



Kapabilitas sumber daya transformasi industri 4.0 dan pengaruhnya terhadap industri mikro kuliner berkelanjutan dan ekonomi sirkular kawasan metropolitan

AI SYAH QANITA¹, MUHAMMAD RAFIF ALHAKIM², RASTINIA KAMILA HANUM¹, DEBY GITA ANGGRAENI^{1*}

¹ Program Studi PJJ Manajemen, BINUS Online Learning, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia

² Program Studi Sistem Informasi, School of Information System, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia

*Correspondence: aisyah.qonita@binus.ac.id

Received Date: December 9, 2023

Accepted Date: January 31, 2024

ABSTRACT

The Industry 4.0 revolution (I4.0) has become a major trend in various sectors, including SMEs, which are crucial in Indonesia. I4.0 supports sustainable development and businesses while minimizing environmental impact. This study aims to identify key resources for I4.0 adoption and its impact on sustainable business and circular economy in Jakarta's culinary SME sector. The study uses a mixed methodology with exploratory analysis (Explanatory Factor Analysis/EFA) and modeling-based hypothesis testing. The initial phase involves a systematic literature review (SLR) based on PRISMA to form a theoretical model. Model testing employs Structural Equation Modeling-Partial Least Square (SEM PLS). Data is gathered through field questionnaires from 293 Micro and Small Enterprises (MSEs) Industry in Jakarta's metropolitan culinary sector. The research finds that production system management, human resource leadership, and green business operations influence I4.0 adoption and sustainable culinary production systems. The pivotal use of information technology also supports the adoption of Industry 4.0 and sustainable culinary production systems in Jakarta's MSEs. Ultimately, both I4.0 adoption and sustainable culinary production significantly affect circular economic capabilities and sustainable businesses. The study recommends that local governments facilitate technology adoption, provide financial support, and ensure adequate IT infrastructure. Governments can also start integrating sustainable circularity regulations into requirements for culinary SMEs entering government procurement markets. SME associations can promote collaboration, education, and advocacy for circular SME businesses. Academics can offer training and innovative research related to technology adoption and sustainability practices in Jakarta's culinary SMEs.

KEYWORDS: circular economy; culinary sme industry; industry 4.0 adoption; metropolitan Jakarta; sustainable business

ABSTRAK

Revolusi Industri 4.0 (I4.0) menjadi tren utama di berbagai sektor, termasuk IMK, yang sangat penting di Indonesia. I4.0 mendukung pembangunan berkelanjutan dan bisnis berkelanjutan sambil meminimalkan dampak lingkungan. Studi ini bertujuan mengidentifikasi sumber daya kunci untuk adopsi Industri 4.0 dan dampaknya pada bisnis berkelanjutan dan ekonomi sirkular IMK kuliner Jakarta. Studi ini menggunakan metode campuran (*mixed methodology*) dengan analisis eksploratif (*Explanatory Factor Analysis/EFA*) dan uji hipotesis berbasis pemodelan. Tahap awal melibatkan *systematic literature review* (SLR) berbasis PRISMA untuk

Cite This Article:

Qanita, A., Alhakim, M. R., Hanum, R. K., & Anggraeni, D. G. (2024). Kapabilitas sumber daya transformasi industri 4.0 dan pengaruhnya terhadap industri mikro kuliner berkelanjutan dan ekonomi sirkular kawasan metropolitan. *EcoProfit: Sustainable and Environment Business*, 1(2), 77-89. <https://doi.org/10.61511/ecoprofit.v1i2.2024.328>

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



membentuk model teoritis. Pengujian model menggunakan *Structural Equation Modeling-Partial Least Square* (SEM PLS). Data diperoleh dari kuesioner lapangan kepada 293 pelaku Industri Mikro dan Kecil (IMK) kuliner kawasan metropolitan Jakarta. Hasil penelitian menemukan manajemen sistem produksi, kepemimpinan SDM dan operasi bisnis hijau memengaruhi adopsi I4.0 dan sistem produksi kuliner berkelanjutan. Penggunaan teknologi informasi sebagai kunci penting juga mendukung adopsi industri 4.0 dan sistem produksi berkelanjutan IMK kuliner metropolitan Jakarta. Pada akhirnya, baik adopsi industri 4.0 dan sistem produksi kuliner berkelanjutan berpengaruh signifikan terhadap kapabilitas ekonomi sirkular dan bisnis berkelanjutan. Studi ini memberi rekomendasi bagi pemerintah daerah perlu memfasilitasi adopsi teknologi, menyediakan dukungan finansial, dan infrastruktur IT yang memadai. Pemerintah juga dapat memulai mengintegrasikan aturan sirkularitas berkelanjutan dalam persyaratan IMK Kuliner ingin memasuki pasar pengadaan barang konsumsi agenda pemerintahan. Asosiasi IMK dapat mempromosikan kolaborasi dan edukasi, serta advokasi bisnis IMK sirkular. Akademisi dapat memberikan pelatihan dan riset inovasi terkait adopsi teknologi dan praktik berkelanjutan di IMK kuliner di Jakarta.

KATAKUNCI: Adopsi Industri 4.0, Bisnis Berkelanjutan, Ekonomi Sirkular, Metropolitan Jakarta, IMK Kuliner

1. Pendahuluan

Revolusi industri 4.0 (I4.0) menjadi tren utama berbagai sektor dalam beberapa tahun terakhir. Konsep ini melibatkan serangkaian teknologi baru yang bertujuan untuk meningkatkan transmisi informasi di seluruh sistem, yang memungkinkan keputusan terdesentralisasi berdasarkan data nyata. Topik ini telah menarik perhatian berbagai kalangan sebagai alat penting dalam menghadapi tantangan-tantangan kontemporer, seperti persaingan yang semakin ketat, permintaan akan produk yang terus meningkat, serta siklus hidup produk yang lebih pendek dan waktu tunggu yang lebih singkat (Soeharso and Tripomo 2021).

Meskipun industri 4.0 merupakan pendekatan yang sangat bermanfaat bagi manufaktur, namun penggunaannya bagi Industri Mikro Kecil menghadapi tantangan yang besar karena memerlukan berbagai teknologi dan metodologi yang mumpuni (Ayodya 2020). Di sisi lain, I4.0 memberikan peluang besar bagi IMK untuk memperkuat posisi mereka di pasar, mengurangi biaya, meningkatkan fleksibilitas, efisiensi, kualitas produk (Suchek, Ferreira, and Fernandes 2023), dan memperoleh keunggulan kompetitif. Di Eropa, IMK memiliki peran krusial, terutama di Portugal, di mana sekitar 99,9% termasuk dalam kategori IMK, berkontribusi pada sekitar 77% lapangan kerja, dan 64% nilai tambah dalam sektor manufaktur (Garrido-Prada et al. 2021).

