

Keberuntungan Berpihak Pada Mereka yang Siap: Bagaimana UMKM Pantura Melakukan Pendekatan terhadap Inovasi Model Bisnis di Industri 4.0

Junaidi ^{1*}, Fauzan Prasetyo Eka Putra ², Fadoli Rahman ³

^{1,3} Ekonomi dan Bisnis, Manajemen, Universitas Madura, Panglegur, Indonesia.

² Teknik, Informatika, Universitas Madura, Panglegur, Indonesia.

Email: junaidi@unira.ac.id ^{1*}, prasetyo@unira.ac.id ², fadali.rahman@unira.ac.id ³

Histori Artikel:

Dikirim 10 Agustus 2025; *Diterima dalam bentuk revisi* 15 September 2025; *Diterima* 20 Oktober 2025; *Diterbitkan* 1 Desember 2025. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan RISET) – Lembaga KITA.

Suggested citation:

Junaidi, J., & Rahman, F. (2025). Keberuntungan Berpihak Pada Mereka yang Siap: Bagaimana UMKM Pantura Melakukan Pendekatan terhadap Inovasi Model Bisnis di Industri 4.0 (F. P. E. Putra, Trans.). *JEMSI (Jurnal Ekonomi, Manajemen, Dan Akuntansi)*, 11(6), 5556-5571. <https://doi.org/10.35870/jemsi.v11i6.5294>.

Abstrak

Artikel ini membahas bagaimana implementasi Industri 4.0 mendorong transformasi model bisnis pada UMKM makanan dan minuman di kawasan Pantura, Pamekasan, berdasarkan penelitian kualitatif terhadap 31 UMKM. Mengingat peran strategis UMKM dalam penciptaan nilai ekonomi lokal dan nasional, penelitian ini fokus pada bagaimana digitalisasi, otomatisasi, dan konektivitas memengaruhi pola inovasi bisnis di sektor ini. Hasil penelitian menyoroti bahwa Industri 4.0 mencakup tiga dimensi utama: digitalisasi proses produksi, penerapan sistem cerdas berbasis cyber-physical systems (CPS), serta peningkatan konektivitas dan kolaborasi antar pelaku usaha di sepanjang rantai nilai. Temuan menunjukkan bahwa transformasi ini memicu inovasi di tiga elemen kunci model bisnis, yaitu penciptaan nilai (misalnya penggunaan data real-time, efisiensi produksi), penawaran nilai (pengembangan produk dan layanan berbasis kebutuhan pelanggan), serta penangkapan nilai (inovasi pembayaran dan interaksi pelanggan). Penelitian ini juga menemukan bahwa posisi UMKM sebagai pengguna dan/atau penyedia solusi Industri 4.0, serta motivasi internal maupun eksternal dalam mengadopsi teknologi, berpengaruh pada bentuk dan arah inovasi model bisnis yang diambil. Lebih lanjut, studi ini mengidentifikasi empat tipologi respons UMKM terhadap Industri 4.0: kelompok tradisional, perencana tahap awal, pengguna teknologi, dan pengadopsi penuh. Implikasi temuan ini memberikan panduan praktis bagi pelaku UMKM dan pemangku kebijakan untuk merancang strategi adaptasi dan akselerasi transformasi digital secara lebih terarah di era Industri 4.0.

Kata Kunci: Industri 4.0; Inovasi; UMKM; Model Bisnis; Pantura.

Abstract

This article discusses how the implementation of Industry 4.0 drives business model transformation in food and beverage MSMEs in the Pantura region of Pamekasan, based on qualitative research involving 31 MSMEs. Given the strategic role of MSMEs in creating local and national economic value, this study focuses on how digitization, automation, and connectivity influence business innovation patterns in this sector. The research findings highlight that Industry 4.0 encompasses three main dimensions: digitalization of production processes, implementation of smart systems based on cyber-physical systems (CPS), and enhanced connectivity and collaboration among business actors throughout the value chain. Findings indicate that this transformation drives innovation in three key elements of the business model: value creation (e.g., real-time data utilization, production efficiency), value offering (development of customer-centric products and services), and value capture (payment innovation and customer interaction). The study also found that the position of MSMEs as users and/or providers of Industry 4.0 solutions, as well as internal and external motivations for adopting technology, influence the form and direction of business model innovation. Furthermore, the study identified four typologies of MSME responses to Industry 4.0: traditional, early planners, technology users, and full adopters. The implications of these findings provide practical guidance for SMEs and policymakers to design more targeted strategies for adapting and accelerating digital transformation in the Industry 4.0 era.

Keyword: Industry 4.0; Innovation; MSMEs; Business Models; Pantura.

1. Pendahuluan

Istilah Industri 4.0 berasal dari inisiatif yang diluncurkan oleh pemerintah Pantura Pamekasan untuk menjaga daya saing jangka panjang UMKM, khususnya dalam industri makanan dan minuman. Dengan mengintegrasikan teknologi digital berbasis cyber-physical systems (CPS) (Condry & Quan, 2023; Ferraro, Zhao, King, & Shorten, 2024), Industri 4.0 bertujuan membangun penciptaan nilai bisnis UMKM yang lebih cerdas, adaptif, dan saling terhubung (Chiarini, Grando, Venturini, & Borgonovo, 2024; Han, Zhenghao, Meilin, Xiaohui, & Xiaoxue, 2023; Torres Vergara, Saucedo Martínez, & Olivo Lucio, 2024). CPS menggabungkan aplikasi digital, media sosial, platform marketplace, dan manajemen data usaha, yang dapat bertukar informasi, memulai interaksi dengan konsumen, serta meningkatkan efisiensi operasional UMKM (Rahayu, Lestari, Brata, & Gitya, 2025; Rolando & Mulyono, 2025; Wulandari, Diah, & Asari, 2025). Interkoneksi ini, yang dikenal sebagai Internet of Things (IoT) dalam konteks industri, menghasilkan transformasi signifikan dalam cara UMKM beroperasi, berinovasi produk, dan mengelola hubungan dengan pelanggan (Bagagiolo, Vigoroso, Caffaro, & Cavallo, 2024; Prasetyo Eka Putra, Mellyana Dewi, & Hamzah, 2023; W. Zhao, Luo, & Liu, 2023). Penelitian yang muncul tentang Industri 4.0 selama ini berfokus pada perkembangan teknologi terkait CPS dan implementasi organisasional di perusahaan besar, namun masih sedikit yang secara mendalam mengkaji dampaknya terhadap UMKM. Padahal UMKM merupakan tulang punggung ekonomi lokal di wilayah Pantura Pamekasan. UMKM mewakili lebih dari 99% unit usaha di kawasan Madura dan menyerap sekitar 70% tenaga kerja lokal serta memberikan kontribusi signifikan terhadap nilai tambah ekonomi regional. Oleh karena itu, penelitian tentang bagaimana UMKM menerapkan teknologi digital dan memanfaatkan peluang dari Industri 4.0 penting dilakukan. Faktanya, penerapan teknologi digital di UMKM sering kali menghadapi tantangan yang berbeda dibandingkan perusahaan besar, terutama terkait tingkat literasi digital yang rendah, keterbatasan sumber daya manusia, dan akses teknologi yang terbatas (Macca, Santoro, Jabeen, & Gavurova, 2025; Maryanto, Haryono, Sari, & Desi, 2025; Rahman, Pratikto, Murwani, & Handayati, n.d.). Mayoritas UMKM Pantura Pamekasan aktif di pasar lokal dengan produk dalam skala kecil hingga menengah, yang memerlukan pendekatan khusus dalam penerapan digitalisasi bisnis. Dengan demikian, meneliti perspektif UMKM mengenai kelayakan dan dampak adopsi teknologi Industri 4.0 menjadi kunci dalam mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang implikasi teknologi digital terhadap rantai nilai UMKM (Alonso-Muñoz, González-Sánchez, Medina-Salgado, & García-Muiña, 2023; Fareed, De Felice, Forcina, & Petrillo, 2024; Ly, 2020).

