1693471>.
9. Das, Debadyuti. "The Impact of Sustainable Supply Chain Management Practices on Firm Performance: Lessons from Indian Organizations." *Journal of Cleaner Production* 203 (2018): 179–196. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.250>.
10. Dauvergne, Peter, and Jane Lister. *Eco-Business: A Big-Brand Takeover of Sustainability*. Cambridge, MA: MIT Press, 2013.
11. Del Brío, Jesús Ángel, and Beatriz Junquera. "A Review of the Literature on Environmental Innovation Management in SMEs: Implications for Public Policies." *Technovation* 23, no. 12 (2003): 939–948. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00036-6).
12. Faiz, Faiz, Viet Le, and Eryadi K. Masli. "Determinants of Digital Technology Adoption in Innovative SMEs." *Journal of Innovation & Knowledge* 9, no. 4 (2024): 100610. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100610>.
13. Firmasari, Puja, Putri Arpilliya, and Mey Shara Kurnia. "Peran Technology-Organization-Environment (TOE) dan Digital Finance terhadap Kinerja Bisnis UMKM Provinsi Jambi melalui Green Innovation." *Jurnal Manajemen Terapan dan Keuangan* 14, no. 3 (2025): 1259–1276. <https://doi.org/10.22437/jmk.v14i03.47619>.
14. Haryono, Caroline Bella Charist, and Nafizha Trie Permata Sari. "Adoption of Green Innovation in SMEs: A Literature Review." In *Proceedings of the Brawijaya International Conference on Business, Administration, Taxation, and Tourism (BICBATT*

- 2022), 41–48. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 2023. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-240-8_6.
15. Lasi, Heiner, Peter Fettke, Hans-Georg Kemper, Thomas Feld, and Michael Hoffmann. “Industry 4.0.” *Business & Information Systems Engineering* 6, no. 4 (2014): 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>.
 16. Lee, Jay, Hung-An Kao, and Shanhu Yang. “Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment.” *Procedia CIRP* 16 (2014): 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.001>.
 17. Li, B., Y. Hou, M. Yu, X. Lu, and C. Yang. “Applications of Artificial Intelligence in Smart Manufacturing: A Review.” *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering* 21, no. 11 (2020): 1561–1582.
 18. Li, P., Z. Lin, H. Du, T. Feng, and J. Zuo. “Do Environmental Taxes Reduce Air Pollution? Evidence from Fossil-Fuel Power Plants in China.” *Journal of Environmental Management* 295 (2021): 113112. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113112>.
 19. Low, Mei Peng, Choon Sen Seah, Tat-Huei Cham, and Sian Hoon Teoh. “Digitalization Adoption for Digital Economy: An Examination of Malaysian Small Medium-Sized Enterprises through the Technology–Organization–Environment Framework.” *Business Process Management Journal* 28, no. 7 (2022): 1473–1494. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2022-0282>.
 20. Lutfi, Abdalwali, Hamza Alqudah, Mahmaod Alrawad, Ahmad Farhan Alshira’h, Malek Hamed Alshirah, Mohammed Amin Almaiah, Adi Alsyounf, and Mohammed Faisal Hassan. “Green Environmental Management System to Support Environmental Performance: What Factors Influence SMEs to Adopt Green Innovations?” *Sustainability* 15, no. 13 (2023): 10645. <https://doi.org/10.3390/su151310645>.
 21. Nugraha, R., C. R. Varlitya, L. Judijanto, S. Adiwijaya, I. Suryahani, I. A. Murwani, et al. *Green Economy: Teori, Konsep, Gagasan Penerapan Perekonomian Hijau Berbagai Bidang di Masa Depan*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2024.
 22. Pribadi, Deny Slamet, Insan Tajali Nur, and Kristiawan Wisnu Wardhana. “Urgensi Sektor UMKM Persaingan Usaha Sebagai Penyangga Ibu Kota Negara Nusantara.” *AL-MANHAIJ: Jurnal Hukum dan Pranata Sosial Islam* 5, no. 2 (2023): 1111–1120. <https://doi.org/10.37680/almanhaj.v5i2.2929>.
 23. Republik Indonesia. *Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja Menjadi Undang-Undang*. Jakarta: Sekretariat Negara, 2023.
 24. Shukla, Monica, and Ravi Shankar. “An Extended Technology-Organization-Environment Framework to Investigate Smart Manufacturing System Implementation in Small and Medium Enterprises.” *Computers & Industrial Engineering* 163 (2022): 107865. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107865>.
 25. Thomas, Antonio, Giuseppe Scandurra, and Alfonso Carfora. “Adoption of Green Innovations by SMEs: An Investigation about the Influence of Stakeholders.” *European Journal of Innovation Management* 25, no. 6 (2022): 44–63. <https://doi.org/10.1108/EJIM-07-2020-0292>.
 26. Wang, Mingyue, Yingming Li, Junqiang Li, and Zitong Wang. “Green Process Innovation, Green Product Innovation and Its Economic Performance Improvement

- Paths: A Survey and Structural Model.” *Journal of Environmental Management* 297 (2021): 113282. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113282>.
27. Yanti, J., P. Firmasari, R. Setiani, E. Purwanto, and M. Martini. “Pelatihan Kewirausahaan Pengurus dan Anggota Kelompok Tani dalam Rangka Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Desa Tanjung Dalam Kecamatan Lembah Masurai Kabupaten Merangin.” *Media Pengabdian Kepada Masyarakat (MPKM)* 2, no. 1 (2023): 44–50.
28. Zhang, Yali, Jun Sun, Zhaojun Yang, and Ying Wang. “Critical Success Factors of Green Innovation: Technology, Organization and Environment Readiness.” *Journal of Cleaner Production* 264 (2020): 121701. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121701>.