Indonesia merupakan salah satu negara yang menopang aktivitas ekonominya pada IMK. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) yang dirangkum oleh Goodstats pada Juni 2022, sektor kuliner menjadi dominator IMK di Indonesia dikarenakan kuliner sebagai kebutuhan primer masyarakat dan kekayaan kuliner Indonesia mencapai 5.300 jenis kuliner (Az'har and Nawawi 2022).

Salah satu peran besar konsep industri 4.0 adalah terkait dengan konsep pembangunan berkelanjutan. Dari sudut pandang lingkungan, konsep industri 4.0 memungkinkan dampak yang lebih kecil terhadap lingkungan alam dan penggunaan material yang lebih baik (Keraf 2022). Tren yang berkembang dalam literatur menuju pembangunan berkelanjutan dalam model industri 4.0 menyoroti pentingnya topik ini. Seperti Ada dkk (2021) meneliti rekayasa *end to end* dalam siklus hidup produk makanan cepat saji kawasan Washington DC dengan digitalisasi mulai dari bahan baku hingga sistem produksi (Ada et al. 2021). Selain itu industri 4.0 sangat mendukung efisiensi bahan baku yang sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular. Hasil riset Bhat dkk (2022) yang menemukan *eco-efficiency* industri makanan India masa tunggu bahan baku diproses dengan *barcode* (Bhat et al. 2021). Sedangkan Moysiadis dkk (2021) menemukan peran IoT dalam pembuatan *Smart Farming* di Eropa dalam tiga aktivitas yakni *Smart Planning-Analysis*, *Smart Control* dan *Smart Sensing-Monitoring* dengan integrasi *Cloud Based Event* dan *Data Management* (Moysiadis et al. 2021). Namun jika kita melihat bukti ilmiah, sangat minim

yang menyatukan dengan IMK. Padahal sektor ekonomi kreatif menjadi pendukung kesejahteraan masyarakat global khususnya pada negara berkembang.

Pengembangan industri 4.0 memerlukan pertimbangan faktor organisasi dan sumber daya manusia dengan keterampilan baru di pasar (Soeharso and Tripomo 2021). Selain itu, Kawasan metropolitan juga dipandang lebih responsif terhadap teknologi. Kondisi ini membuat urgensi sebuah riset yang mengkaji lebih lanjut sumber daya utama untuk adopsi industri 4.0 IMK kuliner kawasan metropolitan Indonesia untuk mendorong kemajuan teknologi; pengaruhnya terhadap kapabilitasnya dalam menggerakkan bisnis berkelanjutan dan ekonomi sirkular secara *macro-effect*. Terdapat dua pertanyaan penelitian penting yakni :

1: Apa saja sumber daya yang diperlukan untuk adopsi industri mikro kuliner 4.0 dalam konteks bisnis berkelanjutan dan *macro-effect* ekonomi sirkular?

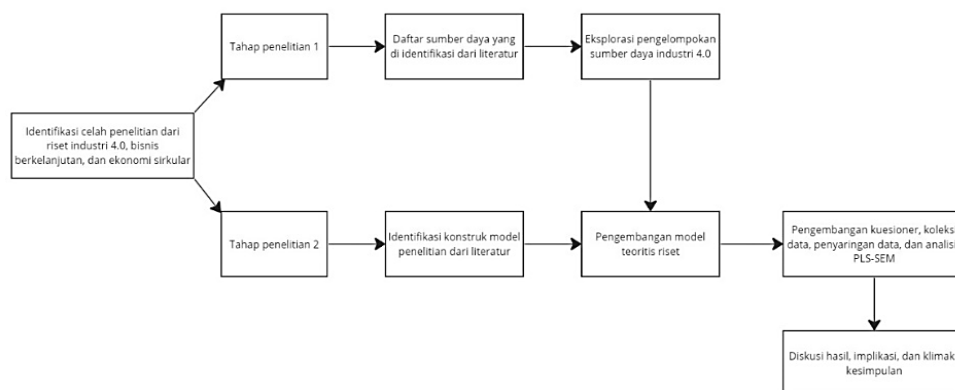
2: Apakah terdapat hubungan antara sumber daya kunci industri mikro kuliner 4.0, bisnis berkelanjutan dan kapabilitas bisnis di dalam *macro-effect* ekonomi sirkular?

Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi sumber daya utama yang diperlukan untuk adopsi industri mikro kuliner 4.0 dalam konteks bisnis berkelanjutan dan *macro-effect* ekonomi sirkular pada kawasan metropolitan Jakarta. Studi ini memiliki beberapa kontribusi di antaranya hasil identifikasi sumber daya industri mikro kuliner berkelanjutan di Jakarta, terhubung dengan konsep industri 4.0 dan prinsip pembangunan berkelanjutan. Pada akhirnya dapat membuat skema strategi bisnis industri 4.0 dengan rekomendasi lintas sektor, memerlukan kolaborasi *penta helix*.

2. Metode

Desain dan tahapan penelitian

Studi ini mengadopsi metode campuran atau *mixed method* dengan penerapan analisis eksploratif (*Explanatory Factor Analysis/EFA*) untuk mereduksi daftar panjang sumber daya dan mengelompokkannya ke dalam kategori yang relevan pada tahap awal penelitian sebagai bagian dari pendekatan hipotesis secara kualitatif (Creswell 2017). Langkah awal melibatkan tinjauan literatur sistematis atau *systematic literature review* (SLR) berbasis PRISMA sebagai komponen dari analisis eksploratif dalam pembentukan model teoritis. Setelah model dianalisis dengan baik, langkah berikutnya yaitu pengujian model menggunakan pendekatan SEM PLS (*Structural Equation Modeling-Partial Least Square*). Tahapan penelitian lebih rinci dijelaskan pada alur proses penelitian pada gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

Objek penelitian

Fokus dari studi ini adalah menginvestigasi penerimaan dan dampak dari pemanfaatan sumber daya, bisnis berkelanjutan dalam sektor mikro kuliner 4.0, sistem ekonomi sirkular di wilayah Provinsi DKI Jakarta. Penelitian ini melibatkan dua kelompok variabel gabungan. Variabel pertama melibatkan kategori utama dari sumber daya utama

industri 4.0 yang telah diidentifikasi melalui analisis EFA. Sementara itu, kelompok kedua mencakup variabel-variabel hasil empiris terdahulu yang berkaitan dengan industri 4.0 dan aspek bisnis berkelanjutan seperti adopsi teknologi industri 4.0, sistem produksi kuliner berkelanjutan, kapabilitas ekonomi sirkular dan kapabilitas bisnis berkelanjutan) (Frank, Dalenogare, and Ayala 2019; Zeng et al. 2017).