Untuk mempelajari respons UMKM terhadap peluang Industri 4.0, penelitian ini menggunakan pendekatan model bisnis yang terintegrasi dengan peningkatan kompetensi kewirausahaan dan pemasaran digital (Blankesteijn, Houtkamp, & Bossink, 2024; Handoko, Sulaiman, Sugito, & Sabiq, 2024). Model bisnis mencerminkan cara UMKM merancang dan melaksanakan aktivitas bernilai tambah, berinteraksi dengan konsumen melalui platform digital, dan menciptakan model pendapatan yang berkelanjutan (Benzell, Hersh, & Van Alstyne, 2024; Thornton, 2024). Tujuan utama penelitian ini adalah mengungkap apakah dan bagaimana intervensi pelatihan dan pendampingan digital melalui Program Penelitian Dosen Pemula berkontribusi pada inovasi model bisnis UMKM di wilayah Pantura Pamekasan, meliputi inovasi penciptaan nilai, penawaran nilai, serta peningkatan daya saing bisnis. Dengan mengadopsi pendekatan eksploratif berbasis penelitian kualitatif partisipatif (Participatory Action Research) (Chienwattanasook, Trisakhon, & Ridsomboon, 2023; Källström & Siljeklint, 2024; Rosati, Rodrigues, Cosenz, & Li-Ying, 2023), penelitian ini mencakup 31 UMKM makanan dan minuman yang tersebar di berbagai kecamatan wilayah Pantura Pamekasan. Fokus penelitian ini secara eksplisit mengeksplorasi bagaimana UMKM memahami konsep digitalisasi (Agarwal, Mathiyazhagan, Malhotra, & Pimpunchat, 2023; Teklehaimanot, Kamebo, & Gebremichael, 2023), tantangan implementasi teknologi digital, serta bagaimana inovasi model bisnis mereka berkembang sebagai dampak intervensi berbasis Industri 4.0.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Inovasi Model Bisnis

Istilah model bisnis telah diakui luas baik dalam praktik perusahaan maupun dalam kajian akademik tentang kewirausahaan dan inovasi. Meskipun terdapat variasi definisi, secara umum model bisnis dipahami sebagai keseluruhan elemen yang saling melengkapi, terutama dalam hal penciptaan nilai, penangkapan nilai, dan penawaran nilai (Endres, Indulska, & Ghosh, 2024; Laudien, Manuel Guaita Martínez, & María Martín Martín, 2023; Lorenz, Kruse, & Recker, 2024). Penelitian ini mendefinisikan model bisnis sebagai rangkaian mekanisme yang mencakup ketiga elemen tersebut, sesuai dengan pandangan mayoritas peneliti yang secara eksplisit maupun implisit menggunakannya. Penciptaan nilai merujuk pada aktivitas-aktivitas perusahaan untuk menyediakan produk atau layanan kepada pelanggan (Biea, Dinu, Bunica, & Jerdea, 2024; Hussein & Song, 2024). Dalam konteks UMKM makanan dan minuman, penciptaan nilai melibatkan aktivitas internal perusahaan serta tugas-tugas yang dilakukan oleh pemasok dan mitra dalam ekosistem bisnis (Abbate, Centobelli, & Cerchione, 2023; Agca, Babich, Birge, & Wu, 2022). Penangkapan nilai, juga disebut monetisasi, mengacu pada cara perusahaan memperoleh kompensasi dari pelanggan (Grieco & Iasevoli, 2022; Mei & Genet, 2024). Komponen penangkapan nilai terdiri dari tiga dimensi: kelompok pelanggan, interaksi pelanggan, dan metode pembayaran. Interaksi pelanggan mencakup dukungan pelanggan yang bervariasi dari yang sepenuhnya disesuaikan hingga layanan mandiri otomatis (Anwar, 2021). Metode pembayaran menjelaskan bagaimana perusahaan memonetisasi penawarannya, misalnya melalui model pembayaran per penggunaan, pembayaran berdasarkan fitur, atau pembayaran langganan. Sementara itu, kelompok pelanggan dapat mencakup kategori business-to-business (B2B) atau pelanggan akhir (Charters & Agnoli, 2024; Garg, 2021). Penawaran nilai adalah produk dan layanan khusus yang diberikan perusahaan, mulai dari produk murni hingga layanan murni. Kajian terkini tentang penawaran nilai di bidang makanan dan minuman juga mencakup konsep servitisasi dan infusi layanan dalam Industri 4.0 (Hong, Chen, & Chien, 2024). Inovasi model bisnis merupakan perubahan yang disengaja, baru, dan substansial pada elemen utama model bisnis atau pada struktur yang menghubungkan elemen-elemen tersebut. Manajemen perusahaan memegang peran penting dalam merancang inovasi ini, yang lebih dari sekadar adaptasi terhadap lingkungan eksternal. Inovasi model bisnis bertujuan menarik pelanggan baru yang belum terlayani atau tidak puas dengan solusi yang ada, meningkatkan loyalitas pelanggan melalui penawaran yang lebih komprehensif, atau mengurangi biaya yang ditanggung pelanggan (Abaddi, 2025; Kopplin, 2023; Shama *et al.*, 2024). Strategi ini dilakukan melalui pendistribusian ulang tugas antara perusahaan dan pelanggan atau melalui pendekatan baru dalam mengkomersialkan teknologi baru. Penelitian ini menegaskan bahwa inovasi model bisnis dapat berakar dari salah satu dari tiga elemen utama model bisnis, meskipun ketiga elemen ini saling terkait erat. Dengan demikian, inovasi pada satu elemen secara inheren akan berdampak pada elemen lainnya. Lebih jauh, kajian tentang inovasi teknologi, seperti teknologi aditif maupun general-purpose technologies (GPT), menunjukkan bahwa potensi ekonomi teknologi baru hanya dapat direalisasikan sepenuhnya jika didukung oleh model bisnis yang tepat. Oleh karena itu, diskusi inovasi model bisnis perlu diperluas untuk mencakup fenomena Industri 4.0, mengingat relevansi teknologi ini dalam menciptakan dan mengubah model bisnis UMKM makanan dan minuman.

2.2 Industri 4.0

Konsep Industri 4.0 merupakan hasil sinergi antara kebijakan pemerintah dan praktik perusahaan yang bertujuan untuk mentransformasi sektor makanan dan minuman melalui pemanfaatan teknologi digital (Menon & Jain, 2024; Silva, Machado, & Sampaio, 2024). Sama seperti revolusi industri sebelumnya, Industri 4.0 bertujuan menciptakan perubahan besar dalam cara manusia bekerja dan menjalankan bisnis. Namun, keunikan Industri 4.0 terletak pada integrasi yang belum pernah terjadi sebelumnya antara teknologi digital, fisik, dan biologis, sehingga mendorong kemajuan di bidang sosial, ekonomi, dan lingkungan (Azadi, Moghaddas, Farzipoor Saen, & Hussain, 2024; Pouri, 2021; Z. Zhao & Xing, 2024).

RESEARCH ARTICLE

Jika pada tiga revolusi industri terdahulu perubahan dipicu oleh kehadiran General Purpose Technologies (GPT) seperti mesin uap, listrik, dan komputer, maka pada era Industri 4.0, Cyber-Physical Systems (CPS) menjadi teknologi utama yang menghubungkan dunia nyata dengan dunia digital (Anwar, 2021; Orchard & Tasiemski, 2023). Dengan menambahkan sensor, mikroprosesor, perangkat lunak, serta koneksi internet ke mesin dan produk, Industri 4.0 memungkinkan data dikumpulkan dan dianalisis secara real-time. Hal ini memungkinkan proses produksi berjalan secara otomatis dan terintegrasi, baik di satu pabrik maupun lintas rantai pasok, serta memungkinkan interaksi antara mesin dengan mesin, dan manusia dengan mesin. Sejak era digitalisasi pada Revolusi Industri ketiga, sektor industri semakin akrab dengan otomasi dan penggunaan teknologi informasi (Baiod & Hussain, 2024; Ulatowska, Wainio, & Pierzchała, 2023). Transformasi ini menjadi landasan penting bagi tumbuhnya Industri 4.0, di mana teknologi digital dan fisik semakin terintegrasi melalui konsep Internet of Things (IoT). Dalam konteks UMKM makanan dan minuman, penerapan Industri 4.0 menghadirkan peluang untuk menciptakan model bisnis baru yang lebih efisien, adaptif, dan inovatif. Ciri utama Industri 4.0 adalah kemampuan untuk menciptakan nilai tambah secara otomatis dan terhubung bukan hanya dalam lingkup internal perusahaan, tetapi juga dalam jaringan eksternal yang lebih luas, termasuk pemasok, pelanggan, dan mitra bisnis. Dengan dukungan kecerdasan buatan dan sistem digital yang saling terkoneksi, Industri 4.0 menawarkan transparansi, efisiensi, serta pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat dalam setiap lini bisnis (Ghobakhloo *et al.*, 2025; Hrouga, 2024). Namun, peningkatan konektivitas digital juga menghadirkan tantangan baru terkait perlindungan data dan keamanan siber, yang perlu mendapat perhatian serius, khususnya bagi UMKM.

3. Metode Penelitian

3.1 Desain Penelitian dan Latar Empiris

Karena investigasi akademis tentang Industri 4.0 merupakan hal yang baru dan inovasi model bisnis merupakan gagasan yang relatif baru dalam dunia akademis, penelitian ini menggunakan desain penelitian eksploratori melalui studi kasus berganda (Marinelli, Crupi, Del Sarto, & Lepore, 2024; Passetti & Rinaldi, 2020). Studi kasus direkomendasikan dalam penelitian eksploratif, karena studi kasus memberikan data yang kaya dan memungkinkan penyelidikan tantangan manajerial kontemporer. Mengikuti penelitian empiris tentang bagaimana teknologi baru berdampak pada model bisnis, penelitian ini menggunakan desain penelitian studi kasus berganda untuk menunjukkan berbagai macam penciptaan nilai yang berasal dari teknologi, penangkapan nilai, dan penawaran nilai.