Strategi pengambilan data

Data utama didapatkan melalui kuesioner terstruktur kepada pelaku Industri Mikro dan Kecil (IMK) kuliner Kota Jakarta Utara, Jakarta Timur, Jakarta Pusat, Jakarta Barat dan Jakarta Selatan sebagai kawasan metropolitan Jakarta. Partisipan dipilih melalui metode *purposive sampling* dengan kriteria telah menjalani usaha selama satu tahun dan memanfaatkan teknologi industri 4.0 minimum untuk pemasaran. Instrumen yang digunakan dirancang dengan *skala likert* enam poin (1 = "Sangat Tidak Setuju"; 2 = "Tidak Setuju"; 3 = "Kurang Setuju"; 4 = "Cukup Setuju"; 5 = "Setuju"; 6 = "Sangat Setuju") (Creswell 2017).

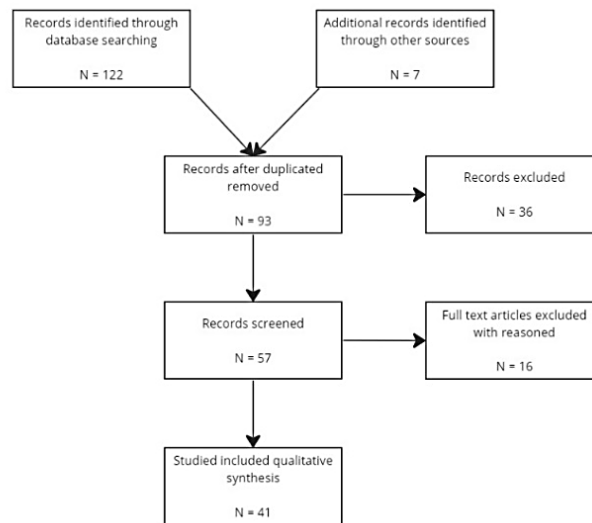
Proses analisis data

Pada tahap pertama dilakukan proses pencarian literatur dengan sistematik review PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review*). Terdapat empat tahapan analisis literatur PRISMA yakni: Identifikasi, Skrining, Pengujian Kelayakan dan Inklusi Analitik (Jogiyanto Hartono 2019). Penelitian ini menggunakan artikel ilmiah publikasi lima tahun terakhir (2019 – 2024) yang relevan dengan topik industri 4.0 sektor mikro dan kecil. Sumber literatur mempergunakan Google Scholar, SINTA dan SCOPUS *Database*. Setelah dilakukan proses eksplorasi pengelompokan maka dibentuk model konsep penelitian. Selanjutnya model penelitian diuji menggunakan SEM-PLS, SmartPLS 4.0 yang dipilih sebagai alat analisis untuk mengatasi tantangan ukuran sampel yang terbatas, kompleksitas model yang terlibat, juga memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam tentang hubungan kausal di antara variabel-variabel yang diteliti. Pada analisis ini terdapat dua sub-analisis yakni asesmen model pengukuran untuk menguji validitas-reliabilitas dan asesmen model struktural untuk pengujian kekuatan model dan hipotesis riset.

3. Hasil dan Diskusi

Hasil eksplorasi literatur sumber daya kunci industri 4.0

Setelah melalui proses penyaringan didapatkan 41 *paper* utama yang menyampaikan daftar sumber daya kunci 4.0, gambaran umum proses penyaringan PRISMA *basic* pada gambar 2



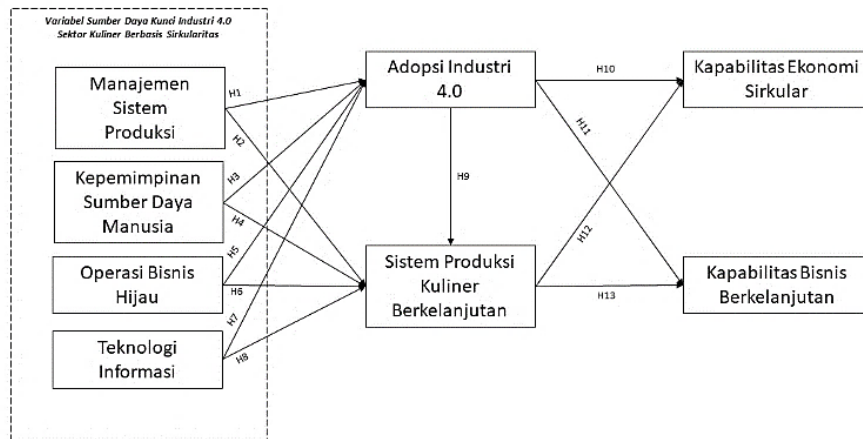
Gambar 2 . Hasil penyaringan PRISMA basic

Sumber daya sangat penting bagi IMK Kuliner dalam mengintegrasikan konsep industri 4.0 dan produksi berkelanjutan (Bressanelli et al., 2018a). Sumber daya kunci 4.0 diantaranya kerja sama dan implementasi kolaboratif, budaya dan nilai perusahaan, sumber daya untuk manajemen proyek (Pathiranage, Jayatilake, and Abeysekera 2020), dukungan teknologi informasi (Elhan-Kayalar, Sawada, and van der Meulen Rodgers 2022; Sorescu and Schreier 2021), persetujuan manajemen eksekutif (Mansoor et al. 2021), pengetahuan tentang faktor lingkungan, praktik sumber daya manusia berkelanjutan (Macke and Genari 2019), kesadaran dan pendidikan lingkungan (Kautish and Sharma 2020), keahlian menjalankan logistik (Richey et al. 2022), kolaborasi ramah lingkungan (Suswadi, Irawan, and Aulia 2022), integrasi robotika di lantai pabrik (Ghobakhloo 2020), desain dan proses produksi (Virmani, Saxena, and Raut 2022), manajemen penyimpanan cerdas (Kristoffersen et al. 2020), sistem remanufaktur adaptif (Kristoffersen et al. 2020), kemitraan rantai pasokan yang kuat (Amoako-Gyampah et al. 2019), proses asistensi perakitan produksi (Richey et al. 2022; Demestichas and Daskalakis 2020), konfigurasi tata letak tempat kerja yang optimal (Asad et al. 2021), ketertelusuran dalam produk dan proses (Amoako-Gyampah et al. 2019; Bueno, Godinho Filho, and Frank 2020), implementasi sistem kontrol perakitan (Amoako-Gyampah et al. 2019; Bueno, Godinho Filho, and Frank 2020), lintas-siklus dan kerjasama lintas sektor (Bueno, Godinho Filho, and Frank 2020), sistem manajemen inovatif dan investasi jangka panjang (Di Vaio et al. 2021), pengendalian persediaan yang efektif (Heizer, Render, and Munson 2013), penyesuaian strategi (Khanra et al. 2022), kepemimpinan dan manajemen yang efektif (Gerhart and Feng 2021; Asad et al. 2021), pelatihan dan pengembangan keterampilan (Mansoor et al. 2021; Rocque 2022), kompetensi dan kehadiran manajer (Gerhart and Feng 2021; Khanra et al. 2022), pemberdayaan karyawan (Rocque 2022), kesiapsiagaan untuk perubahan organisasi (Samul 2020), keterampilan komunikasi yang efektif (Rocque 2022; Sankofa 2022), kolaborasi dalam tim lintas fungsi (Rocque 2022), kemahiran pemrosesan informasi (Bunjak, Bruch, and Černe 2022), pembelajaran berkelanjutan (Bunjak, Bruch, and Černe 2022; Sankofa 2022), pengelolaan sumber daya berkelanjutan *End of Life* (Asad et al. 2021), desain ramah lingkungan (Kautish and Sharma 2020) dan desain untuk kemudahan manufaktur ulang (Kristoffersen et al. 2020).

Dengan pertimbangan efisiensi, sumber daya di atas dikelompokkan menjadi empat variabel besar sumber daya industri 4.0 yakni Manajemen Sistem Produksi, Kepemimpinan Sumber Daya Manusia, Operasional Bisnis Hijau dan Teknologi Informasi.

Pengembangan model penelitian dan usulan hipotesis

Setelah proses pengelompokan sumber daya kunci industri 4.0 dilakukan, selanjutnya tahap pengembangan model penelitian dengan menggabungkan variabel sumber daya kunci industri 4.0 dan kapabilitas bisnis berkelanjutan dengan model penelitian pada gambar 3. Terdapat 13 hipotesis penelitian yang akan diuji dalam studi ini.



Gambar 3. Model penelitian

Sumber : (Mahmood et al. 2018; Famiola and Wulansari 2019; Xin, Laila, and Zhang 2022; Bakar et al. 2020; Agrawal et al. 2022)

Karakteristik responden

Studi ini berhasil mendapatkan 293 responden pemilik IMK kawasan metropolitan Jakarta. Sebagian besar responden adalah wanita (63%) sedangkan pria (37%). Rentang usia mulai dari 20 – 30 tahun (8%), 31 – 40 tahun (18%), 41 – 50 tahun (33%), 51 – 60 tahun (25%), dan > 60 tahun (16%). Lokasi IMK responden berada di Jakarta Pusat (18%), Jakarta Barat (26%), Jakarta Timur (28%), Jakarta Selatan (20%), dan Jakarta Utara (8%). Dari segi pendidikan responden terdapat SD (4%), SMP/MTs (17%), SMA/SMK/MA (29%), S1/D4 (42%), dan S2/S3 (8%). Kemudian tipe bisnis yang dijalankan yaitu makanan utama (81%), makanan ringan (32%), dan minuman (40%). Kemudian kategori bisnis yang dijalankan yaitu mikro (71%) dan kecil (29%) dengan usia bisnis 1 – 2 tahun (46%), 3 – 4 tahun (18%), dan ≥ 5 tahun (36%).

Pengujian validitas-reliabilitas penelitian

Metode yang paling umum untuk menentukan model pengukuran adalah dengan menguji konsistensi internalnya, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. Konsistensi internal model pengukuran dinilai dengan menggunakan *outer loadings*, *average variant extracted*, *composite reliability* dan *cronbach alpha*. Untuk mendapatkan validitas yang memuaskan, nilai *outer loadings* harus berada di atas 0.7 dan *average variant extracted* di atas 0.6. Sedangkan untuk reliabilitas yang baik mengharuskan nilai *composite reliability* dan *cronbach alpha* di atas 0.7 (Hair et al. 2019). Pada tabel 1 diperoleh nilai skala *outer loadings* terendah-tertinggi, *average variant extracted*, *composite reliability* dan *cronbach alpha* sudah di atas nilai minimum. Oleh karena itu, variabel yang diteliti dinyatakan valid dan handal untuk dapat digunakan dalam pengujian selanjutnya.