3.2 Pengumpulan dan Analisis Data

Basis data ini menyediakan ringkasan profil dan informasi kontak dari 50 perusahaan Pantura Pamekasan. Mengikuti definisi UMKM dari Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah Republik Indonesia untuk penelitian UMKM (Mittal & Raman, 2021; Ratnawati, Rokhman, Rochayaton, Meldona, & Rahayu, 2023), dua kriteria diterapkan dalam pencarian data: jumlah karyawan kurang dari 10 karyawan dan omset tahunan di bawah 50 juta rupiah. Melalui pengambilan sampel berbasis kuota, kami menghubungi sejumlah perusahaan yang terdistribusi secara merata dalam hal ukuran perusahaan dan sektor industri, dengan total 50 perusahaan yang kami hubungi, tidak ada yang merupakan perusahaan rintisan. Dari jumlah tersebut, 31 perusahaan berpartisipasi dalam penelitian ini, yang mewakili tingkat respons sekitar 65%. Tingginya jumlah perusahaan dalam sampel menurunkan bias sampel, dalam arti mengurangi risiko bahwa perusahaan yang berpartisipasi lebih paham teknologi daripada perusahaan yang tidak berpartisipasi. Pada gilirannya, hal ini memungkinkan penyelidikan terhadap kelompok UMKM makanan dan minuman yang luas dan representatif yang tersebar di Pantura Pamekasan. Berbeda dengan organisasi besar, yang secara simultan menggunakan beberapa model bisnis di berbagai divisi bisnis mereka (Ho, Hofmann, & Schwaiger, 2023), UMKM sering kali memiliki model bisnis tunggal, yang memungkinkan pemeriksaan inovasi model bisnis yang memengaruhi perusahaan secara keseluruhan. Menganalisis seluruh model bisnis organisasi pada gilirannya memungkinkan kesimpulan yang lebih tepat

RESEARCH ARTICLE

mengenai perubahan dalam penciptaan nilai, penawaran nilai, dan penangkapan nilai. Dengan demikian, hasilnya tidak dipengaruhi oleh sinergi atau persaingan sumber daya antara unit bisnis yang berbeda seperti pada organisasi besar.

Tabel 1. Definisi penelitian yang ada tentang istilah Industri 4.0 dan sinonimnya

Referensi (tahun: halaman)	Intisari	Definisi
Hermann dkk. (2016: 3928-3929)	Industri 4.0	<i>"Konvergensi produksi industri dan teknologi informasi dan komunikasi yang disebut Industri 4.0 [...]". Dalam publikasi ini secara luas membahas tentang konvergensi antara Industri 4.0, <i>Internet of Things</i> (CPS), dan <i>Big Data</i>. Cerdas</i>
Hossain dan Muhammad (2016: 194)	Internet Industri (Industrial Internet of Things: IIoT)	<i>"IIoT Industri adalah konvergensi dari big data, IIoT, komunikasi, Machine to Machine (M2M), komputasi awan, dan analitis data secara real-time dari berbagai sensor yang saling terhubung."</i>
Ivanov dkk. (2016): 386	Industri 4.0	<i>"Industri 4.0 merupakan konsep jaringan makanan dan minuman cerdas di mana mesin dan produk berinteraksi satu sama lain untuk beradaptasi dengan..."</i>
Kaswanegara dkk. (2013: 14)	Industri 4.0	<i>"Pada tingkat, Industri 4.0 akan melibatkan teknologi robot, CPS, big data, dan jaringan, dan integrasi dan penggunaan Internet of Things dan Layanan dalam Industri 4.0. Hal ini akan berimplikasi pada peningkatan nilai, proses bisnis, layanan baru, dan organisasi baru."</i>
Kang dkk. (2016: 124)	Industri 4.0 / Makanan dan minuman Cerdas	<i>"Industri 4.0 atau Makanan dan minuman Cerdas adalah revolusi industri keempat. Ini adalah paradigma dan konvergensi baru dari teknologi IIoT dan makanan dan minuman cerdas. Hal ini memberikan tindakan untuk membuat keputusan yang efektif dan optimal melalui proses pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat."</i>
Kolberg dkk. (2017: 2845)	Industri 4.0	<i>"Industri 4.0 adalah titik konvergensi dari mesin analog yang terdistribusi ke dalam digital yang sangat berkecepatan, cloud, internet yang cerdas, dan..."</i>
Lari dkk. (2014: 240)	Industri 4.0	<i>"Istilah Industri 4.0 secara kolektif mengacu pada berbagai konsep, alat, dan yang klasifikasi yang jelas, yang telah memunculkan untuk dipelajari untuk cara perubahan yang sangat tidak mungkin dilakukan dalam bisnis-bisnis individual (konsep, konsep, teknologi, aplikasi, sistem, dll.). J. sistem, sistem II. J. sistem, sistem III. J. sistem, sistem IV. J. sistem, sistem V. J. sistem, sistem VI. J. sistem, sistem VII. J. sistem, sistem VIII. J. sistem, sistem IX. J. sistem, sistem X. J. sistem, sistem XI. J. sistem, sistem XII. J. sistem, sistem XIII. J. sistem, sistem XIV. J. sistem, sistem XV. J. sistem, sistem XVI. J. sistem, sistem XVII. J. sistem, sistem XVIII. J. sistem, sistem XIX. J. sistem, sistem XX. J. sistem, sistem XXI. J. sistem, sistem XXII. J. sistem, sistem XXIII. J. sistem, sistem XXIV. J. sistem, sistem XXV. J. sistem, sistem XXVI. J. sistem, sistem XXVII. J. sistem, sistem XXVIII. J. sistem, sistem XXIX. J. sistem, sistem XXX. J. sistem, sistem XXXI. J. sistem, sistem XXXII. J. sistem, sistem XXXIII. J. sistem, sistem XXXIV. J. sistem, sistem XXXV. J. sistem, sistem XXXVI. J. sistem, sistem XXXVII. J. sistem, sistem XXXVIII. J. sistem, sistem XXXIX. J. sistem, sistem XL. J. sistem, sistem XLI. J. sistem, sistem XLII. J. sistem, sistem XLIII. J. sistem, sistem XLIV. J. sistem, sistem XLV. J. sistem, sistem XLVI. J. sistem, sistem XLVII. J. sistem, sistem XLVIII. J. sistem, sistem XLIX. J. sistem, sistem L. J. sistem, sistem LI. J. sistem, sistem LII. J. sistem, sistem LIII. J. sistem, sistem LIV. J. sistem, sistem LV. J. sistem, sistem LVI. J. sistem, sistem LVII. J. sistem, sistem LVIII. J. sistem, sistem LIX. J. sistem, sistem LX. J. sistem, sistem LXI. J. sistem, sistem LXII. J. sistem, sistem LXIII. J. sistem, sistem LXIV. J. sistem, sistem LXV. J. sistem, sistem LXVI. J. sistem, sistem LXVII. J. sistem, sistem LXVIII. J. sistem, sistem LXIX. J. sistem, sistem LXX. J. sistem, sistem LXXI. J. sistem, sistem LXXII. J. sistem, sistem LXXIII. J. sistem, sistem LXXIV. J. sistem, sistem LXXV. J. sistem, sistem LXXVI. J. sistem, sistem LXXVII. J. sistem, sistem LXXVIII. J. sistem, sistem LXXIX. J. sistem, sistem LXXX. J. sistem, sistem LXXXI. J. sistem, sistem LXXXII. J. sistem, sistem LXXXIII. J. sistem, sistem LXXXIV. J. sistem, sistem LXXXV. J. sistem, sistem LXXXVI. J. sistem, sistem LXXXVII. J. sistem, sistem LXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXIX. J. sistem, sistem LXXXX. J. sistem, sistem LXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII. J. sistem, sistem LXXXXXXXVIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIX. J. sistem, sistem LXXXXXXXX. J. sistem, sistem LXXXXXXXXI. J. sistem, sistem LXXXXXXXII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIII. J. sistem, sistem LXXXXXXXIV. J. sistem, sistem LXXXXXXXV. J. sistem, sistem LXXXXXXXVI. J. sistem, sistem LXXXXXXXVII</i>

Dari 31 UMKM yang menjadi responden dalam penelitian ini, mayoritas termasuk dalam kategori usaha kecil menurut kriteria Kementerian Koperasi dan UKM, yakni memiliki jumlah karyawan antara 5 hingga 19 orang. Sebagian kecil lainnya masuk dalam kategori usaha menengah dengan karyawan hingga 50 orang. Tidak terdapat UMKM mikro dalam sampel penelitian ini. Sebagian besar UMKM bergerak di sektor pengolahan makanan dan minuman (87,1%), dengan bentuk usaha yang didominasi oleh perseorangan (64,5%), sisanya berbentuk kelompok usaha bersama atau koperasi. Dalam hal legalitas, lebih dari separuh UMKM belum berbadan hukum formal, sedangkan yang lain sudah memiliki dokumen legalitas seperti NIB dan SIUP. Dari sisi sumber daya manusia, tingkat pendidikan pelaku usaha didominasi lulusan SMA/ sederajat (48,4%) dan perguruan tinggi (38,7%), menunjukkan bahwa pelaku UMKM relatif siap untuk mengikuti pelatihan dan intervensi pengembangan kapasitas. Usia pelaku UMKM sebagian besar berada di rentang 36–50 tahun (54,8%), yang mencerminkan usia produktif dan peran strategis dalam pengambilan keputusan bisnis. Dari segi pengalaman, lebih dari 70% UMKM telah beroperasi lebih dari lima tahun, mengindikasikan stabilitas dan keberlanjutan usaha yang memadai untuk menjadi sasaran program transformasi digital dan penguatan daya saing.