Tabel 1. Hasil pengujian *outer measurement model*

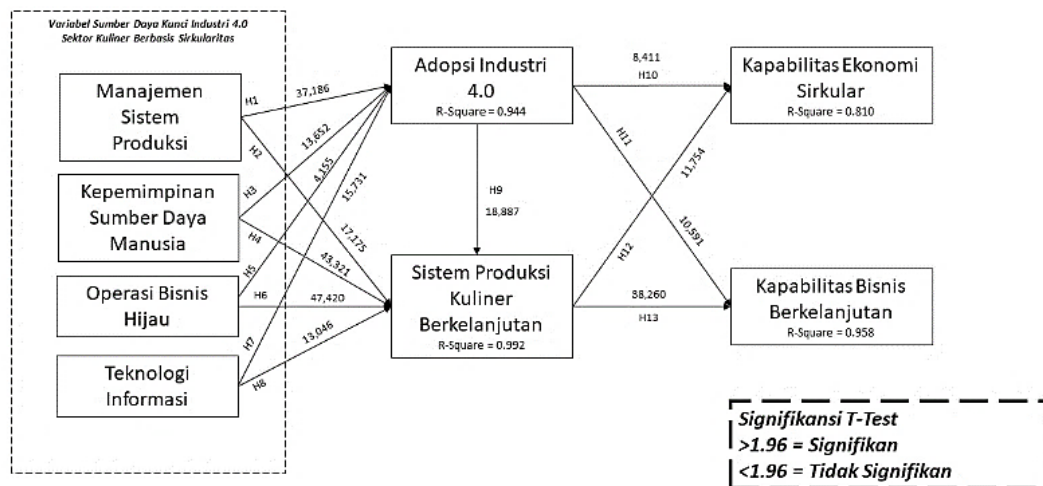
| Variabel Kode Indikator | Skala Outer Loadings | AVE | CR | CA |
|-------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| <i>Production System Management</i> | 0.730-0.913 | 0.510 | 0.862 | 0.809 |
| <i>Human Resources Leadership</i> | 0.851-0.924 | 0.690 | 0.917 | 0.886 |
| <i>Green Business Operation</i> | 0.784-0.866 | 0.571 | 0.888 | 0.848 |
| <i>Information Technology</i> | 0.763-0.871 | 0.579 | 0.846 | 0.758 |
| <i>Adoption Industry 4.0</i> | 0.805-0.947 | 0.624 | 0.869 | 0.800 |

| | | | | |
|--|-------------|-------|-------|-------|
| <i>Sustainable Culinary Production</i> | 0.812-0.906 | 0.566 | 0.921 | 0.902 |
| <i>Circular Economy Capability</i> | 0.826-0.925 | 0.540 | 0.875 | 0.829 |
| <i>Sustainable Business Capability</i> | 0.797-0.877 | 0.553 | 0.917 | 0.897 |

Pengujian dan interpretasi hipotesis

Setelah memastikan reliabilitas dan validitas *outer model*, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi kemampuan prediktif model dengan koefisien determinasi dan hubungan antar konstruk. Pengujian koefisien determinasi atau *R-Square* merepresentasikan tingkat variasi variabel dependen, yang dapat menggambarkan satu atau lebih variabel prediktor (Dash and Paul, 2021). Dengan kata lain mengukur kemampuan independen variabel dalam mengukur variabel dependen. Foroughi dkk (2023) merekomendasikan nilai R^2 di atas 0,67 dianggap substansial sementara nilai antara 0,67 tergolong kuat, 0,33 tergolong sedang dan nilai kurang dari 0,19 tergolong lemah (Foroughi et al., 2023). Pada gambar 4 ditemukan seluruh konstruk variabel dependen berada di atas angka 0,67, sehingga dapat disimpulkan kompleksitas model ini tergolong sangat kuat dan variabel laten sangat prediktif.

Selanjutnya untuk menentukan apakah hubungan tersebut signifikan atau tidak, baik nilai *t-test* maupun nilai *P-Value* digunakan sebagai nilai batas di mana nilai *t-test* harus lebih dari 1,96 (Sarstedt et al., 2019). Gambar 4 merupakan penggambaran pemodelan dengan nilai *T-Test* pada setiap jalur yang menunjukkan diterimanya seluruh pengajuan hipotesis.



Gambar 4. Uji pemodelan struktural

Hasil pengujian statistik menerima H1-H2 yang menandakan manajemen sistem produksi berpengaruh signifikan terhadap adopsi industri 4.0 dan sistem produksi kuliner berkelanjutan. Penerimaan hipotesis manajemen sistem produksi yang mengakui pentingnya integrasi teknologi menjadi kunci dalam mendorong adopsi industri 4.0. Adopsi teknologi industri 4.0 dan sistem produksi berkelanjutan sering kali memerlukan restrukturisasi dan inovasi dalam proses bisnis. Para pemilik industri mikro-kecil kuliner harus semakin terbuka terhadap ide-ide baru dan bersedia mengadaptasi sistem produksi yang lebih efisien dan responsif terhadap perubahan pasar. Selain itu, adopsi sistem produksi kuliner berkelanjutan yang berfokus pada praktik ramah lingkungan dan bahan baku berkelanjutan juga sangat dipengaruhi oleh penerimaan hipotesis terkait manajemen produksi. Penerimaan hipotesis menjadi kunci pengembangan ide bisnis berkelanjutan dan model pengembangan bisnis bagi IMK kuliner Jakarta yang berkelanjutan baik di Indonesia maupun skala global.

Selanjutnya studi ini menerima H3-H4 yang mengartikan kepemimpinan sumber daya manusia berpengaruh signifikan terhadap adopsi industri 4.0 dan sistem produksi kuliner berkelanjutan. Hasil ini mencerminkan keterkaitan antara strategi manajemen dan

teknologi. Kepemimpinan yang mengutamakan pengembangan SDM membentuk tim yang adaptif dan mendorong penggunaan teknologi 4.0 untuk efisiensi produk. Pendekatan ini memperkuat SDM melalui pelatihan dan mendukung IMK kuliner Jakarta berkelanjutan dengan praktik lingkungan. Hipotesis ini menunjukkan bahwa kepemimpinan berkelanjutan membantu IMK kuliner menuju produksi yang ramah lingkungan, seperti penggunaan bahan baku lokal, pengurangan limbah, dan manajemen energi.

Selanjutnya hasil analisis *T-Test* pada gambar 4 membuktikan bahwa operasi bisnis hijau berpengaruh signifikan terhadap adopsi industri 4.0 dan sistem produksi kuliner berkelanjutan (H5-H6). Berikutnya hasil pengujian *T-Test* menerima H7-H8 menunjukkan pentingnya sinergi antara bisnis berkelanjutan dan teknologi canggih dalam mengembangkan model bisnis inovatif dan ramah lingkungan di lingkungan bisnis yang dinamis. IMK kuliner yang menerapkan operasi bisnis hijau lebih siap mengadopsi elemen industri 4.0 dan mendukung sistem produksi berkelanjutan, memberikan mereka keunggulan kompetitif di Metropolitan Jakarta. Model bisnis ramah lingkungan juga dapat membantu mengatasi masalah lingkungan serta meningkatkan citra bisnis.