Secara keseluruhan, Tabel 1 memberikan gambaran lengkap mengenai profil dan karakteristik UMKM di Pantura Pamekasan. Informasi ini sangat penting sebagai dasar perancangan intervensi peningkatan daya saing dan adopsi digitalisasi yang tepat sasaran sesuai kebutuhan riil UMKM di wilayah tersebut. Sementara itu, pedoman wawancara yang digunakan terdiri dari tiga bagian utama. Bagian pertama membahas peran dan tanggung jawab responden dalam usaha. Bagian kedua berfokus pada pemahaman dan persepsi responden mengenai Industri 4.0, termasuk faktor pendukung serta implikasinya bagi usaha mereka. Pada bagian ini juga dilakukan perbandingan antara pemahaman para ahli dan pelaku usaha terkait konsep Industri 4.0. Bagian ketiga membahas pengaruh Industri 4.0 terhadap inovasi model bisnis, khususnya dalam hal penciptaan nilai, penawaran nilai, dan penangkapan nilai di organisasi UMKM. Proses analisis data dilakukan dengan mengembangkan panduan pengkodean berdasarkan teori (deduktif) yang kemudian disempurnakan melalui temuan lapangan (induktif). Proses pengkodean dilakukan secara berulang untuk menemukan pola dalam setiap kasus, serta membandingkan perbedaan dan persamaan antar kasus. Analisis menggunakan tiga tahap pengkodean: terbuka, aksial, dan selektif. Dua peneliti secara independen melakukan pengkodean pada sebagian data untuk memastikan objektivitas, dengan tingkat kesepakatan awal sebesar 84%. Diskusi dan umpan balik antar peneliti dilakukan hingga tercapai konsistensi penuh dalam pengkodean seluruh wawancara.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

4.1.1 Pemahaman Tentang Istilah Industri 4.0

Hasil wawancara menunjukkan bahwa lebih dari separuh responden (sekitar 55%) memahami secara detail konsep Industri 4.0 dan ide-ide utamanya. Sekitar sepertiga responden memiliki pengetahuan umum, sementara kurang dari 20% hanya mengenal istilah ini secara terbatas. Responden dengan pemahaman baik menjelaskan Industri 4.0 sebagai jaringan produksi yang terkoneksi secara digital antar pelaku usaha dalam rantai nilai, termasuk penerapan solusi teknologi informasi (TI) pada produk dan proses bisnis. Tiga inti pemahaman yang muncul terkait Industri 4.0 di sektor makanan dan minuman adalah: (1) digitalisasi proses secara menyeluruh (Bughin, 2024), (2) pemanfaatan *Cyber-Physical System* (CPS) untuk otomatisasi dan pengendalian produksi (Govindan, 2022), serta (3) terbangunnya konektivitas antar perusahaan dengan pemasok maupun pelanggan (Chen, Tang, Liu, & Gu, 2023; Kweh, Ting, Asif, & Lu, 2024). Sebagian besar responden melihat Industri 4.0 sebagai evolusi bertahap dalam adaptasi teknologi, konektivitas rantai pasok, dan digitalisasi, meski ada juga yang menilainya sebagai revolusi besar yang dapat mengubah industri secara drastis. Beberapa responden menilai tingkat perubahan sangat tergantung pada skala usaha bagi UMKM, adaptasi sering bersifat bertahap, sedangkan bagi perusahaan besar, Industri 4.0 bisa menjadi perubahan revolusioner. Ada pula keraguan, misalnya beberapa pelaku usaha menganggap istilah ini lebih ke arah slogan pemasaran daripada fenomena baru.

4.1.2 Tantangan Yang Mempengaruhi Implementasi Industri 4.0 di Seluruh Elemen Model Bisnis

Penerapan Industri 4.0 pada UMKM makanan dan minuman menghadapi sejumlah tantangan di seluruh elemen model bisnis: penciptaan nilai, penawaran nilai, dan penangkapan nilai (Ammirato, Felicetti, Linzalone, & Carlucci, 2022; Laudien *et al.*, 2023). Tantangan utama pada penciptaan nilai adalah kebutuhan investasi awal yang besar untuk teknologi dan infrastruktur TI, termasuk pelatihan sumber daya manusia. Sebagian besar responden menganggap biaya ini tinggi, sementara manfaat yang diharapkan baru terasa dalam jangka menengah hingga panjang. Masalah keamanan data juga menjadi perhatian, seperti risiko kebocoran data, pencurian informasi, dan potensi gangguan pada sistem produksi. Tantangan lain meliputi ukuran batch produksi yang kecil, tingkat otomatisasi mesin yang bervariasi, serta kerumitan dalam mengintegrasikan teknologi baru dengan peralatan lama. Beberapa UMKM juga mengalami kesulitan memanfaatkan data yang sudah terkumpul untuk menambah nilai bagi pelanggan, terutama karena permintaan pelanggan yang sangat individual dan rendahnya standarisasi antar Perusahaan (Wei, Gou, & Zhang, 2024). Keterbatasan keahlian teknis di dalam UMKM menyebabkan banyak pelaku usaha memerlukan bantuan dari pihak eksternal, baik lembaga pemerintah maupun komunitas bisnis. Meskipun demikian, mayoritas responden menyadari bahwa jika mereka tidak segera beradaptasi dengan perkembangan Industri 4.0, mereka akan tertinggal oleh pesaing yang sudah lebih dahulu memanfaatkan teknologi.

4.1.3 Inovasi Yang Dimungkinkan Oleh Industri 4.0 Di Seluruh Elemen Model Bisnis

Untuk menunjukkan dampak Industri 4.0 terhadap model bisnis UMKM dalam sampel, 26 UMKM dikeluarkan dari analisis lebih lanjut, yang tidak dapat menyatakan implikasi model bisnis saat ini atau yang diharapkan. Oleh karena itu, makalah ini menganalisis bagaimana Industri 4.0 mendorong inovasi di 42 perusahaan yang tersisa, seperti yang diilustrasikan pada Tabel 2. Jumlah penyebutan untuk setiap area inovasi ditunjukkan dalam tanda kurung. Mengenai kolom kiri Tabel 2, inovasi penciptaan nilai, responden menyebutkan bahwa digitalisasi proses tingkat tinggi meningkatkan ketersediaan data mereka dan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat. Untuk Sebagai contoh salah satu CTO menyebutkan bahwa setiap pagi dia menerima email otomatis berisi informasi tentang status produksi, termasuk kemacetan dan hasil produksi. Sampel pada umumnya mengharapkan Industri 4.0 untuk meningkatkan kecepatan, kapasitas reaksi, dan fleksibilitas mereka: "Industri 4.0 memungkinkan kami untuk bereaksi lebih cepat terhadap kerusakan, karena antarmuka yang berbeda menjadi lebih cepat dan

RESEARCH ARTICLE

lebih tepat"; "Pengetahuan produksi dapat meresap lebih cepat dalam pengembangan produk baru". Industri 4.0 juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi informasi dari proses di lantai pabrik, melalui sistem yang menunjukkan tugas yang dilakukan di setiap mesin, durasi tugas, perintah yang diberikan, dan kegagalan yang terjadi. Selain itu, beberapa perusahaan mengindikasikan bahwa mereka telah mendapatkan keuntungan dari makanan dan minuman pintar dalam mengatasi kurangnya pelamar kerja yang tersedia: "Semakin sulit untuk menemukan personel yang memenuhi syarat untuk melakukan pekerjaan manual yang sangat terampil di bidang teknis - dan Industri 4.0 membantu kami dalam hal ini". Industri 4.0 juga dapat memudahkan pemberian tugas kepada karyawan: "Karyawan kami menggunakan aplikasi ponsel pintar, di mana mereka memberi tahu kami dengan cepat dan fleksibel apakah mereka dapat mengambil giliran kerja tambahan selama waktu sibuk".