Studi ini menguji pengaruh adopsi industri 4.0 terhadap sistem produksi kuliner berkelanjutan. Hasilnya pada gambar 4 menunjukkan hasil terdapat pengaruh signifikansi dengan nilai *T-Test* sebesar 18,887. Secara teoritis, adopsi teknologi canggih dalam industri makanan dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi limbah, dan meningkatkan kualitas produk. Dalam praktiknya, IMK kuliner dapat memanfaatkan otomatisasi, IoT, dan analitika data untuk mengoptimalkan rantai pasok, mengurangi konsumsi bahan baku, mengelola inventaris dengan lebih baik, hingga interaksi dengan pelanggan melalui platform digital. Namun, tantangan seperti biaya investasi awal, kurangnya pengetahuan teknis, dan perlunya perubahan budaya kerja mungkin muncul dalam proses adaptasi ini. Oleh karena itu, penting bagi IMK untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang potensi teknologi ini dan menyusun rencana transisi yang terukur.

Pada pengujian hipotesis berikutnya, ditemukan adopsi industri 4.0 (H10) dan sistem produksi kuliner berkelanjutan (H12) berpengaruh signifikan terhadap kapabilitas ekonomi sirkular IMK kuliner di Jakarta dengan meningkatkan efisiensi operasional, penggunaan sumber daya yang lebih efisien, dan pengurangan limbah. Dengan teknologi canggih dalam industri 4.0, proses produksi menjadi lebih fleksibel, personalisasi massal meminimalkan pemborosan bahan baku, dan pemantauan *real-time* siklus hidup produk memungkinkan identifikasi peluang optimalisasi. Ini mendukung prinsip ekonomi sirkular yang mendorong penggunaan ulang, daur ulang, dan reduksi limbah, sejalan dengan prinsip bisnis berkelanjutan yang memperhatikan keberlanjutan ekonomi, lingkungan, dan sosial IMK kuliner di wilayah metropolitan Jakarta.

Berikutnya, berdasarkan hasil pengujian model struktural ditemukan adopsi industri 4.0 (H11) dan sistem produksi kuliner berkelanjutan (H13) berpengaruh signifikan terhadap kapabilitas bisnis berkelanjutan. Industri 4.0 meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi limbah, sementara adopsi praktik bisnis berkelanjutan membantu mengurangi dampak lingkungan, memperkuat hubungan dengan komunitas lokal, dan meningkatkan dukungan pelanggan. Dalam hal inovasi, keterbatasan sumber daya dalam IMK dapat mendorong pengembangan menu kreatif sesuai ciri khas Nusantara, pengelolaan limbah serta membuat IMK lebih tahan terhadap perubahan harga bahan baku dan regulasi lingkungan.

4. Kesimpulan

Studi ini dapat disimpulkan bahwa adopsi industri 4.0 dan sistem produksi kuliner berkelanjutan memiliki dampak yang signifikan terhadap kapabilitas bisnis berkelanjutan IMK. Integrasi teknologi canggih seperti *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (AI) merubah proses produksi dalam era industri 4.0. Penerimaan hipotesis manajemen sistem produksi sebagai kunci mendorong adopsi industri 4.0, sedangkan dalam praktiknya,

pemilik IMK kuliner metropolitan Jakarta perlu terbuka terhadap ide-ide baru dan beradaptasi dengan sistem produksi yang efisien. Adopsi sistem produksi berkelanjutan memungkinkan pengurangan limbah, pendekatan rantai pasokan yang efisien, dan meningkatkan interaksi dengan pelanggan. Faktor kepemimpinan SDM dan operasi bisnis hijau juga memengaruhi adopsi teknologi dan praktik berkelanjutan. Penggunaan teknologi informasi dalam operasional IMK kuliner Jakarta mendukung adopsi industri 4.0 dan praktik berkelanjutan. Hasil ini memberikan pandangan bahwa adopsi industri 4.0 dan sistem produksi berkelanjutan bukan hanya mengoptimalkan bisnis, tetapi juga mendorong pertumbuhan yang berkelanjutan, inovasi, serta kontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan. Berdasarkan hasil penelitian muncul beberapa rekomendasi kebijakan yang dapat dipertimbangkan. Perlu adanya sinergitas ABGC, yaitu sinergi antara *Academic, Business, Government*, dan *Community* sehingga berbagai unsur dapat terlibat dalam penyusunan rekomendasi kebijakan.

1. Academic (Akademisi):

Para akademisi dapat memberikan program pelatihan dan pendidikan bagi calon wirausaha dan pemilik IMK kuliner di DKI Jakarta untuk membahas adopsi teknologi dan praktik berkelanjutan. Konsep manajemen berkelanjutan, teknologi canggih, dan operasi bisnis hijau dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum pendidikan bisnis. Akademisi rumpun keilmuan akuntansi perlu mempertimbangkan pelatihan Pengelolaan Keuangan Bisnis Berkelanjutan khususnya *Standar International Financial Reporting Standards (IFRS) S1-S2* yang berisi penyusunan laporan keuangan yang mengungkapkan informasi upaya mencapai keberlanjutan lingkungan baik tata kelola kontrol, prosedur mencapai target keberlanjutan, *risk and opportunities* keberlanjutan lingkungan oleh IMK. Selanjutnya, kalangan akademisi dapat melakukan penelitian dan studi kasus tentang keberhasilan dan tantangan yang dihadapi IMK kuliner di Jakarta khususnya bagi IMK kuliner yang telah mengadopsi industri 4.0 dan sistem produksi berkelanjutan sehingga dapat membantu penyusunan strategi mitigasi potensi risiko yang akan muncul.

2. Business (Bisnis):

Para pelaku bisnis IMK kuliner Jakarta dapat menerapkan prinsip ekonomi sirkular seperti penerapan inovasi teknologi untuk memantau kegiatan operasional, meningkatkan efisiensi saat proses produksi untuk mengurangi limbah, melakukan kemitraan dan kolaborasi antar pelaku bisnis IMK, serta pelaku IMK perlu meningkatkan pemahaman mengenai ekonomi sirkular secara komprehensif melalui pendidikan dan pelatihan.

3. Government (Pemerintah):

Pemerintah DKI Jakarta memiliki peran penting bagi pembangunan berkelanjutan IMK kuliner di Jakarta seperti mendorong adopsi teknologi canggih melalui program pelatihan dan bimbingan, pembangunan fasilitas teknologi, pelatihan penerapan operasional bisnis hijau dan ekonomi sirkular, serta insentif bagi pelaku IMK kuliner. Pemerintah dapat membentuk *mindset* pemilik IMK kuliner khususnya mitra pengadaan barang dan jasa pemerintah daerah maupun pusat dalam praktik bisnis sirkular berkelanjutan dalam produknya baik *packaging* maupun bahan baku berkualitas dari lokal dan strategi pengurangan *food waste*.

4. Community (Asosiasi IMK):

Asosiasi IMK di DKI Jakarta dapat mengembangkan platform kolaboratif sebagai sarana untuk berbagi pengalaman dan pengetahuan antara IMK kuliner yang telah sukses mengadopsi teknologi dan praktik berkelanjutan. Langkah yang dapat diambil seperti menyelenggarakan seminar dan lokakarya mengenai manajemen sumber daya manusia yang berfokus pada adaptasi IMK terhadap perubahan teknologi dan lingkungan. Selain itu, asosiasi IMK di DKI Jakarta juga dapat mendorong pembentukan jaringan bisnis hijau sebagai wadah bagi IMK kuliner untuk berbagi ide dan strategi terkait praktik berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih tim penulis sampaikan kepada Dirjen Pembelajaran dan Kemahasiswaan, Dirjen Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kemendikbudristek RI, dan seluruh Civitas Akademika Universitas Bina Nusantara dan Pemerintah Provinsi DKI Jakarta serta segala pihak yang mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Open Access

©2024. The author(s). This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third-party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this license, visit: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Referensi

- Ada, Nesrin, Yigit Kazancoglu, Muruvvet Deniz Sezer, Cigdem Ede-Senturk, Idil Ozer, and Mangey Ram. 2021. "Analyzing Barriers of Circular Food Supply Chains and Proposing Industry 4.0 Solutions." *Sustainability* 13 (12): 6812. <https://doi.org/10.3390/su13126812>.
- Agrawal, Rohit, Vishal Ashok Wankhede, Anil Kumar, Arvind Upadhyay, and Jose Arturo Garza-Reyes. 2022. "Nexus of Circular Economy and Sustainable Business Performance in the Era of Digitalization." *International Journal of Productivity and Performance Management* 71 (3): 748–74. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2020-0676/FULL/PDF>.
- Amoako-Gyampah, Kwasi, Kwabena Gyasi Boakye, Ebenezer Adaku, and Samuel Famiyeh. 2019. "Supplier Relationship Management and Firm Performance in Developing Economies: A Moderated Mediation Analysis of Flexibility Capability and Ownership Structure." *International Journal of Production Economics* 208: 160–70. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.11.021>.
- Asad, Muzaffar, Muhammad Uzair Asif, Lily Julienti Abu Bakar, and Umaid A. Sheikh. 2021. "Transformational Leadership, Sustainable Human Resource Practices, Sustainable Innovation and Performance of SMEs." In *2021 International Conference on Decision Aid Sciences and Application, DASA 2021*, 797–802. <https://doi.org/10.1109/DASA53625.2021.9682400>.
- Ayodya, R Wulan. 2020. *IMK 4.0*. Elex Media Komputindo.
- Az'har, Alfin Agung, and Zuhri M Nawawi. 2022. "Digitalisasi IMK Bidang Kuliner Terhadap Pertumbuhan Ekonomi." *JIEM: Jurnal Ilmu Komputer, Ekonomi Dan Manajemen* 2 (1): 2389–97.
- Bakar, Muhammad Fauzan Abu, Majharul Talukder, Ali Quazi, and Irfanuzzaman Khan. 2020. "Adoption of Sustainable Technology in the Malaysian SMEs Sector: Does the Role of Government Matter?" *Information* 11 (4): 215. <https://doi.org/10.3390/info11040215>.
- Bhat, Showkat Ahmad, Nen-Fu Huang, Ishfaq Bashir Sofi, and Muhammad Sultan. 2021. "Agriculture-Food Supply Chain Management Based on Blockchain and IoT: A Narrative on Enterprise Blockchain Interoperability." *Agriculture* 12 (1): 40. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010040>.
- Bueno, Adauto, Moacir Godinho Filho, and Alejandro G. Frank. 2020. "Smart Production Planning and Control in the Industry 4.0 Context: A Systematic Literature Review." *Computers and Industrial Engineering* 149. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106774>.
- Bunjak, Aldijana, Heike Bruch, and Matej Černe. 2022. "Context Is Key: The Joint Roles of Transformational and Shared Leadership and Management Innovation in Predicting Employee IT Innovation Adoption." *International Journal of Information Management* 66. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102516>.