Tabel 2. Pengaruh Industri 4.0 terhadap elemen model bisnis UMKM makanan dan minuman

Pengaplikasian nilai	Pengaplikasian nilai	Pengaplikasian nilai
Peralatan produksi (18) - Retrofit mesin lama dengan sensor - Inovasi mesin otomatis - Monitoring mesin via aplikasi Kerja (21) - Jadwal kerja digital - Fleksibilitas shift via aplikasi - Pelatihan SDM digital Mitra dan pemasok (14) - Kolaborasi supply chain digital - Order bahan baku online - Integrasi data dengan pemasok utama	Produk (19) - Diversifikasi produk - Produk kemasan pintar - Produk custom by order digital Mesin (13) - Pemakaian mesin baru untuk peningkatan kualitas - Mesin produksi modular - Mesin pemrosesan otomatis	Kategori pelanggan (11) - Segmentasi pelanggan berbasis data - Target market online - Pelanggan khusus pelanggan loyal Interaksi pelanggan (16) - Layanan after sales digital - Chat konvensi via platform digital - Program loyalitas online Metode pembayaran (25) - E-wallet, QRIS - Pembayaran otomatis/subscription - Transfer bank real-time

Berdasarkan kolom penawaran nilai pada Tabel 2, mayoritas UMKM dalam penelitian ini memanfaatkan penerapan Industri 4.0 untuk memperluas variasi produk serta meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan. Adopsi teknologi digital, seperti mesin otomatis dan aplikasi pemesanan, memungkinkan UMKM menawarkan produk yang lebih beragam dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan, termasuk fitur custom order, inovasi kemasan pintar, serta pelayanan pengantaran berbasis aplikasi. Beberapa pelaku usaha juga menambahkan layanan purna jual (after sales) dan peningkatan layanan pemeliharaan produk untuk menjaga loyalitas pelanggan. Inovasi-inovasi ini sejalan dengan prinsip fleksibilitas dan personalisasi yang dihadirkan oleh konsep Industri 4.0, sehingga UMKM dapat merespons permintaan pasar dengan lebih cepat dan efisien. Pada aspek penangkapan nilai, sebagian besar UMKM telah memanfaatkan platform daring dan sistem pembayaran digital untuk memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan kemudahan transaksi. Penerapan sistem pembayaran non-tunai seperti e-wallet dan QRIS mempermudah proses jual beli serta meningkatkan transparansi dan efisiensi keuangan. Selain itu, penggunaan aplikasi dan marketplace memungkinkan UMKM melakukan segmentasi pelanggan, menyediakan program loyalitas, serta memperkuat interaksi secara langsung melalui fitur chat atau layanan pelanggan online. Konektivitas dan integrasi data antara UMKM, pemasok, serta pelanggan juga memungkinkan pengelolaan pesanan dan penentuan harga secara otomatis, sehingga interaksi lebih efisien dan potensi retensi pelanggan meningkat. Namun demikian, penerapan inovasi digital juga membawa tantangan baru berupa kebutuhan adaptasi sistem, kompetensi digital SDM, serta risiko persaingan yang semakin ketat di antara pelaku usaha berbasis teknologi. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa Industri 4.0 tidak hanya memperluas spektrum produk dan layanan UMKM, tetapi juga mendorong perubahan mendasar dalam cara penangkapan nilai dari pelanggan, memperkuat hubungan dengan pemasok, serta meningkatkan efisiensi operasional melalui digitalisasi model bisnis.

4.2 Pembahasan

Dua pertanyaan penelitian utama dibahas dalam penelitian ini, di mana pertanyaan pertama (RQ1) mempertimbangkan bagaimana UMKM makanan dan minuman memandang dan memahami fenomena Industri 4.0, sementara pertanyaan kedua (RQ2) membahas cara-cara yang digunakan perusahaan untuk berinovasi dalam model bisnis mereka yang dihasilkan dari Industri 4.0, dan bagian selanjutnya akan membahas kedua pertanyaan tersebut. Terkait kontribusi teoretis, penelitian ini menuju pemahaman yang sama tentang konsep Industri 4.0, di mana hasil empiris mengidentifikasi bahwa implementasi Industri 4.0 di kalangan UMKM makanan dan minuman pada kawasan Pantura Pamekasan memunculkan tiga dimensi utama: digitalisasi proses produksi secara komprehensif; adopsi sistem cyber-physical systems (CPS) untuk menghasilkan proses yang lebih cerdas dan terintegrasi; serta penguatan konektivitas antar pelaku usaha dalam rantai nilai melalui digitalisasi dan kolaborasi dengan pemasok maupun pelanggan. Temuan ini memperluas basis konseptual penelitian sebelumnya dengan menunjukkan bagaimana ketiga dimensi Industri 4.0 saling berinteraksi dalam menghasilkan nilai ekonomi baru, di mana penelitian juga menunjukkan bahwa bagi banyak UMKM, penerapan Industri 4.0 masih terasa menantang, terutama terkait kebutuhan transparansi data dan investasi awal yang cukup besar, namun mayoritas pelaku UMKM memahami pentingnya transformasi digital ini dan menyadari potensi keuntungan jangka panjangnya, terutama dalam hal daya saing dan efisiensi usaha, sehingga secara umum, UMKM di kawasan studi cenderung bersikap pragmatis dan selektif dalam menyikapi inovasi model bisnis yang ditawarkan Industri 4.0, menyeimbangkan peluang inovasi dengan kendala nyata yang dihadapi di lapangan. Selanjutnya, dalam inovasi penciptaan nilai, penelitian ini mendukung temuan sebelumnya bahwa UMKM makanan dan minuman masih menghadapi keterbatasan dalam memperoleh data produksi secara real-time, valid, dan terintegrasi, di mana keterbatasan data ini menghambat proses evaluasi kinerja dan perbaikan proses produksi, sehingga implementasi digitalisasi dan teknologi Industri 4.0, seperti penggunaan perangkat sensor, aplikasi berbasis cloud, serta sistem informasi produksi terintegrasi, menjadi upaya utama untuk menutup gap tersebut, meskipun adopsi teknologi seringkali terkendala oleh keterbatasan sumber daya finansial dan SDM, oleh sebab itu, kolaborasi dengan pemerintah, akademisi, dan mitra bisnis menjadi solusi strategis, baik melalui pelatihan, pendampingan teknologi, maupun platform berbagi data antar pelaku UMKM, dan selain itu, kolaborasi dengan mitra dan pemasok juga memperkuat efisiensi rantai pasok serta keamanan data dan informasi bisnis.

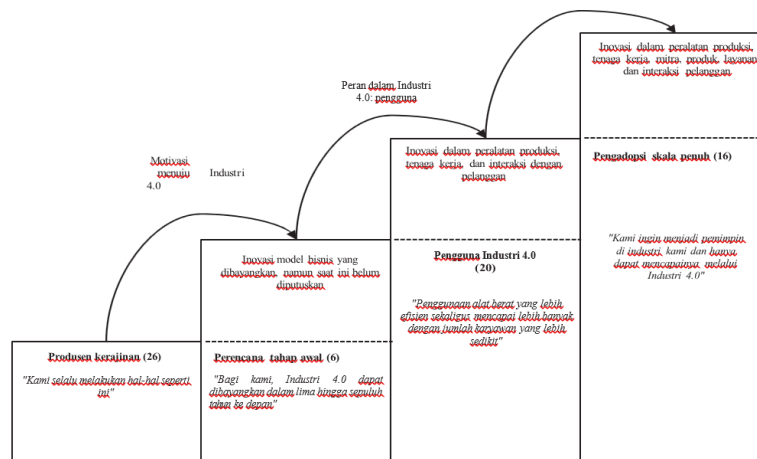
Dalam inovasi penawaran nilai, Industri 4.0 juga mendorong UMKM untuk bertransformasi dari sekadar produsen produk menjadi penyedia solusi, dengan menambahkan layanan purna jual, pelatihan penggunaan produk, serta konsultasi teknis kepada pelanggan, di mana penawaran nilai yang lebih luas dan berbasis kebutuhan pelanggan ini terbukti meningkatkan kepuasan dan loyalitas, sekaligus memberikan justifikasi bagi harga yang kompetitif, dan hal ini sejalan dengan tren servitisasi dalam literatur bisnis model, di mana penambahan layanan berbasis teknologi menjadi penentu keunggulan bersaing di era digital. Sementara itu, inovasi penangkapan nilai dipengaruhi oleh digitalisasi transaksi dan perluasan pasar, di mana UMKM di Pantura Pamekasan mulai mengadopsi metode pembayaran digital, memperluas segmen pelanggan melalui platform daring, serta membangun interaksi pelanggan yang lebih efektif melalui media sosial dan aplikasi layanan pelanggan, dan Industri 4.0 juga membuka peluang bagi UMKM untuk mengadopsi berbagai model penetapan harga, mulai dari pembayaran per produk, per layanan, hingga langganan berbasis fitur, dengan kemudahan dalam transaksi dan transparansi biaya menjadi nilai tambah bagi konsumen dan pelaku UMKM. Dalam sintesis implikasi model bisnis dari Industri 4.0, temuan penelitian ini memperluas penelitian saat ini tentang Industri 4.0 dengan menunjukkan bahwa UMKM dapat mengambil dua peran: pengguna dan penyedia Industri 4.0, di mana sementara pengguna terutama menerapkan solusi berbasis CPS dalam produksi, layanan, dan pertukaran data terkait, penyedia adalah perusahaan-perusahaan yang memproduksi solusi CPS, yang selanjutnya dibutuhkan oleh pengguna Industri 4.0, dan sembilan dari perusahaan yang diwawancarai mengambil kedua peran tersebut dalam menghadapi Industri 4.0. Lebih lanjut, hasil penelitian menunjukkan bahwa motif perusahaan dalam mengimplementasikan Industri 4.0 juga berdampak pada model bisnisnya, di mana kami membedakan antara dua jenis motif: motif internal, yang berasal dari peluang pasar yang dirasakan dan motif eksternal, yang berasal dari permintaan yang dilakukan oleh

RESEARCH ARTICLE

pelanggan besar, yang, mengutip pendapat seorang pengamat, "menentukan arah Industri 4.0", sehingga wawancara menunjukkan bahwa UMKM yang termotivasi secara internal secara proaktif melakukan proyek penelitian dengan universitas dan mitra rantai pasokan, sebaliknya, kemitraan penelitian semacam itu tidak disebutkan oleh perusahaan yang termotivasi secara eksternal, yang mengindikasikan bahwa UMKM tersebut memandang Industri 4.0 sebagai persyaratan daripada sebagai peluang dan secara sepihak ditekan oleh pelanggan, dan menariknya, sembilan perusahaan menyatakan bahwa mereka termotivasi secara eksternal dan internal, karena bagi mereka, faktor pendorongnya saling terkait erat. Berasal dari dua perspektif terhadap Industri 4.0, UMKM menggunakan inovasi yang berbeda dalam penawaran, penciptaan, dan penciptaan nilai mereka, di mana pada Gambar. 1, temuan-temuan ini dirangkum dalam analisis lintas kasus, yang mencakup peran sebagai pengguna dan/atau penyedia serta motivasi menuju Industri 4.0, karena enam dari 42 UMKM tidak dapat mengidentifikasi dengan jelas motivasi mereka terhadap Industri 4.0, maka mereka dikeluarkan dari analisis lintas kasus, yang menghasilkan sampel yang lebih sedikit, yaitu 36 kasus, dan Gambar. 1 menunjukkan elemen-elemen model bisnis tersebut, yang inovasinya disebutkan oleh setidaknya setengah dari perusahaan dari setiap kombinasi pengguna/penyedia/keduanya dan termotivasi secara internal/termotivasi secara eksternal/keduanya, serta Gambar. 1 hanya menunjukkan inovasi model bisnis dari kelompok UMKM yang beranggotakan setidaknya tiga orang, karena alasan kejelasan dan keterwakilan. Dalam implikasi manajerial, dengan menganalisis semua 68 kasus yang mendasari penelitian ini, menjadi jelas bahwa UMKM mengikuti strategi respons yang berbeda terhadap Industri 4.0, seperti yang ditunjukkan pada Gbr. 2 di bawah ini, hal itu berasal, di satu sisi, dari tingkat motivasi internal untuk menerapkan Industri 4.0, dan di sisi lain.

Role within Industry 4.0	Both	(1)	4 SMEs Production equipment (3) Workforce (3) Products (4), Services (2) Customer interaction (3)	4 SMEs Production equipment (3) Workforce (3) Partners and suppliers (2) Products (4), Services (3) Customer interaction (3)
	Provider	(1)	(2)	4 SMEs Production equipment (2) Workforce (2), Partners and suppliers (4) Products (2), Services (2), Customers (3) Customer interaction (3)
	User	11 SMEs Production equipment (9) Workforce (8) Customer interaction (7)	8 SMEs Production equipment (4) Customer interaction (4)	(1)
		Internal	External	Both

Gambar 1. Analisis lintas kasus tentang implikasi model bisnis yang dominan (N= 36)



Gambar 2. Model tahapan UMKM makanan dan minuman dalam konteks Industri 4.0

RESEARCH ARTICLE

Di sisi lain, analisis terhadap karakteristik struktural dan kesiapan teknologi UMKM makanan dan minuman di Pantura Pamekasan menunjukkan tingkat kompatibilitas yang berbeda terhadap tiga dimensi utama Industri 4.0, yaitu digitalisasi proses, adopsi sistem produksi cerdas, dan peningkatan konektivitas antar-perusahaan. Hasil penelitian ini mengidentifikasi adanya empat kategori utama UMKM, yang dapat menjadi referensi bagi praktisi dan pemangku kepentingan dalam menentukan posisi dan strategi transformasi digital mereka. UMKM Tradisional (*Craft-Based Producers*) – 12 perusahaan: Kategori ini terdiri dari UMKM yang sebagian besar masih mengandalkan proses manual dan minim pemanfaatan teknologi digital. Produksi dilakukan secara konvensional, dan penggunaan mesin modern sangat terbatas. Sikap terhadap adopsi teknologi relatif pasif, dengan motivasi perubahan yang rendah. Kelompok ini memandang Industri 4.0 belum relevan untuk diterapkan pada model bisnis mereka saat ini. UMKM Perencana Awal (*Early Planners*) – 7 perusahaan: Kelompok ini mencakup UMKM yang sudah mulai menyadari potensi dan pentingnya transformasi digital, namun implementasi di internal perusahaan masih pada tahap rencana atau uji coba terbatas. Mereka terbuka terhadap teknologi baru dan mengakui perlunya beradaptasi, namun masih membutuhkan waktu, penyesuaian sumber daya, dan pendampingan eksternal sebelum menerapkan Industri 4.0 secara penuh. UMKM Pengadopsi Parsial (*Partial Adopters*) – 8 perusahaan: Perusahaan pada kategori ini telah memulai penerapan sebagian teknologi Industri 4.0, seperti penggunaan aplikasi digital sederhana untuk pemasaran, administrasi, atau proses produksi tertentu. Walaupun belum terintegrasi sepenuhnya, UMKM ini mulai merasakan manfaat digitalisasi, seperti efisiensi operasional, akses pasar yang lebih luas, dan peningkatan pelayanan pelanggan. UMKM Pengadopsi Penuh (*Full-Scale Adopters*) – 4 perusahaan: Kategori terakhir diisi oleh UMKM yang telah mengintegrasikan elemen Industri 4.0 secara komprehensif di seluruh lini bisnis. Mulai dari otomatisasi proses produksi, manajemen rantai pasok berbasis digital, hingga pelayanan pelanggan melalui platform daring. Mereka memandang adopsi Industri 4.0 sebagai strategi utama untuk meningkatkan daya saing dan inovasi model bisnis, bahkan beberapa di antaranya menjadi referensi atau penyedia solusi digital bagi UMKM lain di sektor makanan dan minuman.

5. Kesimpulan

Dengan menyoroti empat tipologi respons UMKM terhadap Industri 4.0, studi ini menegaskan pentingnya pemahaman yang mendalam bagi para manajer UMKM terkait berbagai pendekatan dalam merespons transformasi digital di sektor makanan dan minuman. Refleksi terhadap posisi perusahaan, baik sebagai pengguna, penyedia, atau keduanya, sangat penting dalam menentukan arah pengembangan model bisnis di era Industri 4.0. Studi ini membuktikan bahwa UMKM memiliki peluang untuk melakukan inovasi pada model bisnis melalui pemanfaatan digitalisasi, otomatisasi, serta peningkatan konektivitas dalam rantai nilai. Tanpa mengabaikan manfaat dari inovasi penciptaan nilai, hasil penelitian ini mendorong para pelaku UMKM untuk lebih berani mengeksplorasi bentuk-bentuk inovasi model bisnis, khususnya inovasi yang berorientasi pada kebutuhan dan pengalaman pelanggan, bukan sekadar inovasi berbasis produk.

Adopsi Industri 4.0 mendorong pengembangan inovasi penangkapan nilai, misalnya melalui model monetisasi pay-per-use, optimalisasi interaksi dengan pelanggan, dan ekspansi jangkauan pasar melalui penawaran nilai yang semakin personal dan digital. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pertimbangan inovasi model bisnis ini mampu menjadi strategi efektif bagi UMKM untuk menghadapi tantangan implementasi Industri 4.0, sekaligus mempercepat proses transformasi digital yang sedang berlangsung. Studi ini juga menyadari adanya sejumlah keterbatasan. Pertama, desain penelitian kualitatif membatasi generalisasi temuan, meski upaya triangulasi data dan analisis sistematis telah dilakukan untuk meningkatkan kredibilitas hasil. Kedua, mengingat Industri 4.0 masih relatif baru dalam ranah UMKM, penelitian ini membuka ruang bagi studi longitudinal di masa depan untuk memahami dampak jangka panjang implementasi teknologi digital dan CPS terhadap dinamika model bisnis. Ketiga, penelitian ini mengakui potensi bias informan tunggal karena hanya satu narasumber utama dari setiap perusahaan yang diwawancarai. Ke depan, studi serupa dianjurkan untuk melibatkan lebih dari satu informan dari tiap

RESEARCH ARTICLE

perusahaan, bahkan dari mitra eksternal, untuk memperkaya perspektif dan mengurangi bias. Selanjutnya, karena fokus penelitian ini hanya pada UMKM, keterbatasan juga muncul dalam hal cakupan perspektif organisasi besar, sehingga peluang untuk menelaah hubungan dan dampak Industri 4.0 pada jejaring UMKM–perusahaan besar masih terbuka lebar untuk penelitian berikutnya. Selain itu, kolaborasi lintas sektor dan analisis transfer model bisnis antarindustri menjadi agenda penting seiring makin pentingnya kolaborasi dalam menciptakan nilai bersama di era digital. Terakhir, meski sebagian besar UMKM menunjukkan minat yang tinggi untuk mengadopsi Industri 4.0, tantangan dalam implementasi masih sangat nyata, khususnya terkait kesiapan teknologi, SDM, dan infrastruktur. Oleh sebab itu, penelitian ini merekomendasikan adanya kajian lanjutan secara kualitatif maupun kuantitatif, guna mengidentifikasi faktor-faktor kunci keberhasilan dan langkah-langkah implementasi Industri 4.0 yang paling efektif bagi UMKM makanan dan minuman di masa depan.

6. Ucapan Terima Kasih

Kami sebagai Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Sains Dan Teknologi Republik Indonesia, DPPM Dikti, LPPM Universitas Madura dan Mitra UMKM Pantura Pamekasan atas dukungan selama pengembangan penelitian ini dan juga terima kasih kepada Universitas Madura.

7. Referensi

- Abaddi, S. (2025). Factors and moderators influencing artificial intelligence adoption by Jordanian MSMEs. *Management and Sustainability*, 4(1), 47–73. <https://doi.org/10.1108/MSAR-10-2023-0049>.
- Abbate, S., Centobelli, P., & Cerchione, R. (2023). From fast to slow: An exploratory analysis of circular business models in the Italian apparel industry. *International Journal of Production Economics*, 260, Article 108824. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108824>.
- Agarwal, V., Mathiyazhagan, K., Malhotra, S., & Pimpunchat, B. (2023). Building resilience for sustainability of MSMEs post COVID-19 outbreak: An Indian handicraft industry outlook. *Socio-Economic Planning Sciences*, 85, Article 101443. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101443>.
- Agca, S., Babich, V., Birge, J. R., & Wu, J. (2022). Credit shock propagation along supply chains: Evidence from the CDS market. *Management Science*, 68(9), 6506–6538. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2021.4174>.
- Alonso-Muñoz, S., González-Sánchez, R., Medina-Salgado, M. S., & García-Muiña, F. E. (2023). Technology development as a tool towards circularity: A research agenda. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(2), Article 2142636. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2142636>.
- Ammirato, S., Felicetti, A. M., Linzalone, R., & Carlucci, D. (2022). Digital business models in cultural tourism. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 28(8), 1940–1961. <https://doi.org/10.1108/IJEBr-01-2021-0070>.
- Anwar, C. (2021). *Analisis zakat produktif dalam pemberdayaan ekonomi mustahik melalui Program Kampung Ternak Dompot Dhuafa Madiun* [Undergraduate thesis, IAIN Ponorogo]. Repository IAIN Ponorogo.

RESEARCH ARTICLE

- Azadi, M., Moghaddas, Z., Farzipoor Saen, R., & Hussain, F. K. (2024). Financing manufacturers for investing in Industry 4.0 technologies: Internal financing vs. external financing. *International Journal of Production Research*, 62(22), 8056–8072. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1912431>.
- Bagagiolo, G., Vigoroso, L., Caffaro, F., & Cavallo, E. (2024). Determinants of eco-innovation in the agricultural machinery sector: The case of small and medium enterprises in the Piedmont region (Italy). *Environment, Development and Sustainability*, 26(10), 25849–25869. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03710-2>.
- Baiod, W., & Hussain, M. M. (2024). The impact and adoption of emerging technologies on accounting: Perceptions of Canadian companies. *International Journal of Accounting & Information Management*, 32(4), 557–592. <https://doi.org/10.1108/IJAIM-05-2023-0123>.
- Benzell, S. G., Hersh, J., & Van Alstyne, M. (2024). How APIs create growth by inverting the firm. *Management Science*, 70(10), 7120–7141. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2023.4968>.
- Biea, E. A., Dinu, E., Bunica, A., & Jerdea, L. (2024). Recruitment in SMEs: The role of managerial practices, technology and innovation. *European Business Review*, 36(3), 361–391. <https://doi.org/10.1108/EBR-05-2023-0162>.
- Blankesteyn, M. L. M. L., Houtkamp, J. J., & Bossink, B. A. G. (2024). Towards transformative experiential learning in science- and technology-based entrepreneurship education for sustainable technological innovation. *Journal of Innovation and Knowledge*, 9(3), Article 100544. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100544>.
- Bughin, J. (2024). Resilience and performance: Capturing their synergy for ongoing success. *Journal of Business Strategy*, 45(2), 124–132. <https://doi.org/10.1108/JBS-07-2022-0114>.
- Charters, S., & Agnoli, L. (2024). British consumer perspectives on terroir in cheese. *British Food Journal*, 126(10), 3699–3717. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2024-0446>.
- Chen, M., Tang, X., Liu, H., & Gu, J. (2023). The impact of supply chain concentration on integration and business performance. *International Journal of Production Economics*, 257, Article 108781. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108781>.
- Chiarini, A., Grando, A., Venturini, S., & Borgonovo, E. (2024). Do automation and AI impact on job reduction? A study on perceived risk of losing job among white-collars in the Italian manufacturing companies. *Production Planning & Control*, 35(16), 2198–2211. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2244925>.
- Chienwattanasook, K., Trisakhon, C., & Ridsomboon, L. (2023). The success of training in social media marketing and adaptation of community enterprises in the era of the COVID-19 pandemic. *International Journal of Operations and Quantitative Management*, 29(1), 175–190. <https://doi.org/10.46970/2022.29.1.11>.
- Condry, M. W., & Quan, X. I. (2023). Remote patient monitoring technologies and markets. *IEEE Engineering Management Review*, 51(3), 59–64. <https://doi.org/10.1109/EMR.2023.3285688>.
- Endres, H., Indulska, M., & Ghosh, A. (2024). Unlocking the potential of Industrial Internet of Things (IIoT) in the age of the industrial metaverse: Business models and challenges. *Industrial Marketing Management*, 119, 90–107. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.03.006>.

RESEARCH ARTICLE

- Fareed, A. G., De Felice, F., Forcina, A., & Petrillo, A. (2024). Role and applications of advanced digital technologies in achieving sustainability in multimodal logistics operations: A systematic literature review. *Sustainable Futures*, 8, Article 100278. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2024.100278>.
- Ferraro, P., Zhao, L., King, C., & Shorten, R. (2024). Personalized feedback control, social contracts, and compliance strategies for ensembles. *IEEE Internet of Things Journal*, 11(3), 3942–3955. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3298516>.
- Garg, A. (2021). Fusion Microfinance: Expansion with information technology. *Emerald Emerging Markets Case Studies*, 11(1), 1–23. <https://doi.org/10.1108/EEMCS-02-2020-0029>.
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Foroughi, B., Tseng, M. L., Nikbin, D., & Khanfar, A. A. A. (2025). Industry 4.0 digital transformation and opportunities for supply chain resilience: A comprehensive review and a strategic roadmap. *Production Planning & Control*, 36(1), 61–91. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2252376>.
- Govindan, K. (2022). Tunneling the barriers of blockchain technology in remanufacturing for achieving sustainable development goals: A circular manufacturing perspective. *Business Strategy and the Environment*, 31(8), 3769–3785. <https://doi.org/10.1002/bse.3031>.
- Grieco, C., & Iasevoli, G. (2022). Paths and patterns of value capture innovation in sharing economy. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 21(3), 255–261. <https://doi.org/10.1057/s41272-022-00374-x>.
- Han, S., Zhenghao, M., Meilin, L., Xiaohui, Y., & Xiaoxue, W. (2023). Global supply sustainability assessment of critical metals for clean energy technology. *Resources Policy*, 85, Article 103994. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103994>.
- Handoko, W., Sulaiman, A. I., Sugito, T., & Sabiq, A. (2024). Empowering former women migrant workers: Enhancing socioeconomic opportunities and inclusion for sustainable development. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 13(1), 199–210. <https://doi.org/10.36941/ajis-2024-0015>.
- Ho, H., Hofmann, C., & Schwaiger, N. (2023). The Covid-19 pandemic and management controls. *Accounting and Business Research*, 53(5), 583–607. <https://doi.org/10.1080/00014788.2023.2219158>.
- Hong, T. Y., Chen, C. A., & Chien, C. F. (2024). Towards sustainable production with resource efficiency: An empirical study of steelmaking continuous casting scheduling. *Resources, Conservation & Recycling*, 209, Article 107806. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107806>.
- Hrouga, M. (2024). Towards a new conceptual digital collaborative supply chain model based on Industry 4.0 technologies: A conceptual framework. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 41(2), 628–655. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2022-0221>.
- Hussein, K., & Song, D. W. (2024). Port supply chain integration and sustainability: A resource-based view. *International Journal of Logistics Management*, 35(2), 504–530. <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2022-0435>.
- Källström, L., & Siljeklint, P. (2024). Place branding in the eyes of the place stakeholders – paradoxes in the perceptions of the meaning and scope of place branding. *Journal of Place Management and Development*, 17(1), 74–89. <https://doi.org/10.1108/JPMD-12-2022-0124>.

RESEARCH ARTICLE

- Kopplin, C. S. (2023). Sports fashion and sustainability: A perfect match? *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 24(5), 891–912. <https://doi.org/10.1108/IJSMS-04-2023-0078>.
- Kweh, Q. L., Ting, I. W. K., Asif, J., & Lu, W. M. (2024). Environmental, social, and governance and hierarchical network data envelopment analysis firm efficiencies of Japan Airlines' supply chain. *Business Strategy and the Environment*, 33(7), 7060–7076. <https://doi.org/10.1002/bse.3861>.
- Laudien, S. M., Guaita Martínez, J. M., & Martín Martín, J. M. (2023). Business models based on sharing fashion and accessories: Qualitative-empirical insights into a new type of sharing economy business models. *Journal of Business Research*, 157, Article 113636. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113636>.
- Lorenz, J., Kruse, L. C., & Recker, J. (2024). Creating and capturing value with physical-digital experiential consumer offerings. *Journal of Management Information Systems*, 41(3), 779–811. <https://doi.org/10.1080/07421222.2024.2376386>.
- Ly, B. (2020). Mobility sharing economy in Shanghai. *Cogent Business & Management*, 7(1), Article 1785108. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1785108>.
- Macca, L. S., Santoro, G., Jabeen, F., & Gavurova, B. (2025). Fuelling growth: A qualitative study on the benefits and challenges of growth hacking for micro, small and medium enterprises. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 31(6), 1576–1599. <https://doi.org/10.1108/IJEBr-05-2024-0520>.
- Marinelli, L., Crupi, A., Del Sarto, N., & Lepore, D. (2024). Unveiling knowledge ecosystem dimensions for MSMEs' digital transformation, toward a location-based brokerage. *Technovation*, 136, Article 103086. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103086>.
- Maryanto, M., Haryono, G., Sari, A. E., & Desi, D. E. (2025). Factors affecting digital accounting in MSMEs using second-order confirmatory factors analysis method. *International Journal of Accounting and Economics Studies*, 12(1), 29–40. <https://doi.org/10.14419/7r6dc363>.
- Mei, M. Q., & Genet, C. (2024). Social media entrepreneurship: A study on follower response to social media monetization. *European Management Journal*, 42(1), 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2022.04.006>.
- Menon, S., & Jain, K. (2024). Blockchain technology for transparency in agri-food supply chain: Use cases, limitations, and future directions. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 106–120. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3110903>.
- Mittal, V., & Raman, T. V. (2021). Examining the determinants and consequences of financial constraints faced by micro, small and medium enterprises' owners. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 17(3), 560–581. <https://doi.org/10.1108/WJEMSD-07-2020-0089>.
- Orchard, T., & Tasiemski, L. (2023). The rise of generative AI and possible effects on the economy. *Economics and Business Review*, 9(2), 9–26. <https://doi.org/10.18559/ebv.2023.2.732>.
- Passetti, E., & Rinaldi, L. (2020). Micro-processes of justification and critique in a water sustainability controversy: Examining the establishment of moral legitimacy through accounting. *British Accounting Review*, 52(3), Article 100907. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2020.100907>.

RESEARCH ARTICLE

- Pouri, M. J. (2021). Eight impacts of the digital sharing economy on resource consumption. *Resources, Conservation & Recycling*, 168, Article 105434. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105434>.
- Prasetyo Eka Putra, F., Mellyana Dewi, S., & Hamzah, A. (2023). Privasi dan keamanan penerapan IoT dalam kehidupan sehari-hari: Tantangan dan implikasi. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 5(2), 26–32.
- Rahayu, H. C., Lestari, E. P., Brata, A. G., & Gitya, F. (2025). The role of distribution channels and logistics innovation in empowering MSMEs in tourism villages: A community-based tourism perspective. *Journal of Distribution Science*, 23(2), 119–130. <https://doi.org/10.15722/jds.23.02.202502.119>.
- Rahman, F., Pratikto, H., Murwani, F. D., & Handayati, P. (n.d.). *Multidimensional model of business performance with financial literacy integration mediated by loan repayment commitment and moderated by MSE business innovation on the island of Madura*. ResearchGate.
- Ratnawati, Rochayatun, S., Meldona, & Rahayu, Y. N. (2023). Financial attitude and financial performance of export MSMEs: Financial well-being as a mediating. *International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting*, 16(1), 77–85. <https://doi.org/10.33094/ijaefa.v16i1.901>.
- Rolando, B., & Mulyono, H. (2025). E-commerce as a catalyst for digital economy development: A study of marketing strategies and their impact. *Journal of Distribution Science*, 23(4), 61–79. <https://doi.org/10.15722/jds.23.04.202504.61>.
- Rosati, F., Rodrigues, V. P., Cosenz, F., & Li-Ying, J. (2023). Business model innovation for the Sustainable Development Goals. *Business Strategy and the Environment*, 32(6), 3752–3765. <https://doi.org/10.1002/bse.3334>.
- Shama, M., Syed Shahid, Mittal, P., Rizvi, A. F., Khan, F. S., & Ur Rehman, A. (2024). Exploring the interplay of entrepreneurs' awareness, perception, and intention in driving digitalization for MSMEs: A focused insight into SIDBI's role. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 3(56), 59–73. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.3.56.2024.4374>.
- Silva, A. C., Machado, J., & Sampaio, P. (2024). Predictive quality model for customer defects. *TQM Journal*, 36(9), 155–174. <https://doi.org/10.1108/TQM-09-2023-0302>.
- Teklehaimanot, M. L., Kamebo, E. O., & Gebremichael, G. G. (2023). Customer-centric informal business marketing in Africa: The case of Ethiopian MSMEs. *Small Enterprise Research*, 30(2), 154–170. <https://doi.org/10.1080/13215906.2022.2086610>.
- Thornton, H. C. (2024). Business model change and internationalization in the sharing economy. *Journal of Business Research*, 170, Article 114250. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114250>.
- Torres Vergara, J. I., Saucedo Martínez, J. A., & Olivo Lucio, D. (2024). Resilient and sustainable supply chain criteria for performance evaluation: Selection and ranking through fuzzy Delphi. *Benchmarking*, 31(3), 799–823. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2022-0283>.
- Ulatowska, R., Wainio, E., & Pierzchała, M. (2023). Digital transformation in HRM of the modern business service sector in Finland and Poland. *Journal of Organizational Change Management*, 36(7), 1180–1192. <https://doi.org/10.1108/JOCM-11-2022-0339>.

RESEARCH ARTICLE

Wei, Q., Gou, X., & Zhang, B. (2024). Urban sharing logistics strategies against epidemic outbreaks: Its feasibility and sustainability. *Sustainability*, 16(17), Article 7628. <https://doi.org/10.3390/su16177628>.

Wulandari, S. S., Diah, M. L. B. M., & Asari, A. (2025). Digital proficiency and entrepreneurial mindset for SME success through market savvy and tech literacy. *APTISI Transactions on Technopreneurship*, 7(1), 26–36. <https://doi.org/10.34306/att.v7i1.527>.

Zhao, W., Luo, Z. S., & Liu, Q. (2023). Does supply chain matter for environmental firm performance: Mediating role of financial development in China. *Economic Change and Restructuring*, 56(6), 3811–3837. <https://doi.org/10.1007/s10644-022-09410-7>.

Zhao, Z., & Xing, Z. (2024). Gold mining, corporate business management, and green growth in Asia. *Resources Policy*, 89, Article 104677. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104677>.