- Creswell, John W. 2017. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage publications.
- Demestichas, Konstantinos, and Emmanouil Daskalakis. 2020. "Information and Communication Technology Solutions for the Circular Economy." *Sustainability (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/su12187272>.
- Elhan-Kayalar, Yesim, Yasuyuki Sawada, and Yana van der Meulen Rodgers. 2022. "Gender, Entrepreneurship, and Coping with the COVID-19 Pandemic: The Case of GoFood Merchants in Indonesia." *Asia and the Pacific Policy Studies* 9 (3): 222–45. <https://doi.org/10.1002/app5.362>.
- Famiola, Melia, and Amia Wulansari. 2019. "SMEs' Social and Environmental Initiatives in Indonesia: An Institutional and Resource-Based Analysis." *Social Responsibility Journal* 16 (1): 15–27. <https://doi.org/10.1108/SRJ-05-2017-0095>.
- Frank, Alejandro Germán, Lucas Santos Dalenogare, and Néstor Fabián Ayala. 2019. "Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies." *International Journal of Production Economics* 210 (April): 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>.
- Garrido-Prada, Pablo, Helena Lenihan, Justin Doran, Christian Rammer, and Mauricio Perez-Alaniz. 2021. "Driving the Circular Economy through Public Environmental and Energy R&D: Evidence from SMEs in the European Union." *Ecological Economics* 182 (April): 106884. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106884>.
- Gerhart, Barry, and Jie Feng. 2021. "The Resource-Based View of the Firm, Human Resources, and Human Capital: Progress and Prospects." *Journal of Management* 47 (7): 1798–1819. <https://doi.org/10.1177/0149206320978799>.
- Ghobakhloo, Morteza. 2020. "Industry 4.0, Digitization, and Opportunities for Sustainability." *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119869>.
- Hair, Joseph F., Jeffrey J. Risher, Marko Sarstedt, and Christian M. Ringle. 2019. "When to Use and How to Report the Results of PLS-SEM." *European Business Review* 31 (1): 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>.
- Heizer, Jay, Barry Render, and Chuck Munson. 2013. *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. *Journal of Purchasing and Supply Management*. Twelfth Ed. Vol. 19. Pearson.
- Jogiyanto Hartono, M. 2019. *Strategi Penelitian Bisnis*. Penerbit Andi.
- Kautish, Pradeep, and Rajesh Sharma. 2020. "Determinants of Pro-Environmental Behavior and Environmentally Conscious Consumer Behavior: An Empirical Investigation from Emerging Market." *Business Strategy and Development* 3 (1): 112–27. <https://doi.org/10.1002/bsd2.82>.
- Keraf, S A. 2022. "Ekonomi Sirkuler Solusi Krisis Bumi." *Jakarta: Penerbit Buku Kompas*, 57–89.
- Khanra, Sayantan, Puneet Kaur, Rojers P. Joseph, Ashish Malik, and Amandeep Dhir. 2022. "A Resource-Based View of Green Innovation as a Strategic Firm Resource: Present Status and Future Directions." *Business Strategy and the Environment* 31 (4): 1395–1419. <https://doi.org/10.1002/bse.2961>.
- Kristoffersen, Eivind, Fenna Blomsma, Patrick Mikalef, and Jingyue Li. 2020. "The Smart Circular Economy: A Digital-Enabled Circular Strategies Framework for Manufacturing Companies." *Journal of Business Research* 120: 241–61. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.044>.
- Macke, Janaina, and Denise Genari. 2019. "Systematic Literature Review on Sustainable Human Resource Management." *Journal of Cleaner Production* 208: 806–15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.091>.
- Mahmood, Kashif, Minna Lanz, Ville Toivonen, and Tauno Otto. 2018. "A Performance Evaluation Concept for Production Systems in an SME Network." *Procedia CIRP* 72: 603–8. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.182>.
- Mansoor, Adil, Muhammad Farrukh, Jong Keon Lee, and Sarwat Jahan. 2021. "Stimulation of Employees' Green Creativity through Green Transformational Leadership and Management Initiatives." *Sustainability (Switzerland)* 13 (14). <https://doi.org/10.3390/su13147844>.
- Moysiadis, Vasileios, Panagiotis Sarigiannidis, Vasileios Vitsas, and Adel Khelifi. 2021. "Smart Farming in Europe." *Computer Science Review* 39 (February): 100345. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100345>.

- Pathirana, Yasas L., Lakmini V. K. Jayatilake, and Ruwan Abeysekera. 2020. "A Literature Review on Organizational Culture towards Corporate Performance." *International Journal of Management, Accounting and Economics* 7 (9): 522–44.
- Richey, Robert Glenn, Anthony S. Roath, Frank G. Adams, and Andreas Wieland. 2022. "A Responsiveness View of Logistics and Supply Chain Management." *Journal of Business Logistics* 43 (1): 62–91. <https://doi.org/10.1111/jbl.12290>.
- Rocque, Dr Sarvesh Raj. 2022. "Knowledge Development, Technology Exchange and Communication Skills." *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4215018>.
- Samul, Joanna. 2020. "Spiritual Leadership: Meaning in the Sustainable workplace." *Sustainability (Switzerland)* 12 (1): 1–16. <https://doi.org/10.3390/su12010267>.
- Sankofa, Nicole. 2022. "Participatory Thick Descriptions: A Collaborative and Reflective Approach." *Qualitative Research in Psychology*. <https://doi.org/10.1080/14780887.2022.2090469>.
- Soeharso, Silverius Y, and Ir Tedjo Tripomo. 2021. *SOFT COMPETENCIES INDUSTRY 4.0: Strategi Menyiapkan SDM Unggul Di Era Disrupsi*. Lautan Pustaka.
- Sorescu, Alina, and Martin Schreier. 2021. "Innovation in the Digital Economy: A Broader View of Its Scope, Antecedents, and Consequences." *Journal of the Academy of Marketing Science*. <https://doi.org/10.1007/s11747-021-00793-z>.
- Suchek, N, J J M Ferreira, and P O Fernandes. 2023. "Industry 4.0 and Global Value Chains: What Implications for Circular Economy in SME?" *Management Decision*. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2022-1541>.
- Suswadi, N. C. Irawan, and N. N. Aulia. 2022. "The Nexus between Green Strategic Consensus, Innovation, and Performance Evidence from Eco-Friendly Food Agro-Industry Companies in Indonesia." In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 1108. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1108/1/012033>.
- Vaio, Assunta Di, Rosa Palladino, Alberto Pezzi, and David E. Kalisz. 2021. "The Role of Digital Innovation in Knowledge Management Systems: A Systematic Literature Review." *Journal of Business Research* 123: 220–31. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.042>.
- Virmani, Naveen, Prateek Saxena, and Rakesh D. Raut. 2022. "Examining the Roadblocks of Circular Economy Adoption in Micro, Small, and Medium Enterprises (MSME) through Sustainable Development Goals." *Business Strategy and the Environment* 31 (7): 2908–30. <https://doi.org/10.1002/bse.3054>.
- Xin, Yongrong, Ume Laila, and Shuo Zhang. 2022. "Modeling the Influence of Green Innovation on Environmental Sustainability of Small and Medium-Sized Enterprises: A Way towards Sustainable Development." *Energy & Environment*, October, 0958305X2211301. <https://doi.org/10.1177/0958305X221130137>.
- Zeng, Huixiang, Xiaohong Chen, Xu Xiao, and Zhifang Zhou. 2017. "Institutional Pressures, Sustainable Supply Chain Management, and Circular Economy Capability: Empirical Evidence from Chinese Eco-Industrial Park Firms." *Journal of Cleaner Production* 155 (July): 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.093>.

Biografi Penulis

AISYAH QANITA, mahasiswa Program Studi PJJ Manajemen, BINUS Online Learning, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia.

- Email: aisyah.qanita@binus.ac.id
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

MUHAMMAD RAFIF ALHAKIM, mahasiswa Program Studi Sistem Informasi, School of Information System, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia.

- Email: muhammad.alhakim@binus.ac.id
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

RASTINIA KAMILA HANUM, mahasiswa Program Studi PJJ Manajemen, BINUS Online Learning, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia.

- Email: rastinia.hanum@binus.ac.id
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -

DEBY GITA ANGGRAENI, mahasiswa Program Studi PJJ Manajemen, BINUS Online Learning, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, Indonesia.

- Email: deby.anggraeni@binus.ac.id
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -